www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

CURSO TÉCNICO em ELETROTÉCNICA

MÓDULO 1 LIVRO 5

INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PREDIAIS

Teoria & Prática

Severino Cervelin
Geraldo Cavalin

BASE DIDÁTICOS

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

CURSO TÉCNICO em ELETROTÉCNICA

MÓDULO 1 LIVRO 5

INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PREDIAIS

Teoria & Prática

Severino Cervelin
- Mestre em Engenharia da Produção - UFSC.
- Especialista em Metodologia do Ensino Superior - UFRGS.
- Pedagogo – Administração Escolar - UTP.
- Técnico em Eletrotécnica - UTFPR.
- Professor na UTFPR.

Geraldo Cavalin
- Especialista em Metodologia do Ensino Superior - UFRGS.
- Pedagogo – Administração Escolar - UTP.
- Técnico em Eletrotécnica - UTFPR.
- Professor na UTFPR.

621.319 24
C419i

BASE DIDÁTICOS

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

COPYRIGHT 2008 - Base Livros Didáticos Ltda. É proibida a reprodução, mesmo parcial, por qualquer processo eletrônico, reprográfico, etc., sem autorização, por escrito, dos autores e da editora.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
(Bibliotecária responsável: Mara Rejane Vicente Teixeira)

Cervelin, Severino.
Curso técnico em eletrotécnica, módulo 1, livro 5 : instalações elétricas prediais : teoria & prática / Severino Cervelin, Geraldo Cavalin. – Curitiba : Base Livros Didáticos, 2008.
544 p. : il. col. ; 28 cm.

ISBN 978-85-60228-92-8
Inclui bibliografia.

1. Eletrotécnica – Estudo e ensino. 2. Instalações elétricas. I. Cavalin, Geraldo. II. Título.

CDD (22ª ed.)
621.31924

Direção Editorial
Base Livros Didáticos Ltda.

Coordenação Técnica
Severino Cervelin

Coordenação Editorial
Tânia M. Barroso Ruiz

Supervisão Editorial
Jorge Alves Martins
Suellen Adur

Revisão
Luciane Pancione

Projeto Gráfico, Capa e Editoração
Vicente Design

Desehos, imagens e fotos
Andros Albert Cavalin
Rodrigo Cervelin
Vicente Design

Base Livros Didáticos Ltda.
Rua Antônio Martin de Araújo, 343 – Jardim Botânico – CEP 80210-050
Curitiba – PR – Fone/Fax.: (41) 3264-1209
basedidaticos@basedidaticos.com.br
www.basedidaticos.com.br

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Apresentação

O livro de Instalações Elétricas Prediais pretende auxiliar os profissionais que atuam na área elétrica (eletricistas, mestres de obras, técnicos, engenheiros, arquitetos ou pessoas interessadas) a adquirir conhecimentos para projetar e executar instalações elétricas.

Além do conteúdo teórico são propostos exercícios e atividades de pesquisa, bem como práticas de laboratório similiares às que o profissional se depara no dia-a-dia de trabalho.

A idéia essencial é proporcionar aos profissionais da área elétrica um conjunto de informações teórico/prática que constitui o conhecimento em instalações elétricas.

Salientamos que o conhecimento não se limita somente à elaboração das atividades aqui sugeridas, mas sim à participação freqüente em cursos de atualização, leitura de livros, catálogos e revistas especializadas.

Desejamos agradecer a todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para que este livro fosse possível. Agradecemos, também, às empresas pelo fornecimento de materiais e a autorização para publicação de figuras, catálogos e tabelas.

Esperamos que este livro contribua para tornar mais fácil o trabalho dos estudantes e profissionais.

Os autores.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Sumário

Unidade 1

Capítulo 1: A eletricidade a serviço da humanidade 5
Capítulo 2: Ferramentas para instalações elétricas 29

Unidade 2

Capítulo 1: Instalação de lâmpadas com interruptores simples, bipolares e tomadas de corrente 42
Capítulo 2: Instalação de lâmpadas com interruptores paralelos e intermediários 93
Capítulo 3: Instalação de iluminação de emergência 116
Capítulo 4: Instalação de lâmpadas com relé fotoelétrico 123
Capítulo 5: Comando de iluminação com interruptor de minuteria 142
Capítulo 6: Sensor de presença e variador de tensão elétrica 152
Capítulo 7: Comando de campainhas e porteiros eletrônicos 166
Capítulo 8: Relé de impulso por pulsador e programador horário 177

Unidade 3

Capítulo 1: Segurança em instalações elétricas 190
Capítulo 2: Aterramento do sistema elétrico 205
Capítulo 3: Sistema de proteção contra descargas atmosféricas 232

Unidade 4

Capítulo 1: Previsão de cargas de iluminação e tomadas 265
Capítulo 2: Dimensionamento da instalação elétrica e conexões de condutores 308
Capítulo 3: Proteção em instalações elétricas 357
Capítulo 4: Eletrodutos e acessórios para instalações elétricas 406

Unidade 5

Capítulo único: Projeto de instalação elétrica predial 445

Unidade 6

Capítulo único: Comando de motores elétricos monofásicos e trifásicos 507

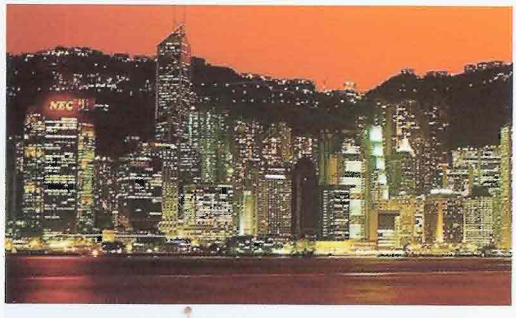
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

capítulo 1

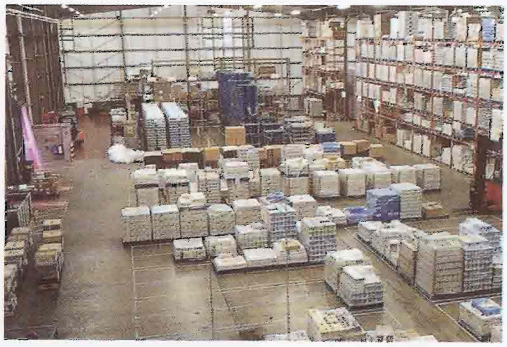
A eletricidade a serviço da humanidade

A eletricidade tem uma importância inquestionável na vida das pessoas. Estamos tão acostumados e dependentes da eletricidade no dia-a-dia que percebemos o seu valor apenas quando ela falta. É difícil imaginar uma cidade com as casas, os edifícios, os locais de trabalho e de passeio, os shoppings, as praças, as ruas e as avenidas sem iluminação, bem como a vida sem os inúmeros equipamentos elétricos que auxiliam, de maneira extraordinária, nosso cotidiano. Porém, nem imaginamos a grandiosidade e a complexidade do processo de geração, transmissão e distribuição da energia elétrica até a sua utilização final.

O uso eficiente da eletricidade é possível por meio de instalações elétricas, executadas conforme um projeto elétrico.



Fotos: Corel Stock Fotos



Exemplos de utilização da eletricidade.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

aplicando conhecimento

Geração e transmissão de energia elétrica

Energia elétrica é o resultado do movimento das cargas elétricas no interior de um condutor. É a base fundamental e inseparável da tecnologia moderna.

Existem várias razões para a sua utilização em larga escala:

a) pode ser transportável: é produzida em locais distantes, considerados os mais adequados, e levadas por linhas de transmissão aos grandes centros consumidores;

b) é transformável: pode ser transformada em outras formas de energia. Ex. luz, calor, movimento;

c) é elemento fundamental para a ocorrência de muitos fenômenos físicos e químicos, que formam a base de operação de máquinas e equipamentos de tecnologia atual. Exemplos: eletromagnetismo, efeito termiônico, efeito semicondutor, fotovoltaico, técnicas de galvanoplastia – cromagem, zincagem, prateação, galvanização, etc.;

d) quando utilizada durante um período de tempo, propicia uma determinada quantidade de trabalho realizado, equivalente à potência elétrica consumida.

Foto: Caio Coronel/Itaipu

www.sxc.hu

Corel Stock Fotos

Foto: Caio Coronel/Itaipu

Tipos de fontes de geração e transmissão de energia elétrica.

A energia elétrica pode ser hidroelétrica, térmica, nuclear e eólica.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

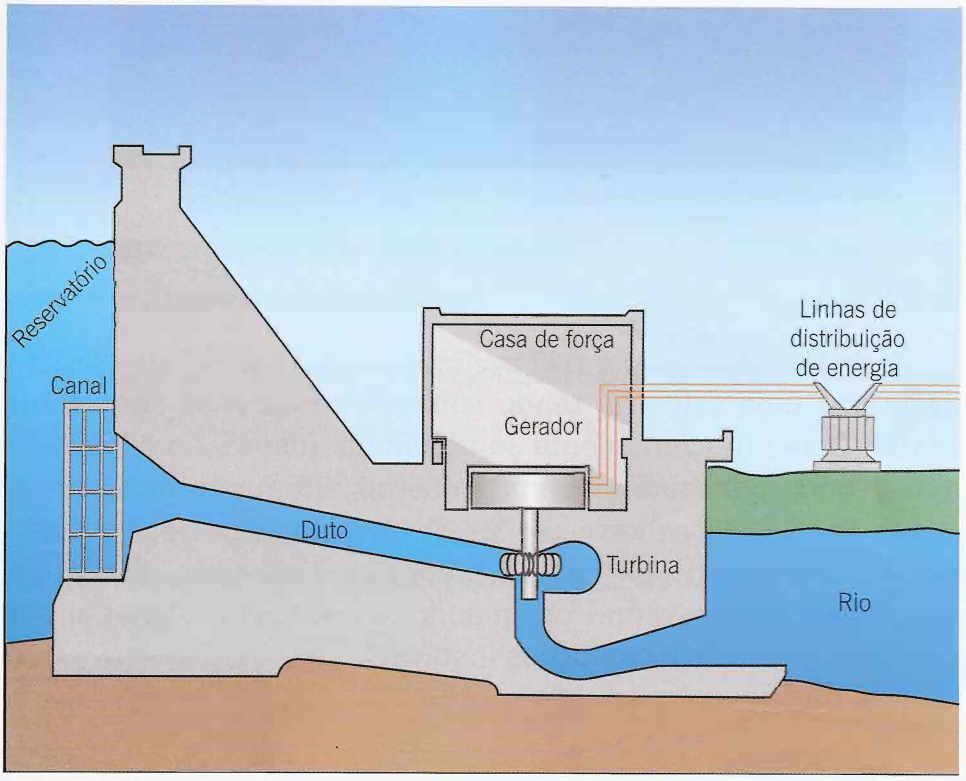
Hidroelétrica

Este tipo de energia elétrica consiste basicamente no represamento da água. A energia elétrica é gerada em função da queda d'água (hidráulica), usada para girar as turbinas que estão acopladas aos geradores elétricos. Dependendo da quantidade de água represada e da altura da barragem, são calculadas as dimensões dos geradores com suas respectivas potências.

A geração trifásica em usinas hidroelétricas pode ser feita em 6,9kV, 13,8kV e 18kV; sua potência pode ser em quilowatt (kW) ou megawatt (MW).

alerta

Energia vem da palavra grega *enérgeia*, que quer dizer "força em ação". É a base da vida.



Vicente & Corban Design

Detalhes das partes principais de uma usina hidroelétrica.

Térmica

A energia mecânica necessária para girar o eixo do gerador de energia elétrica é obtida com a queima de combustíveis, tais como: gás natural, derivados de petróleo, carvão mineral e vegetal, xisto betuminoso, resíduos de madeira e da produção agrícola, bagaço de cana-de-açúcar, lixo doméstico, urânio, e outros.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

As instalações físicas são denominadas usinas termelétricas. Esta modalidade de geração de energia elétrica é, provavelmente, a mais utilizada em nível mundial.

alerta

Esta modalidade também pode ser denominada termelétricas ou termoeletricidade.

www.termobahia.com.br

Energia térmica Termobahia.

alerta

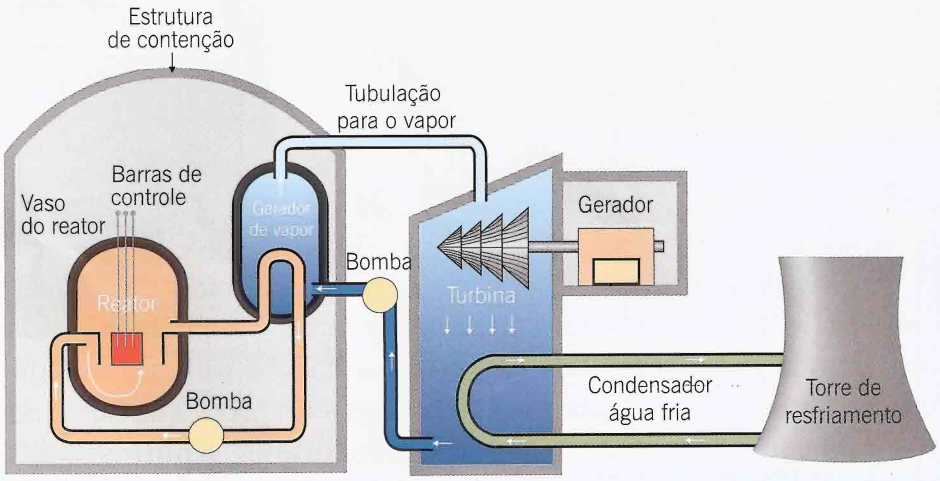
A queima de combustíveis joga na atmosfera poluentes variados como o enxofre, além do dióxido de carbono, responsável pelo já preocupante efeito estufa (aquecimento global). Se madeira ou carvão vegetal são usados, a conseqüência é o desmatamento.

Nuclear

Esse tipo de energia é classificada como usina termelétrica que utiliza uma caldeira, tendo como fonte de calor um reator nuclear. O seu funcionamento se baseia na quebra, na divisão do átomo, tendo por matéria-prima minerais altamente radioativos, como o urânio (descoberto em 1938). A energia nuclear provém da fissão nuclear do urânio, do plutônio ou do tório. É energia liberada dos núcleos atômicos, quando os mesmos são levados por processos artificiais a condições instáveis.

alerta

Como ocorreram muitos acidentes nos últimos anos, liberando para a atmosfera resíduos radioativos, a construção de novas usinas nucleares já não é mais permitida em muitos países.



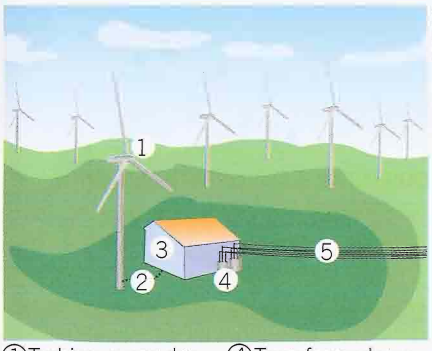
Vicente & Corban Design

Princípio de funcionamento de uma usina nuclear.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Eólica

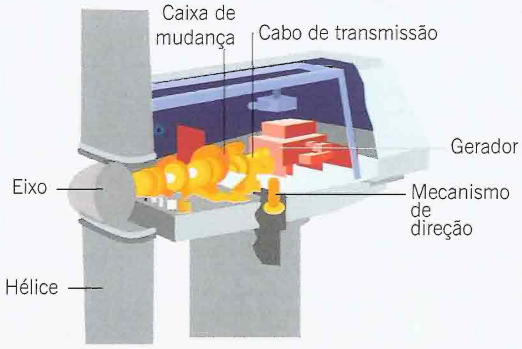
A energia eólica é convertida diretamente da energia cinética dos ventos em energia elétrica. Para isso, são utilizados aerogeradores (nome moderno dos antigos moinhos de vento).



Fonte: greenpeace.org

①Turbina e gerador
②Cabo condutor
③Edifício de controle
④Transformadores
⑤Linhas de transporte

Princípio de funcionamento da geração de energia elétrica por geradores eólicos.



Fonte: www.geocities.yahoo.com.br

Detalhes de um gerador eólico.

interatividade

1. Pesquise os conceitos de energia potencial e energia cinética. Cite exemplos.

.....

.....

.....

2. Identifique pelas fotos os tipos de turbinas existentes. Depois escreva onde são utilizadas.

Fonte: www.pelton.vatew.com.mx

.....

.....

.....

.....

.....

.....

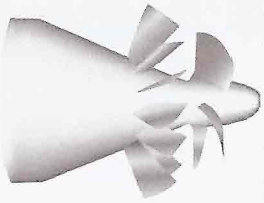
.....

.....

Plton-www.pelton.vatew.com.mx

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Vicente & Corban Design



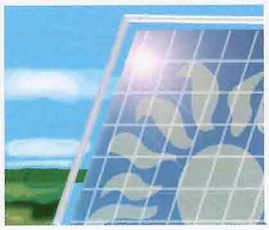
Vicente & Corban Design

3. Que tipo de turbina é utilizada para girar o eixo do gerador da Usina Hidroelétrica de Itaipu?

4. Quem foi o inventor da turbina Kaplan? Cite outras informações complementares.

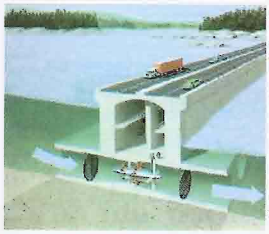
5. Pesquise sobre as seguintes fontes geradoras de energia elétrica conforme apresentado nas ilustrações: energia célula a combustível; energia solar e energia das marés.

Fonte: Copel



Fonte: Copel

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br



Fonte: www.wikipedia.com

6. Aprofunde seus conhecimentos a respeito da energia eólica, pesquise na internet um mapa de ventos do Brasil. Em seguida, destaque seu Estado para demonstrar o uso da energia eólica.

alerta

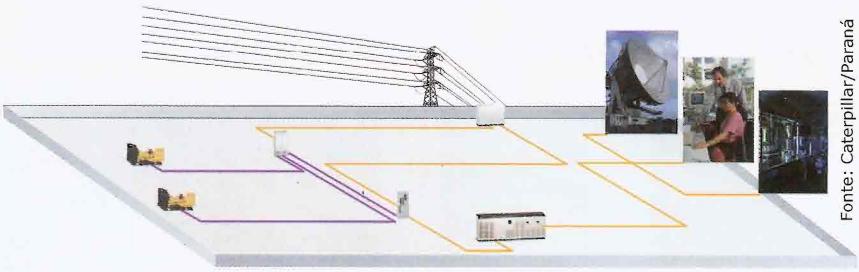
Para orientar a pesquisa do exercício 6, consulte: http://www.itaipu.gov.br/; www.alterima.com.br; www.hacker.ind.br/tubulares.htm; www.copel.com; http://www.eolica.com.br/energia.html; www.textoscientificos.com/energia/turbinas; www.canalkids.com.br/; http://www.energias-renovaveis.com/docs/MicroEolicas.pdf; http://br.geocities.com/saladefisica5/leituras/energiaondas.htm; http://pt.wikipedia.org/wiki/Energia_maremotriz.

aplicando conhecimento

Grupos geradores

Os grupos geradores são utilizados para gerar energia elétrica nos horários de ponta entre 18h e 21h, especialmente em shoppings e indústrias de médio e grande portes, reduzindo a fatura de energia.

Conheça abaixo alguns exemplos.



Fonte: Caterpillar/Paraná

Grupo gerador e UPS (Uninterruptible Power Supply).

Fonte: Caterpillar/Paraná

Grupos geradores que fornecem energia elétrica para atender pequenas cidades.

Fonte: Caterpillar/Paraná

Grupo gerador 3516- 2.281/2.500KVA, transferência em rampa, 380V, horário de ponta e emergência.

Fonte: Caterpillar/Paraná

Grupo gerador a gás G3612 Caterpillar 4,9MW.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Os geradores que utilizam a queima de combustível a gás, a diesel, etc., são utilizados especificamente por empresas que produzem energia em 380V, 220V e 127V e têm como potências 5kW a 500kW.

Fonte: Caterpillar/Paraná

Rental – grupo gerador 3406 – 500kVA – em contêiner atenuado emergência – Curitiba/Pr.

Existem também geradores de pequenas dimensões, que utilizam especificamente gasolina como combustível podendo ser usados em acampamentos, festividades e pescarias. Geram energia nas tensões de 380V, 220V e 127V e potências 0,7kVA a 7kVA, monofásicos, bifásicos e trifásicos.

Fonte: Honda

Gerador a gasolina.

Fonte: Caterpillar/Paraná

Appa – Porto de Paranaguá grupo gerador gepx-150 – 150/165 kVA em reboque Paranaguá/Pr.

interatividade

1. Pesquise a vantagem de uma termoelétrica utilizar gás natural como combustível.

.....

.....

.....

2. As termoelétricas podem operar em ciclo simples, em ciclo combinado ou em co-geração? Pesquise e comente sua resposta.

.....

.....

.....

.....

.....

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

aplicando conhecimento

Linhas de transmissão

A linha de transmissão tem por finalidade transportar grandes quantidades de energia da usina de energia elétrica até os centros consumidores. Na maioria das vezes, a geração de energia elétrica é realizada a distâncias consideráveis dos centros consumidores, devido às condições naturais que propiciam os fatores ideais de geração para a construção das barragens da usina.

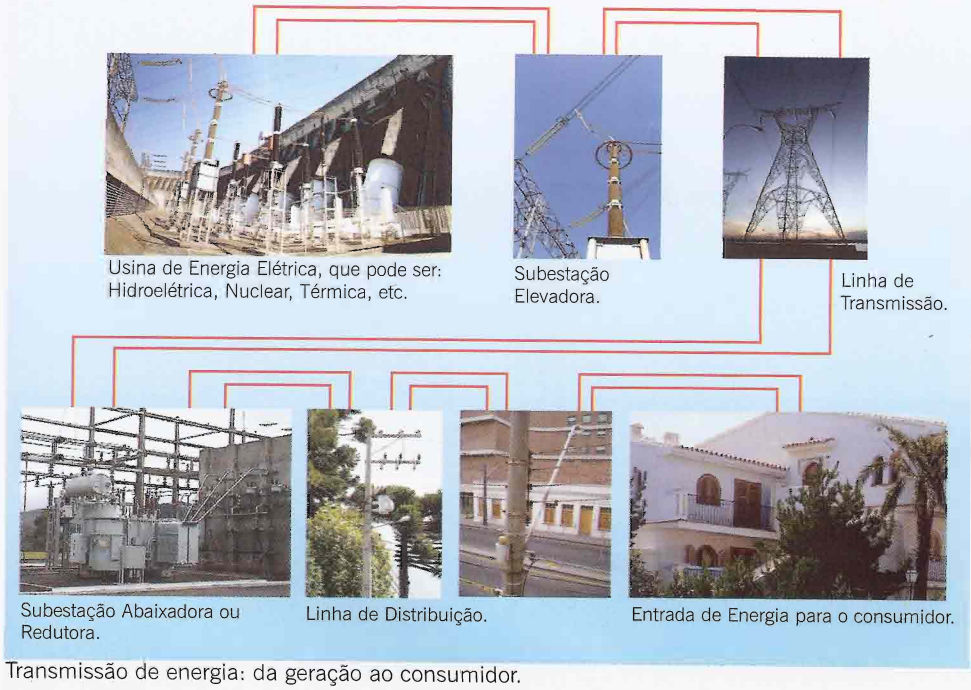
Foto: Caio Coronel/Itaipu

Linha de transmissão da Itaipu binacional.

A linha de transmissão tem origem na subestação elevadora, construída junto ou próxima da usina geradora de energia elétrica, onde os transformadores elevam as tensões geradas 6,9kV, 13,8kV e 18kV para 69kV a 750kV, ou até mesmo a 1GV, em tensão alternada e 600kV, em tensão contínua. Chegando aos centros consumidores, existem as subestações abaixadoras ou redutoras, cuja finalidade é reduzir as tensões para valores de distribuição ou de consumo. Veja as figuras abaixo.

Foto: Sandro Mesquita

Subestação junto ao centro de consumo.



Transmissão de energia: da geração ao consumidor.

Fotos: Caio Coronel/Itaipu; Corel Stock Fotos; Sandro Mesquita; arquivo do autor

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

oficina teórica

1. Por que é necessário elevar a tensão de transmissão antes de chegar aos grandes centros consumidores?

2. Quais os valores da tensão gerada nos geradores das usinas hidroelétricas?

3. Quais são os valores de tensão de transmissão encontrados no Brasil?

interatividade

Sites: www.educar.sc.usp.br/licenciatura/2001/energia/tr...

http://www.guiafloripa.com.br/energia/trivia/como_produz_energia.php

http://www.eletrotec.pea.usp.br/files/25_SistemaEletrico.pdf

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

aplicando conhecimento

Distribuição

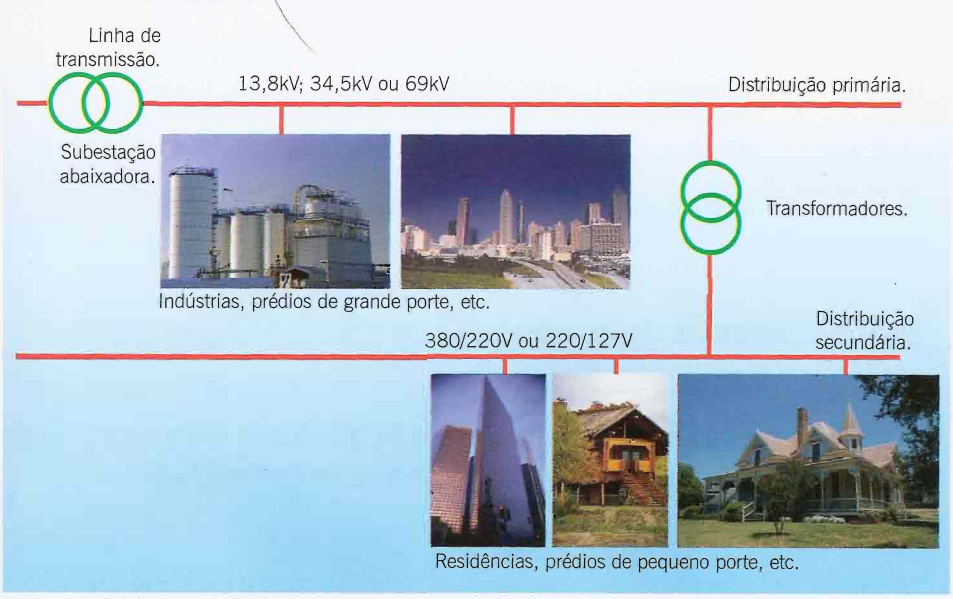
A rede de distribuição proporciona as condições necessárias para que a energia elétrica chegue até o consumidor.

Quando se eleva a tensão, é possível reduzir a seção dos condutores para transmitir a mesma quantidade de energia (mesma potência). Neste caso, podemos constatar que a rede de distribuição opera com dois valores de tensão: mais altos e mais baixos. Os grandes consumidores necessitam valores de tensão altos (ex. indústrias, grandes edifícios), enquanto que os consumidores pequenos necessitam de valores de tensão baixos (ex. residências, pequenos edifícios, condomínios).

A figura abaixo mostra que a subestação abaixadora reduz a tensão para 13,8kV, 34,5kV ou 69kV, denominada distribuição primária, padrão utilizado nos centros urbanos.

Os consumidores de grande porte são atendidos diretamente em tensão primária porque dispõem de suas próprias subestações (transformadores) que abaixam a tensão para alimentar seus equipamentos.

Observe o esquema:

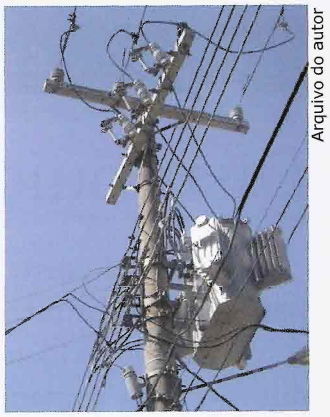


Fotos: Corel Stock Fotos

Rede de distribuição primária e secundária.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

A rede de distribuição primária também alimenta os transformadores que estão afixados nos postes cuja finalidade é reduzir a ten-são a valores menores, por exemplo: 220/127V ou 380/220V para atender aos pequenos consumidores, que são a maioria nas cidades. É a chamada distribuição secundária.



Arquivo do autor

Rede de média e baixa tensão com transformador.

A rede de distribuição secundária é formada por quatro fios, sendo que o primeiro de cima para baixo é o neutro e, em seguida, vêm as fases. Os condutores são separados sem isolação ou com isolação no caso de ruas arborizadas.

Para a identificação das fases e neutro são normalmente atribuídas letras ou números:

Fase – R – A – 1 – L_1
Fase – S – B – 2 – L_2
Fase – T – C – 3 – L_3
Neutro – N – 0 – 0 – N

$(H_1 - H_2 - H_3) - (L_1 - L_2 - L_3)$
$(X_o - X_1 - X_2 - X_3) - (T_1 - T_2 - T_3)$

oficina teórica

1. Defina rede de distribuição. Em seguida, explique as diferenças entre rede de distribuição primária e secundária.

2. Em que localidades do Brasil a distribuição secundária é feita em 380/220V?

3. Quais as cidades do Brasil que utilizam rede de distribuição subterrânea? Quais as vantagens e desvantagens desse tipo de rede de distribuição?

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

aplicando conhecimento

Tensões padronizadas

A rede de distribuição secundária pode apresentar variações de valores de tensão em alguns estados e até mesmo em algumas cidades para a tensão entre fase e neutro em um sistema trifásico a quatro fios (N + 3F).

Valores de tensão entre fase e neutro (monofásico a 2 fios)

$$\left.\begin{array}{l}\text{Neutro} = 0\\ \text{Fase} = 127\text{V}\end{array}\right\} = 127\text{V}$$

$$\left.\begin{array}{l}\text{Neutro} = 0\\ \text{Fase} = 220\text{V}\end{array}\right\} = 220\text{V}$$

Valores de tensão entre duas fases – 2F+N (monofásico a 3 fios, chamado de bifásico):

$$\left.\begin{array}{l}\text{Neutro} = 0\\ \text{Fase} = 127\text{V}\\ \text{Fase} = 127\text{V}\end{array}\right\} = 127 \times \sqrt{3} = 220\text{V}$$

$$\left.\begin{array}{l}\text{Neutro} = 0\\ \text{Fase} = 220\text{V}\\ \text{Fase} = 220\text{V}\end{array}\right\} = 220 \times \sqrt{3} = 380\text{V}$$

Valores de tensão num sistema trifásico (3F)

$$\left.\begin{array}{l}\text{Neutro} = 0\\ \text{Fase} = 127\text{V}\\ \text{Fase} = 127\text{V}\\ \text{Fase} = 127\text{V}\end{array}\right\} = 127 \times \sqrt{3} = 220\text{V}$$

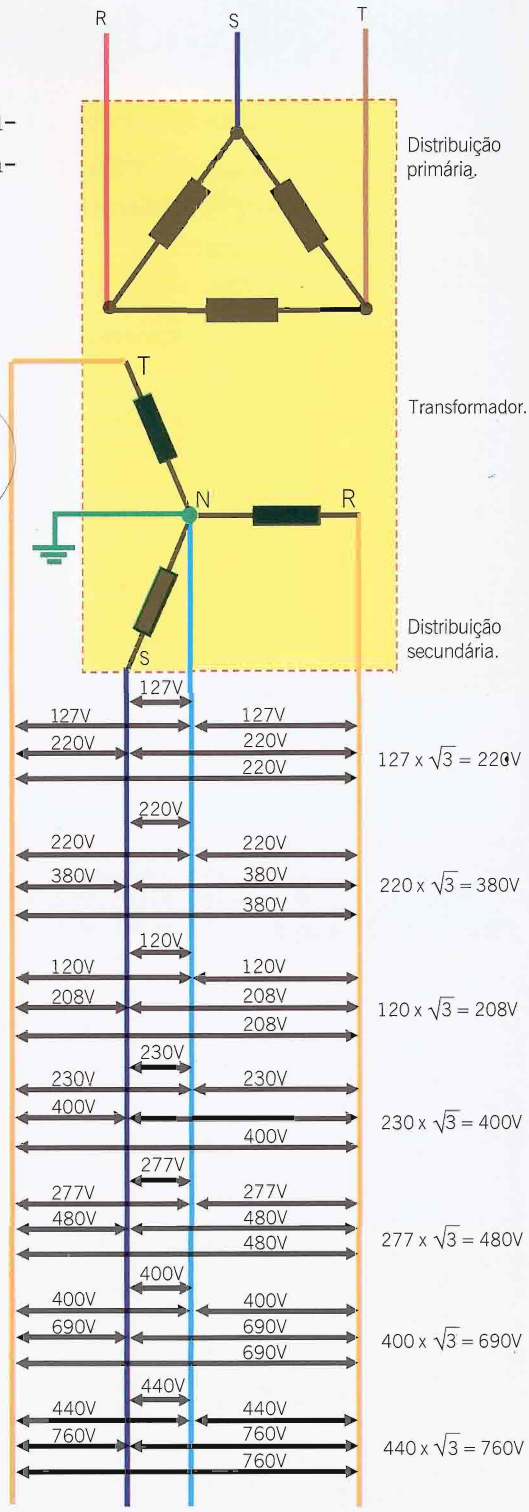
$$\left.\begin{array}{l}\text{Neutro} = 0\\ \text{Fase} = 220\text{V}\\ \text{Fase} = 220\text{V}\\ \text{Fase} = 220\text{V}\end{array}\right\} = 220 \times \sqrt{3} = 380\text{V}$$

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

A figura abaixo mostra detalhadamente os valores de tensão em um sistema trifásico a quatro fios.

Segundo a norma brasileira, as tensões são classificadas em quatro níveis:

- Baixa tensão: vai até 1.000V.
- Média tensão: acima de 1.000 até 72.500V.
- Alta tensão: acima de 72.500V até 242.000V.
- Extra-alta tensão: acima de 242.000V.



www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

interatividade

1. Pesquise os valores das tensões padronizadas encontradas na sua região:
   a) Qual o valor da tensão padrão entre neutro e fase?
   b) Qual o valor entre duas fases (fase e fase)?
   c) Qual o valor da tensão num sistema trifásico?
2. Qual o nome da concessionária da sua região?
3. A norma brasileira classifica em quatro níveis os valores de tensões. Porém, existem outros valores. Quais são eles?

aplicando conhecimento

Símbolos gráficos

A NBR 5444:1989 apresenta os símbolos gráficos que devem ser utilizados na elaboração de projetos de instalações elétricas. Os símbolos são utilizados na representação dos diversos elementos que compõem os circuitos elétricos.

É importante salientar que toda atividade exige o envolvimento de inúmeros profissionais: os projetistas, os técnicos, os mestres de obras, os operários qualificados, arquitetos e engenheiros. Para que ocorra um perfeito entrosamento é necessária uma linguagem comum que se chama simbologia normalizada.

A simbologia normalizada deve ser utilizada na elaboração de projetos elétricos, segundo as seguintes recomendações:

a) obedecer rigorosamente o que determina a norma. No entanto, devido ao crescente avanço da tecnologia, é possível que, em determinadas situações, não se encontre na norma um símbolo gráfico que atenda à necessidade imediata. Neste caso, deve-se representar o símbolo utilizado especificando-o corretamente na relação das simbologias do projeto;

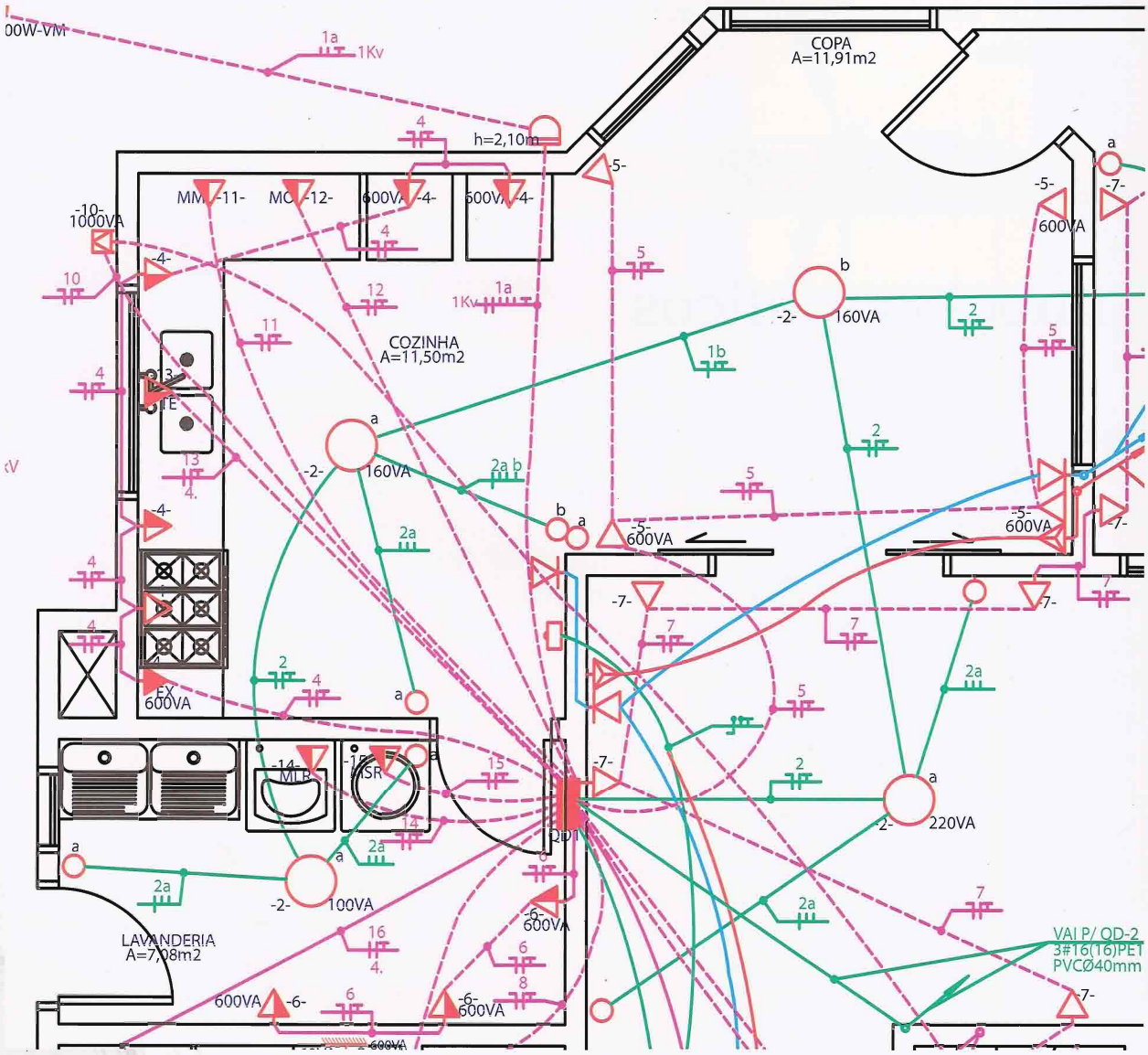
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

b) o projeto elétrico deve conter uma tabela com a simbologia utilizada;

c) o profissional deve se manter sempre bem informado com relação às atualizações da norma;

d) o projeto elétrico utiliza os recursos do desenho técnico, o qual deve ser feito com clareza, para que seja fácil a interpretação pelos seus usuários;

e) deve-se ter em mente que nem sempre a pessoa que elabora o projeto elétrico será a mesma que procederá a sua execução. Por isso, devemos tomar o máximo de cuidado para que, na sua elaboração, não fique nenhuma dúvida.



Exemplo de utilização da simbologia.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

paralelo

Simbologia normalizada

Dutos e distribuição

Nº	Multifilar	Unifilar	Significado	Observações
1		ϕ25mm	Eletroduto embutido no teto ou parede. Diâmetro 25mm.	Todas as dimensões em mm.
2		ϕ25mm	Eletroduto embutido no piso.	
3			Eletroduto para telefone no teto.	
4			Eletroduto para telefone no piso.	
5			Tubulação para campainha, som, anunciador ou outro sistema.	Indicar na legenda o que está sendo instalado.
6	R ou S ou T		Condutor de fase no interior do eletroduto. (Cores: as cores, com exceção daquelas usadas como neutro e proteção).	Cada traço representa um condutor. Indicar bitola (seção), nº de condutores, nº do circuito e a bitola (seção) dos condutores, exceto se forem de 1,5mm².
7	N		Condutor neutro no interior do eletroduto. (Cor: azul-claro).	
8			Condutor de retorno no interior do eletroduto. (Cores: todas as cores, exceto as utilizadas como neutro e proteção).	
9	PE		Condutor de proteção (terra) no interior do eletroduto. (Cor: verde ou verde e amarelo).	
10			Condutor seção 1,0mm², fase para campainha.	Se for de seção maior, indicá-la.
11			Condutor seção 1,0mm², neutro para campainha.	
12			Condutor seção 1,0mm², retorno para campainha.	

Fonte: NBR 5444:1989

instalações elétricas prediais

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Nº	Multifilar	Unifilar	Significado	Observações
13		+	Condutor positivo no interior do eletroduto.	
14		−	Condutor negativo no interior do eletroduto.	
15		T T 50.	Condutor de terra.	Indicar a seção utilizada; em 50. significa 50mm².
16		3x{2 x 25 (2 x 10)}.	Leito de cabos com um circuito passante, composto de: três fases, cada um por dois cabos de 25mm² mais dois cabos de neutro de seção 10mm².	25. significa 25mm². 10. significa 10mm².
17		P Cx. pass. (200 x 200 x 100)	Caixa de passagem no piso.	Dimensões em mm.
18		P Cx. pass. (200 x 200 x 100)	Caixa de passagem no teto.	
19		P Cx. pass. (200 x 200 x 100)	Caixa de passagem na parede.	Indicar a altura e se necessário fazer detalhe (dimensões em mm).
20			Eletroduto que sobe.	
21			Eletroduto que desce.	
22			Eletroduto que passa descendo.	
23			Eletroduto que passa subindo.	

Fonte: NBR 5444:1989

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Quadros de distribuição

Nº	Multifilar	Unifilar	Significado	Observações
24			Quadro parcial de luz e força aparente.	
25			Quadro parcial de luz de força embutido.	
26			Quadro geral de luz e força aparente.	Indicar as cargas de luz e de força em W ou kW, VA ou kVA.
27			Quadro geral de luz e força embutido.	
28			Caixa de telefones.	
29		ou MED	Caixa para medidor.	

Fonte: NBR 5444:1989

Interruptores

Nº	Multifilar	Unifilar	Significado	Observações
30		a	Interruptor simples de uma seção (uma tecla).	A letra minúscula indica o ponto de comando.
31		a b	Interruptor simples de duas seções (duas teclas).	As letras minúsculas indicam os pontos de comandos.
32		a b c	Interruptor simples de três seções(três teclas).	
33		a	Interruptor paralelo de uma tecla.	
34		a b	Interruptor paralelo de duas seções(duas teclas).	As letras minúsculas indicam os pontos de comandos.
35		a	Interruptor paralelo bipolar.	A letra minúscula indica o ponto de comando.
36		a	Interrupor intermediário.	
37		a	Interruptor simples bipolar.	

Fonte: NBR 5444:1989

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Nº	Multifilar	Unifilar	Significado	Observações
38			Botão de minuteria.	
39	ou		Botão de campainha na parede(ou comando a distância).	Nota: Os símbolos multifilar são representados em esquemas e os símbolos unifilar são representados em planta.
40			Botão de campainha no piso (ou comando a distância).	
41			Fusíveis.	Indicar a tensão e correntes nominais.
42			Chave seccionadora com fusíveis. Abertura sem carga.	Indicar tensão e corrente nominais. Ex. Chave tripolar de 300A/380V.
43			Chave seccionadora com fusíveis e abertura em carga.	
44			Chave seccionadora abertura sem carga.	Indicar tensão e corrente nominais. Ex. Chave monopolar de 100A/250V.
45			Chave seccionadora abertura em carga.	Indicar a tensão e correntes nominais.
46			Disjuntor a óleo.	Indicar a tensão, corrente, potência, capacidade nominal de interrupção e polaridade.
47			Disjuntor a seco.	Indicar tensão e corrente nominal polaridade através de traços (unifilar)
48			Chave reversora.	
49			Relé fotoelétrico.	Indicar tensão e potência máxima.
50		IAP ou	Interruptor automático por presença.	
51	A1 ou A1 A2 A2		Bobina do relé de impulso.	
52	a A1 1 b A2 2		Relé de impulso com um contato auxiliar (unipolar).	Montagem em caixa: 5TT5441 - 110V/ 5TT5431-220V(a/b) Montagem em Quadro: 5TT5441 - 110V/5TT5331-220(A1/A2)
53	a A1 1 3 5 b A2 2 4 6	ou	Relé de impulso com dois contatos auxiliares (bipolar).	Montagem em quadro: 5TT5132-220V
54	a A1 1 3 5 b A2 2 4 6		Relé de impulso com três contatos auxiliares (tripolar).	Montagem em quadros: 5TT5133-220V
55	Relé 1 A1 A2 2		Relé de impulso com um contato auxiliar (unipolar).	Série 13 – Relé de Impulso Eletrônico – 16A (Finder). Série 20 – Relé de Impulso Modular 16A (Finder). Série 26 – Relé de Impulso 10A (Finder). Série 27 – Relé de Impulso 10A (Finder)].
56	Relé 1 3 A1 A2 4 2		Relé de impulso com dois contatos auxiliares (bipolar).	
57			Dimmer.	

Fonte: NBR 5444:1989

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Luminárias, refletores e lâmpadas

Fonte:NBR 5444:1989

Nº	Multifilar	Unifilar	Significado	Observações
58		a -4- 2x100VA	Ponto de luz incandescente no teto. Indicar o nº de lâmpadas e a potência em VA.	A letra minúscula indica o ponto de comando e o nº entre dois traços o circuito.
59		a -4- 2x60VA	Ponto de luz incandescente na parede (arandela).	Deve-se indicar a altura da arandela.
60		a -4- 2x60VA	Ponto de luz incandescente no teto (embutido).	
61		-4-	Ponto de luz incandescente no teto em circuito vigia (emergência).	
62		a -4- 125W-VM	Ponto de luz a vapor de mercúrio no teto. Indicar o nº de lâmpadas e as potências em watts.	A letra minúscula indica o ponto de comando e o nº entre dois traços o circuito.
63		a -1- 2x32W	Ponto de luz fluorescente no teto (indicar o nº de lâmpadas e na simbologia o tipo de partida do reator).	A letra minúscula indica o ponto de comando e o nº entre dois traços o circuito.
64		a -1- 1X32W	Ponto de luz fluorescente na parede.	Deve-se indicar a altura da luminária.
65		a -1- 4x20W	Ponto de luz fluorescente no teto (embutido).	
66		b -1- 2x32W	Ponto de luz fluorescente no teto em circuito vigia (emergência).	
67			Sinalização de tráfego (rampas, entradas, etc...)	
68			Lâmpada de sinalização.	
69			Refletor.	Indicar potência, tensão e tipo de lâmpadas.
70			Poste com duas luminárias para iluminação externa (jardim).	Indicar as potências e tipo de lâmpadas.
71			Lâmpada obstáculo.	
72		M	Minuteria.	Diâmetro igual ao do interruptor.
73		LE	Ponto de luz de emergência na parede ou teto com alimentação independente.	

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Nº	Multifilar	Unifilar	Significado	Observações
74			Exaustor.	
75			Motobomba para bombeamento da reserva técnica de água para combate a incêndio.	

Tomadas

Nº	Multifilar	Unifilar	Significado	Observações
76		-3-	Tomada de corrente na parede, baixa (h=0,30m do piso acabado).	A potência deverá ser indicada ao lado em VA (exceto se for de 100VA), como também nº do circuito correspondente e a altura da tomada, se for diferente da normalizada; se a tomada for de força, indicar o nº de VA ou kVA.
77	d p ou	600VA -3-	Tomada de corrente à meia-altura (h=1,20m do piso acabado).	
78		CH-5400VA -4-	Tomada de corrente alta (h=2,20m do piso acabado).	
79		TE-4400VA -1-	Tomada e corrente fase/fase meia-altura (h=1,20m do piso acabado).	
80		1900VA -2-	Ponto com quatro tomadas de corrente na parede (h=0,30mm do piso acabado). Exemplo: TV, TV a cabo e Aparelho de VHC ou DVD, etc.	
81			Tomada de corrente no piso.	
82			Saída para telefone interno na parede. h = 0,30m	
83			Saída para telefone na parede a uma altura h=1,20m.	
84			Saída para telefone no piso.	
85			Tomada para antena de rádio, televisão e TV a cabo.	
86			Relógio elétrico na parede.	

Fonte: NBR 5444:1989

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Nº	Multifilar	Unifilar	Significado	Observações
87			Saída de som, no teto.	
88			Saída de som, na parede.	
89			Cigarra.	
90			Campainha.	
91		IV	Quadro anunciador.	Dentro do círculo, indicar o número de chamadas em algarismos romanos.

Transformadores e motores

Nº	Multifilar	Unifilar	Significado	Observações
92		M ou M	Motor.	Indicar as características nominais.
93			Transformador de potência.	Indicar a relação de tensões e valores nominais. (VA, V, A, Hz)
94			Fusível.	
95		1 2	Botoeira NF (Normalmente fechada) com retorno automático.	
96		3 4	Botoeira NA (Normalmente aberta) com retorno automático.	
97	1L1 3L2 5L3 95 97 2T1 4T2 6T3 96 98 1L1 3L2 5L3 95 2T1 4T2 6T3 96 98		Relé de sobrecarga. A representação contém os elementos térmicos e os contatos auxilares.	
98	1L1 3L2 5L3 A1 13 21 31 43 2T1 4T2 6T3 14 22 32 44		Contador tripolar. A representação contém os contatos principais, bobina e quatro contatos auxiliares, sendo: 2NA+2NF.	
99	A1 15 25 A2 16 18 26 28		Relé de tempo partida estrela-triângulo com dois comutadores.	

Fonte: NBR 5444:1989

A simbologia aqui especificada é um pouco diferenciada da NBR 5444:1989, ou seja, alguns símbolos foram excluídos e outros adaptados, em função dos mais utilizados em projetos elétricos. Mantivemos apenas os símbolos que utilizaremos em nossas atividades didáticas. Utilizamos, também, a denominação "Unifilar" onde a norma denomina como "Símbolo", que é a maneira utilizada na elaboração de Projetos de Instalações Elétricas. Também utilizamos a forma "Multifilar" utilizada somente para a representação de esquemas que auxiliam na montagem em bancada ou em painéis didáticos.

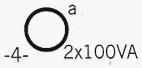
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

oficina teórica

1. Comente a importância do uso de uma simbologia normatizada (NBR 5444: 1989) na elaboração de projetos de instalações elétricas.

2. Cite as recomendações para o uso adequado e eficiente da simbologia normatizada.

3. Descreva o significado dos símbolos abaixo:



4. O que significa a letra minúscula e o número entre dois traços?

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

capítulo 2

Ferramentas para instalações elétricas

Ferramentas são utensílios, geralmente de aço temperado (as mais resistentes) ou aço forjado, empregados por profissionais das mais diversas áreas e habilidades para a execução com eficiência de uma determinada atividade ou tarefa. Muitas vezes é necessária a utilização de um conjunto desses utensílios.

Arquivo do autor

Ferramentas utilizadas na execução de instalações elétricas.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

aplicando conhecimento

Tipos de ferramentas

As ferramentas são classificadas em:

- elétricas e manuais;
- leves e pesadas;
- profissional;
- industrial;
- hobby.

As ferramentas elétricas (furadeiras, lixadeiras, politrizes, esmerilhadeiras, parafusadeiras, etc.) podem ser encontradas em três linhas quanto à coloração: azul, verde e preta.

a) Linha azul – utilizada nas indústrias. São as mais robustas.

Fonte: Bosch

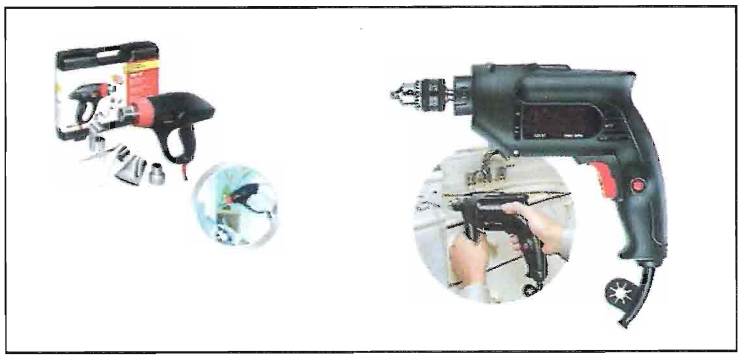
Ferramentas da linha azul.

b) Linha verde, amarelo ou vermelha – utilizadas por profissionais.

Arquivo do autor

Ferramentas da linha verde.

c) Linha preta – uso doméstico, para hobby.



Arquivo do autor

Ferramentas da linha preta.

alerta

Para os serviços domésticos e atividades de hobby utilize os kits de ferramentas que vêm acondicionadas em caixas ou maletas por serem mais práticas e acessíveis.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

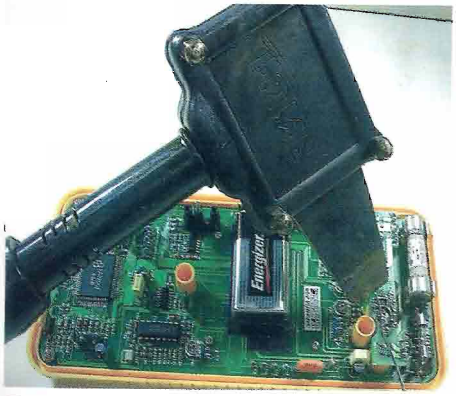
As ferramentas necessárias para a execução de uma instalação elétrica são praticamente as mesmas utilizadas por qualquer amador. No entanto, não devemos nos esquecer que para resolvermos autônoma e habilidosamente qualquer tipo de trabalho, devemos estar habilitados a trabalhar com os diversos tipos de ferramentas e, também, com os mais variados tipos de materiais, tais como: madeira, chapas de metal, ferro, aço, PVC, gesso e paredes de concreto e alvenaria.

Recomendações para uso e conservação de ferramentas

- Procure manter as ferramentas sempre em local adequado, de preferência em painéis ou caixas ou maletas. Não as deixe jogadas pelos cantos.
- As ferramentas devem ser guardadas em locais isentos de pó, sujeiras e umidade.
- Não as use para outras finalidades (veja figuras abaixo), a não ser para o fim a que se destinam.
- Verifique sempre se as ferramentas estão em boas condições de uso. Zele pela qualidade da ferramenta, pois isso representa segurança e precisão dos serviços.
- Após o uso, procure limpá-las e lubrificá-las para maior durabilidade.
- Usar os equipamentos de proteção individual quando for executar trabalhos pesados, ou que necessitam do emprego de ferramentas que apresentam perigo na sua utilização.
- Para a execução dos diversos tipos de trabalhos devem ser utilizadas as ferramentas cujos tamanhos, funções e modelos sejam os mais adequados possíveis, ou seja, devemos usar a ferramenta certa para cada tipo de serviço.

alerta

Ferramentas defeituosas ou improvisadas podem causar acidentes.



Arquivo do autor

Ferro de soldar de 200W não é para circuitos eletrônicos.

Arquivo do autor

Chave de fenda não deve usada como alavanca .

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

interatividade

Com a orientação do seu professor, pesquise nos sites os seguintes assuntos. Depois responda as questões propostas.

1. Para soldagens de componentes delicados, que tipo de soldador você deve usar?
2. Como são classificados os soldadores?
3. Na falta de um alicate descascador de fios, como você procederia para remover a capa plástica isolante de condutores com o auxílio de alicate de corte?
4. Quais os tipos (formatos) de alicates de bico meia-cana que existem no comércio especializado?
5. Descreva a finalidade, características e cuidados das seguintes ferramentas: chave de fenda, alicate universal, alicates de bico, arco de serra ou serra para metais, canivete e estilete.
6. Quais as ferramentas que deverão ser utilizadas na substituição de um interruptor paralelo defeituoso?
7. Com que se limpam as limas?
8. O que é solda fria?
9. A tarraxa simples de cossinetes ajustáveis e a tarraxa universal podem ser usadas para se fazer roscas em que tipo de eletrodutos?
10. Quais as características físico/químicas do Cromo e do Vanádio, elementos utilizados para a fabricação de ferramentas?

alta tensão

Procure responder todas as questões de maneira objetiva, clara, sem rasura e individualmente. Você terá 50 minutos para resolver o teste teórico e 30 minutos para a atividade prática.

1. Assinale a única alternativa correta:

a) Qual o valor da tensão no condutor neutro?

( ) 150V ( ) 127V ( ) 0 ( ) 200V ( ) 110V

b) Qual o valor da tensão em uma fase e terra?

( ) 200V ( ) 80V ( ) 300V ( ) 127V ( ) outro

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

2. Completar as frases abaixo com a(s) palavra(s) que torne(m) o conceito certo:

a) O amperímetro é um instrumento usado para medir _____ elétrica e deve ser ligado em _____ no circuito.

b) O voltímetro é um instrumento usado para medir _____ elétrica e deve ser ligado em _____ no circuito.

c) O terminal positivo de uma pilha seca é feito de _____ .

d) A unidade de Intensidade de Corrente Elétrica é o _____ .

e) O _____ é o instrumento para variar a resistência num circuito.

f) A unidade para medir diferença de potencial (ddp) é o _____ .

g) Quando um fio de metal é aquecido, a sua resistência _____ (aumenta, diminui, nada muda).

h) O gerador transforma Energia Mecânica em _____ .

i) O valor da tensão entre neutro e fase é _____ (conforme a concessionária da sua região).

j) O valor da tensão entre fase e fase é _____ (conforme a concessionária da sua região).

k) Um transformador de distribuição, a tensão da MT (Média Tensão) é _____ e reduzida para o consumo em BT (Baixa Tensão) é _____

3. Cite cinco exemplos de fontes produtoras de energia.

1) _____ 2) _____
3) _____ 4) _____
5) _____.

4. Qual é a função do transformador num sistema de energia elétrica?

_____

_____

5. Como são identificadas as fases e neutro, segundo a Norma Brasileira (NBR 5410:2004)?

_____

6. O que acontecerá se conectarmos um aparelho com tensão 127V em uma tomada de 220V?

_____

_____

7. Dê as equações da Lei de Ohm.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

8. Quais as expressões para calcular a Intensidade da Corrente Elétrica, num sistema monofásico, bifásico e num sistema trifásico?

Monofásico: Bifásico: Trifásico:

9. Coloque nos parênteses à esquerda um "V" ou "F", se os conceitos forem considerados Verdadeiros ou Falsos.

( ) A chave de fenda deve ter a lâmina maior que o diâmetro da cabeça do parafuso.

( ) O alicate descascador é usado para remover a capa plástica isolante de condutores.

( ) O canivete deve ter sua lâmina sempre bem afiada.

( ) A chave de fenda deve ficar inclinada em relação ao parafuso.

( ) O canivete pode ser utilizado para cortar materiais duros.

( ) O alicate universal pode ser usado para apertar porcas.

( ) O alicate de bico meia-cana pode ser usado para fazer olhal em condutores.

( ) Antes de utilizar o ferro para soldagem, sua ponta deve estar devidamente limpa e estanhada.

( ) As chaves de fenda podem ser usadas como alavancas.

10. Numere a 2ª coluna de acordo com a 1ª:

1) Unidade de Energia Elétrica	( ) produz trabalho
2) Protege um circuito elétrico	( ) watt
3) Calor produz corrente elétrica	( ) Tales
4) Potência elétrica	( ) neutro e uma fase
5) Diferença de potencial entre os terminais de uma pilha em circuito aberto	( ) neutro e três fases
6) Resistência elétrica	( ) par termoelétrico
7) Descobriu a eletricidade estática	( ) disjuntor
8) Sistema monofásico	( ) neutro e duas fases
9) Lei das cargas elétricas	( ) ohm
10) Sistema bifásico	( ) Coulomb
11) Sistema trifásico	( ) quilowatt-hora
12) Energia	( ) força eletromotriz

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

11. Resolva a cruzada abaixo.

Com base na palavra-chave "instrumentos", escreva o que se pede:

Observe que o preenchimento da cruzada não obedece ordem seqüencial, mas sim aleatória.

Para medir...

Intensidade da corrente elétrica.

Potência elétrica.

Tensão elétrica.

Resistência elétrica.

Potência reativa.

Indução.

Freqüência.

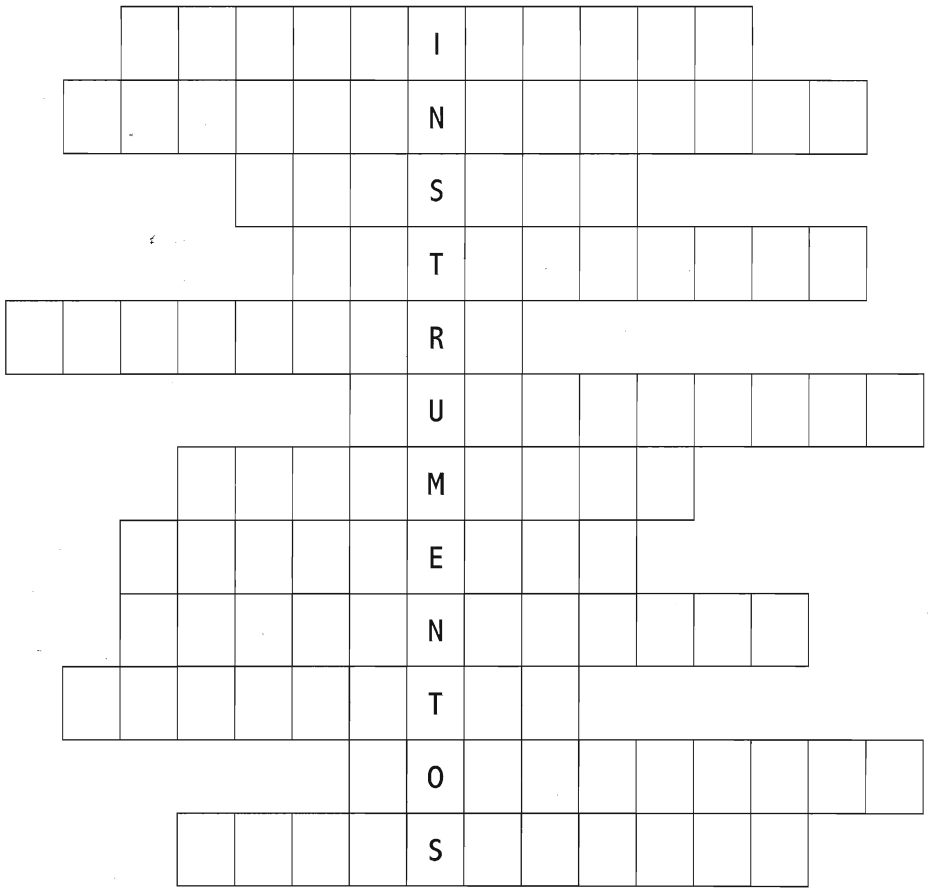
Diversas grandezas elétricas.

Resistência de isolamento.

Fluxo luminoso.

Grandezas elétricas de pequeno valor (mA ou mV) de zero central.

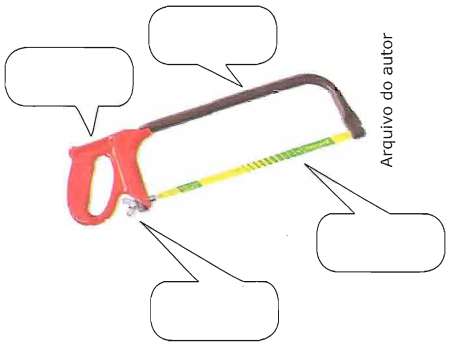
Para comprovar a existência de campo magnético e determinar o norte geográfico.



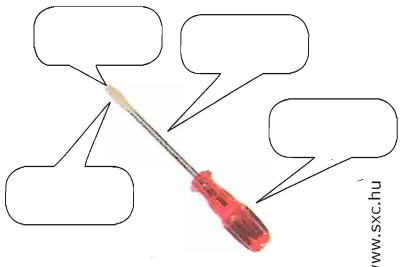
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

12. Identifique, colocando o nome para cada uma das partes constituintes das ferramentas, conforme desenhos abaixo.

Nome da ferramenta: _____ Nome da ferramenta: _____



Arquivo do autor



www.sxc.hu

13. Escreva corretamente o nome das ferramentas nos espaços abaixo:

a)

www.sxc.hu

R:

b)

Arquivo do autor

R:

c)

www.sxc.hu

R.

d)

R.

e)

www.sxc.hu

R.

f)

www.sxc.hu

R.

g)

www.sxc.hu

R.

h)

Arquivo do autor

R.

i)

Arquivo do autor

R.

j)

Arquivo do autor

R.

k)

Arquivo do autor

R.

l)

Arquivo do autor

R.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

m)

Arquivo do autor

R:

n)

Arquivo do autor

R.

o)

I)

II)

R.

p)

Arquivo do autor

R.

q)

www.sxc.hu

R.

r)

www.sxc.hu

R.

s)

Arquivo do autor

R.

t)

1)

2)

Arquivo do autor

R.

u)

www.sxc.hu

R.

v)

Arquivo do autor

R.

x)

www.sxc.hu

R.

y)

Arquivo do autor

R.

Para os exercícios 14 e 15, coloque um "V" ou um "F" nos parênteses conforme os conceitos sejam considerados verdadeiros ou falsos.

14. Com relação à tarraxa para eletrodutos:

a. ( ) Os cossinetes devem ser montados com a parte chanfrada para o lado da guia.

b. ( ) Pode ficar inclinada em relação ao eletroduto que está se efetuando a rosca.

c. ( ) As roscas em eletrodutos de PVC devem ser abertas com lubrificação.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

d. ( ) Deve-se escolher uma bucha de guia para o diâmetro do eletroduto, nas tarraxas, cujas guias não permitem ajustagem.

e. ( ) Na tarraxa de cossinetes ajustáveis, os traços feitos nos cossinetes e no corpo da tarraxa indicam o limite de fechamento dos cossinetes.

f. ( ) Deve-se evitar escariar o eletroduto antes de se efetuar roscas em eletrodutos metálicos.

15. Com relação ao ferro de soldar ou soldador:

a. ( ) Para efetuar uma boa soldagem deve-se manter o ferro encostado numa conexão por tempo estritamente necessário.

b. ( ) Usar a quantidade de solda necessária para efetuar uma boa soldagem.

c. ( ) O ferro de soldar não deve ser usado com temperatura muito alta.

d. ( ) Antes de se utilizar o ferro, sua ponta deve estar devidamente limpa e estanhada.

e. ( ) Pode-se efetuar uma soldagem sem observar o aspecto de limpeza das partes a serem soldadas.

f. ( ) Na soldagem de componentes eletrônicos, deve-se usar pastas para soldar.

Para os exercícios 16 a 19, assinale com um "X" a alternativa correta:

16. Para se abrir rasgos em parede de alvenaria emprega-se...

a. ( ) ... formão ou pua.

b. ( ) ... serrote ou arco de serra.

c. ( ) ... talhadeira, ponteiro e marreta.

d. ( ) ... furadeira com serra copo.

17. Ao se efetuar a soldagem de uma emenda, o soldador deve ser colocado...

a. ( ) ... sobre a emenda.

b. ( ) ... sob a emenda.

c. ( ) ... lateralmente a emenda.

d. ( ) ... em qualquer posição da emenda.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

18. Para se serrar um eletroduto, deve-se empregar uma serra com...

a. ( ) ... 14 dentes por polegada.

b. ( ) ... 18 dentes por polegada.

c. ( ) ... 24 dentes por polegada.

d. ( ) ... 32 dentes por polegada.

19. A trava da serra serve para...

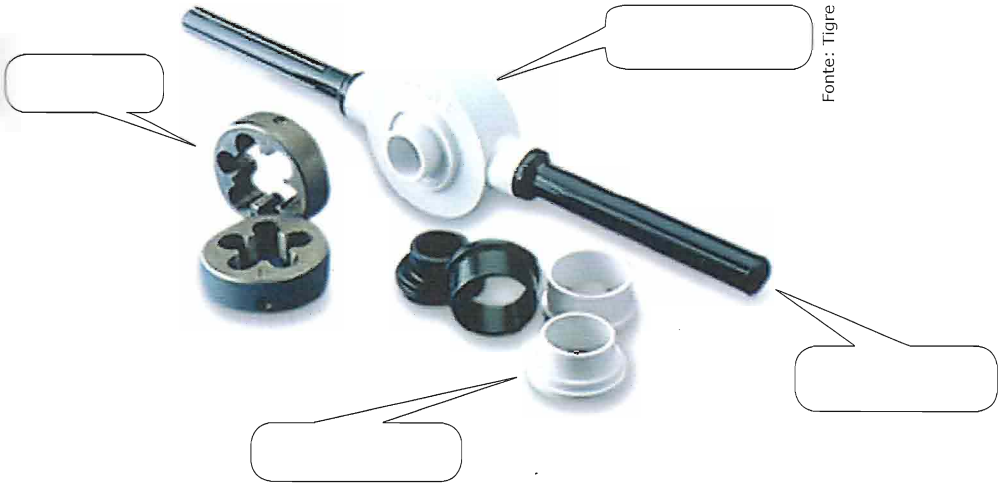
a. ( ) ... impedir que a lâmina encalhe no rasgo.

b. ( ) ... aumentar a resistência da serra.

c. ( ) ... aumentar o atrito da lâmina no rasgo.

d. ( ) ... alargar mais o rasgo para facilitar a lubrificação.

20. Identifique, colocando o nome para cada uma das partes constituintes da tarraxa, conforme desenho abaixo:

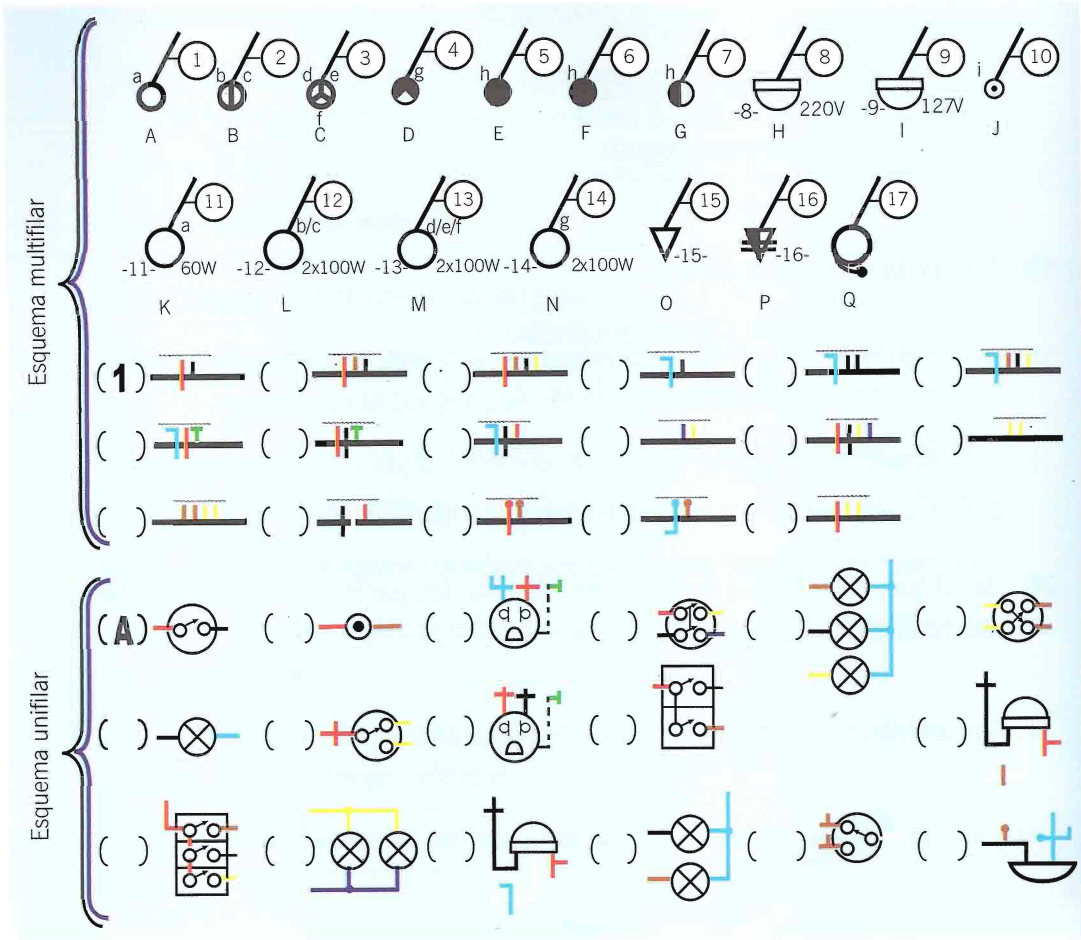


Fonte: Tigre

21. Sendo dada a simbologia unifilar e multifilar, identifique nos parênteses à esquerda o número que se encontra na célula de cada símbolo, a qual corresponda à fiação correta para cada caso, relacionando-a respectivamente com a letra que se encontra abaixo de cada símbolo da representação unifilar, que corresponda à representação na forma multifilar.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Observe o exemplo: (1) (A).



alerta

A Norma NBR 5410: 2004 determina que o condutor fase deve ser ligado ao dispositivo que interrompe o circuito (interruptor) e o condutor retorno e neutro nos terminais de carga. No sistema 220/127V, se a carga é para 220V (2F), conecta-se dois condutores retornos à carga e os condutores fases conecta-se ao interruptor.

oficina prática

1. Com o auxílio de instrumentos (voltímetros e amperímetros), efetue as seguintes medições, conforme o esquema abaixo:

V_1 = _____ V

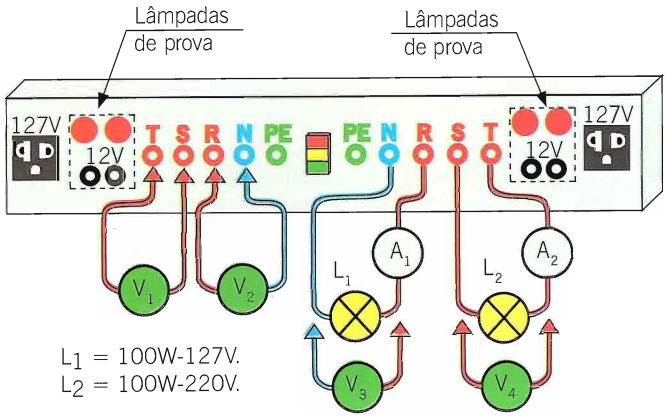
V_2 = _____ V

V_3 = _____ V

V_4 = _____ V

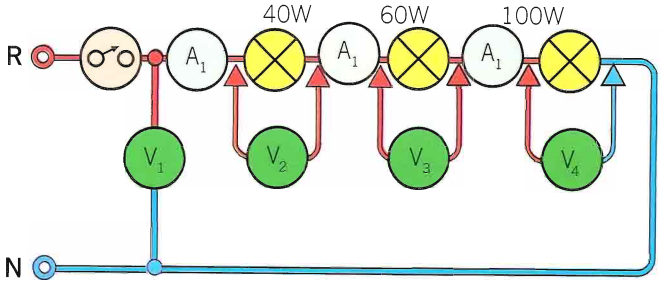
V_1 = _____ V

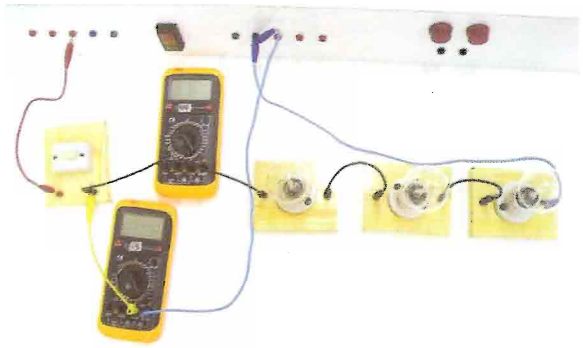
V_2 = _____ V



www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

2. Monte os circuitos seguintes, anote os resultados e faça sua conclusão:



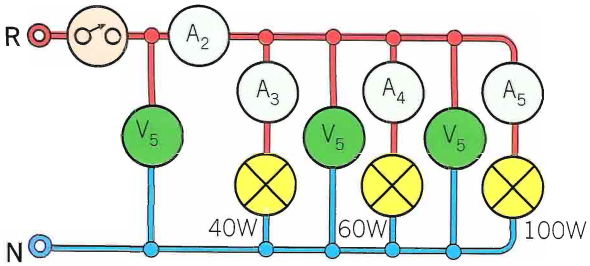


Arquivo do autor

V_1 = _____ V ; V_2 = _____ V

V_3 = _____ V ; V_4 = _____ V

A_1 = _____ A



Arquivo do autor

A_2 = _____ A ; A_3 = _____ A

A_4 = _____ A ; A_5 = _____ A

V_5 = _____ V

Antes de efetuar as medições certifique-se de que as grandezas elétricas selecionadas estão corretas.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Capítulo 1

Instalação de lâmpadas com interruptores simples, bipolares e tomadas de corrente

Para que a eletricidade seja utilizada com eficiência é necessário a utilização de dispositivos que permitem o controle dos circuitos elétricos de forma segura e eficiente. Para o controle da iluminação, os interruptores são parte fundamental do uso da eletricidade.

As tomadas de corrente ou pontos de tomadas complementam o processo da utilização da eletricidade, cuja finalidade é alimentar os aparelhos dos mais variado tipos e finalidades.

Fotos: Corel Stock Fotos; Pial-Legrand; Arquivo do autor

Diversos tipos de dispositivos de comando e força que fazem parte de uma instalação elétrica.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

aplicando conhecimento

Linguagem usada em instalações

Em instalações elétricas existem muitos termos importantes que são definidos conforme a NBR 5410:2004 e outras referências.

Instalações elétricas

Conjunto das partes elétricas e não-elétricas associadas e com características coordenadas entre si, que são necessárias ao funcionamento de uma parte determinada de um sistema elétrico.

Linha elétrica de sinal

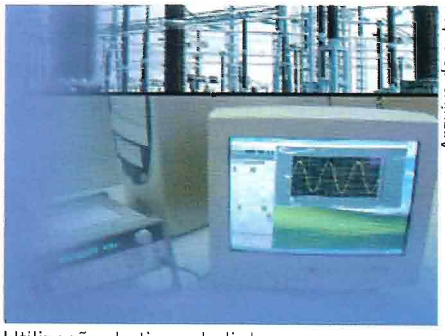
Trata de uma linha cuja finalidade permite o fluxo de sinais eletrônicos, como por exemplo: de telecomunicações, de intercâmbio de dados, de controle, de automação, etc.

Fotos: Corel Stock Fotos; www.sxc.hu; Arquivo do autor

Utilização de linhas de sinais.

Linha externa

Destinada à entrada ou saída de uma edificação, que pode ser de energia, de sinal, uma tubulação de água, de gás, ou de qualquer outra utilidade.



Arquivo do autor

Utilização de tipos de linhas.

alerta

As normas que orientam as instalações elétricas de baixa tensão são:
A NBR 5410: 2004, fornece a fundamentação legal para todas as atividades com as instalações elétricas de BT.
A NBR 5444: 1989, determina os símbolos gráficos para Instalações Elétricas Prediais.
E a NR-10, Norma Regulamentadora n. 10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade.

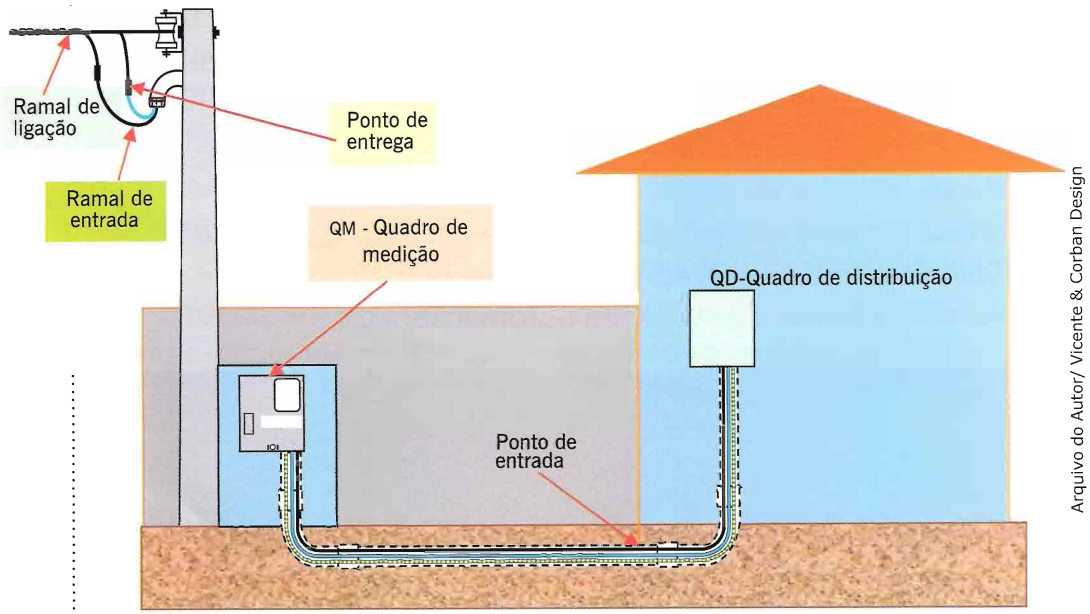
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Ponto de entrega

Ponto de conexão do sistema elétrico da empresa distribuidora de eletricidade com a instalação elétrica da(s) unidade(s) consumidora(s) e que delimita as responsabilidades da distribuidora, definidas pela autoridade reguladora.

Ponto de entrada em uma edificação

É o ponto onde a linha externa penetra na edificação. No caso de energia elétrica a referência fundamental do ponto de entrada é a edificação. O ponto de entrada, além do corpo da edificação, outra referência é o barramento de eqüipotencialização principal (BEP), localizado junto ou bem próximo do ponto de entrada. Veja detalhe na figura abaixo:



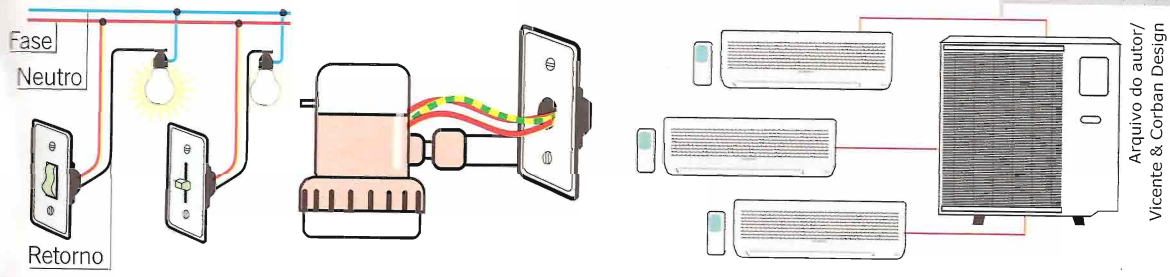
Detalhes em uma edificação.

Ponto de utilização

É o ponto de uma linha elétrica destinado à conexão de equipamentos de utilização.

1. Critérios para a classificação do ponto de utilização são:
   a) tensão da linha elétrica;
   b) natureza da carga prevista (ponto de luz, ponto para aquecedor, ponto de aparelho de ar-condicionado, etc.); e
   c) tipo de conexão previsto (ponto de tomada, ponto de ligação direta).
2. Uma linha elétrica pode ter um ou mais pontos de utilização.
3. Um mesmo ponto de utilização pode alimentar um ou mais equipamentos de utilização.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br



Pontos de utilização: Iluminação comandada por interruptor simples e variador de luminosidade, chuveiros e aparelho de ar-condicionado.

4. Constituição de um ponto de utilização.
   O ponto de utilização é constituído basicamente por dois elementos ou pontos: ponto de comando, com respectivo quadro de distribuição e interruptores, e ponto ativo ou útil.
   a) Ponto ativo ou útil: é o ponto onde se instala um dispositivo, cuja finalidade é transformar a corrente elétrica em efeito ativo (Ex.: Receptáculo onde é instalada uma lâmpada ou uma tomada de corrente onde se liga um aparelho eletrodoméstico).
   b) Ponto de comando: é o dispositivo por meio do qual se comanda um ponto ativo. É constituído por um interruptor, botões ou pulsadores, disjuntores ou chaves
5. Constituição do ponto de comando.
   a) Interruptor simples ou unipolar: tem a função de acender ou apagar uma lâmpada ou um grupo de lâmpadas funcionando simultaneamente.
   b) Interruptor de duas seções: acende ou apaga duas lâmpadas separadamente, ou dois grupos de lâmpadas com funcionamento simultâneo.
   c) Interruptor de três seções: acende ou apara três lâmpadas separadamente ou três grupos de lâmpadas com funcionamento simultâneo.
   d) Interruptor simples bipolar: acende ou apaga uma lâmpada ou um grupo de lâmpadas com funcionamento simultâneo. Esse tipo de interruptor deve ser utilizado somente quando a tensão entre as fases for 220V (F+F=220V).
   e) Interruptor paralelo: é um interruptor que, instalado com outro paralelo, acende ou apaga uma lâmpada ou um grupo de lâmpadas de dois pontos diferentes. Utiliza-se em escadas, corredores, etc.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

f) Interruptor intermediário: instalado entre dois interruptores paralelos, permite que se acenda ou apague, de qualquer ponto, "o mesmo ponto ativo" que pode ser uma lâmpada ou um grupo de lâmpadas. Utiliza-se em corredores, escadas de prédios, em ambientes com vários acessos, etc.

g) Botão ou pulsador: é um dispositivo de auto-retrocesso cuja finalidade é ligar um ponto ativo por pequeno espaço de tempo ou aplicar um pulso de tensão em um dispositivo intermediário ao ponto ativo. Utiliza-se em campainha ou cigarra, minuterias, relés de impulso, etc.

h) Dimmer ou variador de tensão: é um dispositivo que permite variar a luminosidade de uma lâmpada ou de um grupo de lâmpadas incandescentes, halógenas de baixa tensão com refletor dicróico e transformador de ferro magnético utilizando a variação de tensão. Existem três tipos: Deslizante, rotativo e digital.

Fonte: Bticino e Pial-Legrand.

Linha de dispositivos de comando (pontos de comando).

Ponto de tomada

É um "ponto de utilização em que a conexão do equipamento ou equipamentos a serem alimentados é feita através de tomada de corrente. Um ponto de tomada pode conter uma ou mais tomadas de corrente".

Um ponto de tomada pode ser classificado segundo os seguintes critérios:

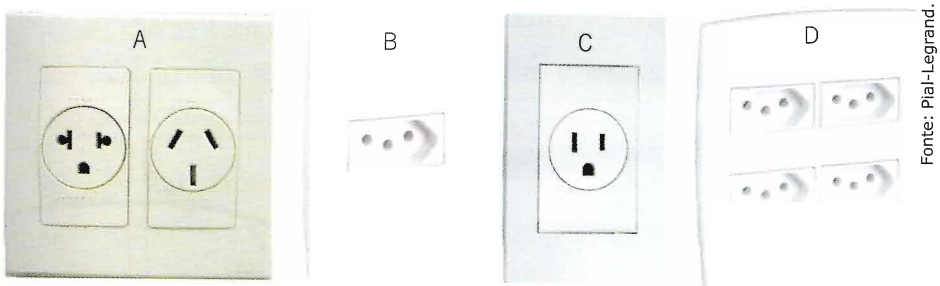
a) tensão do circuito;

b) número de tomadas de corrente;

c) tipo de equipamento a ser alimentado; e

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

d) a corrente nominal da ou das tomadas de corrente nele utilizadas.



Fonte: Pial-Legrand.

Diversos tipos de tomadas.

Fiação

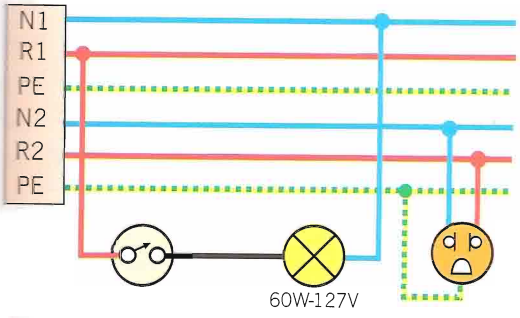
É a representação ou marcação dos condutores nos traçados do projeto de instalações elétricas, para identificação do número do circuito, seção dos condutores e para orientar o trabalho de passagem (enfiação) dos mesmos nos eletrodutos.

Esquema

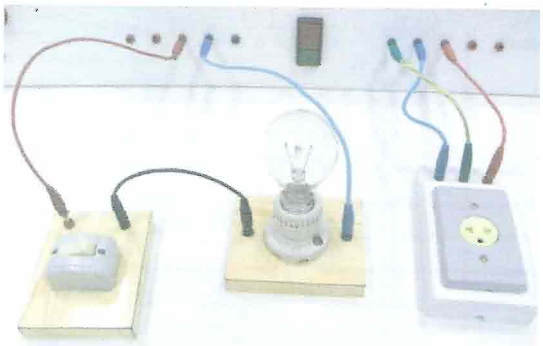
É a representação de uma instalação elétrica, de maneira integral ou parcial, utilizando-se símbolos gráficos normalizados. A seguir são apresentados parcialmente uma linha elétrica ou circuito de iluminação e tomada, denominado de ponto de utilização.

Os esquemas podem ser: multifilar, unifilar e de distribuição.

a) Esquema multifilar: é a representação de uma instalação elétrica ou parte dela, em seus detalhes, onde cada traço representa o condutor correspondente. É utilizado em pequenos circuitos, normalmente para ensaios ou experiências.



Esquema multifilar.



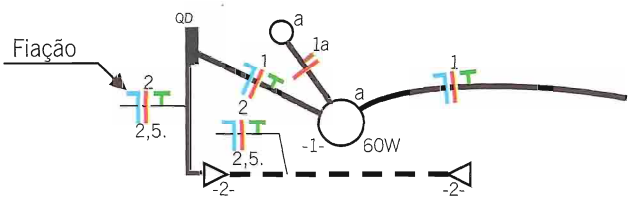
Arquivo do autor

Ligações conforme esquema multifilar.

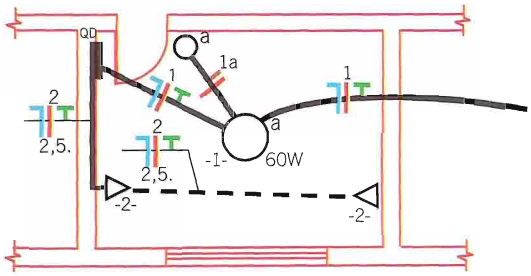
b) Esquema unifilar: é a representação simplificada de uma instalação elétrica, "que identifica o número de condutores (fiação) e representa seus trajetos por um único traço".

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Este tipo de esquema é utilizado na elaboração de projetos elétricos que se preocupa com a posição física dos dispositivos (pontos de comando e pontos ativos=ponto de utilização).



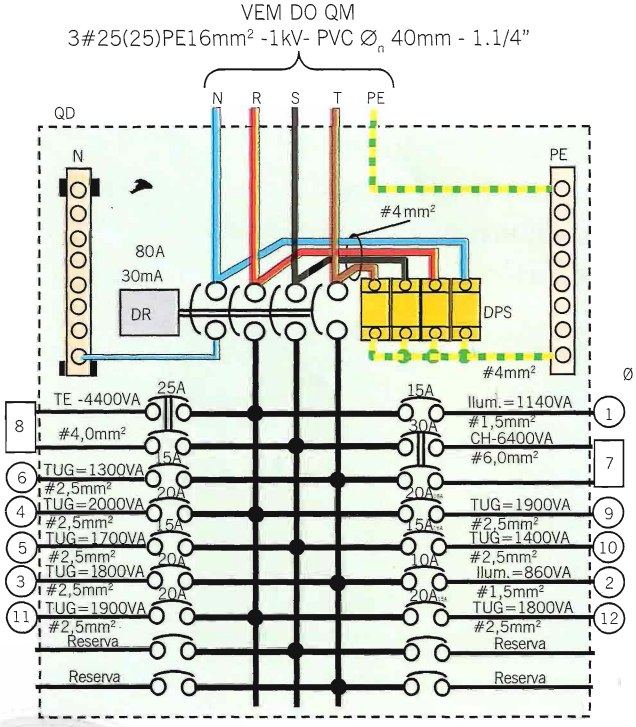
Esquema unifilar.



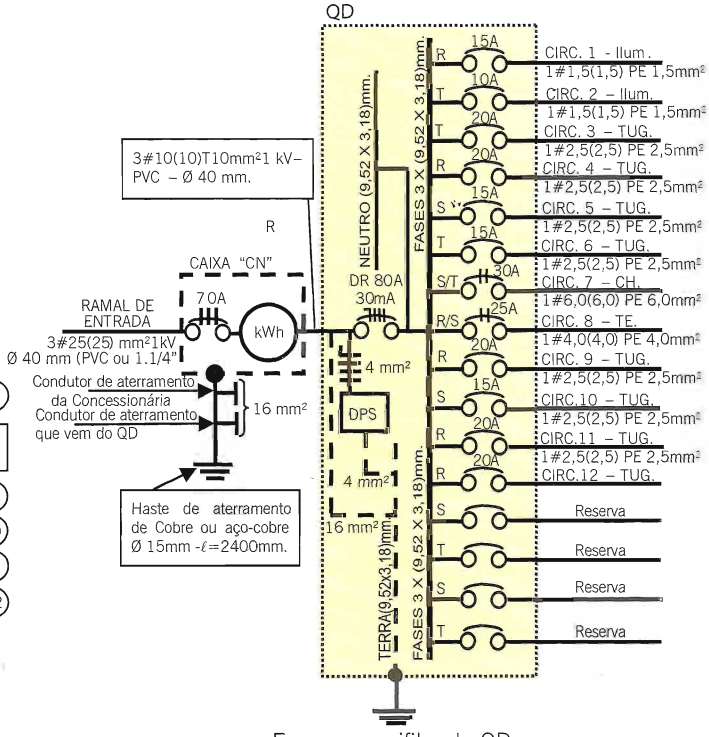
Representação em planta baixa.

Arquivo do autor/

c) Esquema de distribuição: é a representação da distribuição dos circuitos e dos dispositivos de proteção (Quadro de Distribuição). Pode ser: multifilar ou unifilar. É o centro da instalação. É de onde partem todas as linhas elétricas ou circuitos para atender e proteger os pontos de utilização.



Esquema multifilar do QD.



Esquema unifilar do QD.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

oficina teórica

1. Quais são as normas que tratam sobre os fundamentos de instalações elétricas de baixa tensão, segurança em instalações e serviços em eletricidade e símbolos gráficos?

2. Defina: instalações elétricas, ponto de entrega e ponto de entrada.

3. O que é ponto de comando?

alerta

Em todas as intervenções em instalações elétricas devem ser adotadas medidas preventivas de controle do risco elétrico (choque elétrico, arcos elétricos, flashs, queimaduras, gases...) e de outros riscos adicionais mediante técnicas de análise de risco, de forma a garantir a segurança e a saúde no trabalho. Norma Regulamentadora nº 10-2004).
"Risco: capacidade de uma grandeza com potencial para causar lesões ou danos à saúde e à segurança das pessoas".

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

paralelo

Lâmpadas incandescentes

A lâmpada incandescente é o tipo de fonte de luz mais comum, com inúmeras aplicações, especialmente em residências, lojas comerciais, lojas de vestuários, móveis, açougues, galerias de arte, salões de beleza escritórios e fábricas.

Vantagens: baixo custo, confiabilidade, boa reprodução de cores e não necessita de equipamento auxiliar.

Desvantagens: baixa eficiência, vida útil reduzida em torno de 1.000 horas e grande perda de energia em forma de calor.

Lâmpadas incandescentes halógenas

Inventada pela GE Lighting em 1957, as lâmpadas halógenas proporcionam ao usuário uma fonte de luz branca altamente eficiente com facho de luz dirigido e com dimensões reduzidas.

Vantagens: possuem algumas das vantagens das lâmpadas incandescentes comuns, sendo 50% mais brilhante, dobro da vida útil e maior eficiência em relação às incandescentes comuns.

Fonte: Philips

Linha de lâmpadas incandescentes e halógenas.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Características

Foto: Arquivo do autor / Vicente & Corban Design

Lâmpada incandescente.

alerta

Na medida do possível, substitua as lâmpadas incandescentes comuns, que apresentam baixa eficiência e alto consumo de energia, por lâmpadas fluorescentes compactas.

Funcionamento

Lâmpadas incandescentes

A passagem da corrente elétrica pelo filamento da lâmpada aquece-o quase que instantaneamente até a temperatura de incandescência, que pode chegar a 3.000° C, produzindo um forte brilho e gerando luz. A lâmpada incandescente produz mais calor do que luz. Devido a isso, o consumo de energia elétrica é maior.

Lâmpadas incandescentes halógenas

O vapor halógeno presente dentro da lâmpada, quando aquecido, se combina com as partículas de tungstênio que se evaporam do filamento e voltam a depositá-las no filamento" iniciando assim um ciclo regenerativo do halógeno.

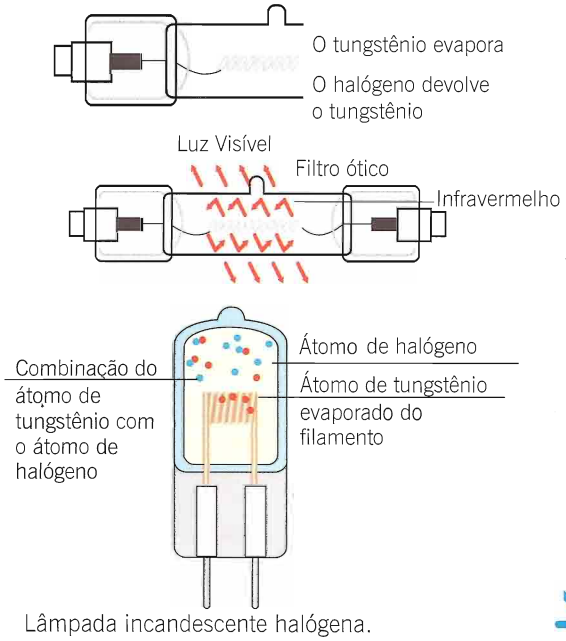


Foto: arquivo do Autor / Vicente & Corban Design

Lâmpada incandescente halógena.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

interatividade

Efetue a seguinte pesquisa com relação às lâmpadas incandescentes:

1. Qual a finalidade da retirada do ar do interior da lâmpada e a introdução do gás inerte? O que acontece com o filamento se o ar estiver presente?
2. Quais os tipos de lâmpadas halógenas existentes no mercado? Cite tensão de funcionamento, fixação e aplicações.
3. Cite os tipos de acessórios utilizados na instalação das lâmpadas incandescentes e incandescentes halógenas, como receptáculos e luminárias.
4. Quais as características químicas do Tungstênio, Nitrogênio, Criptônio e do Argônio?
5. Pesquise: Iluminação a LED, Fibra Ótica, Xenón e sobre as melhorias na eficiência da iluminação incandescente com tecnologia MEMS (Micro Electro Mechanical Systems).
6. Quais os cuidados que devem ser tomados na utilização das lâmpadas halógenas?
7. Quais são os elementos químicos que fazem parte da família dos halogênios?
8. Explique mais detalhadamente o funcionamento da lâmpada incandescente halógena.
9. Qual a finalidade do fio de sustentação do filamento?
10. Por que em determinadas ocasiões a lâmpada incandescente queima ao ligar?

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

aplicando conhecimento

Instalação de dispositivos de comando de iluminação e de pontos de tomada

Nas instalações elétricas de iluminação, em escritórios, residências, comércios, indústrias, hotéis, etc., há necessidade da utilização de dispositivos de seccionamento para que possamos ligar ou desligar a iluminação. Por isso, são utilizados interruptores, dos mais variados tipos e funções, os quais podem comandar uma lâmpada, ou um grupo de lâmpadas.

O interruptor, ou dispositivos de comando de iluminação, ou ainda, ponto de comando, tem por finalidade prolongar a fase até o ponto ativo do circuito.

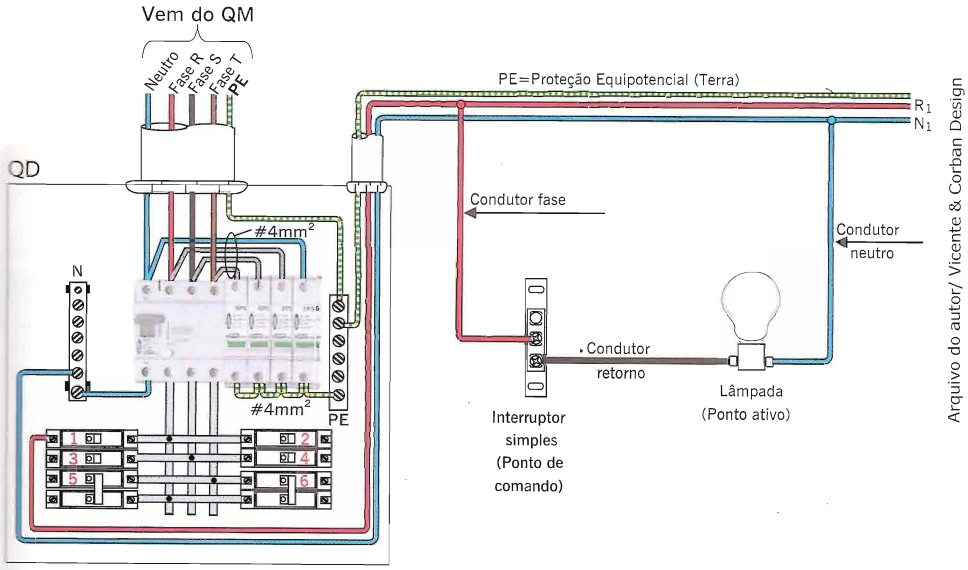
Ao instalar os interruptores deve ser observada a capacidade de condução de corrente e se eles suportam a corrente, em ampères, que irá fluir pelos seus contatos.

Os interruptores utilizados para instalações em geral são para 10A-250V, o que permite ligar uma potência de 1270W em 127V e 2200W em 220V.

As tomadas de corrente são para 10A, 15A e 20A.

Os condutores que interligam os diversos pontos de utilização da instalação, proporcionando as condições necessárias para o seu funcionamento correto, partem de um Quadro de Distribuição(QD).

Instalação de interruptor simples com lâmpada



Quadro de distribuição com ponto de utilização.

alerta

Verifique a tensão, em volts, do equipamento antes de energizá-lo.

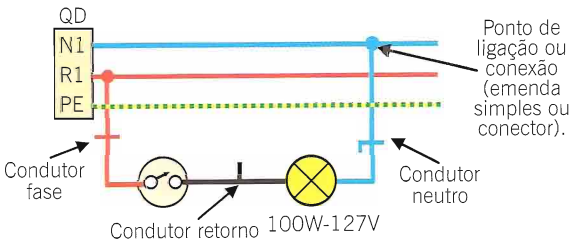
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

A norma determina que todos os condutores fase devem ser seccionados, ou seja, deve ser instalado um dispositivo que interrompa o circuito (interruptor) neste(s) condutor(es).

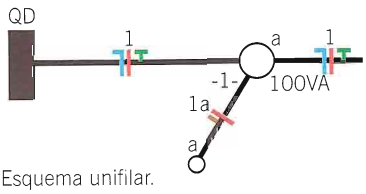
Exemplificação de um ponto de utilização de lâmpada incandescente na forma de esquemas multifilar e unifilar.

alerta

A potência das lâmpadas em geral é dada em watts (W). Portanto, utilizaremos nos Esquemas Multifilares essa unidade, ou seja, em watts (W) e nos Esquemas Unifilares em volt-ampère(VA). Sendo, neste caso, W=VA. No capítulo sobre Dimensionamento das Instalações Elétricas serão explicadas as razões de tal procedimento.



Esquema multifilar.



Esquema unifilar.

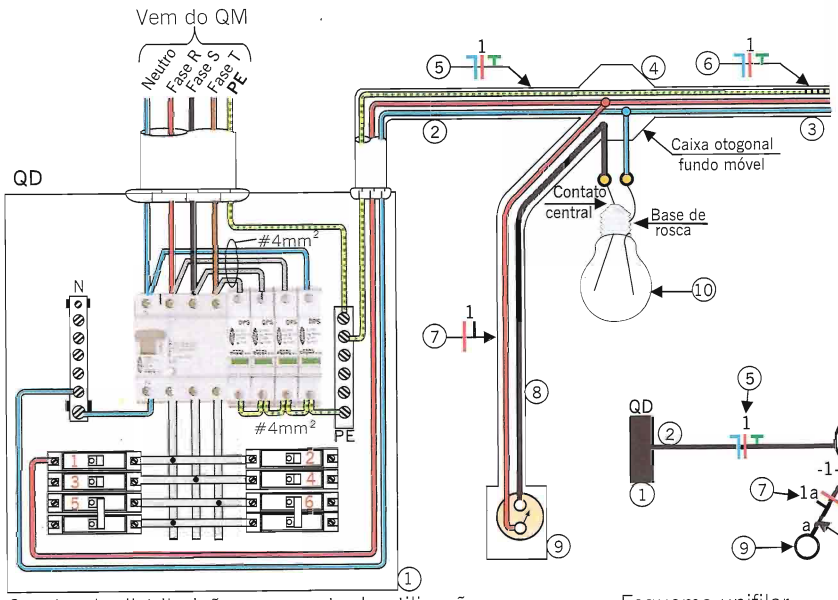
Arquivo do autor/

O número 1 que aparece no Quadro de Distribuição (QD), precedido pelas letras N e R, significa o número do circuito e, neste caso, representa o primeiro disjuntor que tem a função de proteger, comandar e desligar eventualmente por ocasião de manutenção. Este circuito é alimentado pelo condutor fase R e pelo condutor Neutro exclusivo do circuito o condutor de Terra (PE), sendo utilizado ou não deve sempre estar presente nas instalações.

Para entendermos a execução da instalação conforme o esquema unifilar, vamos usar, por exemplo, um cômodo de uma residência. Observe que a passagem dos condutores, como as ligações dos pontos de comando e ativo (lâmpada) representam com clareza cada detalhe do esquema, denominado de ponto de utilização.

alerta

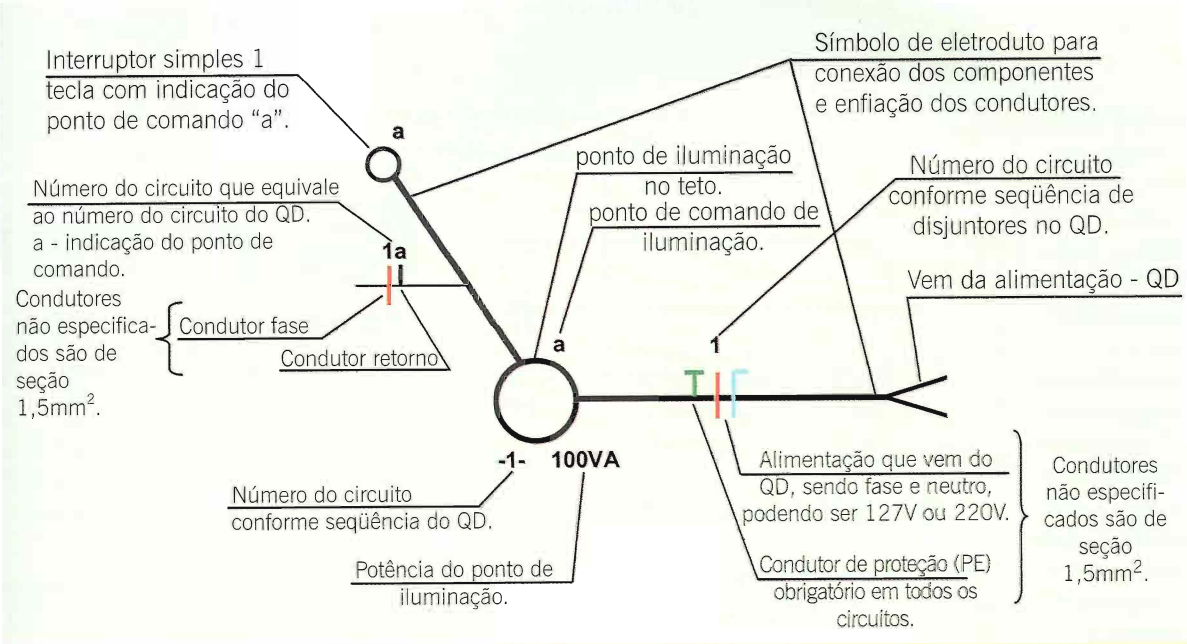
Devemos lembrar que todos os símbolos representados no esquema representam um dispositivo, material ou equipamento elétrico. Por exemplo: o interruptor (9) necessita de uma caixa de passagem 100x50x50mm para a sua instalação, uma lâmpada no teto (10) precisa de uma caixa octogonal fundo móvel 100x100x100mm ou 100x100x50mm(4) para fixá-la e os eletrodutos (2)-(3)-(8) representam o caminho por onde passam os condutores. Os eletrodutos servem, também para interligar as caixas entre si. No esquema unifilar, os números estabelecem uma relação com a instalação real ao lado, partindo do Quadro de Distribuição-QD (1).



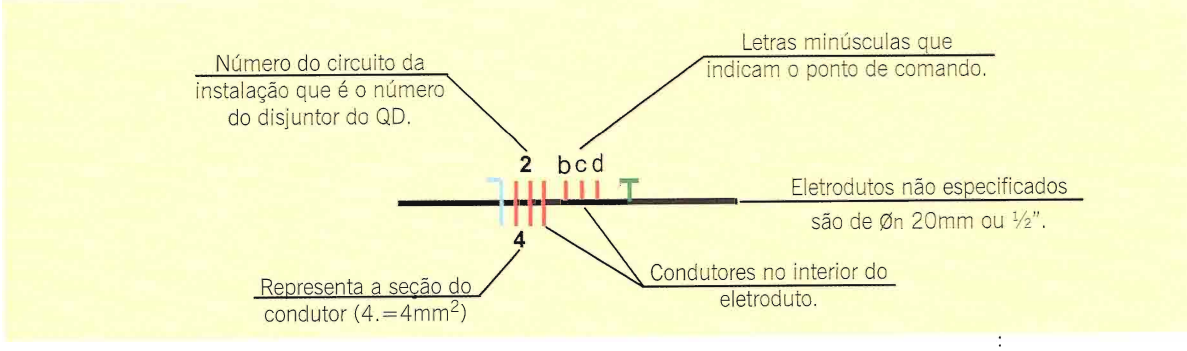
Quadro de distribuição com ponto de utilização.

Esquema unifilar.

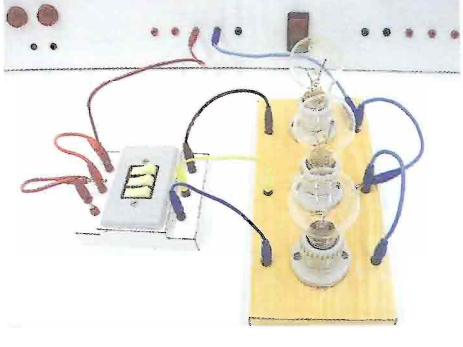
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br



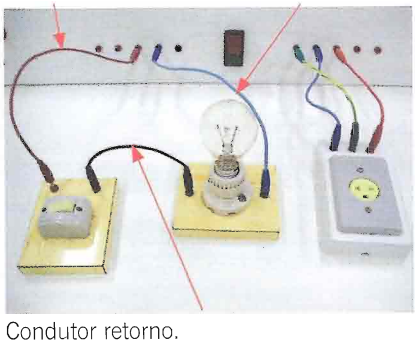
Fonte: autores

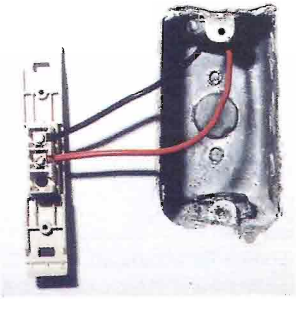


Nas figuras vemos alguns exemplos de instalação em bancada e em alvenaria.



Arquivo do autor



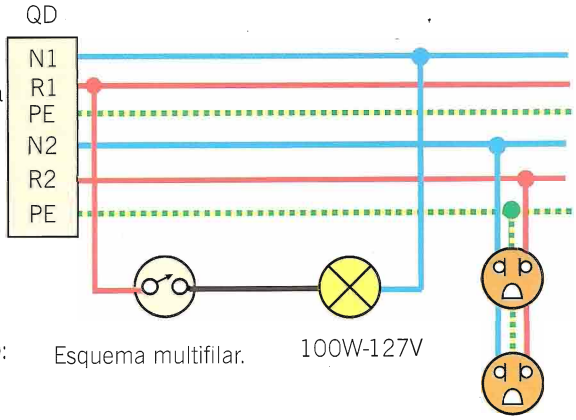


Fotos: Arquivo do autor

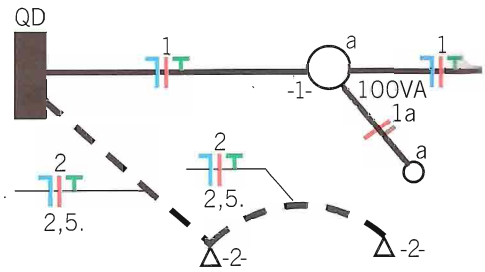
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

A representação da instalação de iluminação e tomadas fica da seguinte forma:

Quando não é representada a seção dos condutores no esquema unifilar, subentende-se que se trata da seção mínima utilizada em instalações elétricas, ou seja, 1,5 mm² para circuitos de iluminação (Cf. tabela 47 da NBR 5410: 2004). No projeto elétrico coloca-se uma nota com a informação: "Condutores não-especificados para iluminação são de 1,5 mm²".

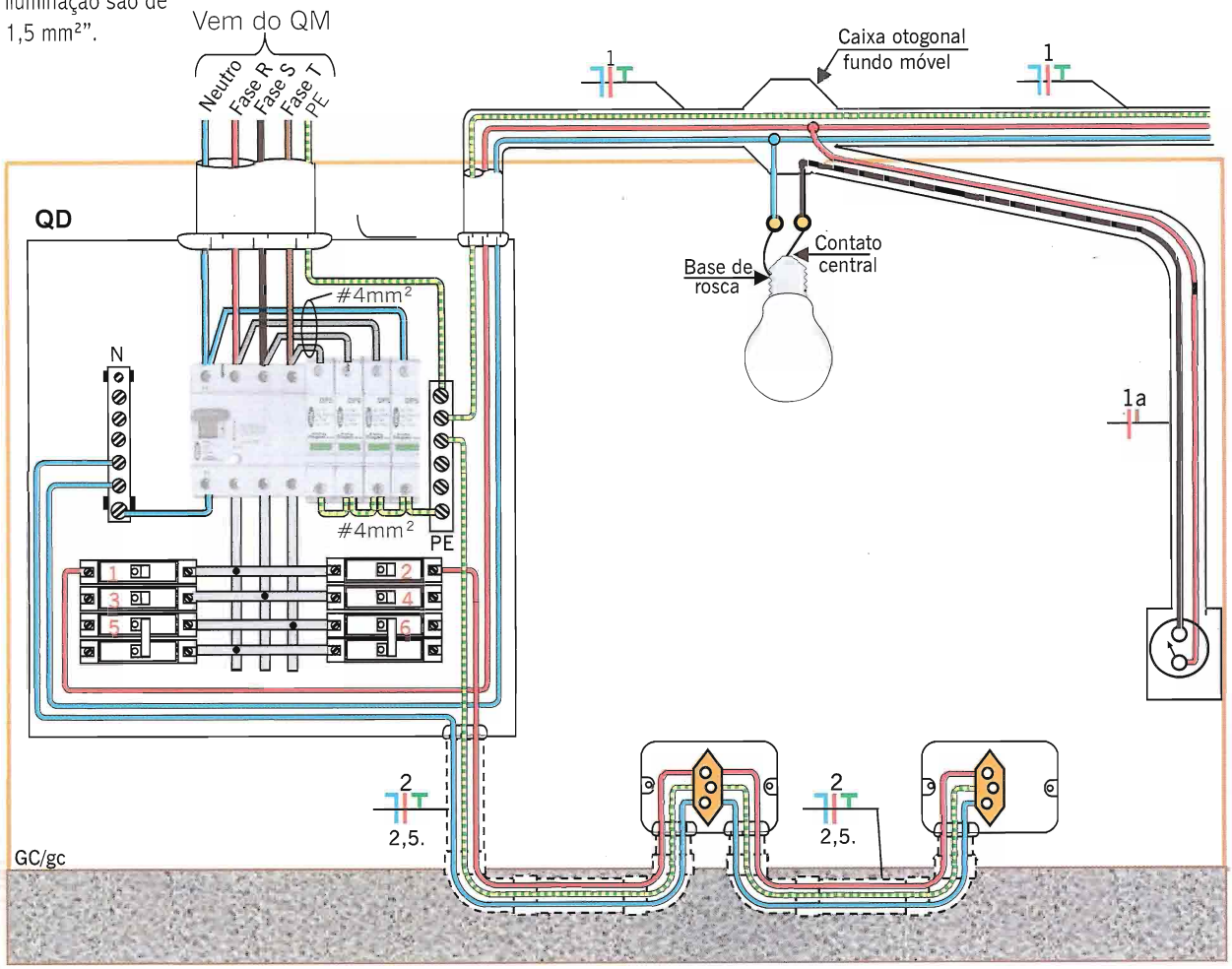


Esquema multifilar.



Esquema unifilar.

Para entendermos melhor vamos fazer uma representação com caixas, eletrodutos e equipamentos.



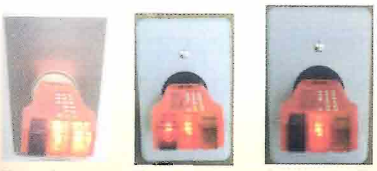
Quadro de distribuição com pontos de utilização.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

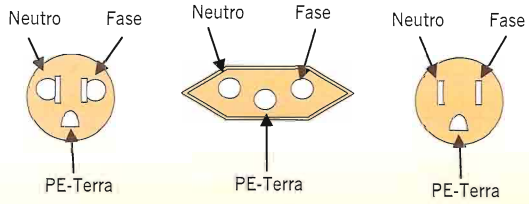
Pontos de tomadas

Devem ser observadas as ligações nas tomadas de corrente com três pinos (2P+T). Veja os desenhos abaixo:

Aparelho para testar tomadas



Tomada instalada corretamente. Tomada com neutro invertido. Tomada sem condutor de proteção (PE).



Tomada 2P+T e universal

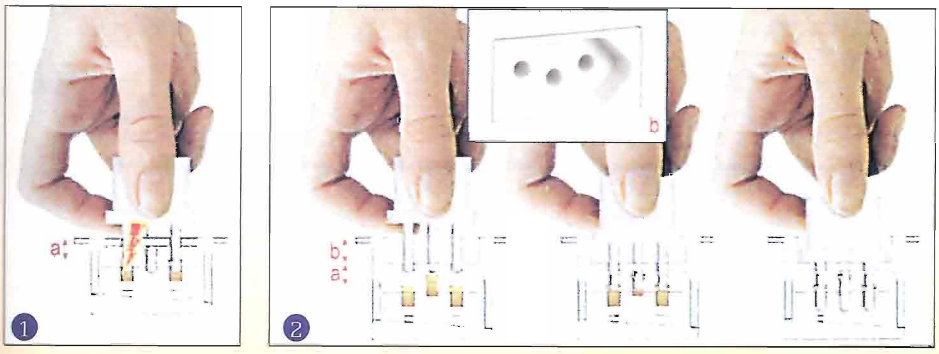
Tomada Padrão brasileiro, conforme norma NBR 14136:2002.

Tomada 2P+T

Arquivo do autor

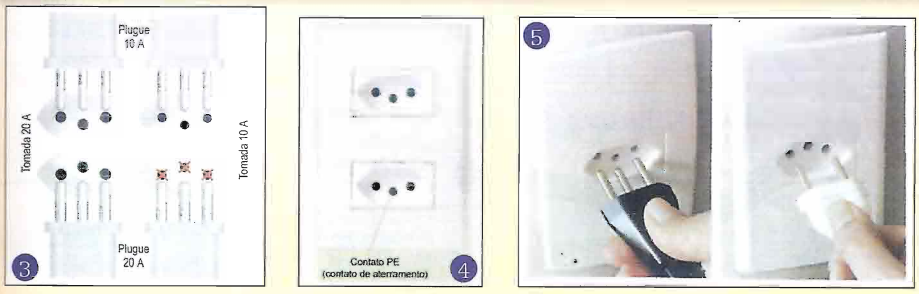
Tomadas e plugues padrão brasileiro

Conforme exigência da norma NBR 5410:2004, em vigor desde março de 2005, nas novas instalações deve-se utilizar tomadas padrão brasileiro, norma da ABNT NBR 14136:2002.



Fonte: Eletricidade moderna

Na figura 1, em outros modelos de tomada, mesmo aqueles em que os contatos elétricos ficam recuados em relação à face externa (detalhe "a"), há risco de choque elétrico. Já a tomada padrão NBR 14136 (figura 2) inclui não só recuo dos contatos, como também um rebaixo – um encaixe para o plugue (detalhe "b").



Fonte: Eletricidade moderna

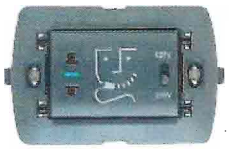
A figura 3 mostra um aspecto de segurança, refere-se contra sobrecargas. A padronização prevê duas tomadas: de 10A e de 20A; e também dois plugues, de 10A e de 20A. O diâmetro do orifício de entrada da tomada de 20A é maior que o da tomada de 10A. A figura 4 apresenta um detalhe sobre a segurança do usuário, vem com o contato de aterramento, ou contato PE, uma exigência da NBR5410:2004 para todas as tomadas. Na figura 5 vemos que a tomada aceita plugues de dois e de três pinos.

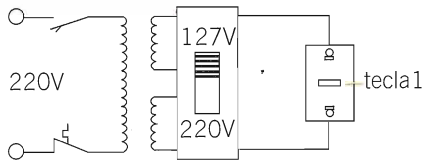
alerta

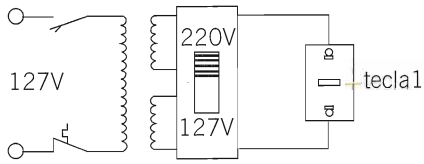
A Norma NBR 5410:2004 determina que o condutor de proteção equipotencial-PE (condutor de aterramento) deverá ser previsto para todos os circuitos. Deverá, portanto, estar presente, mesmo que eventualmente não esteja sendo utilizado. Como podemos observar, no esquema multifilar e no esquema funcional página anterior, o condutor de proteção está dentro da caixa de passagem no teto, mas não está ligado ao receptáculo da lâmpada. O mesmo será conectado quando for instalado o equipamento de fixação do receptáculo, se for metálico (lustres, plafonier, spot, etc.).

Por questões econômicas e facilitar a passagem dos condutores, recomenda-se que a tubulação para a iluminação seja feita pelo teto e para as tomadas pelo piso, evitando assim agrupamento de circuitos, que será visto posteriormente no dimensionamento de condutores e proteção.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br





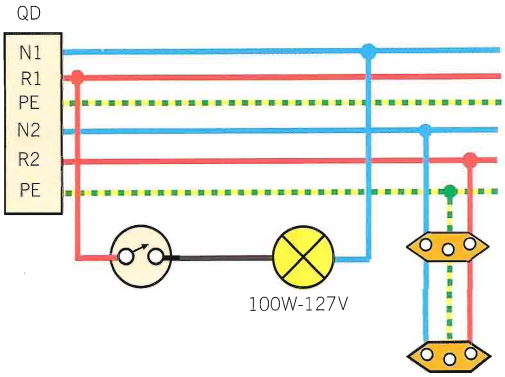


Arquivo do autor/ Vicente & Corban Design/Fonte: Bticino

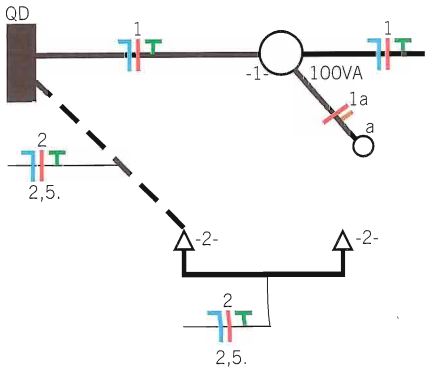
Tomada para barbeador e esquemas.

Instalação de interruptor simples, lâmpada e tomadas

Para a instalação de duas ou mais tomadas, num mesmo circuito, podemos representá-las da seguinte forma.



Esquema unifilar.



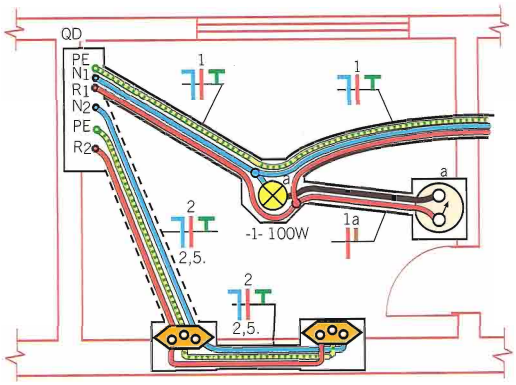
Arquivo do Autor/ Vicente & Corban Design

Esquema multifilar.

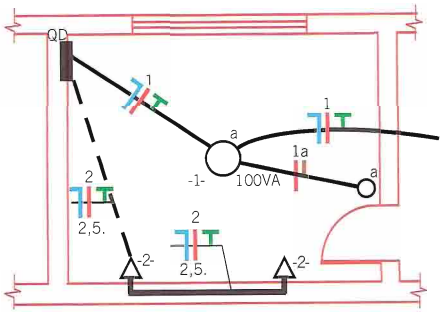
alerta

Para as representações, não foram levadas em consideração os aspectos técnicos, ou seja, o que determina a norma quanto ao dimensionamento da iluminação e tomadas, bem como o posicionamento das mesmas. Consideramos os aspectos funcionais, mostrando apenas as ligações de cada componente.
Para facilitar a passagem e, principalmente, para a conexão recomendam-se a utilização de condutores flexíveis para seções a partir de 2,5mm².
Deve-se utilizar terminais apropriados para as conexões com condutores flexíveis.
Para centralizar a(s) lâmpada(s) devemos traçar as diagonais para localizar o centro do ambiente.

A representação dos esquemas multifilar e unifilar, acima, seria representado num determinado ambiente (ligações) e no projeto elétrico (planta baixa), da seguinte forma.



Esquema funcional.



Representação em planta baixa.

Arquivo do autor/ Vicente & Corban Design

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

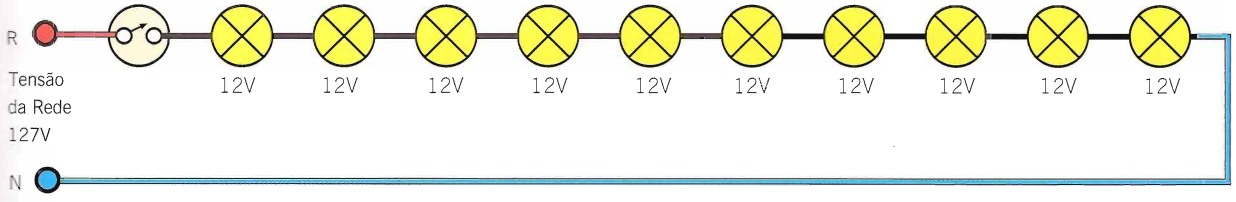
aplicando conhecimento

Tipos de ligações elétricas

Existem, basicamente, dois tipos de ligações possíveis de serem feitas em circuitos elétricos: ligação em série ou em paralelo. Esses tipos de ligações apresentam características bem definidas.

Ligação série

É a ligação em que todas as lâmpadas estão ligadas em série com a fonte de energia. É a ligação em que o terminal de uma lâmpada está ligada ao terminal de outra lâmpada, e assim sucessivamente. É como os elos de uma corrente.



Arquivo do autor/ Vicente & Corban Design

Neste tipo de associação, a intensidade da corrente elétrica é a mesma em todos os pontos do circuito conforme página 41. Ou seja, há apenas um caminho para a passagem da corrente elétrica. Devido a isso conclui-se que se queimar uma lâmpada todas se apagam.

No circuito, temos 10 (dez) lâmpadas de 12V, totalizando 120V. Podendo, as mesmas, serem ligadas em 127V.

Logo, podemos dizer que, neste tipo de ligação ou associação, o somatório das tensões parciais é igual à tensão da fonte de energia (Tensão da Rede).

Este tipo de ligação é utilizado somente para iluminação decorativa de árvores de Natal.

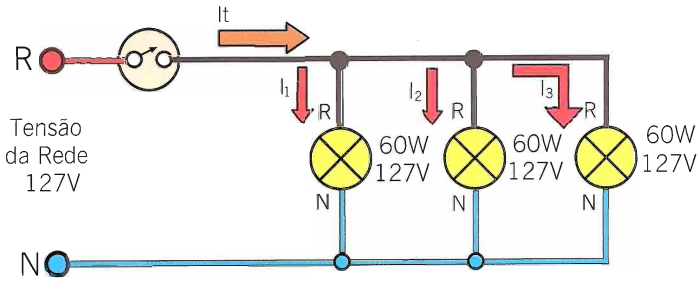
Ligação paralela

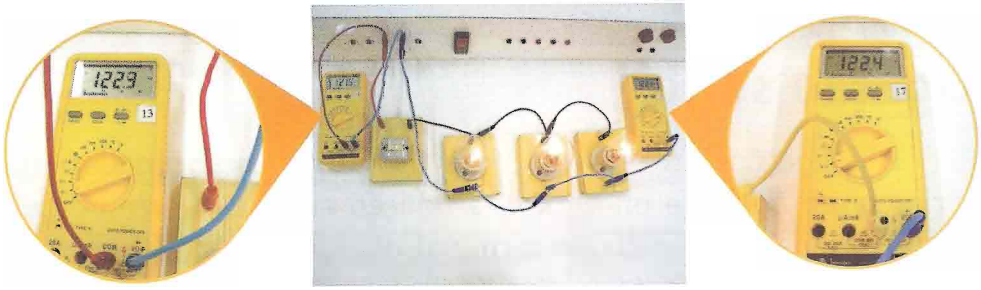
A ligação paralela ou circuito em paralelo ou, ainda, conexão em paralelo é a maneira como as cargas são ligadas em instalações elétricas em geral. Ou seja, em todas as instalações elétricas, quer sejam residenciais, prediais, comerciais, industriais, etc., as cargas (lâmpadas, motores, etc.) são ligadas em paralelo.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

alerta

Na ligação paralela, se queimar uma lâmpada as outras permanecem acesas.





Fotos: Arquivo do autor

Montagem mostrando a ligação em paralelo e medição da tensão.

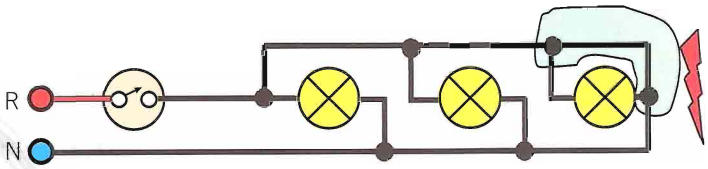
Ao ligarmos o interruptor, o condutor fase é prolongado até um dos terminais da lâmpada, enquanto que o condutor neutro é conectado no outro terminal. Nota-se que a Tensão da Rede é igual à tensão em cada uma das lâmpadas.

A característica fundamental da ligação paralela é que a tensão em cada uma das cargas (neste exemplo, as lâmpadas) é a mesma da tensão da fonte de energia elétrica.

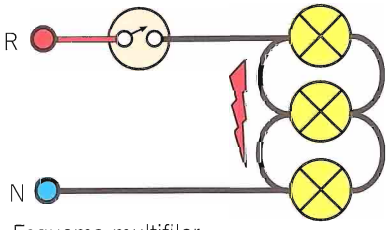
A corrente elétrica, neste tipo ligação, encontra vários caminhos para circular. A corrente se divide para cada uma das lâmpadas. Logo:

$$It = I1 + I2 + I3$$

Portanto, essa é a ligação utilizada nas instalações elétricas e que utilizaremos em todas as nossas atividades.



Esquema multifilar.



Esquema multifilar.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

oficina teórica

1. Qual o tipo de ligação utilizada em cordões para a iluminação de árvores de natal?

2. Qual o tipo de ligação utilizada em instalações elétricas em geral?

3. A corrente que passa pela lâmpada L1 é a mesma que passa pelas lâmpadas L2 e L3. Que tipo de ligação foi feita nas lâmpadas?

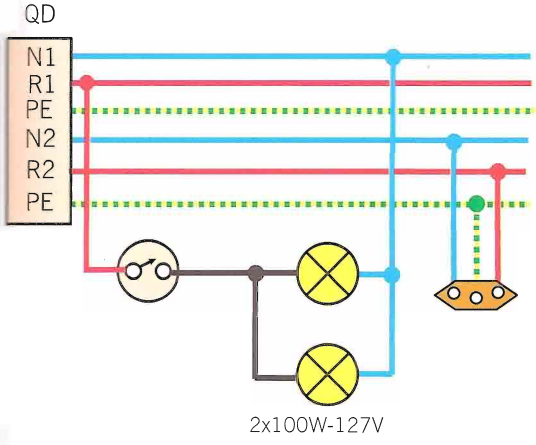
4. Uma ligação paralela contém quatro lâmpadas incandescentes, sendo que: I1= 1,0A; I2= 0,5A; I3= 0,96A e I4=1,2A. Qual o valor da corrente total?

aplicando conhecimento

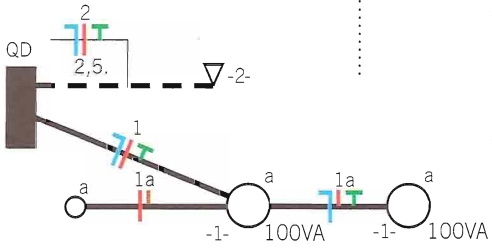
Instalação de duas lâmpadas incandescentes e pontos de tomadas

Instalação de interruptor simples com duas lâmpadas e tomadas

Para a instalação de duas lâmpadas incandescentes, comandadas por um interruptor de uma tecla ou uma seção, procedemos da seguinte forma.



Esquema multifilar.



Esquema unifilar.

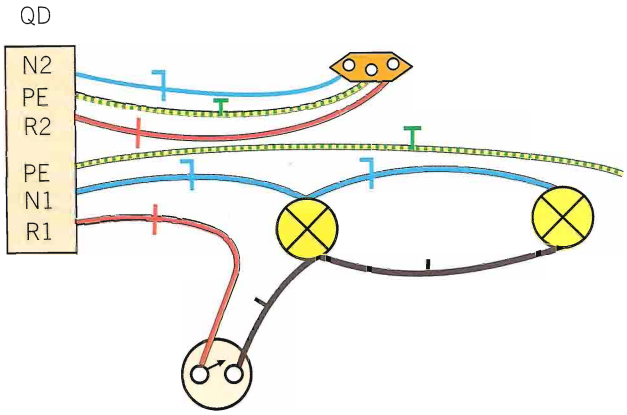
Fotos: Arquivo do autor

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Para melhor compreendermos vamos fazer um esquema funcional dos esquemas multifilar e unifilar. Observe:

alerta

A seqüência da representação no QD foi alterada para facilitar a compreensão das ligações.

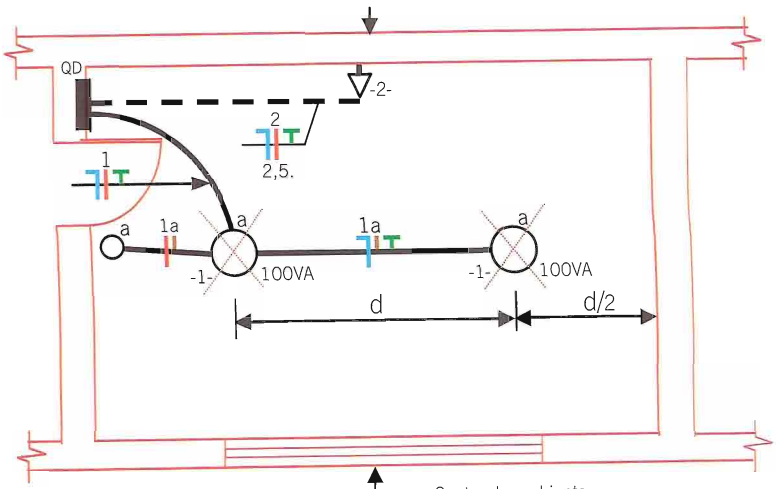


Arquivo do autor/ Vicente & Corban Design

Esquema funcional.

O esquema funcional acima mostra as ligações de uma forma mais simplificada, comparativamente aos esquemas multifilar e unifilar da página 63. Analisando as três representações podemos ver com clareza a quantidade de condutores utilizados.

Vamos agora representar os esquemas multifilar, unifilar e funcional, que basicamente traduzem a mesma realidade, num cômodo ou ambiente de uma planta baixa, mostrando como ficaria na elaboração de um projeto elétrico. A planta baixa mostra com clareza o posicionamento físico de cada componente no ambiente abaixo:

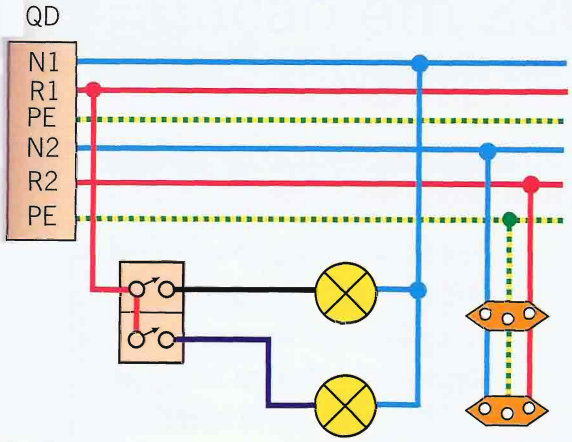


Arquivo do autor/ Vicente & Corban Design

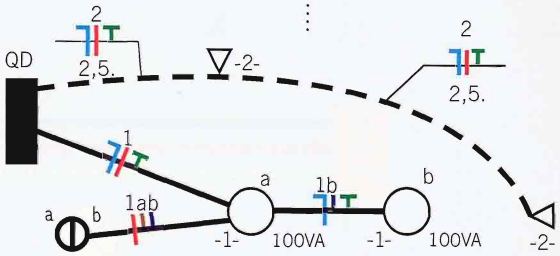
Representação em planta baixa

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Quando se deseja comandar duas lâmpadas separadamente ou dois grupos de lâmpadas funcionando em conjunto, utiliza-se interruptores de duas seções ou duas teclas.

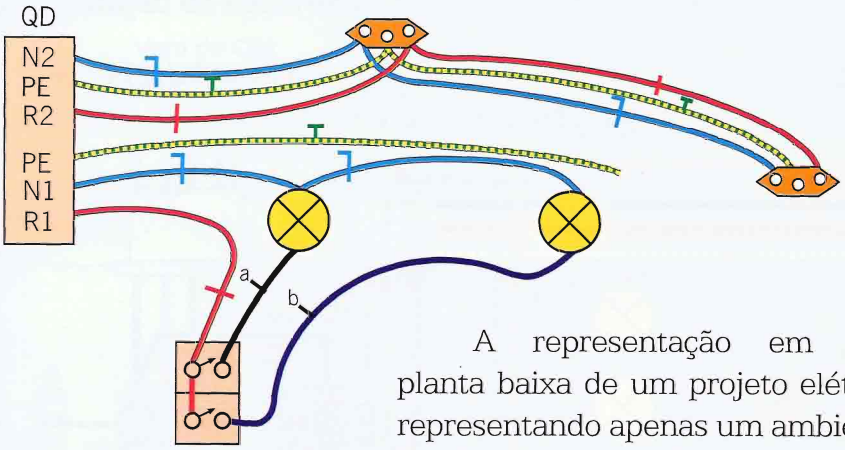


Esquema multifilar.



Esquema unifilar.

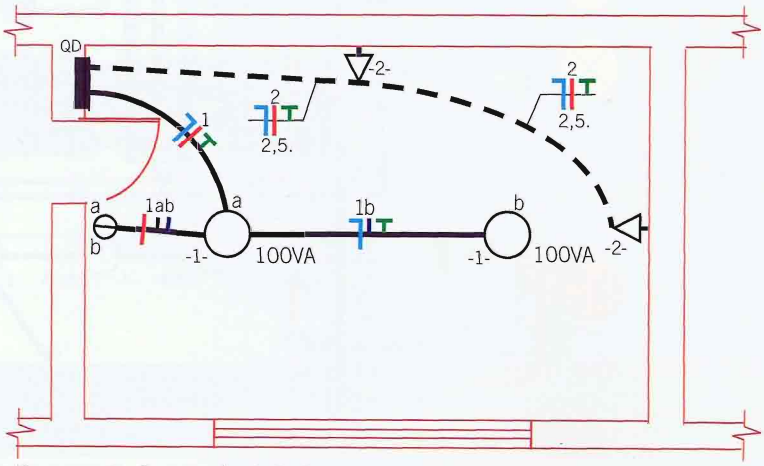
Arquivo do autor/ Vicente & Corban Design



Esquema funcional.

Arquivo do autor/ Vicente & Corban Design

A representação em uma planta baixa de um projeto elétrico, representando apenas um ambiente, ficaria da seguinte forma:



Representação em planta baixa.

Arquivo do autor/ Vicente & Corban Design

alerta

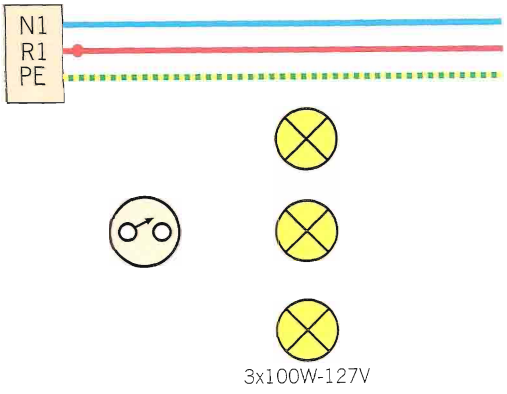
Observamos o comando de iluminação com interruptor de uma e duas teclas ou seções. Para comandar três lâmpadas separadamente ou três grupos de lâmpadas em conjunto, utiliza-se interruptores com três teclas ou três seções

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

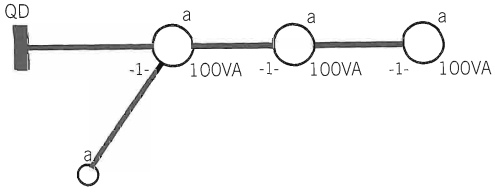
oficina prática

Completar as ligações dos esquemas multifilar e unifilar, sendo dado os símbolos normalizados.

1. Comando de três lâmpadas incandescentes 100W/127V por um interruptor simples de uma tecla.



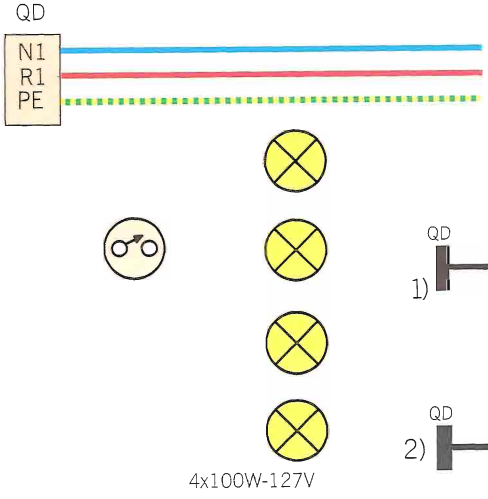
Esquema multifilar.



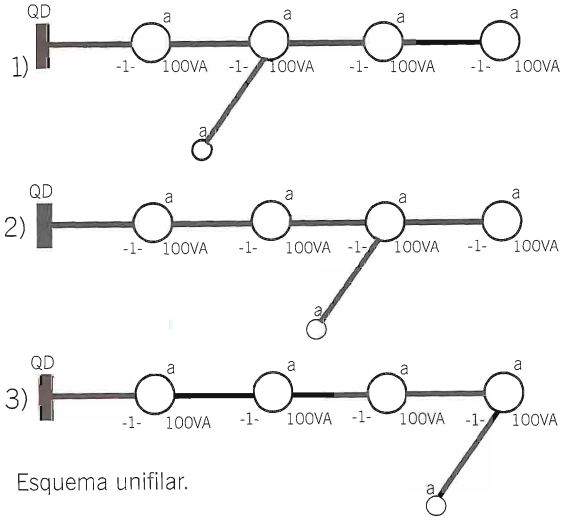
Esquema unifilar.

Arquivo do autor/ Vicente & Corban Design

2. Comando com quatro lâmpadas incandescentes 100W/127V, por um interruptor simples com uma tecla ou uma seção.



Esquema multifilar.



Esquema unifilar.

Arquivo do autor/ Vicente & Corban Design

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

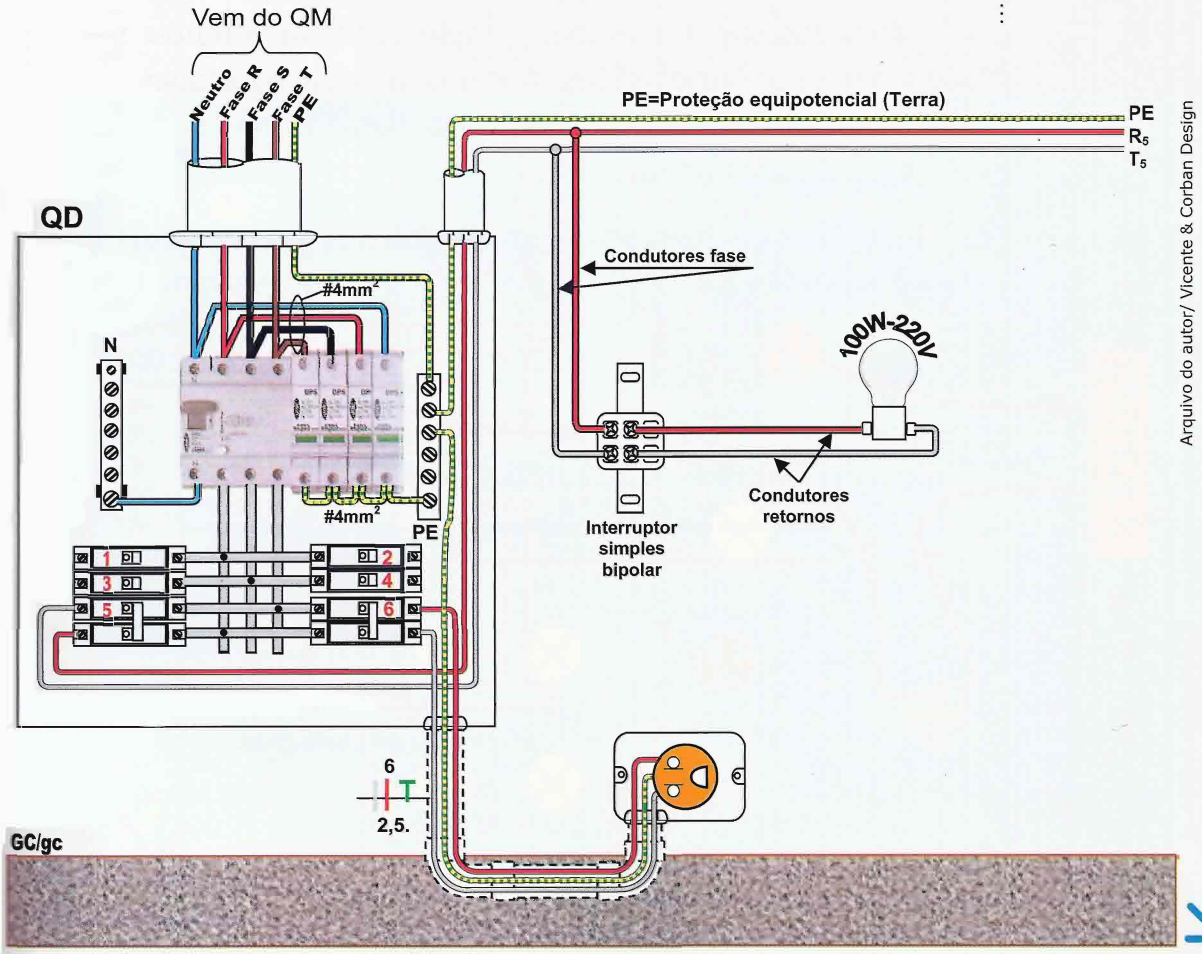
aplicando conhecimento

Instalação em 220V

O sistema de distribuição de energia elétrica no Brasil apresenta diversos valores, sendo os mais comuns 220/127V ou 380/220V, de acordo com que foi visto no capítulo anterior. Por isso, é necessário disponibilizar a tensão conforme exigência do equipamento e que esteja de acordo com a concessionária local.

Em algumas regiões do Brasil a tensão entre neutro e fase é 220V, que é o caso do sistema de distribuição secundária em 380/220V. No entanto, na maioria das regiões do Brasil, o sistema de distribuição secundária é feito em 220/127V. Logo, concluímos que, se for necessário alimentarmos lâmpadas e tomadas monofásicas em 220V, necessitamos de duas fases (2F), conforme representado abaixo.

Instalação de interruptor bipolar com lâmpada e tomada



Arquivo do autor/ Vicente & Corban Design

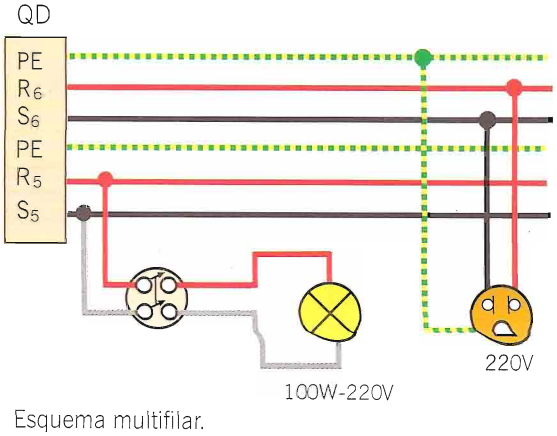
Quadro de distribuição com pontos de utilização.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

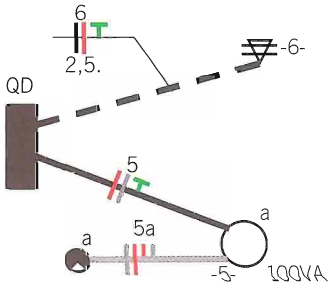
Observe a representação dos esquemas multifilar e unifilar conforme o esquema funcional.

alerta

Por questão de segurança, as tomadas ligadas em 220V deverão ser identificadas para evitar que pessoas liguem, inadvertidamente, um aparelho com tensão inferior, provocando danos ao mesmo.



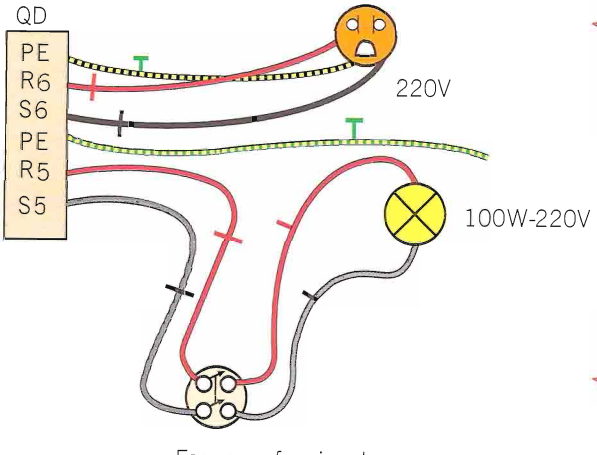
Esquema multifilar.



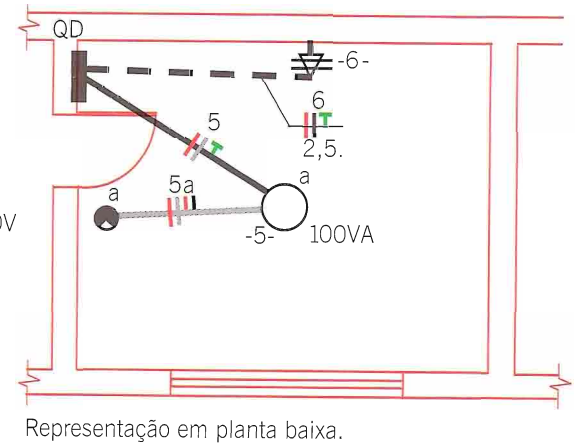
Esquema unifilar.

Arquivo do autor/ Vicente & Corban Design

Para facilitar e também complementar a compreensão dos esquema multifilar e unifilar, fizemos um esquema funcional mais simples e sua representação em uma planta baixa.



Esquema funcional.



Representação em planta baixa.

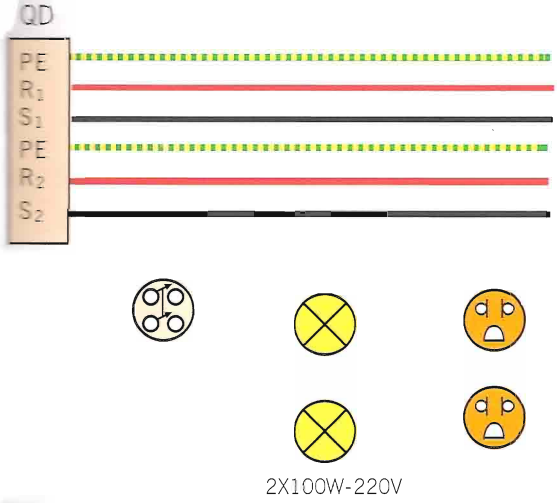
Arquivo do autor/ Vicente & Corban Design

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

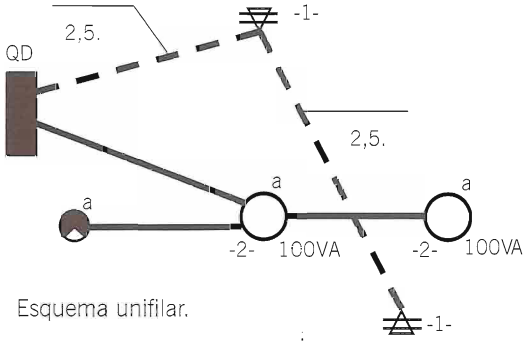
oficina prática

1. Sendo dada a simbologia padronizada, completar as ligações dos esquemas multifilar e unifilar abaixo:

a) Comando com duas lâmpadas incandescentes de 100W-220V, por interruptor simples bipolar e duas tomadas (2P+T+universal) ligadas em 220V.



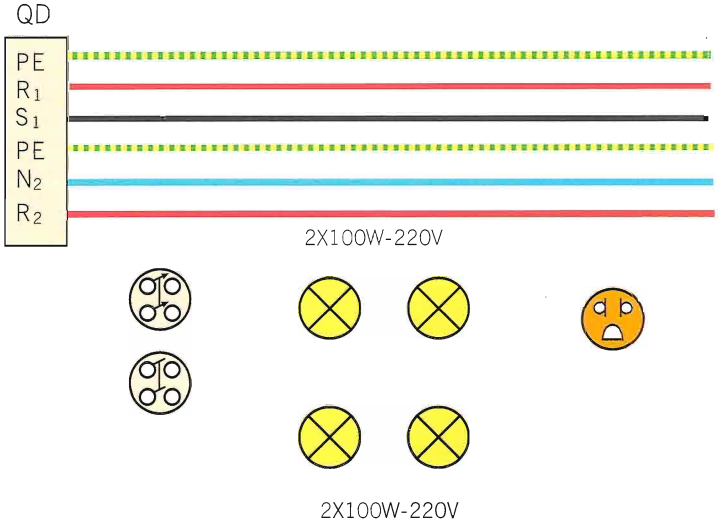
Esquema multifilar.



Esquema unifilar.

Arquivo do autor/ Vicente & Corban Design

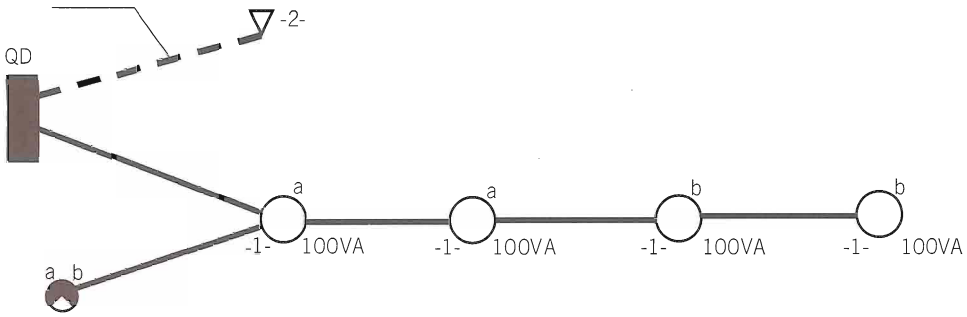
b) Comando com quatro lâmpadas incandescentes de 100W-220V por dois interruptores simples bipolares e uma tomada (2P+T+universal) ligada em 127V.



Esquema multifilar.

Arquivo do Autor/ Vicente & Corban Design

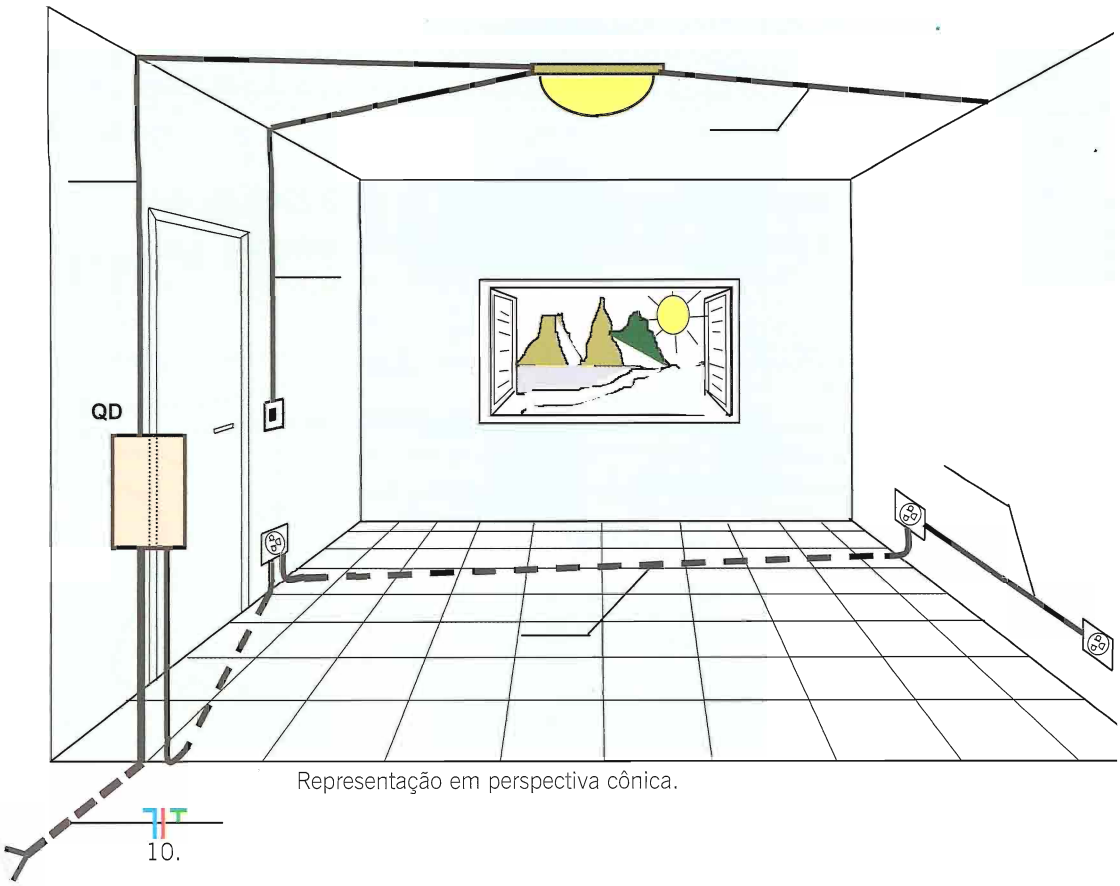
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br



Arquivo do autor/ Vicente & Corban Design

Esquema unifilar.

2. Na perspectiva cônica abaixo vemos o posicionamento físico de cada componente da instalação. Representar a fiação correspondente em cada trecho, conforme indicado.



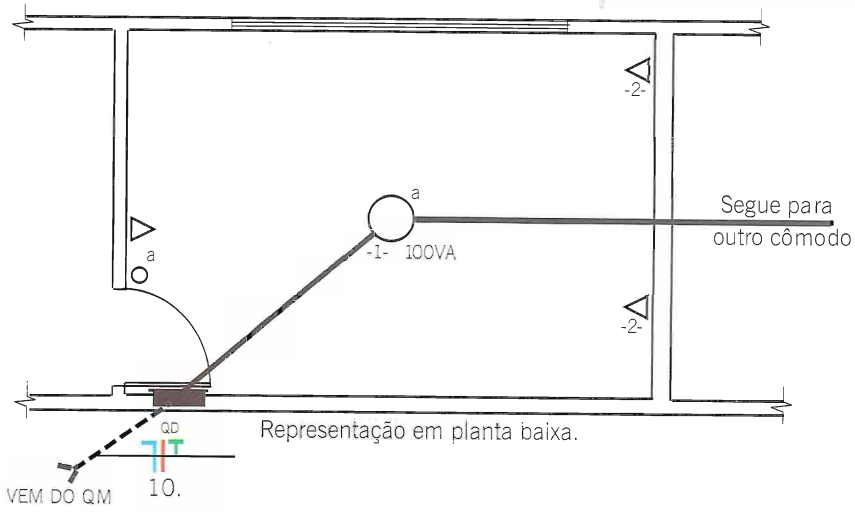
Arquivo do autor/ Vicente & Corban Design

Representação em perspectiva cônica.

10.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

3. A planta baixa, ao lado, refere-se à perspectiva cônica anterior. Complete o traçado de eletrodutos e represente a fiação partindo do QD.

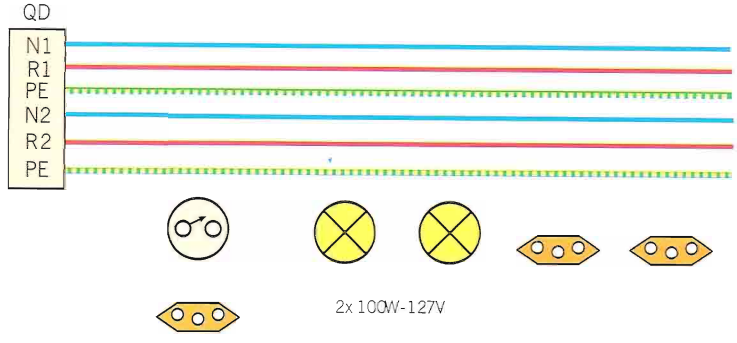


Representação em planta baixa.

Arquivo do autor/ Vicente & Corban Design

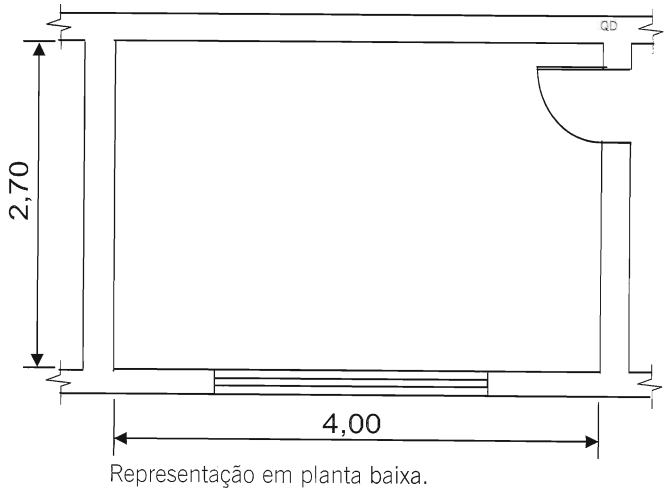
4. Para os exercícios seguintes são dados os símbolos padronizados, correspondentes ao esquema multifilar, devidamente posicionados, os quais devem ser convenientemente interligados. Em seguida, faça a representação em planta baixa, indicando o posicionamento correto dos elementos (símbolos unifilar) traçados de eletrodutos partindo do QD e fiação.

a) Comando de iluminação (2 lâmpadas incandescentes de 100W) por interruptor simples e 3 tomadas 127V (2P+T). Observação: Na planta baixa temos 2 pontos de iluminação.



Esquema multifilar.

Arquivo do autor/ Vicente & Corban Design



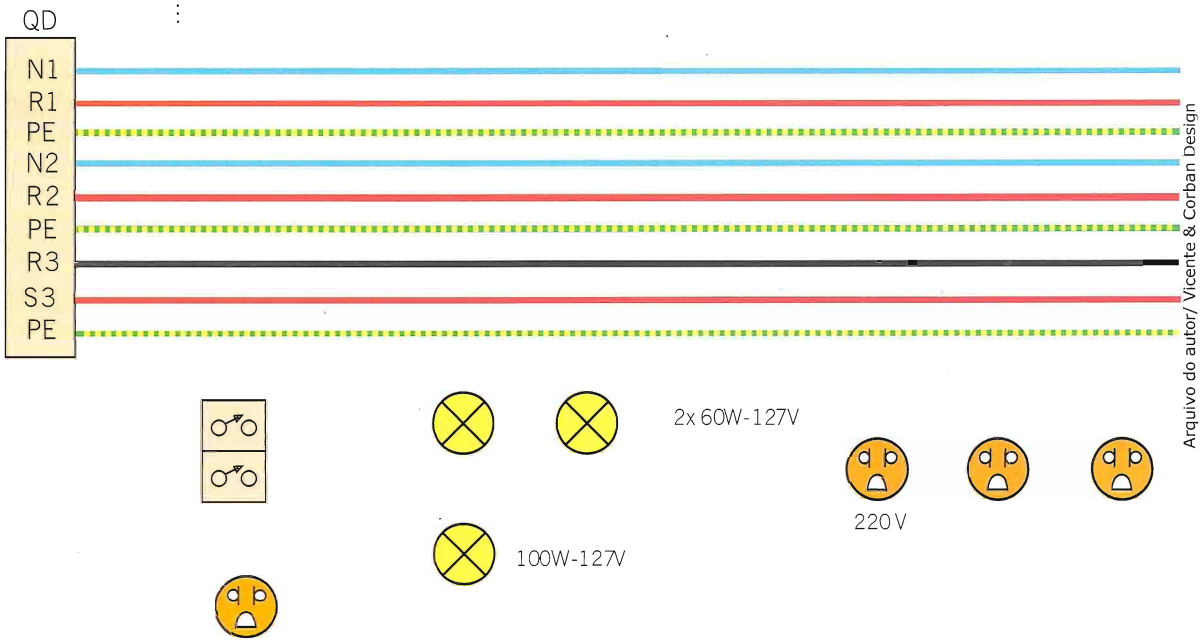
Representação em planta baixa.

alerta

1. Posicione primeiramente o QD, convenientemente.
2. Os interruptores devem ser instalados no lado oposto ao sentido de abertura da porta.
3. Para posicionar os pontos de iluminação divida o ambiente em duas partes e ache o centro para cada uma das partes, trace as diagonais encontrando, assim, o centro de cada uma das lâmpadas. Dimensões em metros.

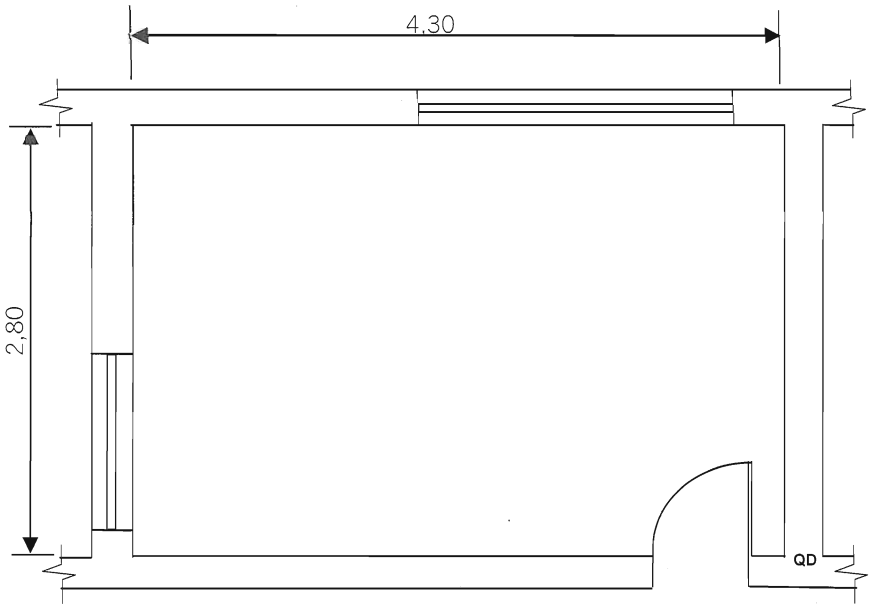
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

b) Comando de iluminação incandescente (3 lâmpadas-2x60W e 1x100W) por interruptor simples duas teclas e 3 tomadas, sendo uma para tensão 220V (2F).



Esquema multifilar.

1. Na planta baixa temos 2 pontos de iluminação no teto, sendo um deles com duas lâmpadas.
2. As tomadas não-especificadas são de 127V.

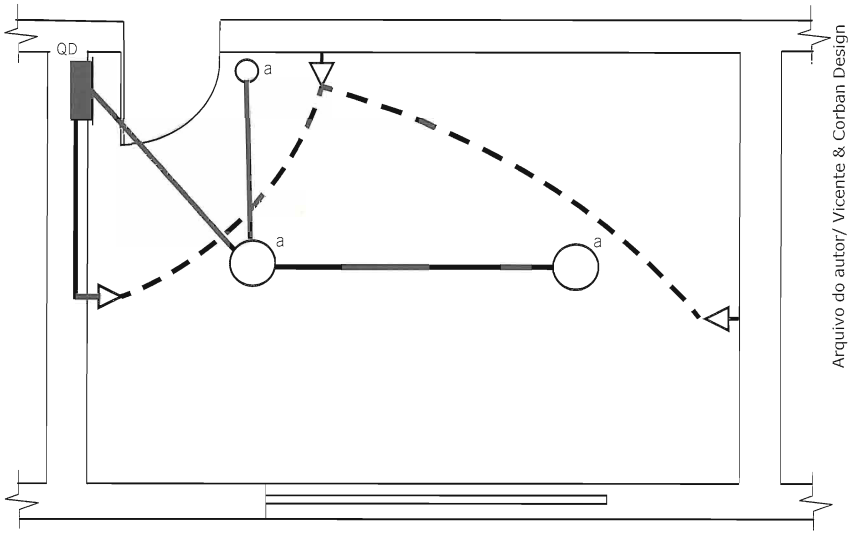


Representação em planta baixa.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

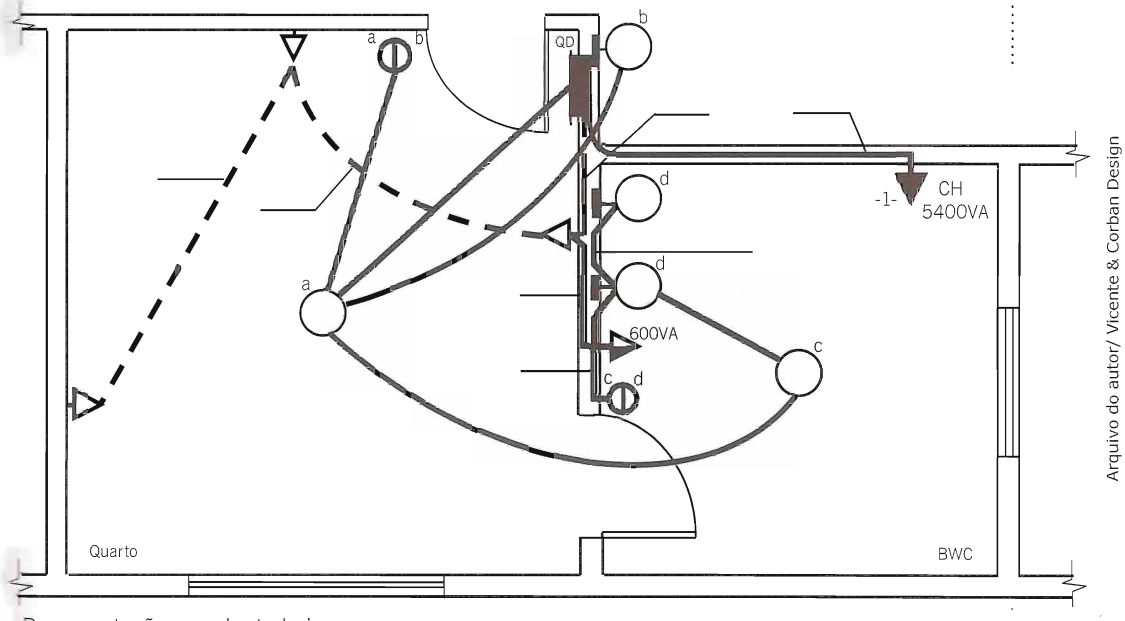
5. Faça a representação da fiação para cada uma das plantas baixas seguintes:

a) Lâmpadas incandescentes comandadas por interruptor simples de uma seção ou uma tecla e tomadas baixas 127V, 2P+T (duas lâmpadas de 100W-127V e três tomadas).



Representação em planta baixa.

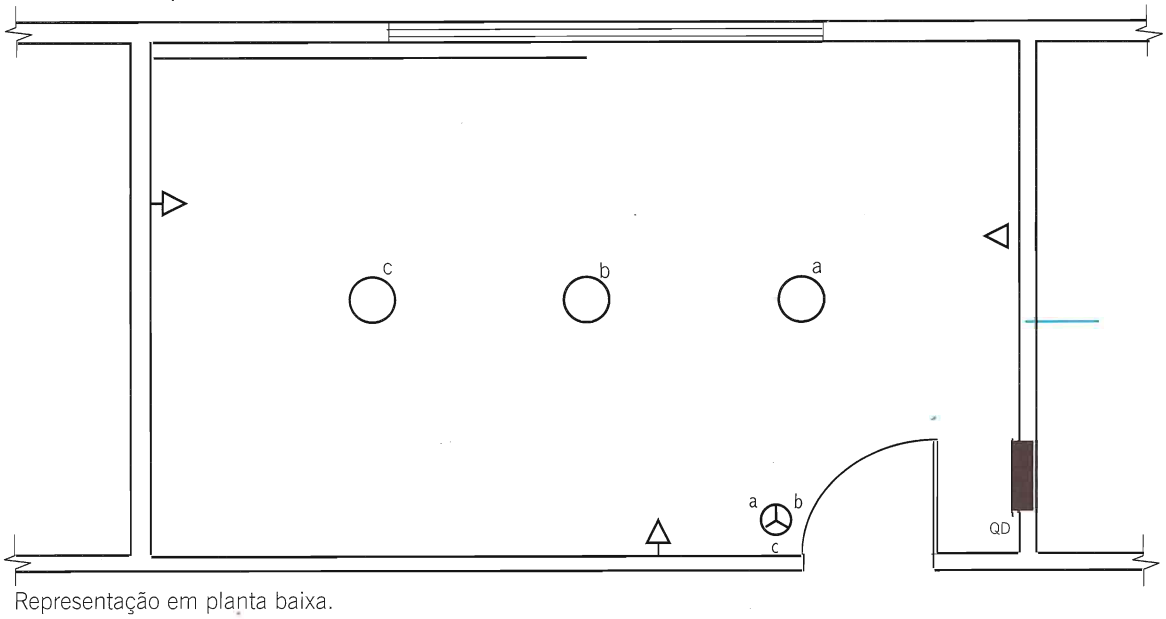
b) Lâmpadas incandescentes com interruptores simples e tomadas, sendo: 2 lâmpadas de 100W-127V, instaladas no teto, 3 arandelas com lâmpadas incandescentes de 60W-127V (duas no banheiro e uma na área externa), dois conjuntos de interruptores com 2 teclas, 4 tomadas, sendo três baixas e uma meia-altura, todas 2P+T padrão brasileiro norma 14136:2002 e uma tomada especial para chuveiro (CH). **Divisão da Instalação**: Circ. 1 – Chuveiro de 5400W-127V; Circ. 2 – Iluminação e Circ. 3 – Tomadas. Identifique convenientemente cada elemento da instalação.



Representação em planta baixa.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

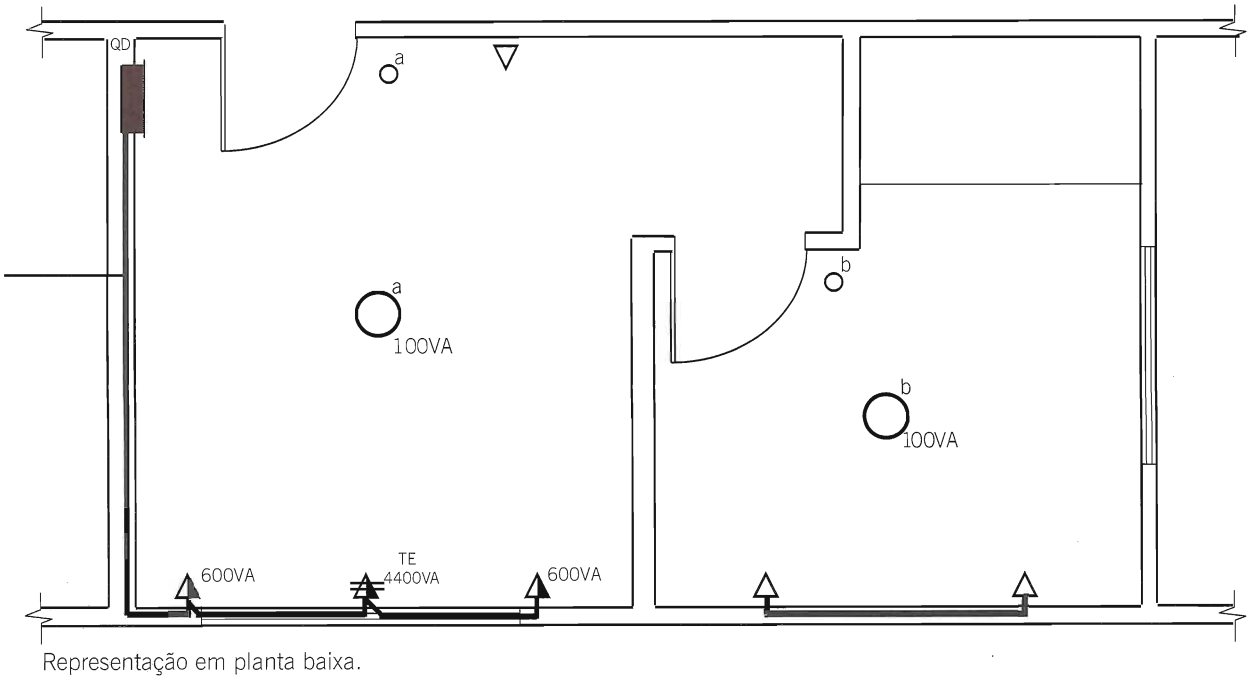
c) Lâmpadas incandescentes 100W-127V no teto (três pontos) comandadas por interruptor simples de três teclas ou três seções e três tomadas 127V, 2P+T.



Arquivo do autor/ Vicente & Corban Design

Representação em planta baixa.

d) Lâmpadas incandescentes comandadas por interruptores simples e tomadas 127V, 2P+T. Divisão da Instalação: Circuito 1: TE – 4400W-220V; Circuito 2: Tomadas de 600VA; Circuito 3: Iluminação e Circuito 4: Tomadas baixas.



Arquivo do autor/ Vicente & Corban Design

Representação em planta baixa.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

laboratório

Material necessário

Quant.	Especificação
3	Lâmpadas incandescentes de 220V.
5	Lâmpadas incandescentes de 127V.
1	Interruptor de 1 tecla simples.
1	Interruptor de 2 teclas simples.
1	Interruptor de 3 teclas simples.
1	Interruptor simples bipolar.
2	Tomadas 2P+T+Universal.
20	Condutores para interligações.

Efetue a montagem

1. Representar corretamente as ligações nos diagramas multifilar e unifilar de uma instalação elétrica, contendo três lâmpadas incandescentes de 100W-127V, comandadas por interruptor simples.

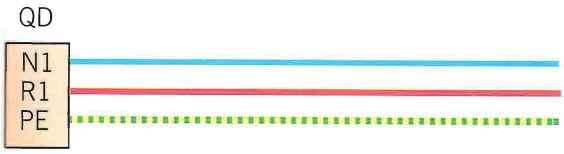


Diagrama multifilar.

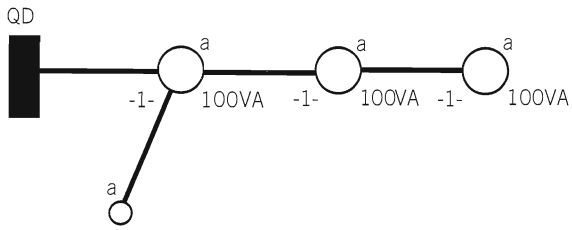


Diagrama unifilar.

Arquivo do autor/ Vicente & Corban Design

Observação

a) Todo equipamento ou dispositivo elétrico necessita, no mínimo, de duas ligações para o seu funcionamento.
b) O condutor fase é sempre ligado no dispositivo que interrompe o circuito, ou seja, no interruptor.
c) O retorno é o condutor que serve de interligação entre dois componentes; é aquele que não é nem neutro e nem fase.

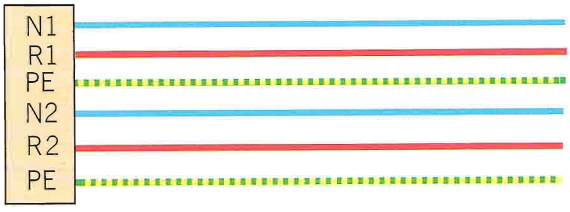
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

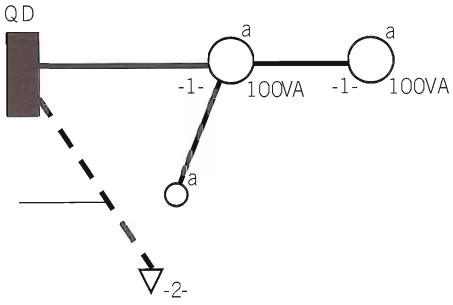
d) O neutro sempre será ligado diretamente à carga (lâmpadas, etc.) se for de 127V. Se a carga for de 220V, entre fase e fase, devemos usar sempre interruptores bipolares.

e) Quando temos duas ou mais lâmpadas em um circuito de iluminação, comandadas por um interruptor simples, estas sempre deverão estar ligadas em paralelo.

f) Prever condutor de proteção(terra) em todos os circuitos e partes metálicas.

2. Representar corretamente as ligações nos diagramas multifilar e unifilar de uma instalação elétrica, contendo duas lâmpadas de 100W-127V, comandadas por interruptor simples e uma tomada monofásica.





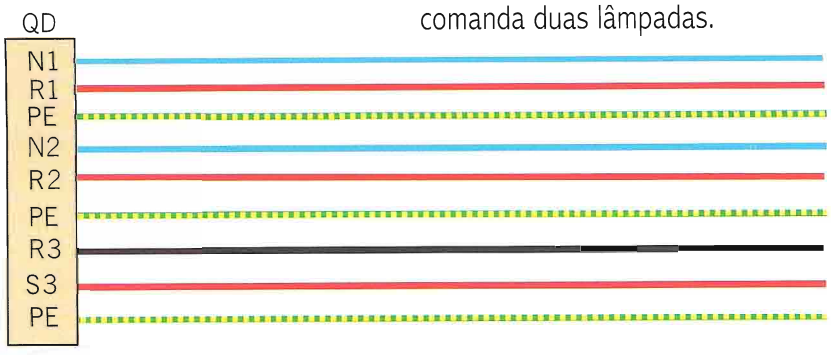
Esquema unifilar.

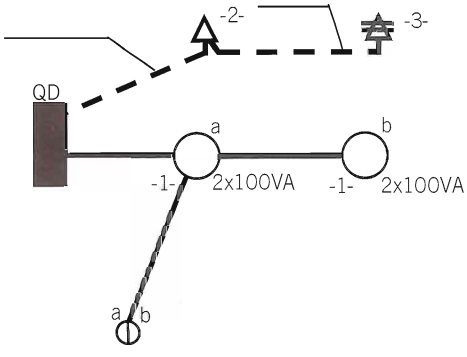
2x 100W-127V

Arquivo do autor/ Vicente & Corban Design

Esquema multifilar.

3. Representar corretamente a instalação com quatro lâmpadas incandescentes 100W-127V, comandadas por um interruptor de duas teclas simples, uma tomada bifásica e uma tomada monofásica, sendo que cada tecla de interruptor comanda duas lâmpadas.





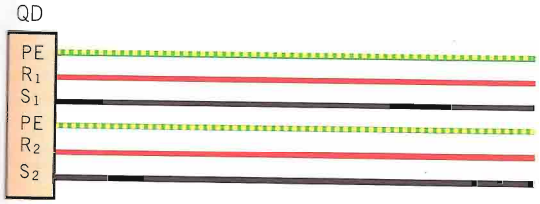
Esquema unifilar.

Arquivo do autor/ Vicente & Corban Design

Esquema multifilar.

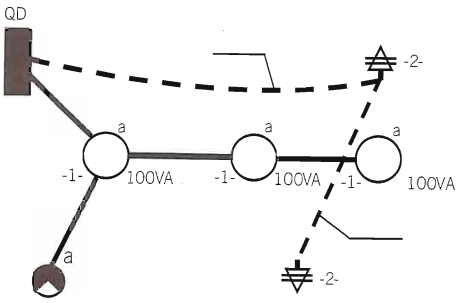
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

4. Representar corretamente as ligações nos diagramas multifilar e unifilar de uma instalação elétrica, contendo três lâmpadas incandescentes 100W-220V, comandadas por um interruptor bipolar e duas tomadas bifásicas.



3X100W-220V

Esquema multifilar.

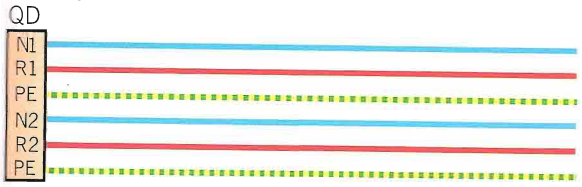


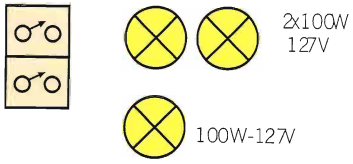
Esquema unifilar.

Arquivo do autor/ Vicente & Corban Design

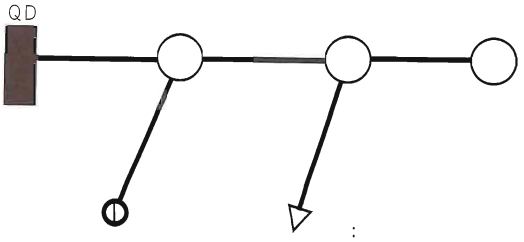
5. Completar as ligações dos circuitos com interruptor simples e tomada, abaixo, e fazer o diagrama unifilar correspondente.

a)





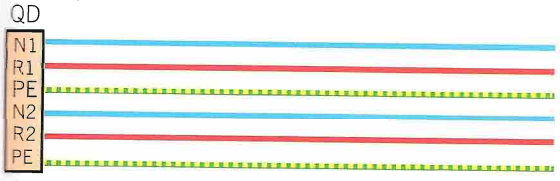
Esquema multifilar.

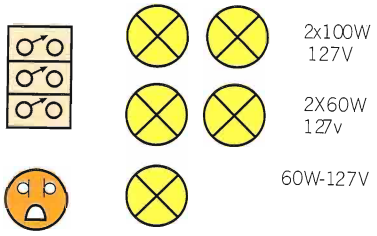


Esquema unifilar.

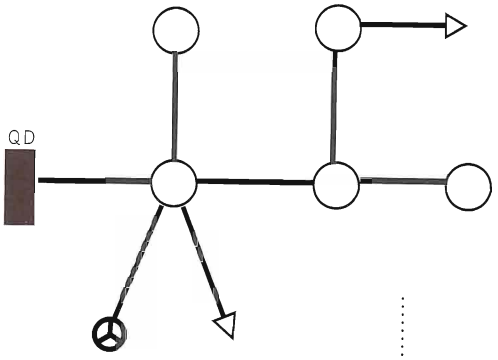
Arquivo do autor/Vicente & Corban Design

b)





Esquema multifilar.



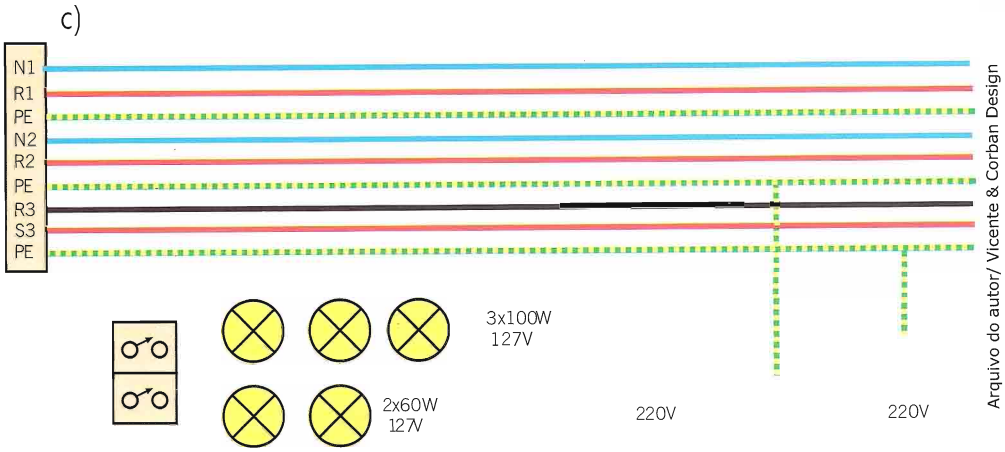
Esquema unifilar.

Arquivo do autor/ Vicente & Corban Design

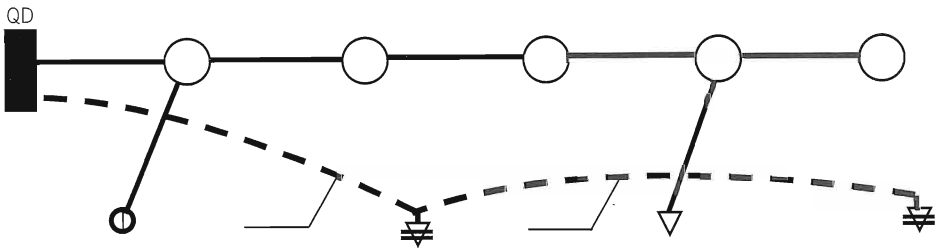
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

alerta

1. Nunca ligue a fase diretamente à lâmpada. Use interruptores bipolares se as mesmas forem de 220V (fase e fase).
2. O condutor retorno deve ser conectado ao receptáculo (soquete), o que corresponde ao terminal central da lâmpada.



Esquema multifilar.



Esquema unifilar.

paralelo

Lâmpadas fluorescentes

Como vimos anteriormente, a lâmpada incandescente desde a sua invenção em 1879 por Thomas Alva Édison teve um crescimento cada vez mais acelerado a partir de 1881 e é utilizada até os nossos dias, tendo inclusive os mais diversos modelos e finalidades de aplicação.

No entanto, em 1928 apareceu a lâmpada fluorescente, inventada pela General Elétric, e que em 1940 foi apresentada na Feira Mundial de Nova York.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

A lâmpada fluorescente é uma lâmpada de descarga de baixa pressão. É também conhecida como lâmpada fria ou luz fria. É uma lâmpada com tecnologia mais sofisticada do que as incandescentes.

O extraordinário sucesso da lâmpada fluorescente como fonte de luz se deve ao fato de produzir fluxo luminoso, em "lúmens", em grande quantidade com pequeno consumo de energia, maior qualidade para a iluminação e, portanto, com menor custo.

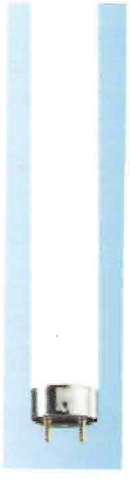
Tudo isso faz com que uma lâmpada fluorescente de 40W-127V apresente uma eficiência luminosa de 80 lúmens/watt, enquanto que uma lâmpada incandescente de 60W-127V possui uma eficiência de 14 lúmens/watt.

Além do mais a vida útil da lâmpada fluorescente é muitas vezes superior à das lâmpadas incandescentes, podendo ser superior a oito vezes.

Vicente Design

Cortesia Philips

Vicente Design



Cortesia Philips

Iluminação de ambientes.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

aplicando conhecimento

alerta

Não se deve usar as lâmpadas fluorescentes compactas ou tubulares comandadas por dimmers, a não ser com reatores eletrônicos adequados a essa finalidade.

Lâmpada fluorescente compacta

A lâmpada fluorescente compacta é produzida em diversos formatos. Como a lâmpada de descarga necessita para o seu funcionamento de um reator, em alguns modelos vem incorporado à lâmpada. A fixação ao receptáculo (soquete) pode ser rosqueável, rosca E-27, semelhante à lâmpada incandescente e, também, por soquetes com 2 ou 4 pinos. São ideais para substituição das lâmpadas incandescentes tradicionais, pois apresentam fluxo luminosos e reprodução de cores de ótima qualidade com uma economia em torno de 80% se comparada com as incandescentes.

Características da lâmpada fluorescente

Fonte: Philips

Linha de lâmpadas fluorescentes compactas.

TABELA DE EQUIVALÊNCIA

127V	220V	Área de iluminação da lâmpada
5W = 20W	5W = 25W	3m²
7W = 30W	7W = 35W	3m²
9W = 36W	9W = 45W	4m²
11W = 45W	11W = 55W	5m²
15W = 60W	15W = 75W	8m²
20W = 80W	20W = 100W	12m²
25W = 100W	25W = 125W	15m²
30W = 120W	30W = 150W	19m²
40W = 130W	40W = 200W	23m²
46W = 190W	46W = 225W	26m²
60W =	60W = 300W	34m²
75W =	75W = 375W	48m²
105W =	105W = 500W	69m²

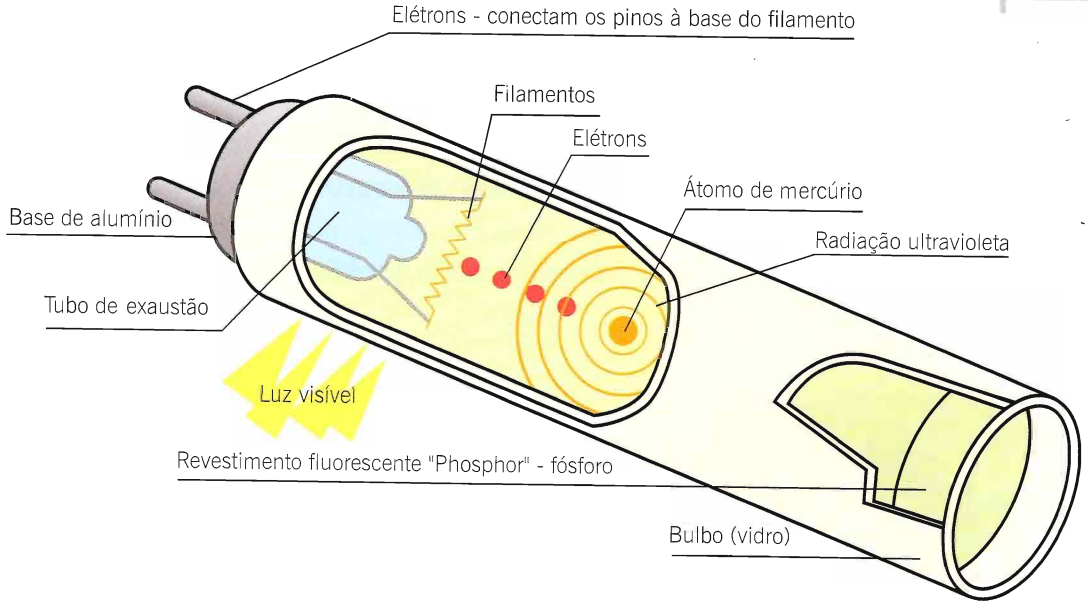
* Tabela extraída de catálogos de fabricantes. Os valores são orientativos. Para especificações com maior precisão, sugerimos consultar escrtórios de engenharia.

Cortesia Irmãos Abage

As lâmpadas fluorescentes compactas de qualidade comprovada são mais econômicas, podendo substituir as lâmpadas incandescentes e unidades habitacionais. Como exemplo, podemos substituir uma lâmpada incandescente de 100W por uma fluorescente compacta de 24W, sem prejudicar a quantidade de luz. Para tanto, vejamos a comparação a seguir.

O inconveniente é o alto custo: em torno de 5 vezes em relação à lâmpada incandescente; pode apresentar interferências em aparelhos eletroeletrônicos e a introdução de harmônicas no sistema.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br



Funcionamento

A lâmpada fluorescente contém dois eletrodos, conectados a um filamento em cada extremidade e no seu interior vapor de mercúrio e gases inertes, normalmente argônio, submetido à baixa pressão, para facilitar a partida, porque em condições normais, o ar e os gases não permitem a passagem da corrente elétrica se estiverem submetidos a pressões muito altas, como, por exemplo, a pressão atmosférica. O bulbo tubular é revestido internamente por uma camada de pó fluorescente (fósforo="phósphor") cuja finalidade é determinar a qualidade e a quantidade de luz emitida.

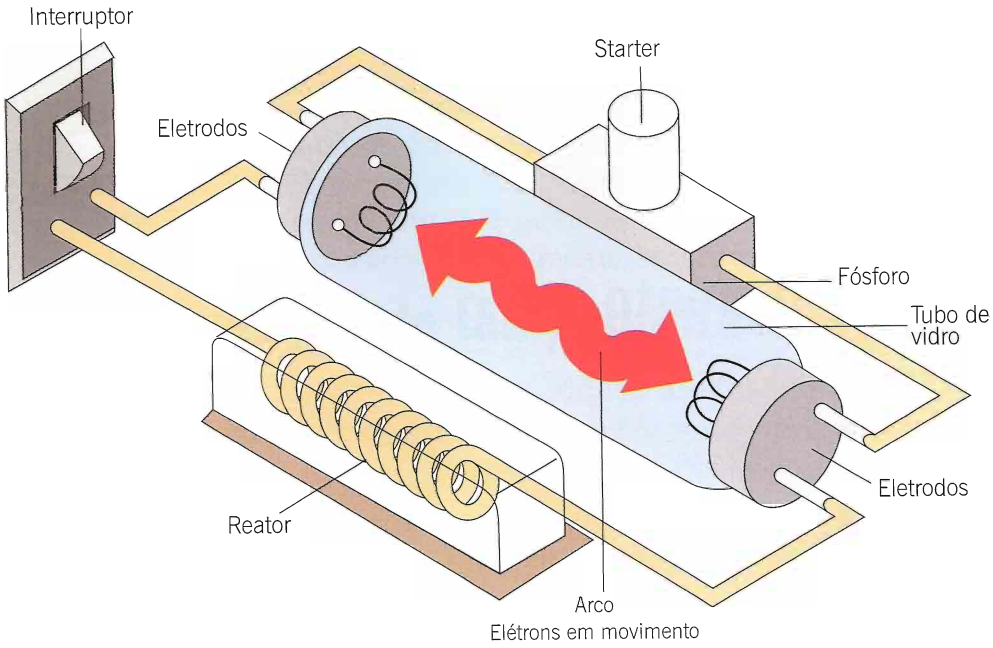
Assim que o circuito é energizado, os filamentos (eletrodos) são aquecidos ocorrendo a liberação de elétrons e uma corrente elétrica começa a circular entre os eletrodos. O deslocamento de elétrons faz com que ocorra a ionização dos gases de enchimento, reduzindo a resistência interna. Nesse instante, o arco salta excitando os elétrons dos átomos de mercúrio e ao retornarem à sua órbita original produzem radiação ultravioleta, a qual, por sua vez, excita a substância fluorescente que reveste a parte interna do bulbo (tubo de vidro), transformando a radiação ultravioleta em luz visível, que em função da substância fluorescente utilizada é possível obter várias tonalidades de cores.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

alerta

1. "Não utilize as lâmpadas fluorescentes associadas a sensores de presença, pois o excesso de acendimentos reduzirá bruscamente a vida da lâmpada" (Sylvania).
2. Variações da tensão e número elevado de acendimentos podem ocasionar a redução da vida média da lâmpada.

A lâmpada fluorescente, quanto instalada com reator convencional necessita, também, para o seu funcionamento de um "starter" (disparador). Assim que o circuito é energizado, a corrente elétrica circula inicialmente pelo "starter", constituído por um par bimetálico e gás néon. A corrente elétrica aquece o bimetal fechando-o e, em seguida, abre, pela influência do gás néon, produzindo um impulso de alta tensão no reator que inicia a descarga nos gases da lâmpada.



Componentes e acessórios de uma lâmpada fluorescente.

Tipos de reatores

Pelo fato das lâmpadas fluorescentes funcionarem pelo princípio de descarga elétrica em gases, é necessária a utilização de um equipamento auxiliar que mantenha as condições elétricas dentro de determinados valores, antes e depois da partida. O reator é responsável por esta função. Sem ele, a lâmpada seria destruída por excesso de potência. Além disso, o reator, ligado à lâmpada, produz um impulso de alta tensão necessário para a partida estabilizada da lâmpada fluorescente.

O reator deve proporcionar as condições ideais de estabilização da corrente elétrica da lâmpada, portanto, é fundamental conter as seguintes características:

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

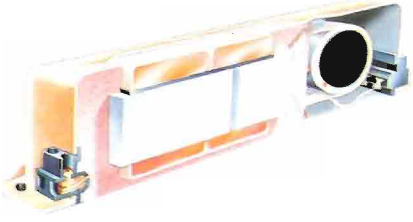
- Fator de potência elevado;
- Baixa porcentagem de harmônicas na corrente;
- Supressão adequada de interferência eletromagnética;
- Condições ideais para a partida da lâmpada;
- Dimensões reduzidas, baixas perdas, longa vida e baixo nível de ruído.

Os reatores podem ser eletromagnéticos e eletrônicos.

Eletromagnéticos

Os reatores eletromagnéticos são constituídos basicamente por uma bobina de fio de cobre enrolada sobre um núcleo de ferro silício, operando na freqüência da rede elétrica (60Hz). Neste tipo de reator ocorrem grandes perdas de potência pela qualidade do ferro empregado e pela elevada resistência do fio relativamente fino do enrolamento. Essa potência elétrica se dispersa em forma de calor, resultando em temperaturas elevadas (podendo atingir 100°C, ou seja, a temperatura de ebulição da água) durante o funcionamento normal. Os reatores eletromagnéticos podem ser classificados em 3 subtipos: Partida convencional série, partida convencional e partida rápida.

Arquivo do autor



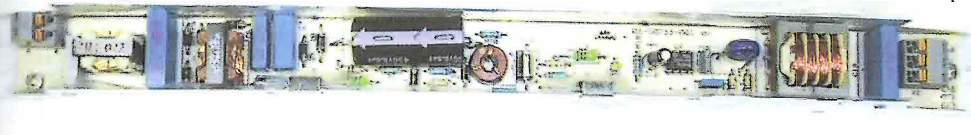
Arquivo do autor

Reatores eletromagnéticos.

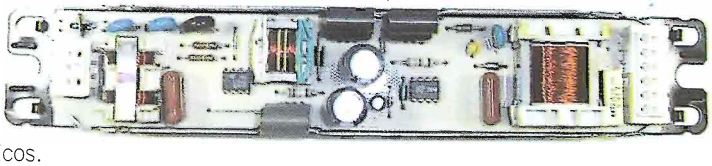
Eletrônicos

Os reatores eletrônicos são compostos por circuitos que proporcionam uma corrente elétrica em alta freqüência (acima de 20kHz) para as lâmpadas fluorescentes, a partir da rede elétrica de baixa freqüência. Nesta freqüência, o comportamento eletrônico da lâmpada muda, resultando em maior eficiência e economia de energia.

Os reatores eletrônicos possuem tecnologia inovadora, não



Fonte: Osram e Helfont



Reatores eletrônicos.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

necessitando de reignição constante, como ocorre nos reatores eletromagnéticos convencionais. Outras vantagens são: ausência do efeito estroboscópico; maior durabilidade das lâmpadas; menor peso e volume; menor aquecimento e baixa temperatura de trabalho.

alerta

1. Observar quando do uso de qualquer tipo de reator que o FP ou cos φ seja igual ou superior a 0,92 ou 92%, conforme determina a Norma, pois caso contrário deverão ser considerados, na potência do circuito, as perdas do reator, que serão vistos na Unidade 4 Capítulo 2.

oficina teórica

1. Preencha os espaços abaixo com a(s) palavra(s) que tornem o conceito certo.

a) A lâmpada fluorescente é uma lâmpada que utiliza a _____ elétrica por meio de um gás para produzir energia _____.

b) Reator: cuja finalidade é a de fornecer a _____ necessária na _____ e _____ a corrente normal de _____, pois quando o vapor de mercúrio é _____, a tendência da _____ é subir _____.

c) A escolha da lâmpada fluorescente é feita baseando-se principalmente na _____, _____, _____ e _____ (se for fluorescente compacta integrada)

2. Assinale a única alternativa correta:

a) Quanto às lâmpadas fluorescentes: dispostivo automático de descarga, composto de uma ampola de vidro com gás néon é...

( ) Lâmpada fluorescente;

( ) Lâmpada a vapor de mercúrio;

( ) Reator;

( ) starter.

b) Os elementos que se deslocam de um filamento a outro e chocam-se em seu interior com os átomos de mercúrio são:

( ) elétrons;

( ) energia luminosa;

( ) descargas elétricas;

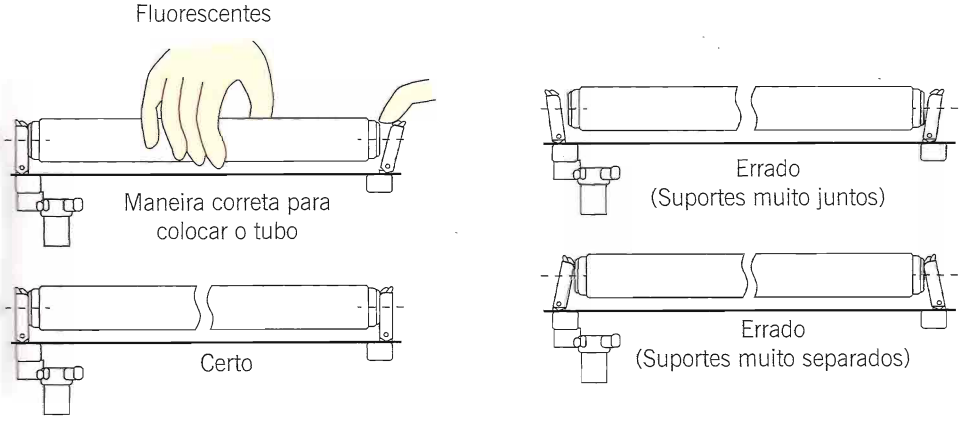
( ) fluxo de átomos.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

aplicando conhecimento

Cuidados na instalação da lâmpada fluorescente

As lâmpadas fluorescentes, devido à fragilidade das paredes de vidro e, principalmente, pelo fato do revestimento interno ser de um pó fosforescente e conter internamente mercúrio (Hg), elementos químicos tóxicos, devem ser manuseadas com o máximo de cuidado. Os ferimentos causados por estilhaços de vidro provenientes da lâmpada são de difícil cicatrização, devendo-se procurar um médico em casos de ferimentos dessa natureza. Com a quebra, a lâmpada implode, espalhando por toda a volta estilhaços de vidro que podem atingir quem estiver próximo, devido à pressão interna ser menor que a externa.

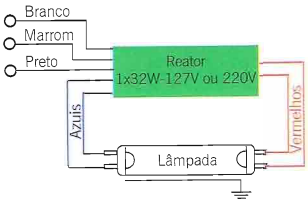


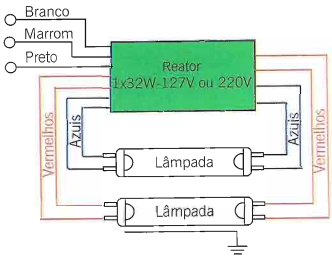
Para maior segurança, proceda da seguinte forma:

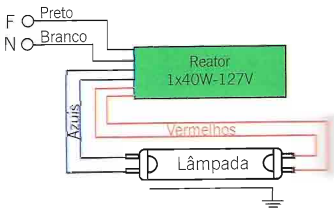
a) Procure desfazer-se das lâmpadas imprestáveis, colocando-as em local seguro.
b) Não as deixem encostadas pelos cantos.
c) Não deixe na calçada ou na beira de estradas, para evitar que pessoas e, principalmente, crianças acabem se ferindo.
d) Não jogue nos córregos, para não contaminar o meio ambiente.
e) Lâmpadas novas devem ser mantidas nas embalagens.

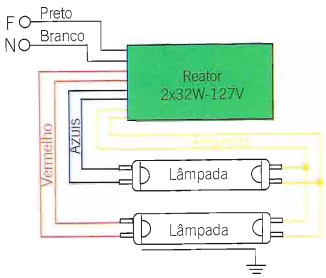
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

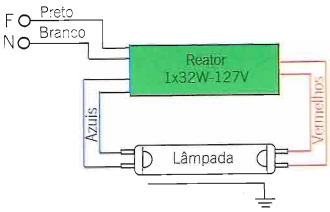
Esquemas de ligações

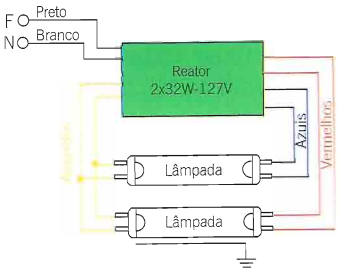


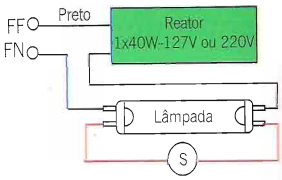










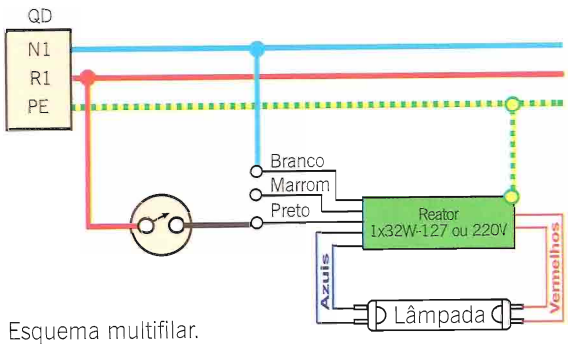


alerta

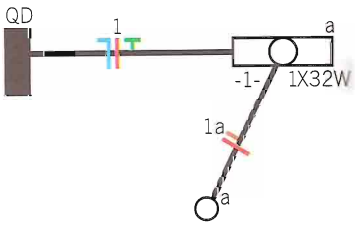
Certifique-se de que a luminária e o reator sejam aterrados. Antes de ligar o reator, observe sempre o esquema de ligações gravado no mesmo.

A representação do comando de iluminação com uma lâmpada fluorescente ficará da seguinte forma.

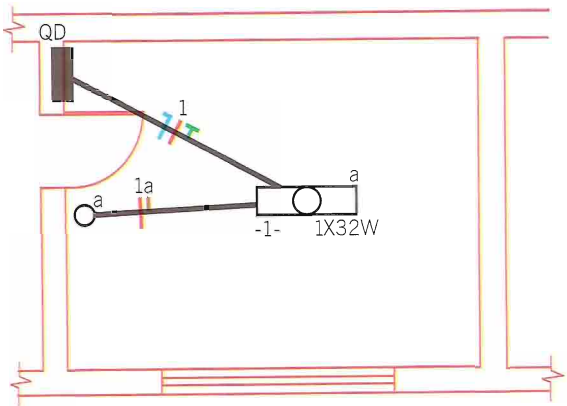
Instalação de interruptor com lâmpada fluorescente



Esquema multifilar.



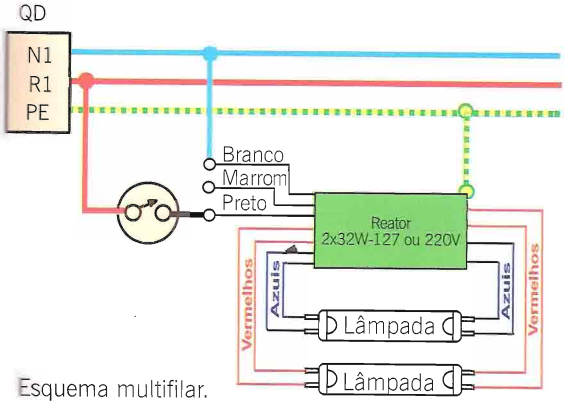
Esquema unifilar.



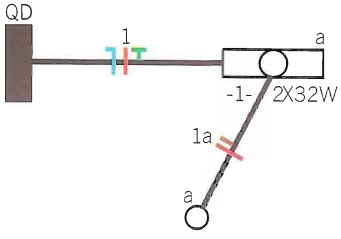
Representação em planta baixa.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Para o comando de iluminação com duas lâmpadas fluorescentes procede-se da seguinte forma.



Esquema multifilar.



Esquema unifilar.

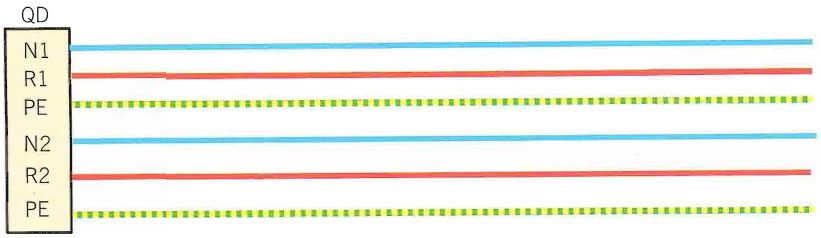
interatividade

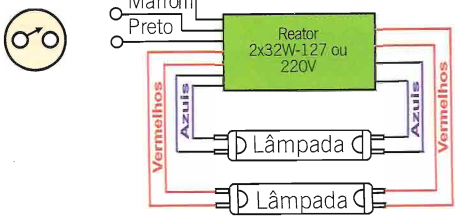
1. Cite pelo menos 10 precauções que você julga importante na utilização das lâmpadas fluorescentes.
2. Quais as diferenças, vantagens e desvantagens na utilização dos reatores eletromagnéticos e eletrônicos?
3. Faça um quadro comparativo entre as lâmpadas incandescentes e fluorescentes citando: potência, fluxo luminoso, vida média e eficiência. (Sylvania/dicas)
4. Especifique e apresente ilustrações dos tipos de soquetes utilizados para a instalação de lâmpadas fluorescentes tubulares e compactas.
5. Apresente algumas sugestões para a economia de energia, substituindo a lâmpada incandescente por fluorescente.
6. Como é estabelecido o ciclo de vida média de uma lâmpada fluorescente?
7. O que é reciclagem de lâmpadas?
8. Quantas e quais são as fases para o processo de reciclagem de lâmpadas de descarga?
9. Cite as aplicações das lâmpadas coloridas: Azul, Ouro, Verde e Luz Negra.
10. Pesquise sobre Lâmpada néon, citando funcionamento, características e acessórios.
11. Qual a quantidade de mercúrio e gases inertes contidos no interior da lâmpada fluorescentes?
12. É possível ligar uma lâmpada fluorescente de 32W com um reator de 40W?

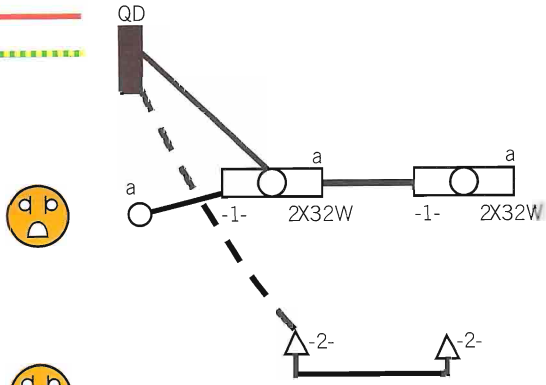
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

oficina prática

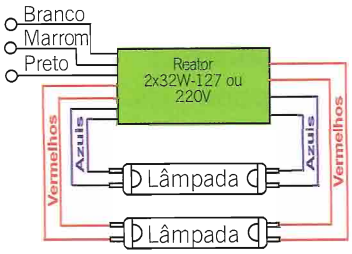
1. Comando de iluminação com quatro lâmpadas fluorescentes de 32W, em 127V e duas tomadas monofásicas (2P+T).



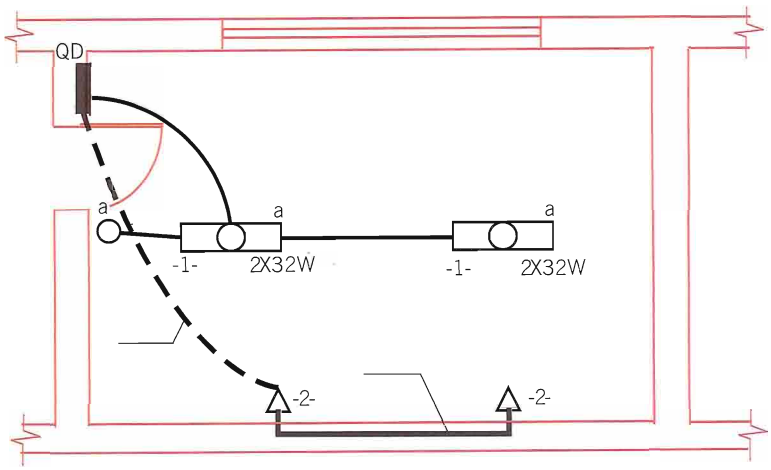




Esquema unifilar.



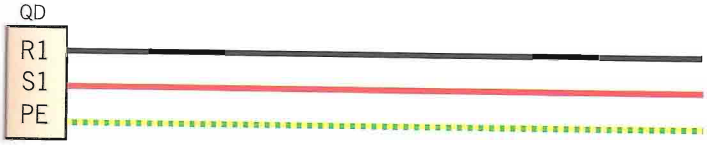
Esquema multifilar.

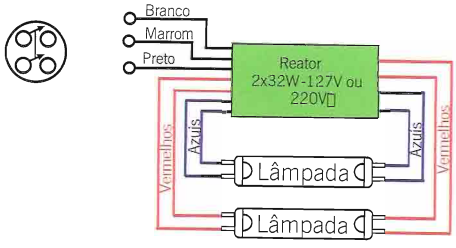


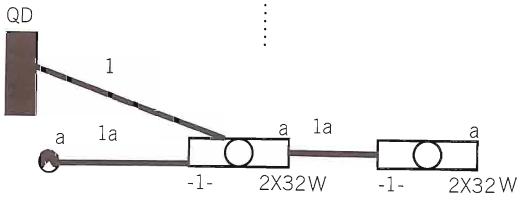
Representação em planta baixa.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

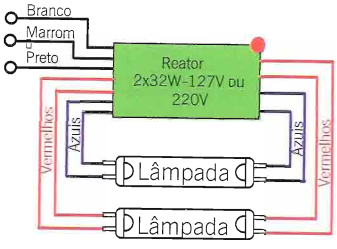
2. Comando de iluminação com quatro lâmpadas fluorescentes de 32W em 220V.







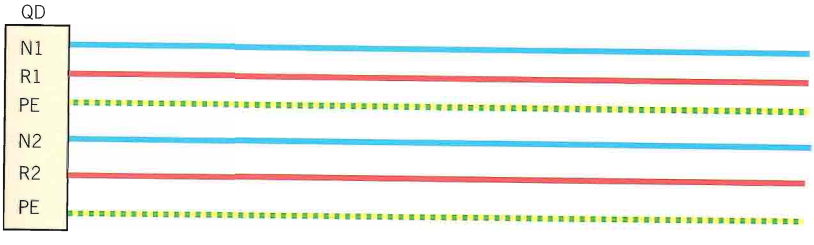
Esquema unifilar.

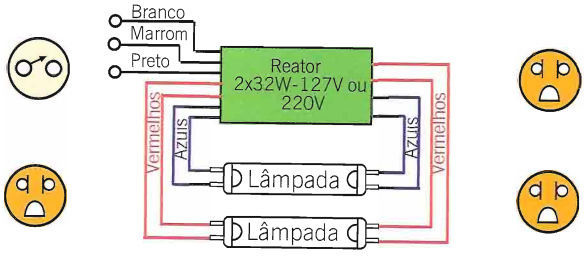


Esquema multifilar.

Sendo dada a simbologia padronizada, complete as ligações do esquema multifilar. Na planta baixa, contendo apenas uma dependência, posicione corretamente todos os componentes (interruptor, lâmpadas, tomadas e QD), efetue o traçado de eletrodutos e fiação.

3. Comando de iluminação fluorescente 2x32W-127V com interruptor simples e 3 tomadas, sendo 2 tomadas baixas e 1 tomada meia-altura. Na planta baixa, temos 1 ponto de iluminação no centro da dependência.





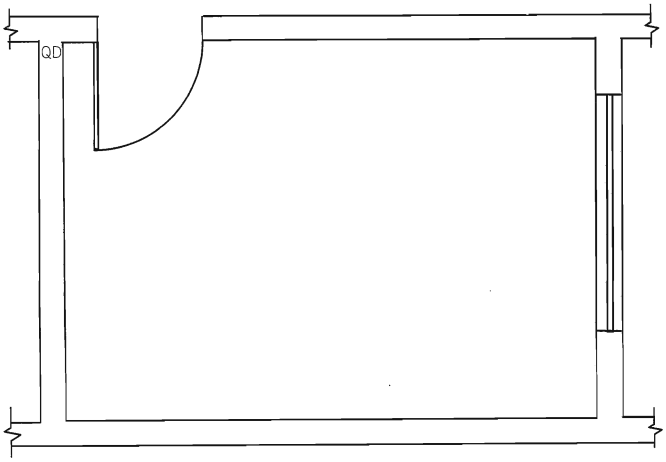
Esquema multifilar.

Tomadas não-especificadas são de 127V.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

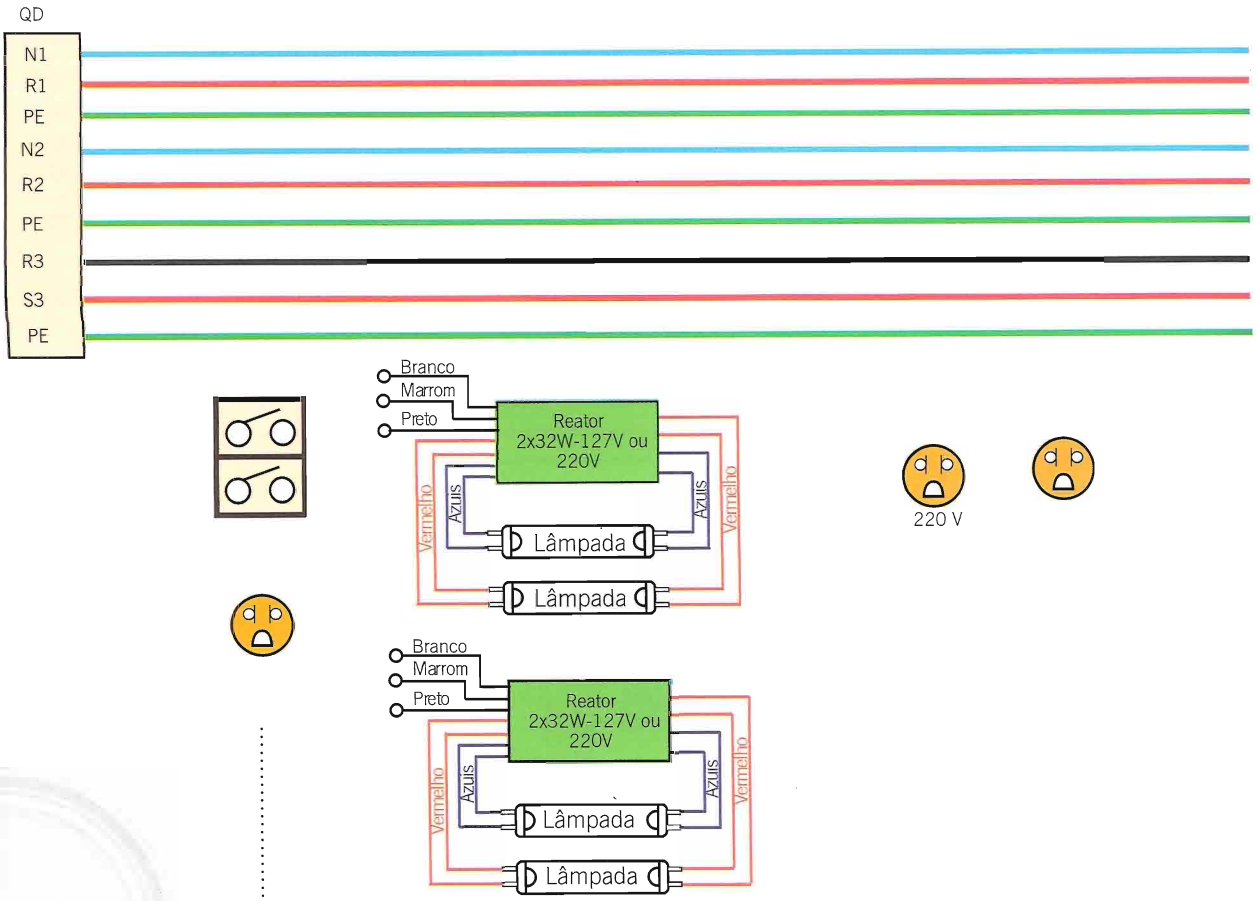
alerta

Os estudantes devem ser orientados para que o ponto de iluminação esteja perfeitamente centralizado na dependência. Utilize os procedimentos já vistos.



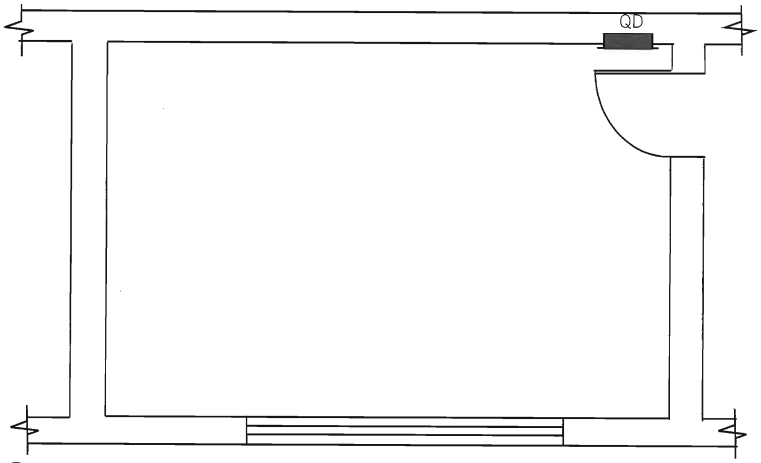
Representação em planta baixa.

4. Comando de iluminação fluorescentes, contendo: 4 lâmpadas fluorescentes de 32W, 2 tomadas de 127V(NF) e 1 tomada de 220V (2F). Na planta baixa de uma dependência temos 2 pontos de iluminação com comandos independentes.



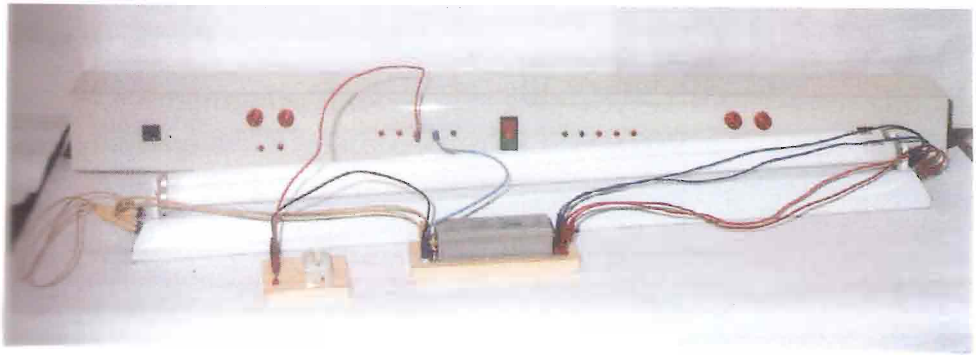
Esquema multifilar.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br



Representação em planta baixa.

laboratório



Arquivo do autor

Material necessário

Quant.	Especificação
2	Luminárias para duas lâmpadas fluorescentes de 32W.
4	Lâmpadas fluorescentes de 32W.
1	Reator 127V, para uma lâmpada fluorescente de 32W.
1	Reator 127V, para duas lâmpadas fluorescentes de 32W.
1	Reator 220V, para duas lâmpadas fluorescentes de 32W.
1	Interruptor de 1 tecla simples.
1	Interruptor de 2 teclas simples.
1	Interruptor simples bipolar.
1	Tomadas 2P+T+Universal.
27	Condutores para interligações.

alerta

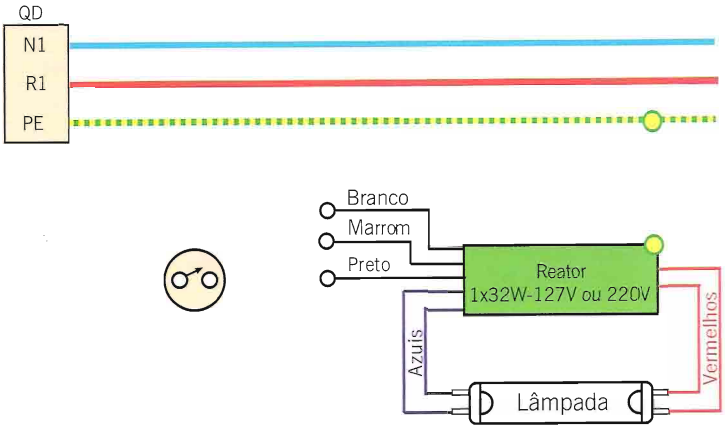
1. Ao efetuar a instalação de lâmpadas fluorescentes, observar sempre o esquema que vem gravado na carcaça no reator. Observe, também, a tensão, se é compatível com a tensão padrão da sua região, a corrente, fator de potência, etc.
2. Para melhor funcionamento e segurança, os reatores devem ser aterrados juntamente com a calha (luminária).

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

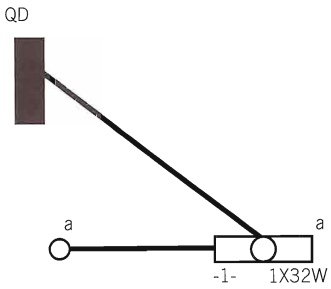
Sendo dado os símbolos gráficos padronizados complete as ligações do esquema unifilar e faça a representação dos símbolos do esquema multifilar efetuando as ligações corretamente das instalações elétricas, conforme as características abaixo.

Efetue a montagem

1. 1 lâmpada fluorescente de 32W; 1 interruptor simples; 1 reator de 1x32W-127V.

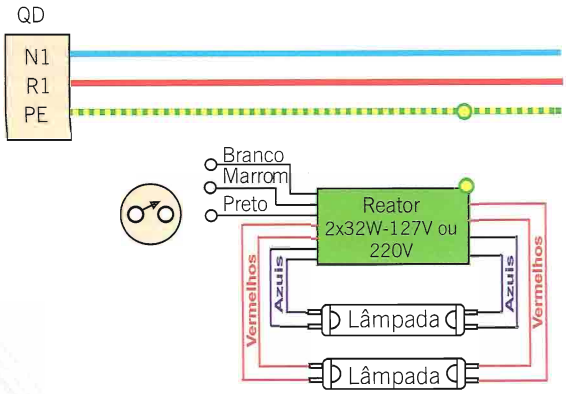


Esquema multifilar.

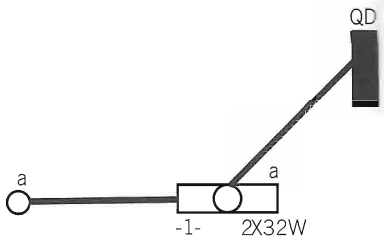


Esquema unifilar.

2. 2 lâmpadas fluorescentes de 32W; 1 interruptor simples; 1 reator de 2x32W-127V.



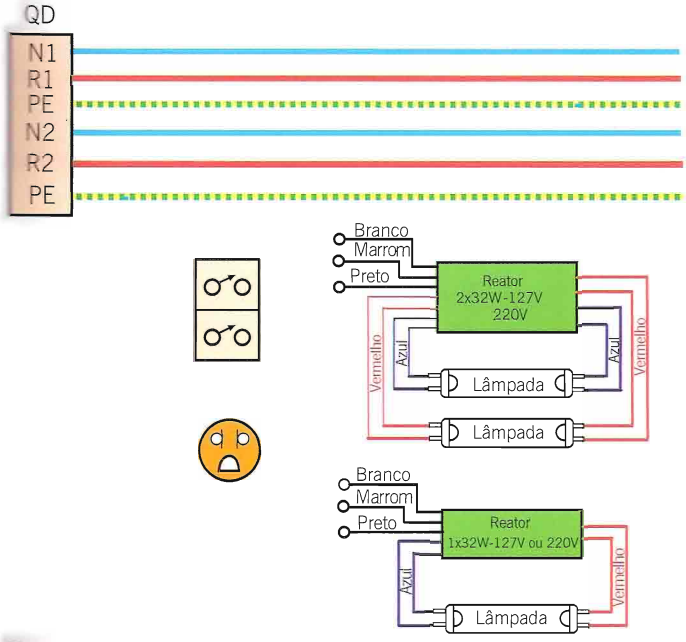
Esquema multifilar.



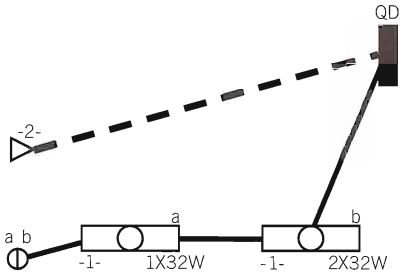
Esquema unifilar.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

3. 3 lâmpadas fluorescentes de 32W; 1 interruptor simples duas teclas; 1 reator de 2x32W-127V; 1 reator 1x32W-127V e 1 tomada 127V (F+N+PE)

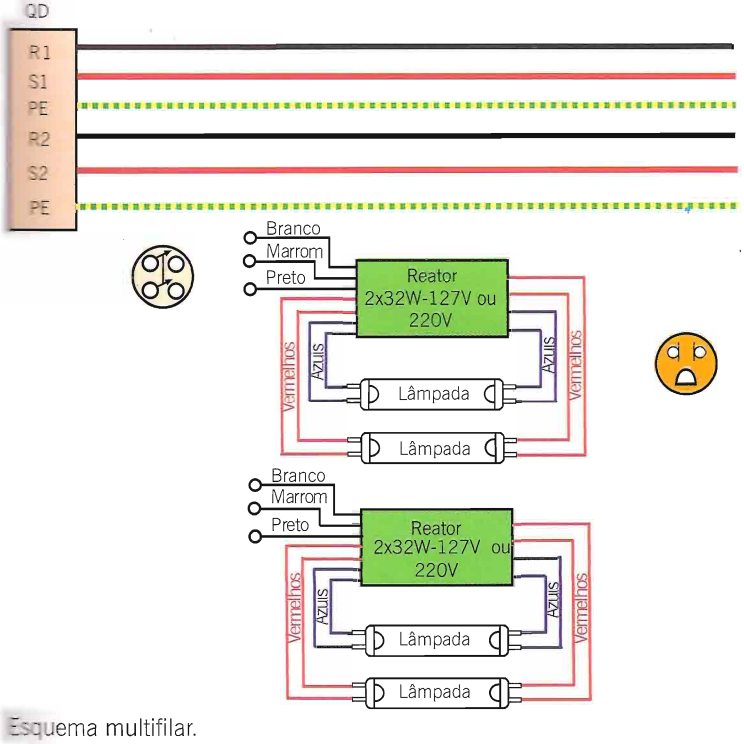


Esquema multifilar.

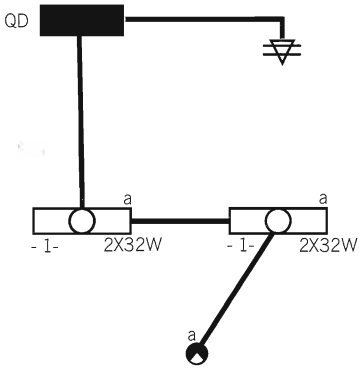


Esquema unifilar.

4. 4 lâmpadas fluorescentes de 32W; 1 interruptor simples bipolar; 2 reatores de 2x32W-220V e 1 tomada 220V (2F+PE).



Esquema multifilar.

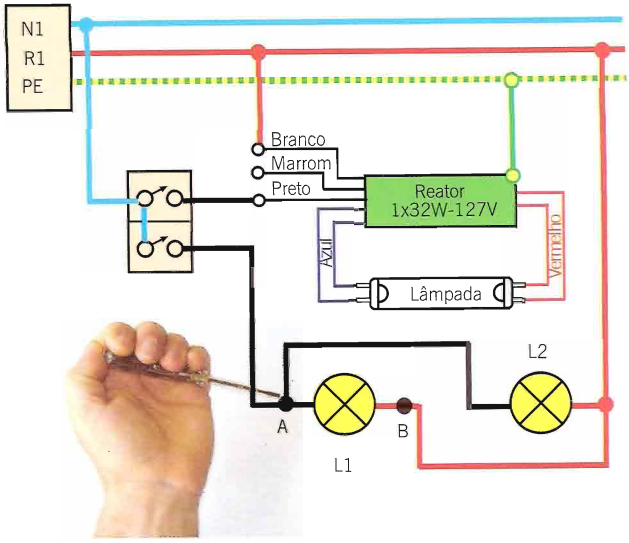


Esquema unifilar.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

alta tensão

Um "eletricista" fez uma instalação com as características do esquema abaixo:



Ao efetuar a substituição do receptáculo (soquete) da lâmpada "L1", o eletricista verificou, com o auxílio de uma lâmpada de teste néon, que tanto em A como em B havia continuidade, mesmo sem a lâmpada e com o interruptor desligado (aberto).

Diante do exposto e após analisar cuidadosamente o circuito, você deve:

a) Descrever qual foi o erro cometido pelo eletricista.

b) Apresentar uma solução técnica para o problema.

interatividade

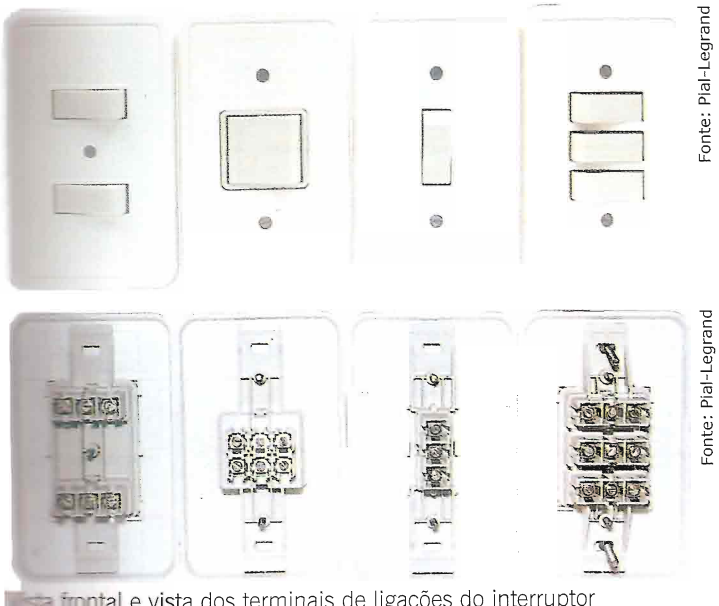
Pesquise os tipos de lâmpadas incandescentes, fluorescentes, interruptores, tomadas e reatores em catálogos de fabricantes.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Capítulo 2

Instalação de lâmpadas com interruptores paralelos e intermediários

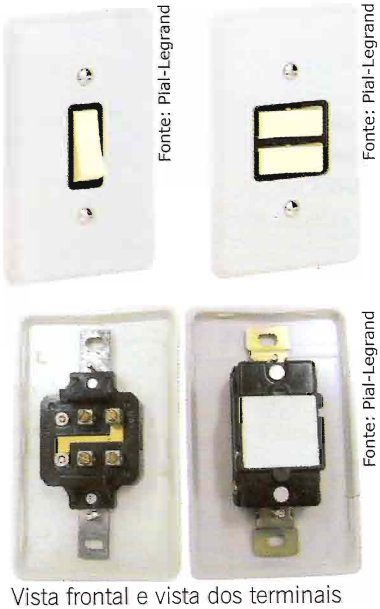
Em uma instalação elétrica, os interruptores simples se tornam tão inadequados como ineficientes em determinadas situações. O exemplo disso é quando se deseja ligar ou desligar a(s) lâmpada(s) de dois ou mais locais diferentes, como é o caso de um corredor ou uma escada de um sobrado. Nessa situação, utilizam-se os interruptores paralelos e intermediários.



Fonte: Pial-Legrand

Fonte: Pial-Legrand

Vista frontal e vista dos terminais de ligações do interruptor paralelo, com uma, duas, três seções e paralelo bipolar.



Fonte: Pial-Legrand

Fonte: Pial-Legrand

Vista frontal e vista dos terminais de ligações de interruptores intermediários.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

aplicando conhecimento

Interruptores paralelos

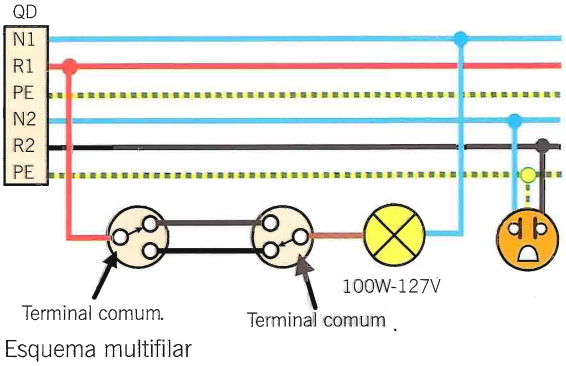
Os interruptores paralelos são usados para comandar uma lâmpada ou um grupo de lâmpadas de somente dois locais diferentes, portanto necessitamos sempre de dois interruptores paralelos para que possamos efetuar o comando da(s) lâmpada(s). Esses interruptores possuem três terminais, sendo que um deles é denominado terminal comum e os outros dois são chamados de retornos ou paralelos. No terminal comum de um dos interruptores, ligamos a fase e no terminal comum de outro interruptor ligamos o retorno para a lâmpada. Os outros dois terminais (retornos ou paralelos) são simplesmente interligados entre si, ou seja, são dois condutores paralelos ligados de um a outro interruptor.

Os interruptores paralelos podem ser utilizados em diversos locais, tais como: salas, escadarias, corredores, quartos e em outros locais onde se deseja comodidade na instalação, evitando retornar ao mesmo ponto para apagar ou acender a lâmpada.

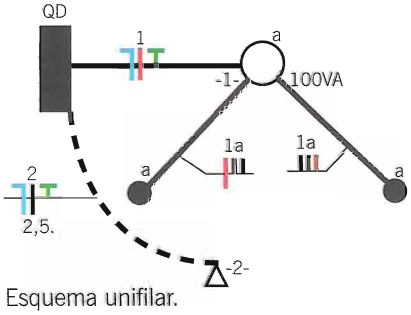
O interruptor paralelo é também conhecido com o nome de "thee way" (três vias ou três caminhos).

Nas figuras abaixo, vemos alguns exemplos de utilização dos interruptores paralelos, bem como o seu funcionamento e instalação.

Instalação de interruptores paralelos com lâmpada



Esquema multifilar

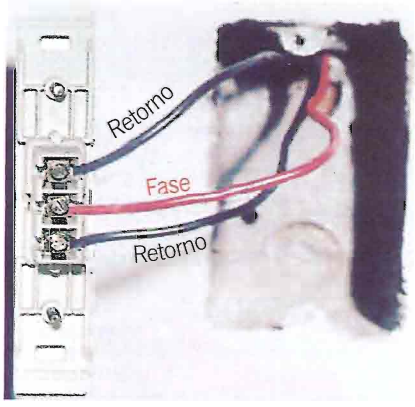


Esquema unifilar.

alerta

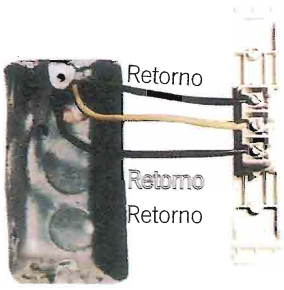
Certifique-se de que as ligações nos terminais comuns de ambos os interruptores estejam corretas.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br



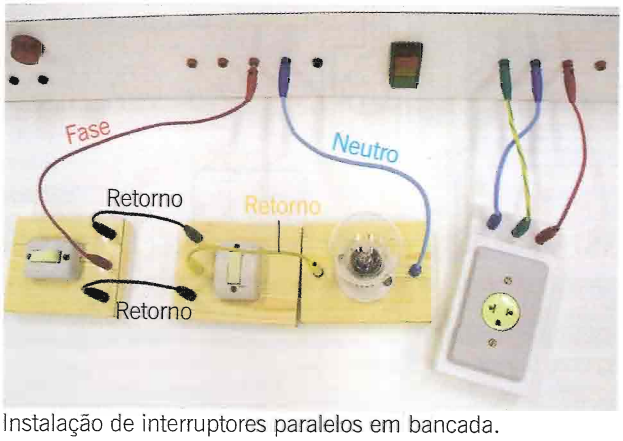
Arquivo do autor

Arquivo do autor



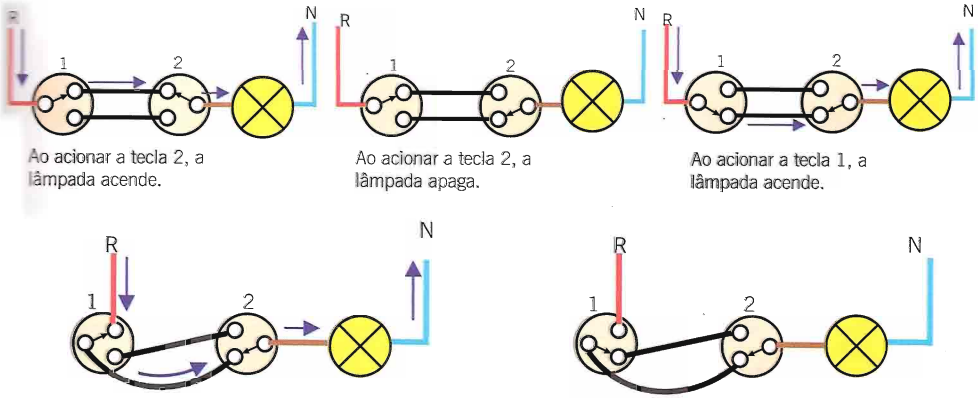
Arquivo do autor

Instalação de interruptores paralelos em alvenaria.



Arquivo do autor

Instalação de interruptores paralelos em bancada.



Ao acionar a tecla 2, a lâmpada acende.

Ao acionar a tecla 2, a lâmpada apaga.

Ao acionar a tecla 1, a lâmpada acende.

alerta

Utilizamos o condutor com a cor da isolação amarela somente para fins didáticos, com o objetivo de facilitar a interpretação. A Norma NBR 5410:2004, item 6.1.5.3.4 –nota, diz: "Por razões de segurança, não deve ser usada a cor de isolação exclusivamente amarela onde pode existir o risco de confusão com a dupla coloração verde-amarela, cores exclusivas do condutor de proteção".

alerta

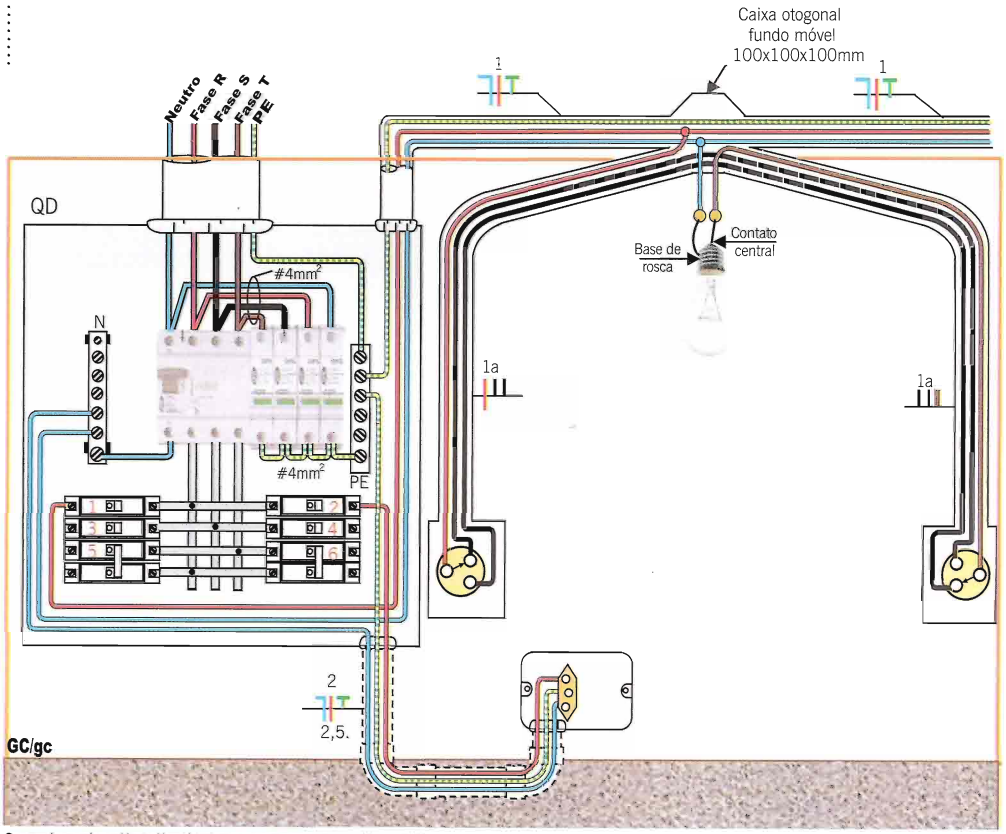
O interruptor paralelo pode funcionar como interruptor simples.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Instalação do interruptor paralelo

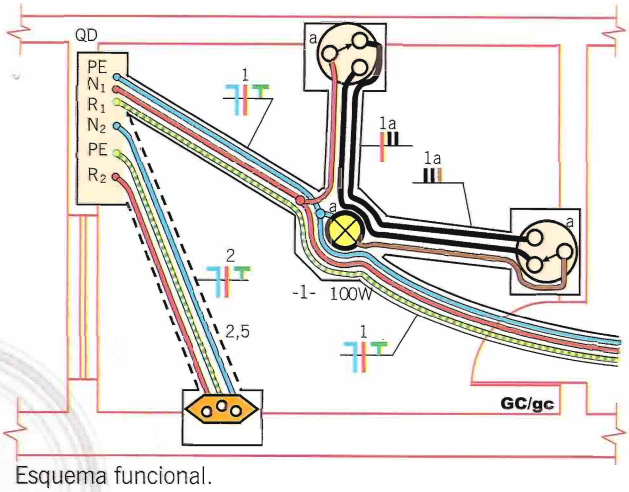
Na ilustração abaixo, podemos ver os detalhes de uma instalação, partindo do QD - Quadro de Distribuição, utilizando-se os recursos do interruptor paralelo.

Instalação de interruptores paralelos com lâmpada e tomada.

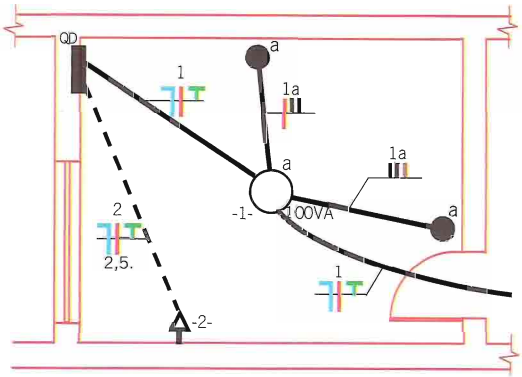


Quadro de distribuição com pontos de utilização.

Prever condutor de proteção em todos os circuitos.



Esquema funcional.



Representação em planta baixa.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

oficina teórica

Complete os espaços abaixo com as informações adequadas.

a) O interruptor paralelo possui _____ terminais, sendo que um deles é denominado de _____.

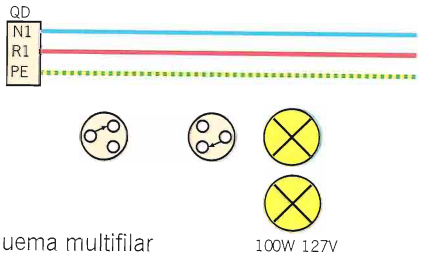
b) O (a) _____ é o condutor que é ligado ao interruptor e um dos terminais da lâmpada, e o outro terminal da lâmpada é ligado a (o) _____.

c) Nas instalações de lâmpadas e interruptores, o condutor _____ deve estar ligado à lâmpada e o condutor _____ no interruptor.

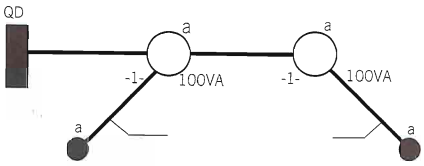
oficina prática

Sendo dado os símbolos normalizados, complete os esquemas abaixo:

a) Comando de duas lâmpadas incandescentes de 100W-127V por interruptores paralelos.

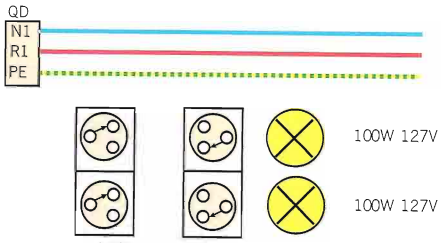


Esquema multifilar

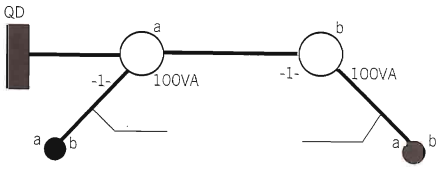


Esquema unifilar

b) Comando de duas lâmpadas incandescentes de 100W-127V, por dois conjuntos de interruptores paralelos.

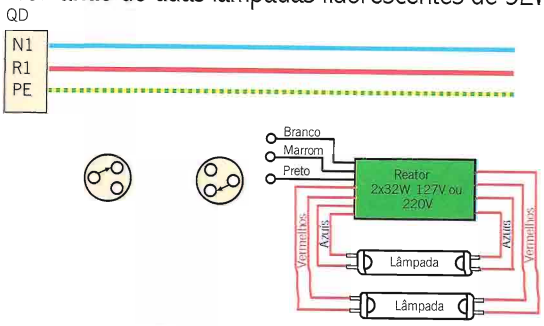


Esquema multifilar

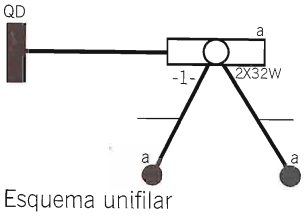


Esquema unifilar

c) Comando de duas lâmpadas fluorescentes de 32W por interruptores paralelos.



Esquema multifilar



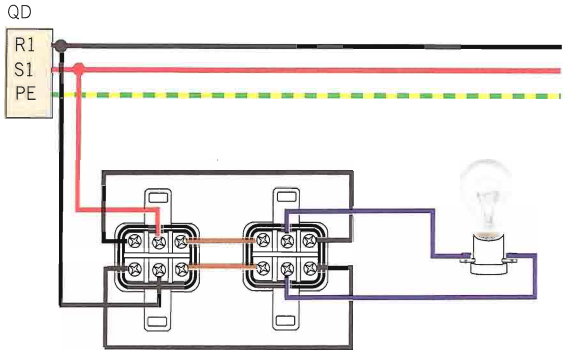
Esquema unifilar

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

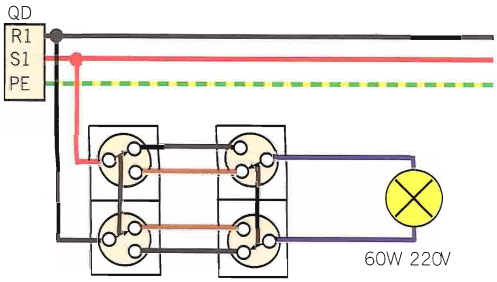
paralelo

Interruptor paralelo bipolar

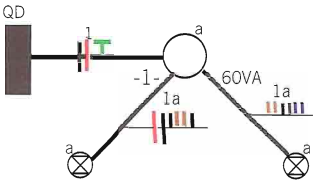
O interruptor paralelo bipolar é utilizado quando há necessidade do comando de lâmpadas, cuja tensão da rede seja 220V (2F), no sistema 220V/127V. Veja os esquemas abaixo:



Esquema funcional.



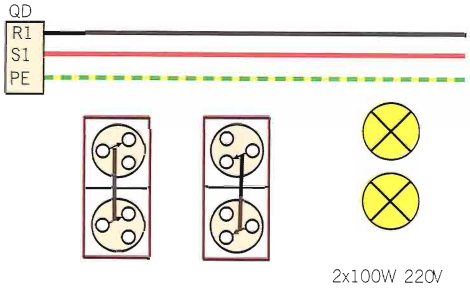
Esquema multifilar.



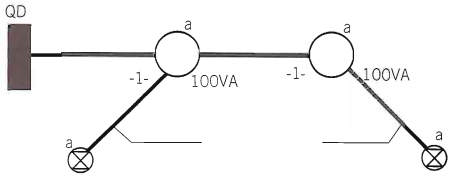
Esquema unifilar.

oficina prática

1. Comando de duas lâmpadas incandescentes de 100W-220V, por interruptor paralelo bipolar.



Esquema multifilar.

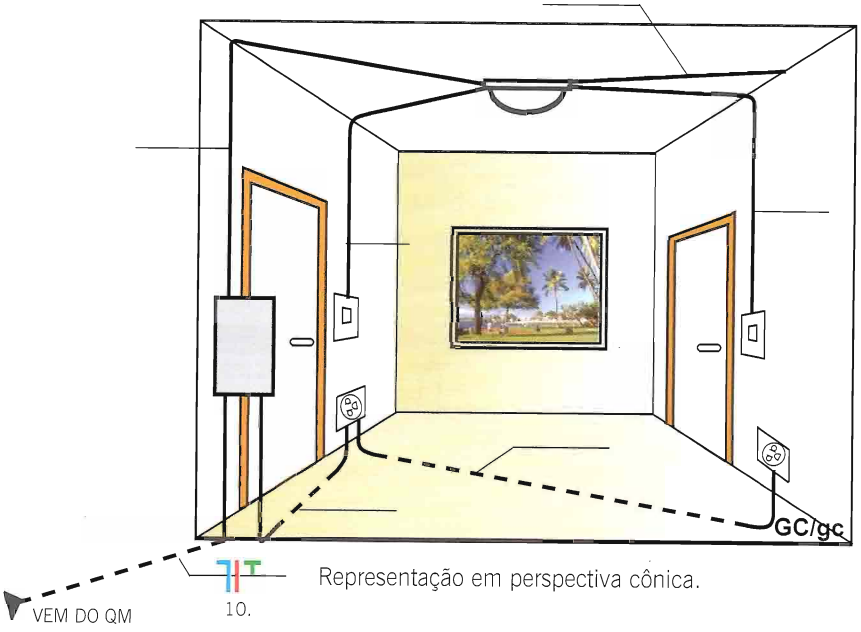


Esquema unifilar.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

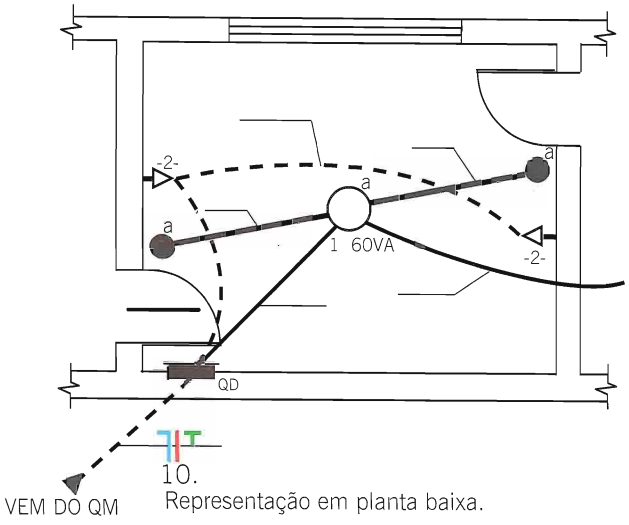
2. Comando de lâmpadas por interruptores paralelos. Representação de traçado de eletrodutos e fiação, utilizando símbolos gráficos normalizados, conforme o solicitado.

a) No traçado de eletrodutos da perspectiva cônica abaixo, representar corretamente a fiação, partindo do QD.



Representação em perspectiva cônica.

b) Baseando-se na perspectiva cônica acima, completar o traçado de eletroduto, partindo do QD, bem como a fiação respectiva.



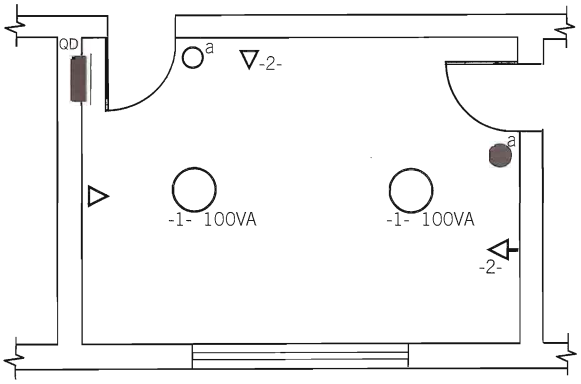
Representação em planta baixa.

alerta

Nas plantas, representar o traçado de eletrodutos, quando for o caso, e a fiação correspondente.

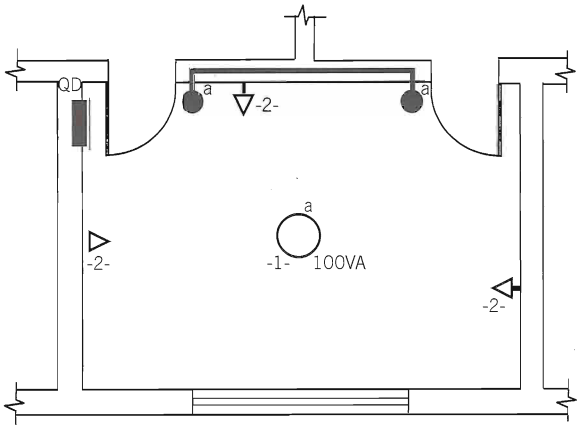
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

c) Lâmpadas incandescentes (02 de 100W-127V) comandadas por interruptores paralelos e três tomadas baixas 127V (2P+T).



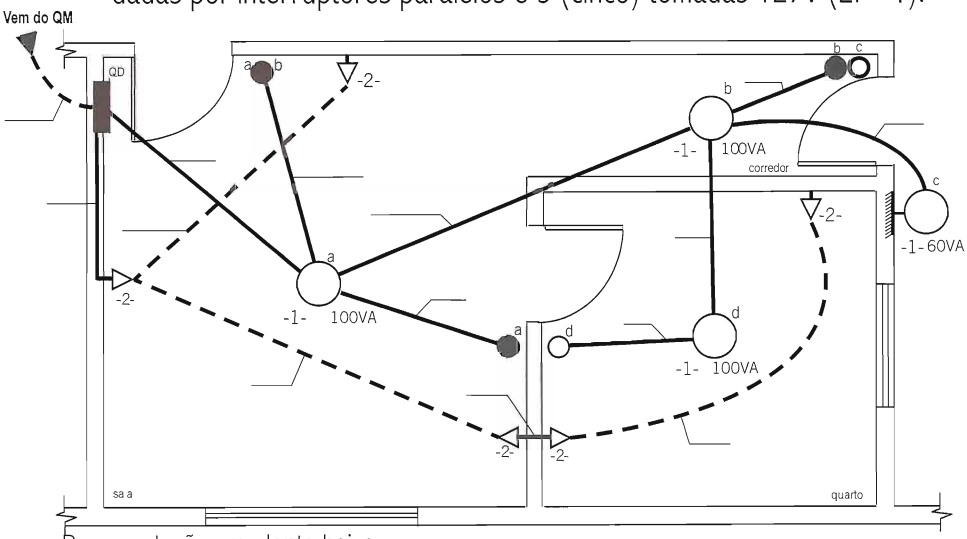
Representação em planta baixa.

d) Lâmpada incandescente (1 de 100W-127V), sendo as portas de acesso no mesmo lado da parede, comandada por interruptores paralelos e três tomadas baixas 127V (2P+T).



Representação em planta baixa.

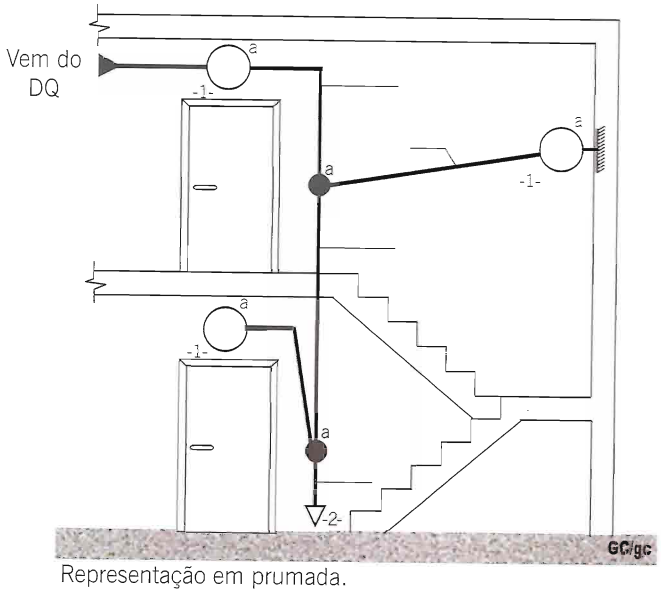
e) Lâmpadas incandescentes (03 de 100W-127V e 01 de 60W-127V), comandadas por interruptores paralelos e 5 (cinco) tomadas 127V (2P+T).



Representação em planta baixa.

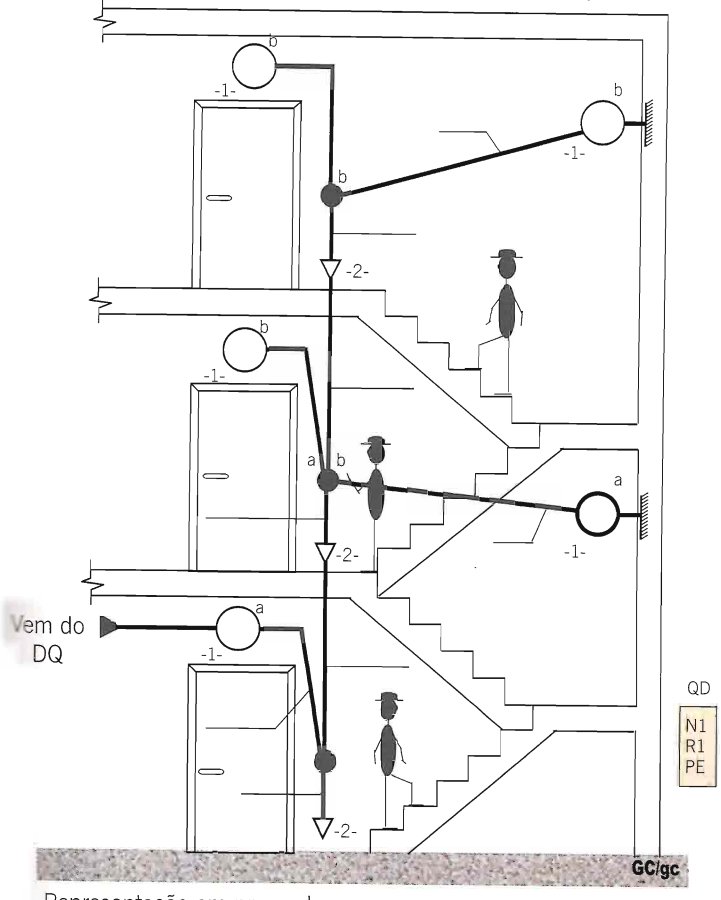
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

f) Representar a fiação para as prumadas abaixo: Neste exercício, temos dois pavimentos. Observação: Represente no local adequado a potência das lâmpadas.

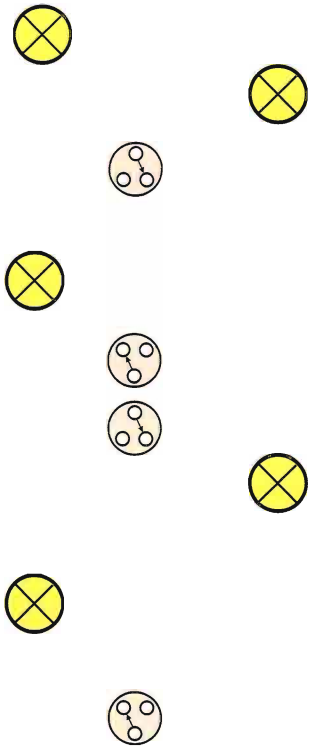


Representação em prumada.

g) Com 3 pavimentos. Faça as interligações do esquema multifilar conforme o posicionamento dos símbolos, somente para o circuito de iluminação.



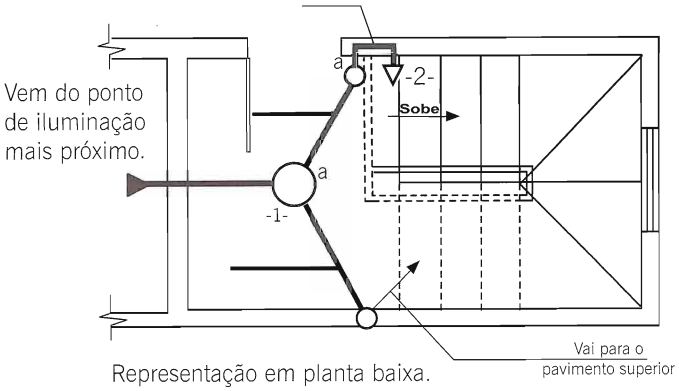
Representação em prumada.



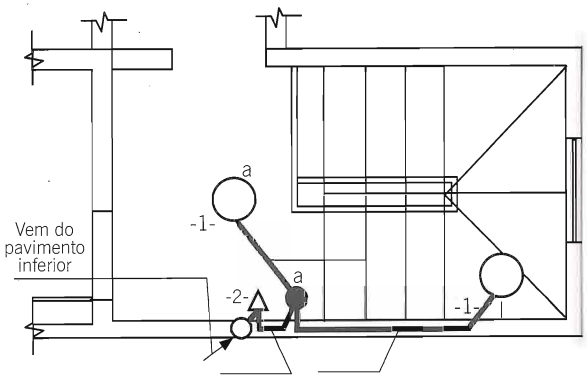
Esquema multifilar.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

h) A prumada ou perfil abaixo é também representada em planta, como pavimento térreo ou inferior e pavimento superior. Representar a fiação correspondente a cada trecho do traçado de eletrodutos.

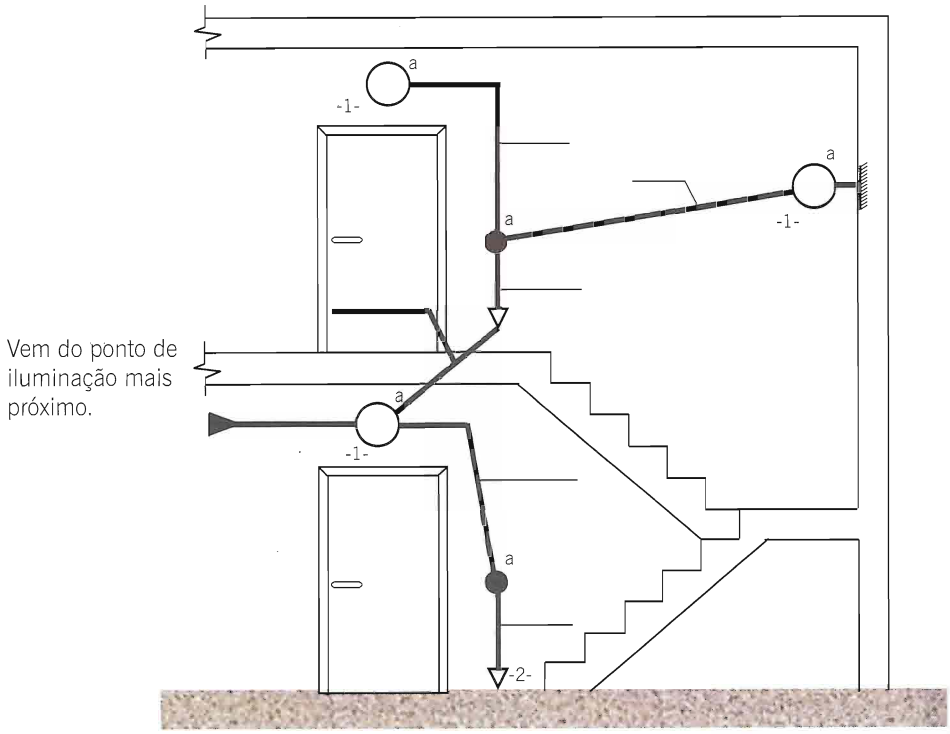


Representação em planta baixa. Pavimento térreo.



Representação em planta baixa. Pavimento superior.

Prumada referente à representação em planta do pavimento térreo e superior



Representação em prumada.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

laboratório

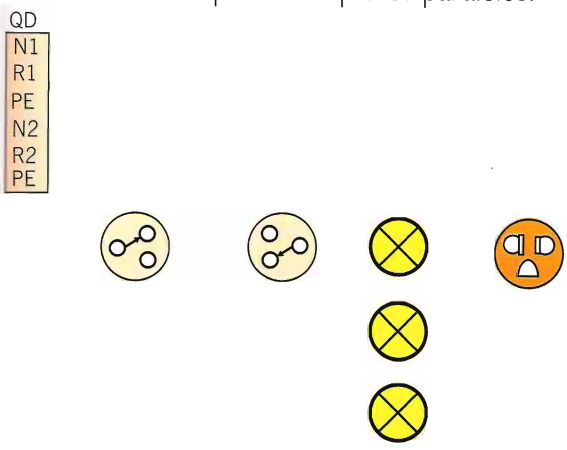
A seguir são dados os símbolos normalizados dos esquemas multifilar e do unifilar que você deverá completá-los corretamente. Após a conclusão desta atividade, será possível a execução prática das instalações elétricas com interruptores paralelos, intermediários e tomadas.

Material necessário

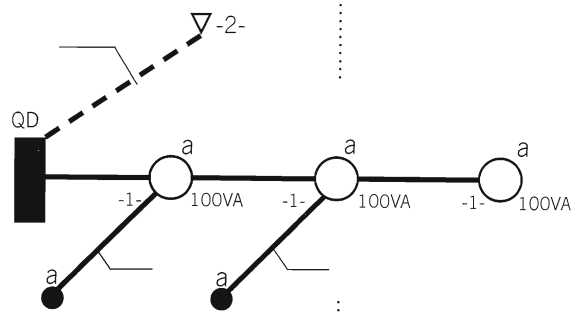
Quant.	Especificação
3	Lâmpadas incandescentes de 220V.
3	Lâmpadas incandescentes de 127V.
1	Conjunto de interruptor de 2 teclas paralelas.
2	Interruptores paralelos de 1 tecla.
1	Interruptores simples de 1 tecla.
2	Interruptores paralelos bipolar
2	Tomadas 2P+T+Universal.
20	Condutores para interligações.
2	Reatores eletrônicos 2x32W-127V ou 220V.
4	Lâmpadas fluorescentes de 32W.

Efetue a montagem

1. Representar corretamente as ligações nos diagramas multifilar e unifilar de uma instalação elétrica, contendo duas lâmpadas incandescentes de 100W-127V, comandadas por interruptores paralelos.



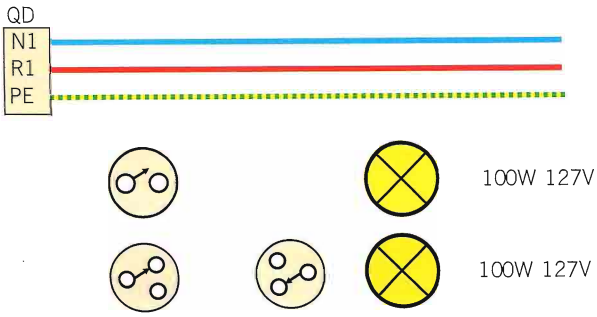
Esquema multifilar.



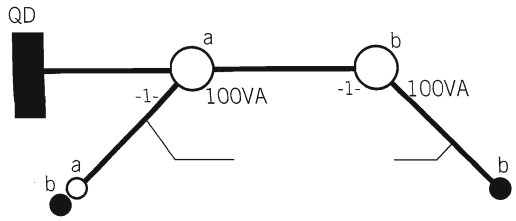
Esquema unifilar.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

2. Completar as ligações de modo que uma lâmpada seja comandada por um ponto, e a outra por dois pontos diferentes.

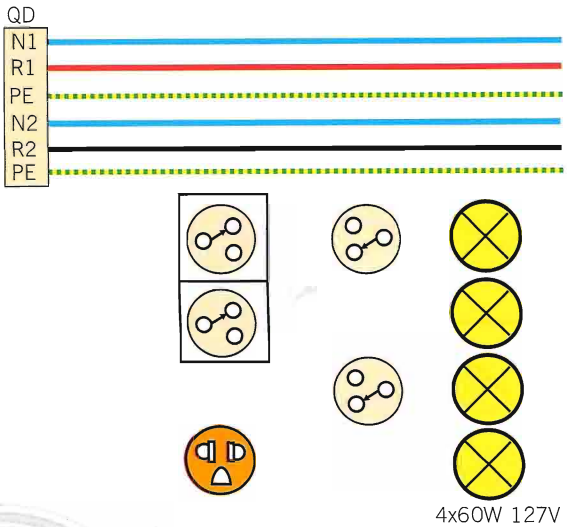


Esquema multifilar.

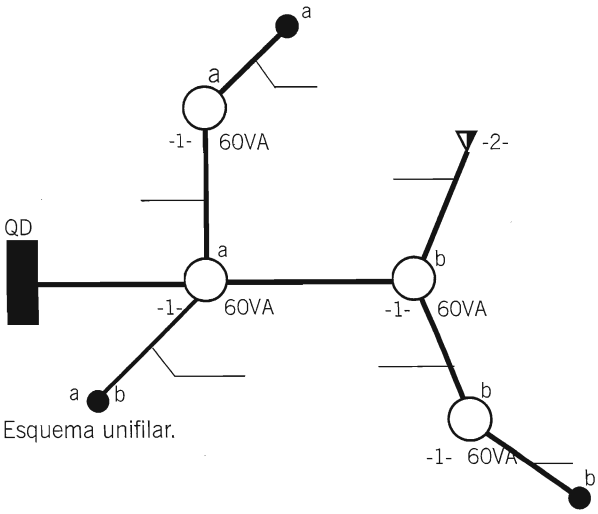


Esquema unifilar.

3. Completar as ligações dos esquemas multifilar e unifilar, de modo que as quatro lâmpadas incandescentes de 100W-127V sejam comandadas duas a duas, por dois interruptores paralelos de uma tecla e por um conjunto de interruptor de duas teclas. Instalar, também, uma tomada 2P+T, ligada em 127V a meia-altura.



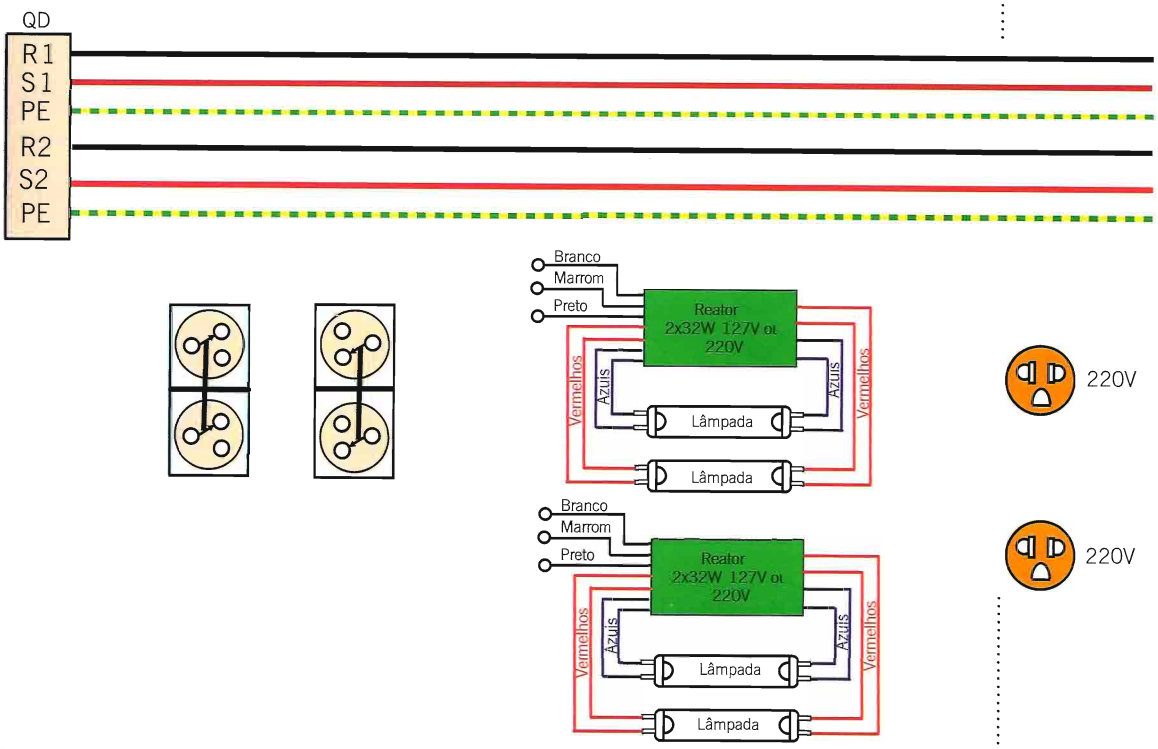
Esquema multifilar.



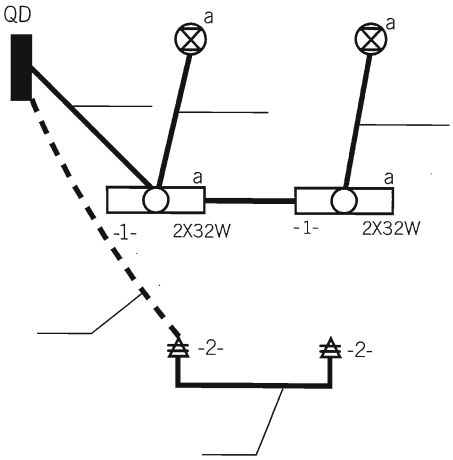
Esquema unifilar.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

4. Completar as ligações nos esquemas abaixo de um comando com quatro lâmpadas fluorescentes de 32W, com reatores eletrônicos ligados em 220V e, ainda, duas tomadas 2P+T ligadas em 220V.



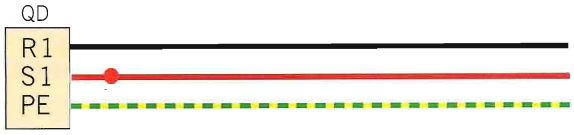
Esquema multifilar.

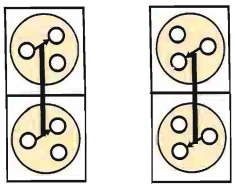


Esquema unifilar.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

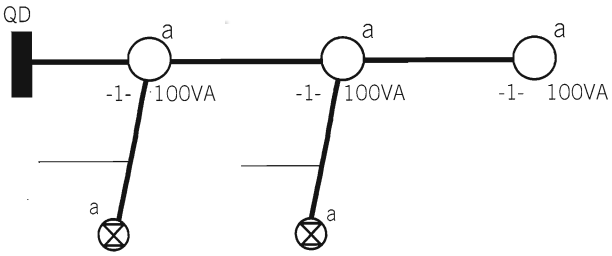
5. Completar as ligações nos esquemas abaixo do comando com três lâmpadas incandescentes de 100W-220V, comandadas por interruptores paralelos bipolares.





Esquema multifilar.

3x100W 220V



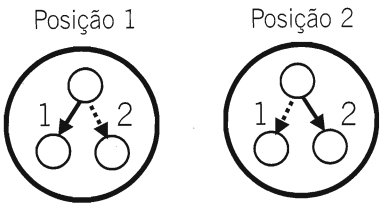
Esquema unifilar.

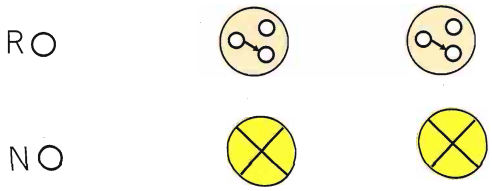
alta tensão

1. Tendo duas lâmpadas incandescentes de 60W-127V e dois interruptores paralelos, completar as ligações do esquema multifilar, sendo que ao acionarmos os dois interruptores simultaneamente, as lâmpadas devem ficar com as seguintes características:

   a) interruptores com as teclas na posição 1, as lâmpadas ficam ligadas em série;

   b) interruptores com as teclas na posição 2, as lâmpadas ficam ligadas em paralelo.





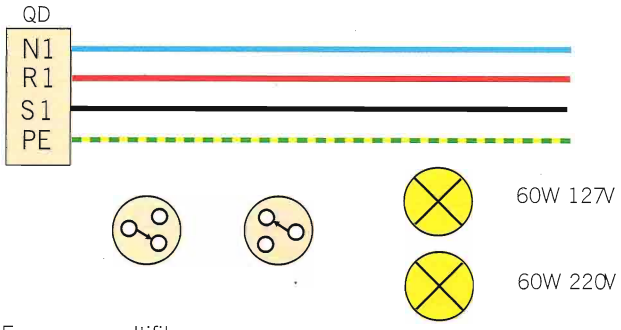
Esquema multifilar.

alerta

Como se trata de um exercício de raciocínio, a fase poderá, eventualmente, ser ligada à carga (lâmpada). No entanto, as interligações deverão ser executadas com o máximo de segurança, evitando provocar curto-circuito.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

2. Complete o circuito abaixo e justifique se ele funciona ou não.



Esquema multifilar.

aplicando conhecimento

Interruptores intermediários

Os interruptores intermediários são utilizados quando houver a necessidade de se comandar uma lâmpada ou um grupo de lâmpadas de vários locais, ou melhor, de três ou mais pontos diferentes.

Esses interruptores apresentam as seguintes características:

- Possuem quatro terminais para as ligações.
- São sempre instalados entre dois interruptores paralelos.
- As ligações na entrada e saída é feita pela lateral do interruptor.

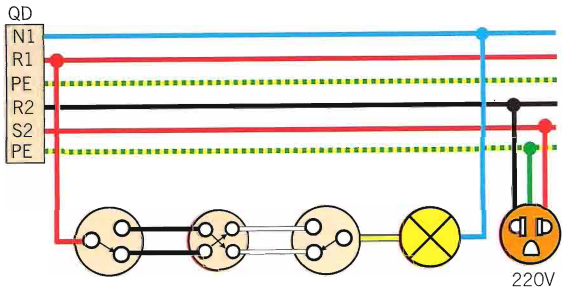
Os interruptores intermediários utilizados no comando de iluminação de escadarias de vários andares, salões e corredores de vários acessos ou quando se deseja maior comodidade na instalação elétrica. Também são conhecidos com o nome de "four-way" (quatro vias ou quatro caminhos).

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

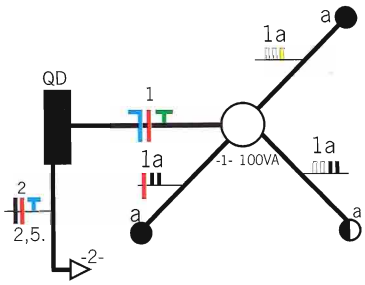
A seguir apresentamos os esquemas multifilar e unifilar mostrando como ligar corretamente o interruptor intermediário.

Instalação de interruptor intermediário com lâmpada e tomada

Nunca ligar o condutor fase nesses interruptores intermediarios e nem o retorno para a(s) lâmpada(s).



Esquema multifilar.

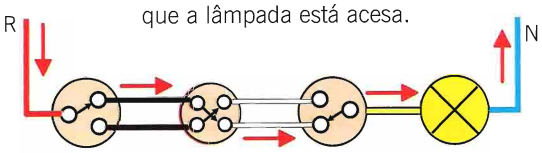


Esquema unifilar.

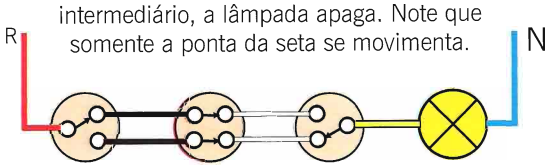
Funcionamento

Como vimos anteriormente, o interruptor paralelo possui as condições adequadas para o seu funcionamento. O mesmo ocorre com o interruptor intermediário, o qual deverá ser conectado corretamente para o seu funcionamento. Conforme abaixo:

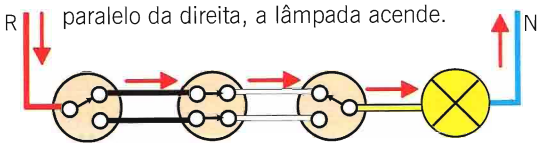
As teclas nestas posições indicam que a lâmpada está acesa.



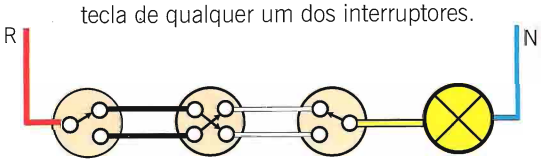
Ao mover a tecla do interuptor intermediário, a lâmpada apaga. Note que somente a ponta da seta se movimenta.



Ao mover a tecla do interruptor paralelo da direita, a lâmpada acende.

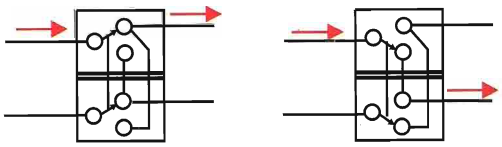


Para desligar a lâmpada basta mover a tecla de qualquer um dos interruptores.



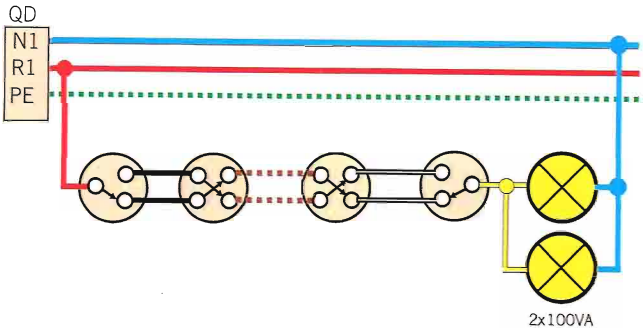
Observe que as ligações no interruptor intermediário estão invertidas. O circuito não funcionará.

Interligações internas. Note que o interruptor intermediário é constituído por dois interruptores paralelos, sendo que dois terminais são interligados entre si.

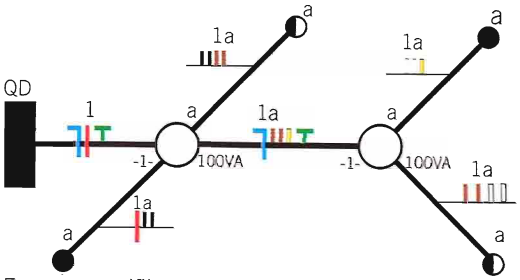


www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Em uma instalação elétrica, conforme for a necessidade, é possível instalar "n" interruptores intermediários. Veja os esquemas multifilar e unifilar, abaixo:



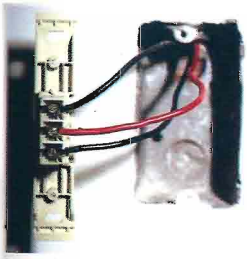
Esquema multifilar.



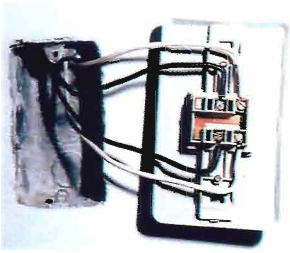
Esquema unifilar.

Instalação

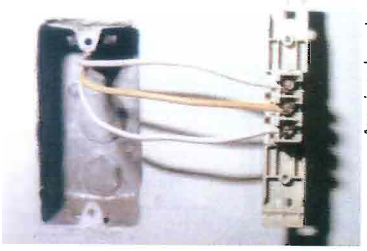
As ilustrações abaixo apresentam os detalhes das ligações do interruptor intermediário em alvenaria, e onde podemos ver como se faz uma montagem em bancada e as conexões de uma instalação real.



Arquivo do autor

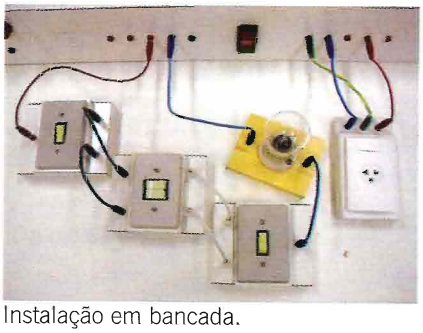


Arquivo do autor



Arquivo do autor

Instalação em alvenaria.



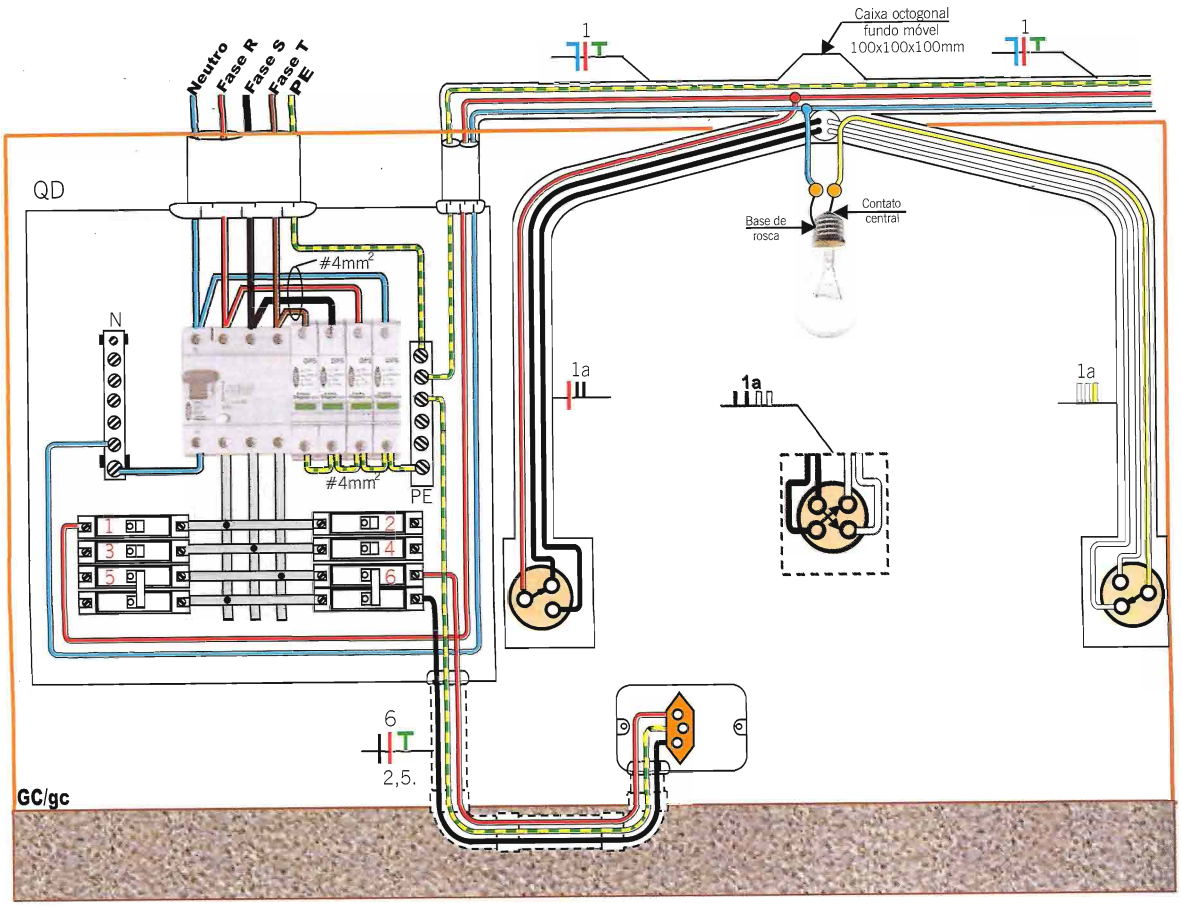
Arquivo do autor

Instalação em bancada.

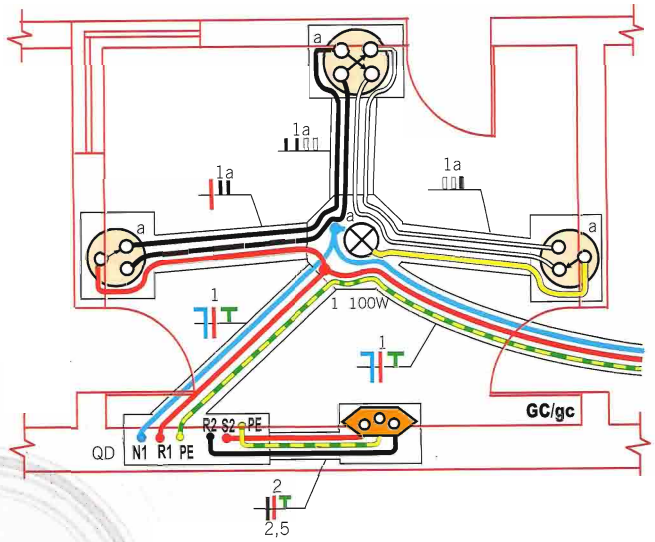
"Deve-se tomar cuidado na instalação do interruptor intermediário, para não confundir com o interruptor simples bipolar, pois os dois são similares visualmente".

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

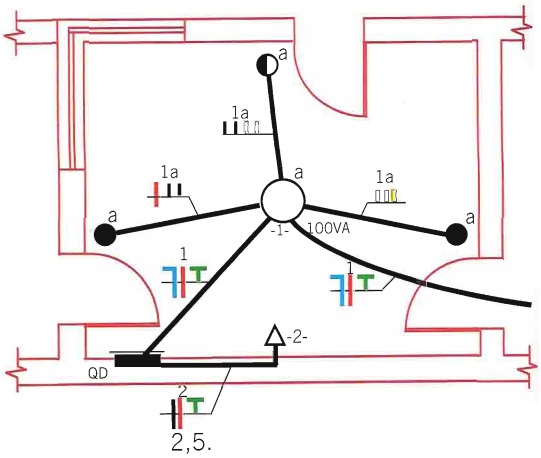
Nas ilustrações abaixo, podemos ver os detalhes de uma instalação partindo do QD - Quadro de Distribuição, utilizando-se os recursos do interruptor intermediário.



Quadro de distribuição com pontos de utilização.

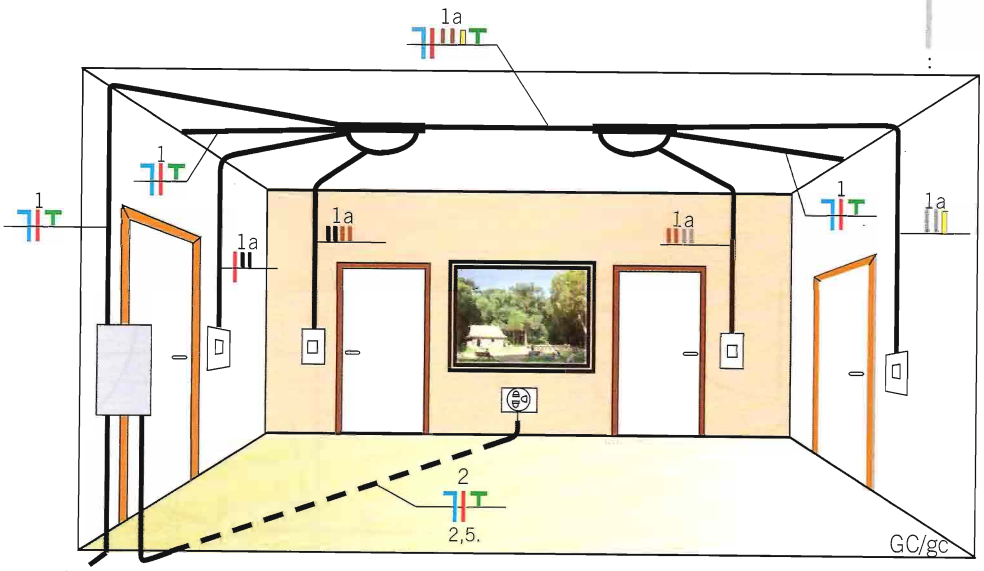


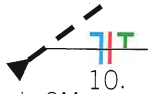
Esquema funcional.



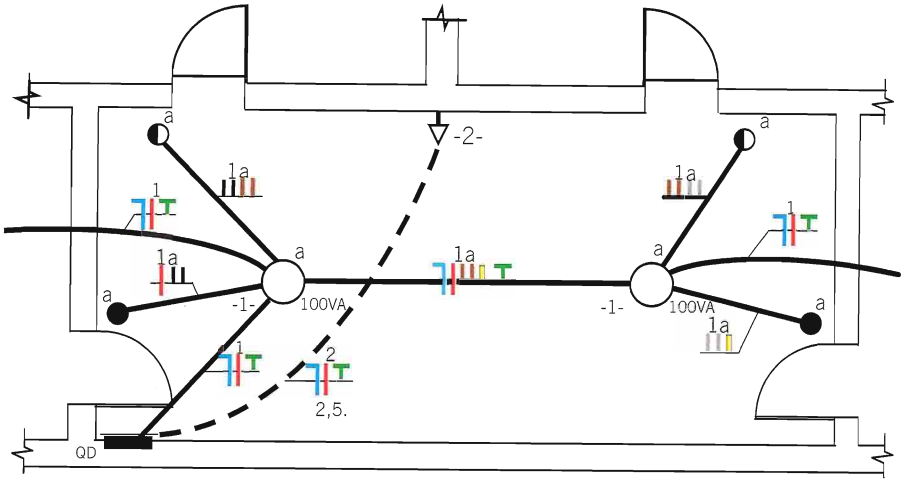
Representação em planta baixa.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

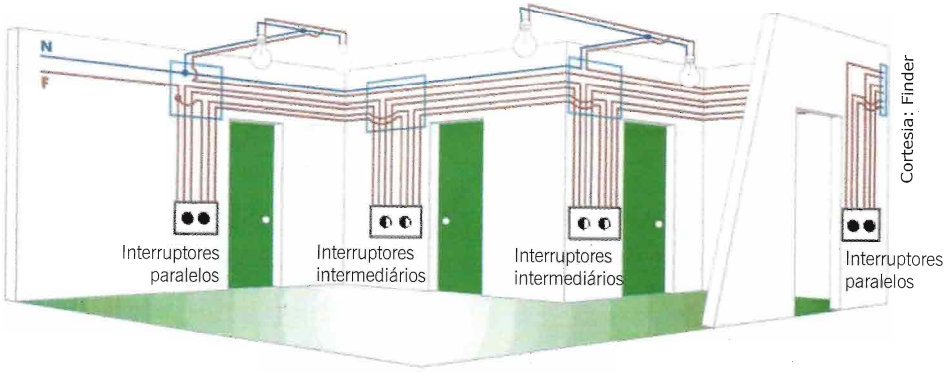




Representação em perspectiva cônica.



Representação em planta baixa.



Representação em perspectiva isométrica de comando alternado de iluminação.

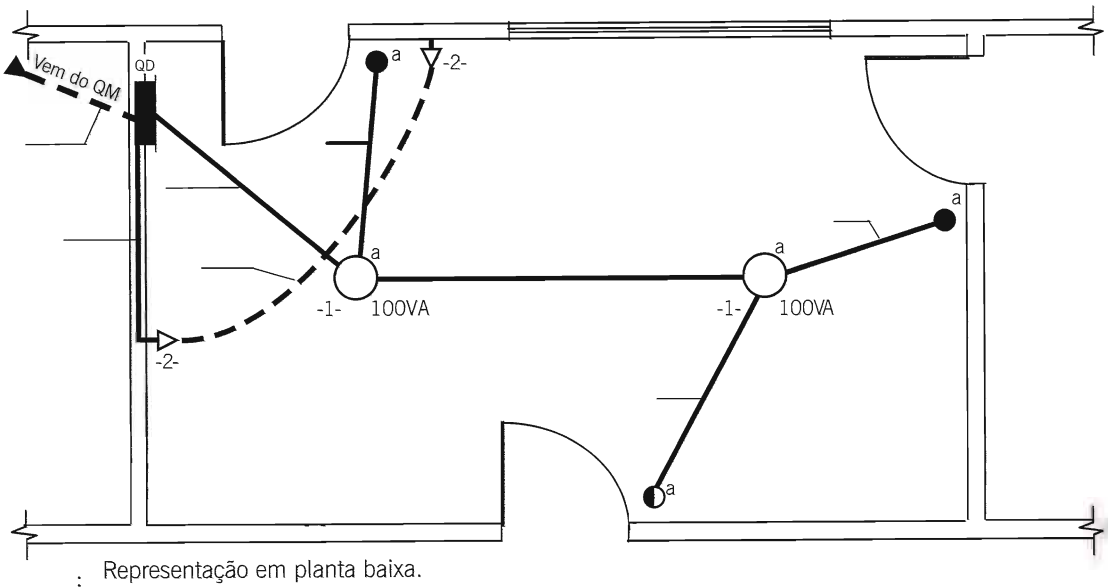
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

oficina prática

alerta

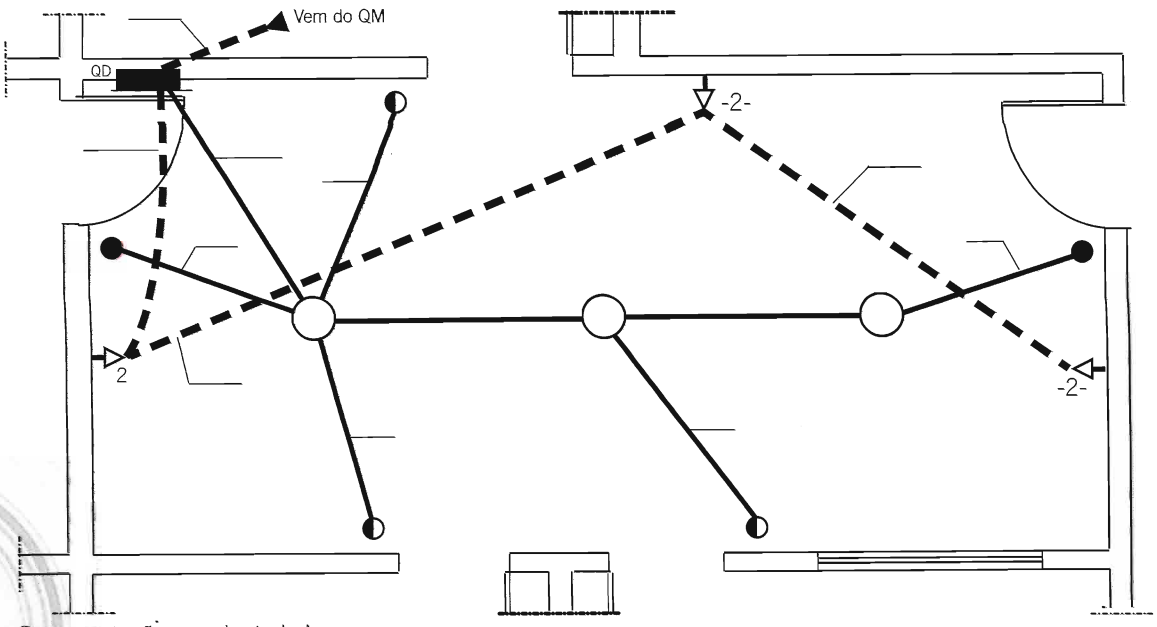
Resolvendo os exercícios ao lado, após assimilação e uma análise criteriosa dos conteúdos vistos anteriormente, você terá condições plenas de entender projetos elétricos envolvendo interruptores paralelos, intermediários e tomadas.

1. Planta baixa contendo: duas lâmpadas incandescentes de 100W-127V e duas tomadas baixas 2P+T (F+N).



Representação em planta baixa.

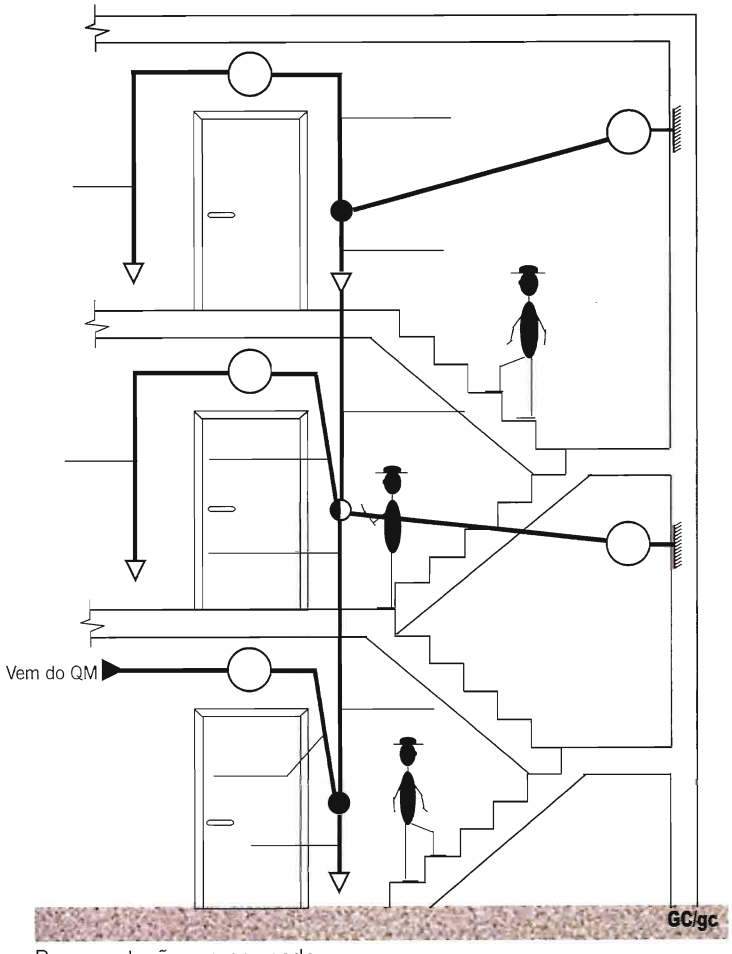
2. Planta baixa contendo: três lâmpadas incandescentes de 100W-127 (três pontos de iluminação no teto e três tomadas baixas 2P+T (F+N).



Representação em planta baixa.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

3. Representação em prumada ou perfil com três pavimentos.



Representação em prumada.

laboratório

A seguir são dados os símbolos normalizados dos esquemas multifilar e do unifilar que você deverá completá-los corretamente. Após a conclusão desta atividade será possível a execução prática das instalações elétricas com interruptores paralelos, intermediários e tomadas.

Material necessário

Quant.	Especificação
6	Lâmpadas incandescentes de 100W-127V.
2	Tomadas 2P+T+Universal.
1	Conjunto de interruptor de 2 teclas paralelas e 1 tecla simples.
2	Interruptores paralelo de 1 tecla.
2	Interruptores intermediários.
20	Condutores para interligações.

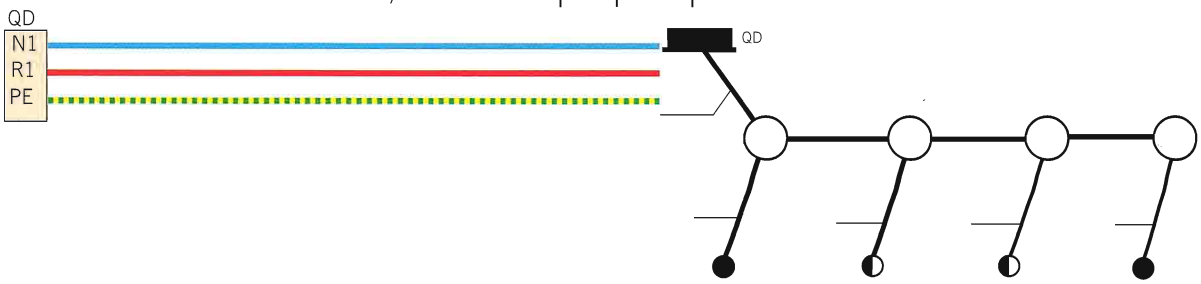
alerta

As ligações devem ser feitas com o máximo de cuidado para evitar curto-circuito.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Efetue a montagem

1. Representar, corretamente, as ligações nos esquemas multifilar e unifilar de uma instalação elétrica contendo quatro lâmpadas incandescentes de 100W-127V, comandadas por quatro pontos diferentes.



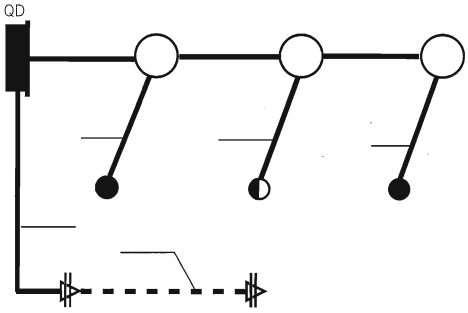
Esquema unifilar.

Esquema multifilar.

Quando se fala de um "comando de pontos diferentes" significa ter pleno comando do circuito, ou seja, acender e apagar uma lâmpada ou um grupo de lâmpadas de locais diversos, utilizando-se dos recursos já vistos para este processo.

2. Representar, corretamente, as ligações nos esquemas multifilar e unifilar de uma instalação elétrica, contendo três lâmpadas incandescentes de 100W-127V, comandadas por três pontos diferentes e duas tomadas bifásicas.

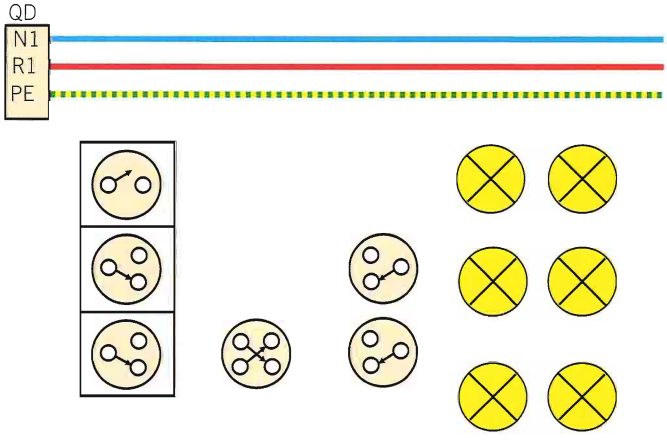
Esquema multifilar.



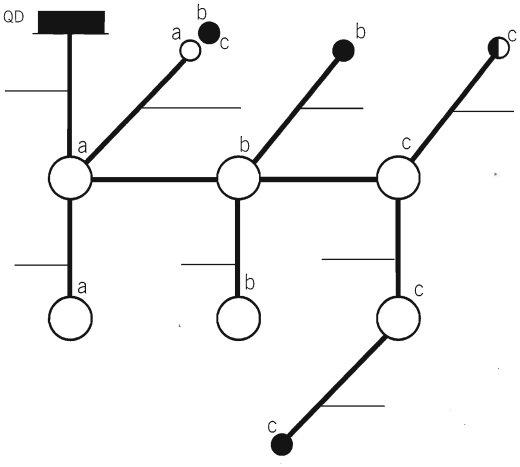
Esquema unifilar.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

3. Representar corretamente as ligações nos esquemas multifilar e unifilar de uma instalação elétrica contendo: duas lâmpadas incandescentes de 100W-127V comandadas por um interruptor simples de uma tecla; duas lâmpadas incandescentes de 100W-127V, comandadas de dois pontos diferentes e duas lâmpadas incandescentes de 100W-127V comandadas por um interruptor intermediário.



Esquema multifilar.



Esquema unifilar.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

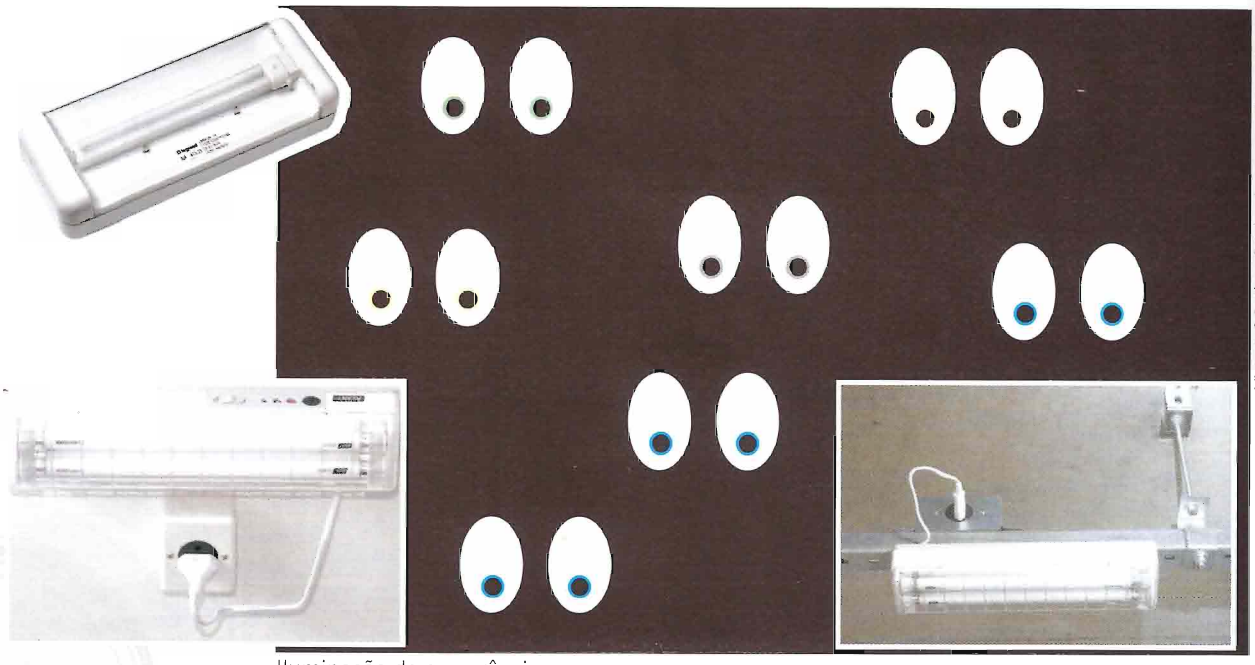
capítulo 3

Instalação de iluminação de emergência

A iluminação de emergência é um equipamento que liga automaticamente quando ocorre a falta de energia elétrica. Por questão de segurança, deve ser cada vez mais utilizada em instalações elétricas em geral.

A NBR 10898:1999, item 3.11, diz que a sua função é clarear áreas escuras de passagens horizontais e verticais, incluindo áreas de trabalho e áreas técnicas de controle de restabelecimento de serviços essenciais e normais, na falta de iluminação normal.

A intensidade de iluminação deve ser o suficiente para evitar acidentes e garantir a evacuação das pessoas, levando em conta a possível penetração de fumaça nas áreas.



Vivente&Corban Design/www.engetelsc.com.br

Iluminação de emergência.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

aplicando conhecimento

Sistema de iluminação de emergência

O sistema de iluminação de emergência deve:

a) permitir o controle visual das áreas abandontadas para localizar pessoas impedidas de locomover-se;

b) manter a segurança patrimonial para facilitar a localização de estranhos nas áreas de segurança pelo pessoal da intervenção;

Fonte: Pial-Legrand

Iluminação de emergência.

c) sinalizar inconfundivelmente as rotas de fuga utilizáveis no momento do abandono do local e sinalizar o topo do prédio para a aviação comercial;

d) garantir, sem interrupção, os serviços de primeiros socorros, de controle aéreo, marítimo, ferroviário e outros serviços essenciais instalados;

e) permitir tempo de funcionamento viável para garantir a segurança pessoal e patrimonial das pessoas na área, até o restabelecimento da iluminação normal, ou até que outras medidas de segurança sejam tomadas;

Fonte: Novaluz

Iluminação de emergência.

f) incluir, no caso de abandono total do edifício, além do tempo para a desocupação, um período para que o pessoal da intervenção e de segurança localize as pessoas perdidas ou termine o resgate em caso de incêndio. Este tempo deve ser respaldado pela documentação de segurança do edifício aprovada pelo usuário e do poder público;

Fonte: Engesul

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

g) ser respeitadas as limitações da visão humana, com referência às condições fisiológicas da visão diurna e noturna e o tempo de adaptação para cada Estado.

alerta

"O sistema centralizado de iluminação de emergência com baterias não pode ser utilizado para alimentar quaisquer outros circuitos ou equipamentos". "Esta exigência baseia-se no cálculo de tempo limitado da autonomia da iluminação de emergência definida para abandono do prédio e não para a autonomia definida para outros tipos de serviço".

Procedimentos: circuito de alimentação e instalação

A seguir apresentamos alguns procedimentos que julgamos mais importantes quanto ao circuito de alimentação e instalação para o sistema de iluminação de emergência, conforme determina a norma:

- As áreas protegidas para escoamento não podem ser penetradas por vapores do combate a incêndio para evitar condensação e, conseqüentemente, curto-circuito entre os dois pólos de fiação de 110/220Vca. Essa tensão de alimentação só é permitida quando as áreas protegidas para escoamento, são livres de materiais combustíveis e separadas por porta corta-fogo.
- É proibida a passagem de cabos em áreas de risco com tensão de 110/220Vca da rede normal ou do gerador. Nestes locais, a tensão de alimentação da iluminação de emergência deve ser no máximo 30Vcc.

Nota

Caso não seja disponibilizada essa tensão (30Vcc) na instalação já existente, é aceitável em tensão 110/220Vca-60Hz, uma proteção por meio de disjuntores diferenciais para proteção humana de 2mA a 5mA).

alerta

Caso seja necessário um maior aprofundamento sobre o tema, bem como todo o seu conteúdo, recomendamos a leitura da norma.

- Em locais de reuniões, os circuitos de alimentação devem ser supervisionados por um sistema de controle contra curto-circuito, interrupção e fuga à terra por meios eletrônicos e protegidos por fusíveis adequados. Em circuitos de tensão (maior que 30V), a segurança deve ser obtida por meio de disjuntores diferenciais, contatores e fusíveis.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Nota

Para os demais locais, a supervisão de curto-circuito, fuga à terra e interrupção de fiação é opcional.

- Quanto aos condutores:
  - devem ser dimensionados para garantir uma queda de tensão máxima de 4% para lâmpadas incandescentes. Para lâmpadas fluorescentes ou similares, a queda de tensão depende do dispositivo utilizado.
  - a seção dos rígidos não pode ser inferiores a 1,5mm².
  - a isolação dos condutores e suas derivações devem ser do tipo não-propagante de chama de pelo menos 600V. A isolação dos condutores deve suportar temperaturas de no mínimo 70°C para áreas sem material inflamável e, igual ou superior a 90°C para áreas com material combustível.
  - os condutores e suas derivações devem sempre passar em eletrodutos com caixas de passagem.
  - no caso de instalação aparente, a tubulação e as caixas de passagem devem ser metálicas.
  - a polaridade dos condutores deve ser identificada conforme as cores previstas na NBR 8662. Para c.c. (Corrente contínua), vermelho ou branco-positivo; cinza ou azul–negativo. Para c.a. (corrente alternada), ambos os condutores pretos. Para ligação à terra: verde ou verde/amarelo.
  - não são permitidos remendos (emendas) de fios dentro de tubulações. Também não é permitida a interligação de dois ou vários fios sem terminais apropriados para os diâmetros e as correntes dos fios utilizados.
- Os eletrodutos utilizados para condutores da iluminação de emergência não podem ser usados para outros fins, salvo instalação de detecção e alarmes de incêndio, conforme NBR 5410:2004, contanto que as tensões de alimentação estejam abaixo de 30Vcc e os circuitos devidamente protegidos contra curtos-circuitos.
- A corrente por circuito de iluminação de emergência não poderá ser maior que 12A por fiação. Cada circuito não poderá alimentar mais de 25 luminárias. A corrente máxima não pode superar 4A por mm² de seção do condutor. O aquecimento dos condutores elétricos não pode superar 10°C em relação à temperatura ambiente, nos locais onde estejam instalados.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

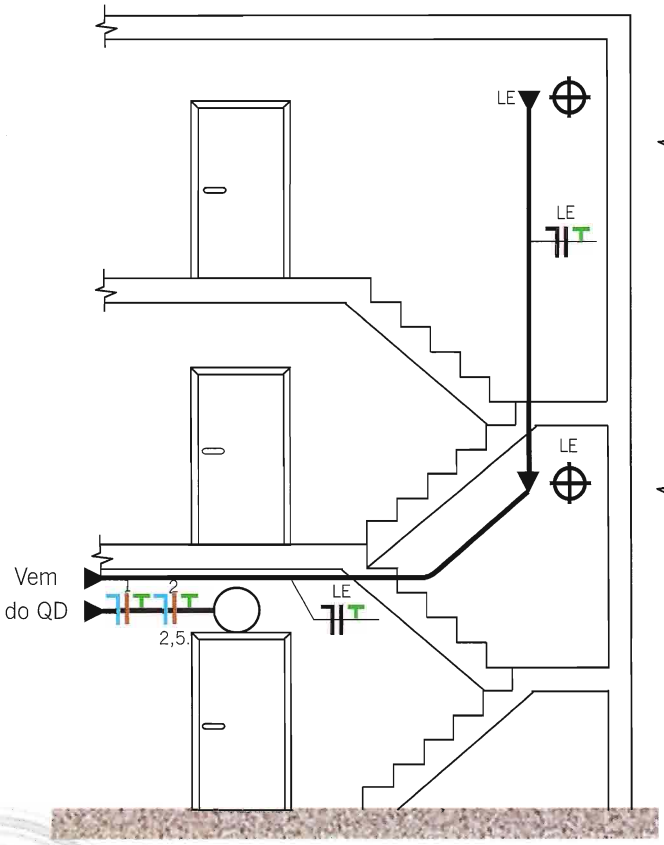
Utilização

Conforme vimos e, segundo normas do corpo de bombeiros, o uso de iluminação de emergência é obrigatório em escadas, corredores, elevadores e outros locais que possam oferecer risco ao trânsito de pessoas.

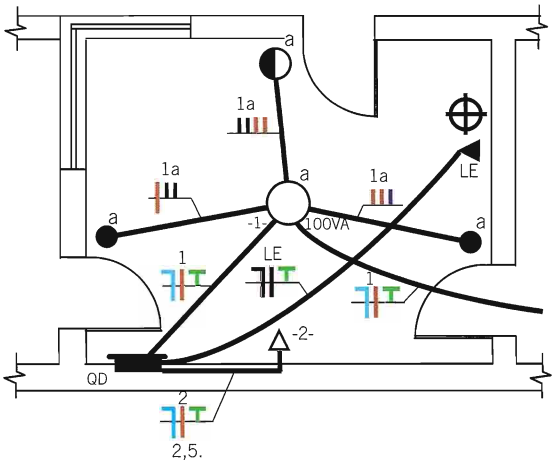
Logo, deve ser usado em escolas, hospitais, bancos, hotéis, teatros, cinemas, supermercados, shoppings, residências, etc.

Além disso, pode ser útil também como fator de inibição contra roubos.

Representação em prumada e em planta baixa



Representação em prumada.



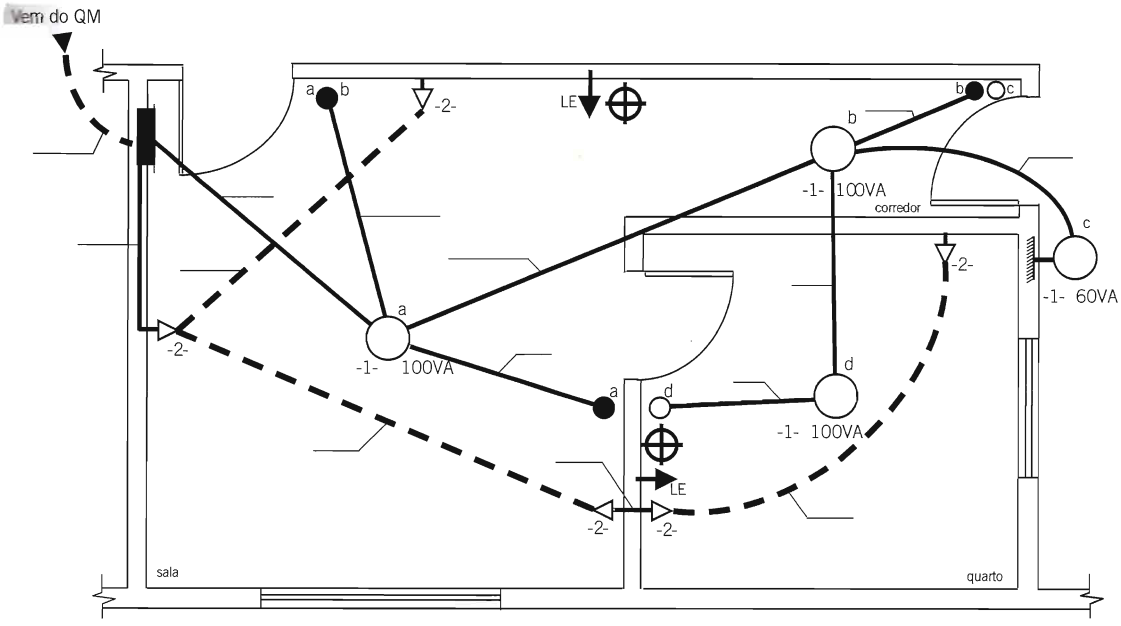
Representação em planta baixa.

LE - Luz de emergência instalada no teto ou parede (h=2,20m).

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

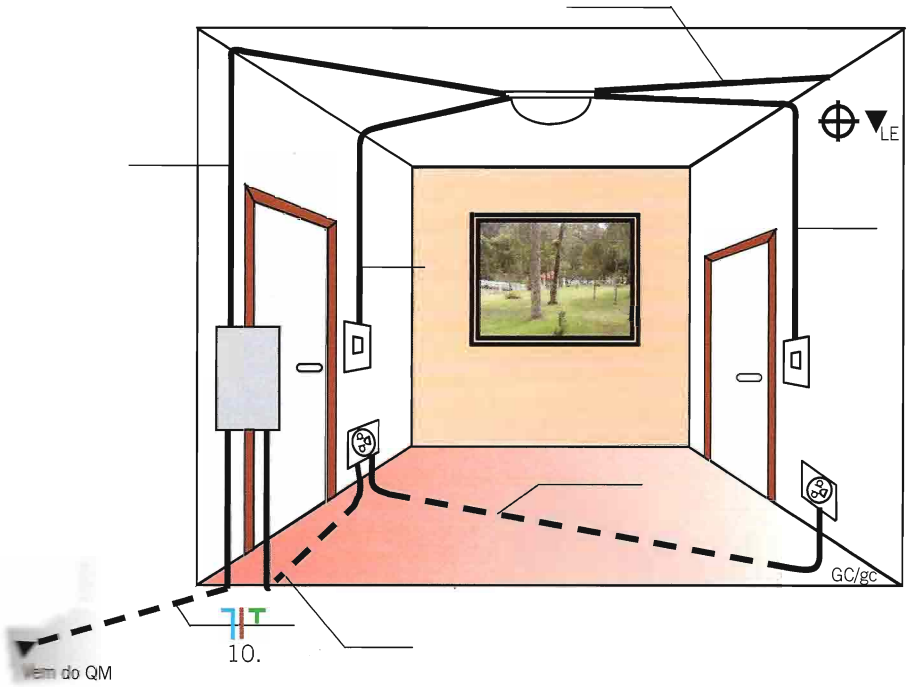
oficina prática

1. Na planta baixa a seguir faça a representação de um sistema de iluminação de emergência, conforme determina a norma.



Representação em planta baixa.

2. Na prumada abaixo, represente um sistema de iluminação de emergência.



Representação em perspectiva cônica.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

oficina teórica

1. Qual a seção mínima dos condutores que devem ser utilizados para a iluminação de emergência?

2. Como deve ser feita a indicação da polaridade dos condutores com relação às cores para um sistema de iluminação de emergência, conforme a norma NBR 8662?

3. Em que locais, o uso de iluminação de emergência é obrigatório, de acordo com o corpo de bombeiros?

4. Qual a corrente máxima, por circuito, para iluminação de emergência?

5. É permitido usar os eletrodutos de iluminação ou tomadas para a instalação da iluminação de emergência? Justifique.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

capítulo 4

Instalação de lâmpadas com relé fotoelétrico

No comando de iluminação em áreas externas, é muito comum a utilização de elementos fotossensíveis (dispositivos que funcionam em função da luz ambiente): a ligação ou desligamento se faz automaticamente, ligando ao anoitecer e desligando ao amanhecer (ou desligando em um horário predeterminado).

No controle individual, ou em grupo de luminárias, a utilização dos relés fotoelétricos vem se generalizando. Há alguns anos era de uso quase exclusivo das concessionárias de energia elétrica e empresas (indústrias e comércios), hoje é de utilização comum dos consumidores em geral, devido à facilidade de instalação, eficiência e baixo custo.

Arquivo do autor; www.sxc.hu

Tipos de relés fotoelétricos.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

O relé fotoelétrico é utilizado, em grande escala, para o comando fotoelétrico automático da iluminação de ruas e avenidas, praças e jardins, entroncamentos rodoviários e rodoferroviários, áreas de estacionamento, iluminação externa de residências, fachada de prédios, monumentos, áreas públicas, iluminação decorativa, placas ou painéis de publicidade e sinalização de torres e pára-raios.

aplicando conhecimento

Tipos de relés fotoelétricos

Foto: Sandro Mesquita

Resistor dependente da luz e fototransistor.

Arquivo do autor

Resistor dependente da luz.

Princípio de funcionamento

Quanto ao princípio de funcionamento, existem três tipos de relés fotoelétricos: térmico; magnético e eletrônicos.

O elemento básico de funcionamento é o LDR (Light Dependent Resistor = Resistor Dependente da Luz) que é um componente eletrônico (SCd – Sulfeto de Cádmio), que varia sua resistência de acordo com o nível de luz incidente. Assim, durante o dia, quando a luz é intensa, a resistência do LDR é baixa, da ordem de 100 ohms(Ω), enquanto que à noite ou no escuro, seu valor passa a ser superior a 1M ohms(MΩ).

Para se obter uniformidade no ligar e desligar durante as sucessões de dias e noites ou claro e escuro, é efetuado ajuste do relé para ligar em 3 a 15 lux e desligar entre 15 a 60 lux.

Relé térmico

No relé térmico, a corrente alternada passa do terminal fase por meio da resistência e da fotocélula ou foto-resistor (LDR-SCd), em série, até o terminal neutro. Com a incidência de luz na fotocélula (LDR), a sua resistência elétrica diminui, permitido a passagem da corrente pela resistência de aquecimento (Fig. página 125 –Rbi),

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

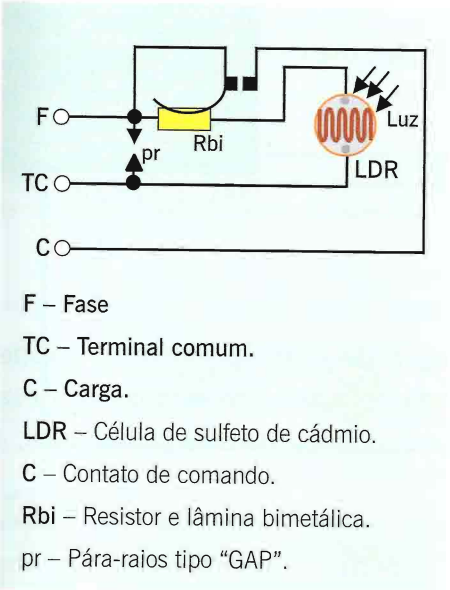
provocando maior deflexão do bimetal que irá comandar um interruptor ou contato de ação rápida, abrindo o contato ocorrerá a interrupção da corrente de carga: lâmpada apagada.

À medida que a intensidade luminosa que está incidindo na fotocélula (LDR) diminui, a corrente também diminui devido ao aumento considerável do valor da resistência do LDR, até atingir um ponto em que o contato se fecha: lâmpada acesa.

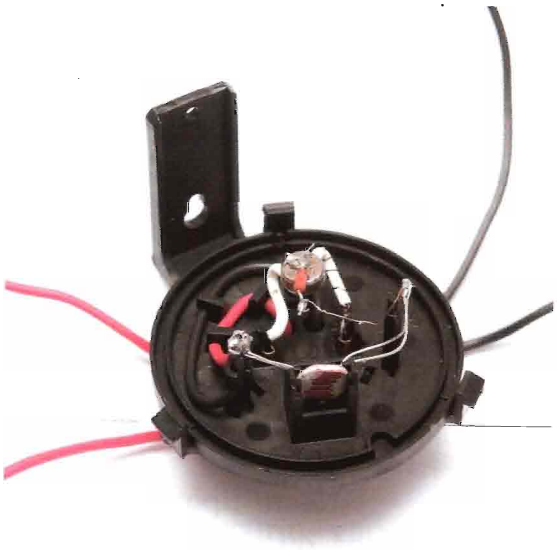
Observe a figura a seguir.

alerta

Antes de ligar o relé fotoelétrico, verifique a tensão de funcionamento, se é para 127V ou 220V.



Esquema elétrico simplificado do relé térmico.



Sandro Mesquita

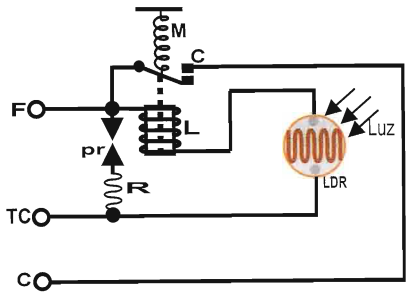
Vista interna do relé fotoelétrico térmico.

Relé magnético

Uma corrente alternada flui do terminal da linha (F) através da Bobina do relé (L) e da fotocélula (ligada em série) até o terminal "comum" (TC). Assim que a fotocélula (LDR) recebe luz, sua resistência elétrica diminui permitindo que a corrente circule através da Bobina do relé (L) e ocorra a formação do campo magnético, abrindo o contato: lâmpada apagada. O campo magnético, por sua vez, gera uma força de atração, que é controlada pelo fotoresistor que abre ou fecha os contatos, desligando ou ligando as lâmpadas, em função da luminosidade ambiente em contraposição a uma força fixa de uma mola(M).

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Quando há pouca luminosidade incidindo no fotoresistor, abaixo do nível de lumens necessários, a resistência do fotoresistor (LDR) aumenta impedindo a circulação de corrente na bobina do relé e interrompendo a formação do campo magnético, o contato é fechado pela ação da mola (M): lâmpada acesa Veja figura abaixo.



Esquema elétrico simplificado.

F – Fase.
TC – Terminal comum.
C – Carga.
LDR – Célula de sulfeto de cádmio.
C – Contato de comando.
L – Bobina do relé.
pr – Pára-raios tipo "GAP".
M – Mola.
R – Resistor do Gap.

Arquivo do autor

Vista interna do relé fotoelétrico magnético.

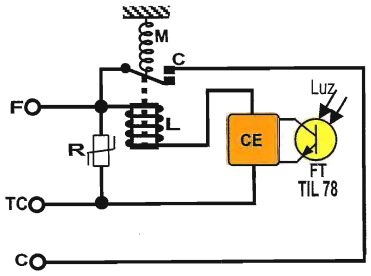
Relé eletrônico

Este tipo de relé fotoelétrico é de concepção mais moderna em que o seu funcionamento está relacionado exclusivamente a componentes eletrônicos, tais como: transistores, tiristores, foto transistor, etc.

Neste tipo de relé, o módulo sensor pode ser um fototransistor, ou ainda uma fotocélula, porém, todos estes componentes obrigatoriamente acoplados a um circuito eletrônico com diversos componentes (stieletronica).

Sandro Mesquita

Vista interna do relé fotoelétrico eletrônico.



Arquivo do autor

F – Fase.
TC – Terminal Comum.
C – Carga.
FT – Foto transistor TIL 78.
C – Contato de comando.
L – Bobina do relé.
R – Resistor de amortecimento.
M – Mola.
CE – Circuito eletrônico.

Esquema do relé fotoelétrico eletrônico.

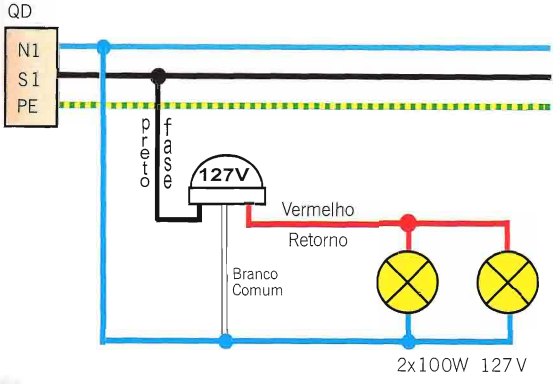
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Instalação de lâmpadas com relé fotoelétrico

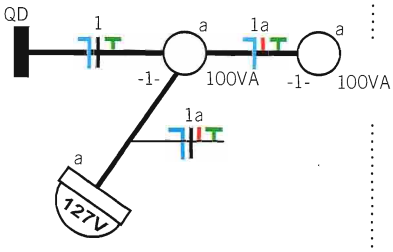
Como já vimos anteriormente, a finalidade do relé fotoelétrico é substituir o comando manual de iluminação por um comando automático. Isso significa que a lâmpada acende ao anoitecer e apaga ao amanhecer ou ainda pode apagar em horário predeterminado utilizando-se relés fotoelétricos temporizados.

Apresentamos os esquemas multifilar e unifilar para instalar corretamente o relé fotoelétrico para o comando de iluminação em lâmpadas incandescentes.

Instalação de relé fotoelétrico com lâmpadas



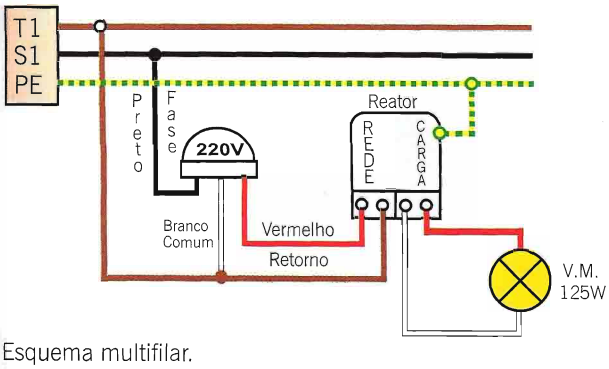
Esquema multifilar.



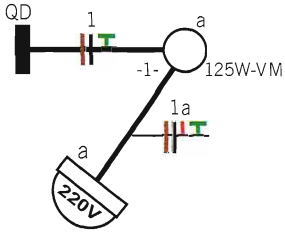
Esquema unifilar.

Para o comando de lâmpadas a vapor de mercúrio, vapor de sódio e multi-vapor metálico (lâmpadas de descarga) são necessários um reator para cada lâmpada com potências equivalentes. Logo, cada lâmpada deverá ter o seu respectivo reator com potência igual à da lâmpada.

Representamos, a seguir, dois exemplos de esquemas multifilar e unifilar com lâmpadas a vapor de mercúrio. O primeiro esquema exemplifica o relé fotoelétrico de 220V.



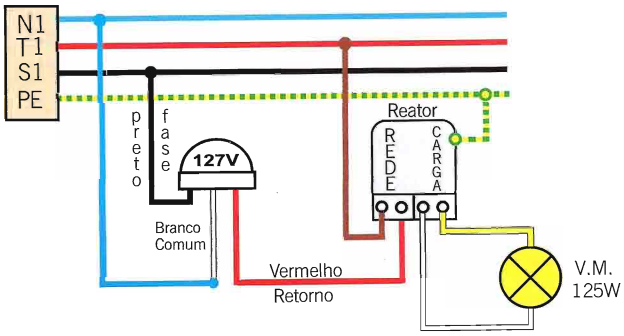
Esquema multifilar.



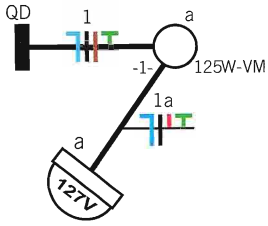
Esquema unifilar.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

O esquema abaixo representa o relé fotoelétrico de 127V

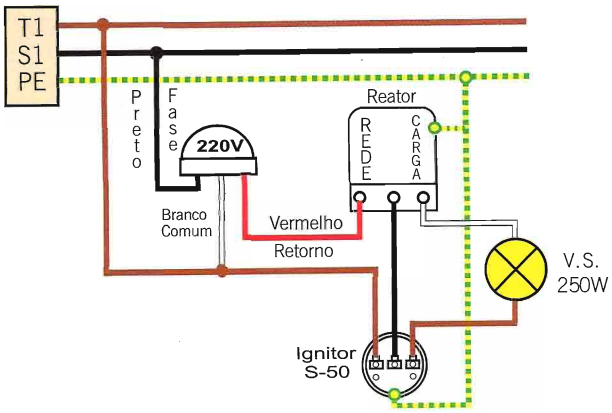


Esquema multifilar.

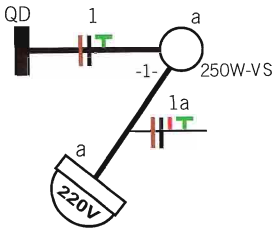


Esquema unifilar.

Por último, temos o relé fotoelétrico de 220V, lâmpada a vapor de sódio e ignitor



Esquema multifilar.



Esquema unifilar.

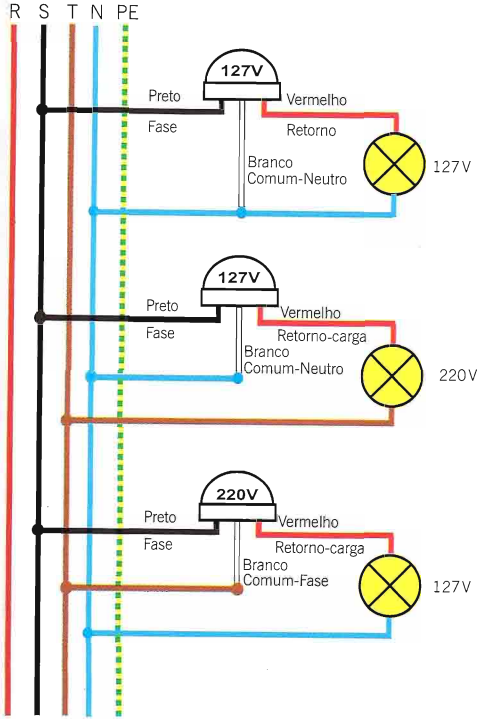
Notas

1. Deve-se tomar o máximo de cuidado com o manuseio do ignitor, porque permanece em operação, mesmo sem a lâmpada, ou quando a lâmpada estiver com defeito, pois o mesmo gera picos de tensão que pode chegar a 4500V.
2. Os esquemas aqui representados partem de um QD (Quadro de Distribuição), enquanto que a instalação do comando de iluminação pública com Relé Fotoelétrico e lâmpadas de descarga de alta pressão, a conexão é feita diretamente da rede.

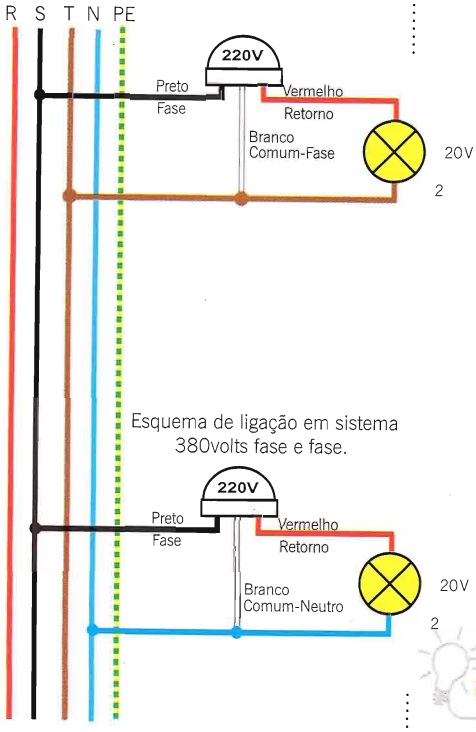
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Formas de ligação

Os relés fotoelétricos podem ser ligados de diversas maneiras com o objetivo de atender as mais diversas finalidades e situações. Abaixo temos as combinações possíveis:



Esquema multifilar.



Esquema multifilar.

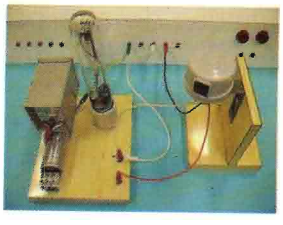
alerta

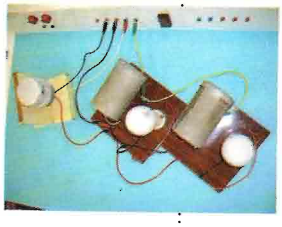
O relé fotoelétrico deve ser instalado com o LDR (Fotoresistor) voltado para o Sul.

Instalação

As ilustrações apresentam detalhes de ligações no comando de iluminação a vapor de mercúrio e vapor de sódio com relé fotoelétrico.

Instalação de relé fotoelétrico em poste e bancada.





Arquivo do autor

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

oficina teórica

1. Cite as aplicações do relé fotoelétrico.

2. O que é e o que significa LDR?

3. Qual é a variação da resistência do LDR em função da luminosidade?

4. Quais são os tipos de relés fotoelétricos encontrados no comércio?

5. Qual o nível de iluminância que o relé fotoelétrico é ajustado para o acionamento de acordo com a ABNT?

6. Quais os cuidados que devem ser tomados na instalação do relé fotoelétrico?

paralelo

Lâmpada de alta intensidade de descarga

A lâmpada de descarga de alta pressão possui alto poder de emissão de luz, sendo que a descarga elétrica ocorre dentro de um tubo de arco, que contém gases inertes em alta pressão.

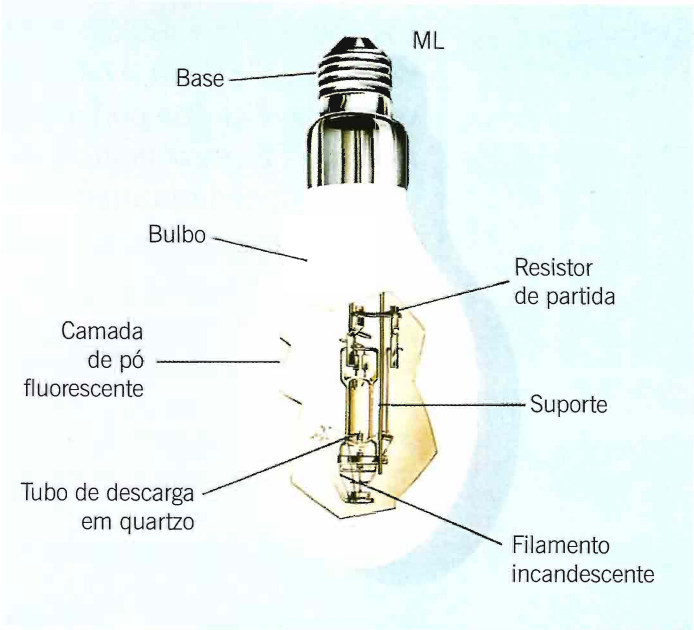
As lâmpadas de alta pressão devido as suas características técnicas aliadas à alta eficiência luminosa são fabricadas em diversos tipos, a saber:

- Luz mista;
- Vapor de sódio;
- Vapor de mercúrio;
- Vapor metálico e Multivapor metálico.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Lâmpada de luz mista

Contém um tubo de descarga de quartzo com vapor de mercúrio, semelhante à lâmpada a Vapor de Mercúrio, o qual está ligado em série com um filamento de tungstênio, semelhante à lâmpada incandescente, ambos inseridos no interior de um bulbo em formato ovóide e internamente revestido por uma camada de fosfato de ítrio vanadato. O filamento tem as funções de gerar uma fonte de luz de cor quente e como limitador de corrente em substituição ao reator.

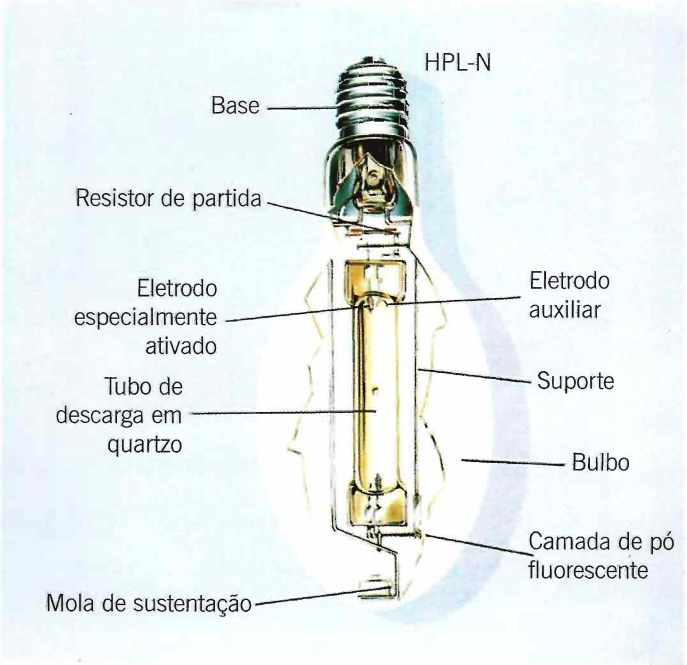


Fonte: Philips

Lâmpada de luz mista.

Lâmpada a vapor de mercúrio

Todas as lâmpadas a Vapor de Mercúrio possuem um bulbo em formato ovóide, revestido internamente com uma camada de fósforo (fosfato de ítrio vanadato), contendo, no seu interior, um tubo de descarga de quartzo, ou em alguns casos constituídos de óxido de alumínio policristalino (PCA). O tubo contém uma pequena quantidade de mercúrio e gás de partida, normalmente argônio. É equipado com dois eletrodos principais e um ou dois eletrodos auxiliares e, externamente ao tubo, um resistor de partida. O conjunto de eletrodos principais com os eletrodos auxiliares produzem, no instante inicial de acendimento da lâmpada, a ignição (arco) no tubo de descarga, ocorrendo a emissão de radiação visível e ultravioleta invisível que ao chocar-se com a camada fluorescente (fósforo) é convertida em luz.



Fonte: Philips

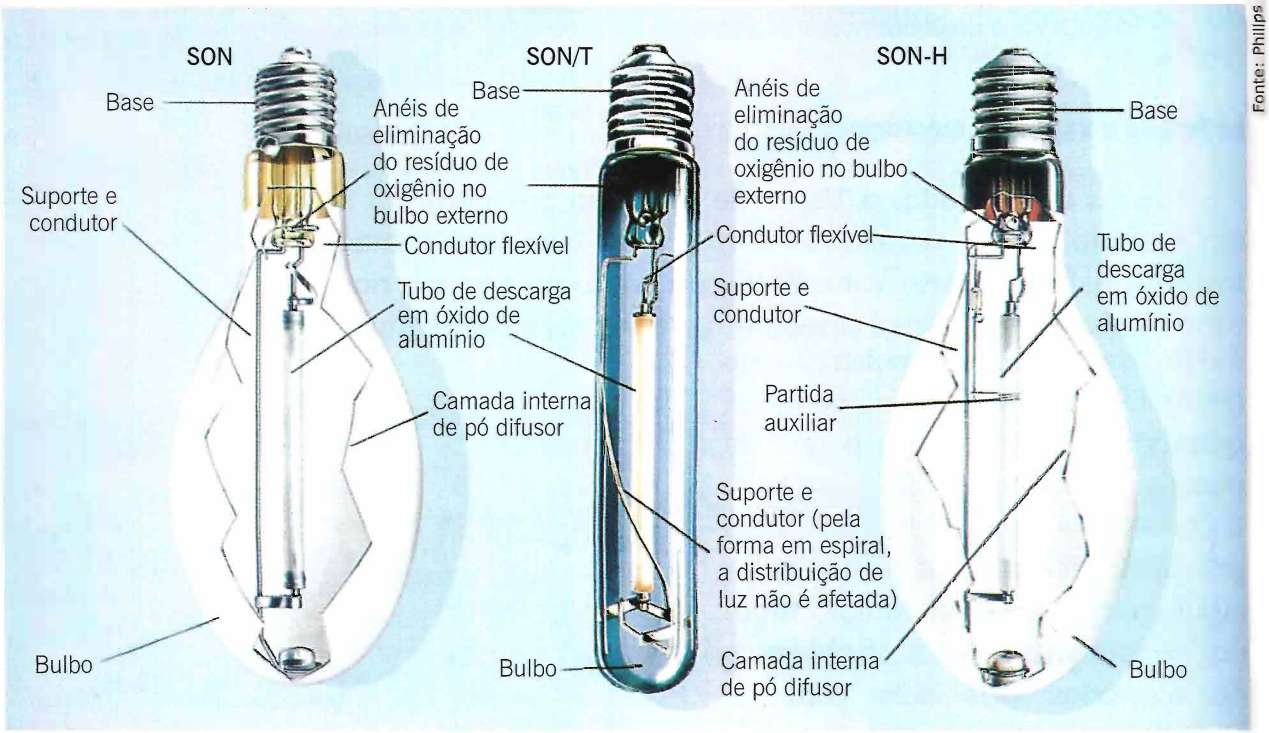
Lâmpada a vapor de mercúrio.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Lâmpada a vapor de sódio

Essas lâmpadas são fabricadas com bulbos em dois formatos: ovóide e tubular. Possuem um tubo de descarga de óxido de alumínio sinterizado, na lâmpada de formato ovóide, e de óxido de alumína policristalina, na de formato tubular. O tubo de descarga é preenchido por uma amálgama de sódio-mercúrio, e também por uma mistura gasosa de neônio, argônio e xenônio, utilizado como gás de partida, nas lâmpadas de formato ovóides e tubulares.

O bulbo externo, nas lâmpadas de formato ovóide, feito de vidro mole para as lâmpadas de baixa potência e de vidro duro para as de alta potência (220W e 350W), é revestido internamente por uma camada de pó difusor (pirofosfato de cálcio) coberta eletrostaticamente.



Fonte: Philips

Lâmpadas de alta pressão a vapor de sódio.

Lâmpada a vapor metálico e multivapor metálico

As lâmpadas a multivapor metálico ou vapor metálico são fabricadas em diversos formatos, para atender as mais diversas aplicações.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

É uma lâmpada semelhante à lâmpada a vapor de mercúrio, distinguindo-se apenas pela presença de iodetos metálicos. No tubo de descarga, de quartzo, contém mercúrio sob alta pressão e iodetos metálicos, tais como iodeto de índio, tálio e sódio, que tem por função a correção de cor e estabilização do arco. Pela seleção de iodetos metálicos no interior do tubo de descarga ou de arco é possível obter várias tonalidades de cores.

O tubo de descarga recebe um revestimento interno de alumina que tem por finalidade: melhor reflexão do calor produzido pelos eletrodos e impedir a condensação dos iodetos que se formam no interior do tubo.

As lâmpadas a vapor metálico, devido à sua alta eficiência e alto índice de reprodução de cores encontra grande aplicação prática, tais como: iluminação residencial, lojas de departamentos, estádios de futebol, monumentos, indústrias, e, também em iluminação automotiva, com as chamadas lâmpadas de xenônio, as quais são lâmpadas a vapor metálico com atmosfera de xenônio, que acendem instantaneamente. As lâmpadas a vapor metálico são fabricadas com potência que variam de 10W até 18000W, e seu rendimento pode chegar até 100lm/W.

Fonte: Philips

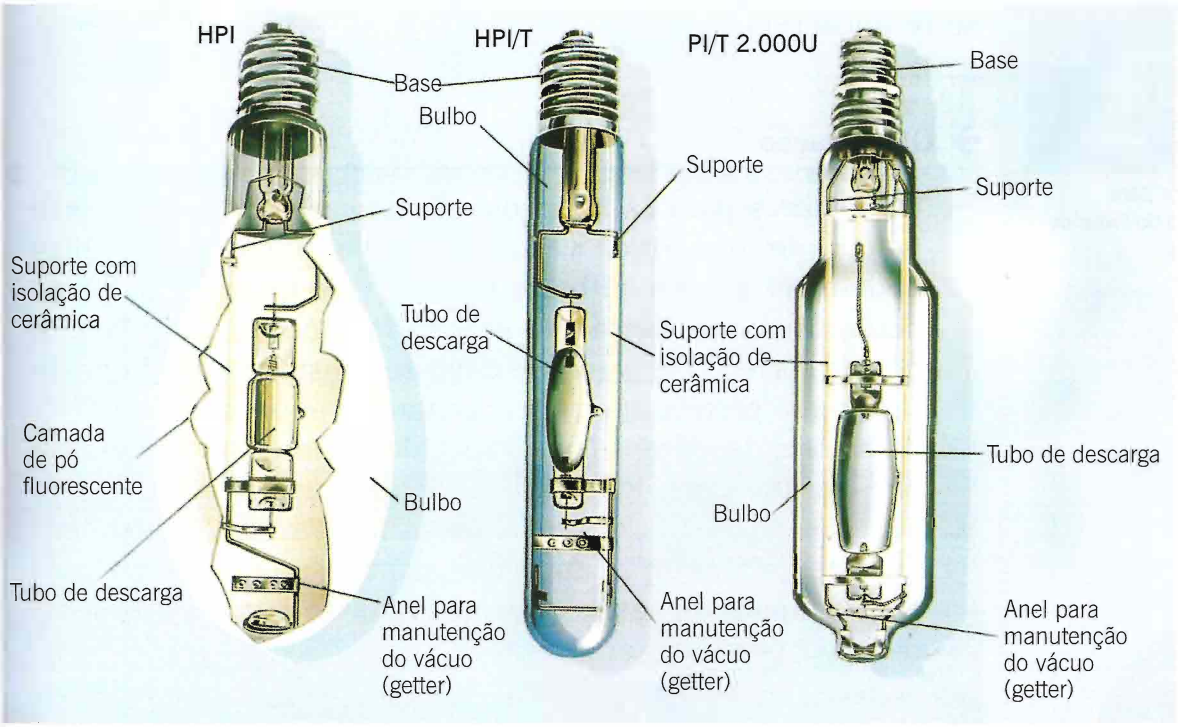
Lâmpada multivapor metálico.

Fonte: Philips

Lâmpada multivapor metálico.

Fonte: Philips

Lâmpada multivapor metálico.

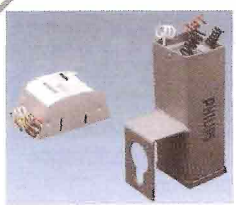


Fonte: Philips

Lâmpadas de alta pressão ou a vapor metálico.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Acessórios para lâmpadas de descarga de alta pressão



Fonte: Philips

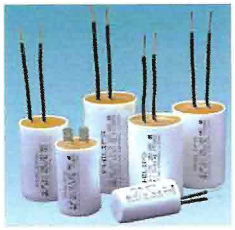
Reator HID para lâmpadas a Vapor de Mercúrio.

Fonte: Philips

Ignitor eletrônico para circuitos com lâmpadas HID.

Fonte: Philips

Reator HID para lâmpadas a Vapor Metálico CDM-MHN-MHW.



Arquivo do autor

Capacitor para Correção de Fator de Potência.

As lâmpadas de descarga, com exceção da lâmpada de mercúrio de alta pressão, necessitam de tensão superior à da rede para iniciar a descarga. Portanto, devem ser operadas com algum tipo de dispositivo de ignição e controle. Estes dispositivos são: o reator, ignitor e capacitor.

Reator

"É um equipamento auxiliar ligado entre a rede e a lâmpada de descarga. A finalidade do reator é dar condições ideais de ignição e limitar a corrente que passa pelo circuito, cujas características devem ser adequadas a cada tipo de lâmpada". São utilizados em todos os tipos de lâmpadas de descarga, seja de alta ou baixa pressão, com exceção da lâmpada de luz mista (que não necessita de reator, podendo ser ligada diretamente na rede).

Ignitor

É um dispositivo que deve ser utilizado em lâmpadas de descarga de alta pressão, como as de Vapor de Sódio e Vapor Metálico. O ignitor juntamente com o reator têm como finalidade gerar um pulso de tensão que possibilita o acendimento da lâmpada.

Capacitor

A função do capacitor num circuito de iluminação com lâmpadas de descarga de alta pressão é fazer a correção do Fator de Potência (FP).

→ Observação

1. Os reatores para as lâmpadas de descarga de alta pressão (vapor de mercúrio, vapor de sódio e vapor metálico) podem ser de alto ou baixo FP. Se for de baixo FP (fator de potência) é necessária a utilização de capacitor para fazer a devida correção, e para isso deve-se consultar o catálogo do fabricante para verificar a capacitância adequada.
2. A maioria das lâmpadas a vapor de sódio e vapor metálico necessitam, além do reator, de um ignitor.
3. As lâmpadas a vapor de mercúrio não necessitam de ignitor.
4. O reator e ignitor, quando necessário, são exclusivos para cada lâmpada de descarga de alta pressão e a vapor de sódio de baixa pressão.
5. O fator de potência de acordo com ANEEL, tem que ser superior a 92%.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

oficina teórica

1. Quais são os tipos de lâmpadas de alta pressão?

2. Qual o componente principal das lâmpadas de alta pressão e qual o material que é construído?

3. O que contém no interior do tubo de descarga de uma lâmpada a vapor de mercúrio?

4. Qual o elemento utilizado no revestimento interno do bulbo da lâmpada a vapor de mercúrio?

5. Quais são os gases de partida utilizados na lâmpada a vapor de sódio e de que material o bulbo é revestido internamente?

6. Cite as funções dos seguintes componentes: reator, ignitor e capacitor.

interatividade

Efetue a seguinte pesquisa com relação a relés fotoelétricos e lâmpadas de descarga:

1. Na manutenção de uma luminária da via pública constata-se que o defeito é o mau funcionamento do relé

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

fotoelétrico. Caso não haja outro para substituí-lo, qual o procedimento que deve ser tomado para que a base não fique esposta ao tempo?

2. Cite as vantagens e desvantagens na utilização dos relés foto-elétricos térmicos, magnéticos e eletrônicos.
3. Quais os tipos de gases que são utilizados para o preenchimento entre o tubo de arco e o bulbo externo?
4. Elabore uma tabela sobre as lâmpadas de descarga, que conste no mínimo os seguintes elementos: tipo de lâmpada (LM, VM, VS, vapor metálico e multi-vapor metálico com respectivos reatores e ignitores), potência, base, tensão, corrente média na lâmpada, fluxo luminoso e fator de potência (FP).
5. Quais os cuidados que devem ser tomados na instalação da lâmpada a vapor de sódio SON-T e SON-H?
6. Pesquise sobre as seguintes lâmpadas: vapor de sódio de baixa pressão, de enxofre e de indução.
7. Qual a pressão interna do tubo de descarga da lâmpada a vapor de mercúrio?
8. Cite os componentes internos das lâmpadas de descarga e descreva cada um deles.
9. Qual a distância máxima que os equipamentos auxiliares poderão ficar das lâmpadas de descarga de alta pressão?
10. Quais são as características físico/químicas do escâncio, nióbio e nitrogênio, elementos utilizados na fabricação de lâmpadas de descarga?
11. Faça uma cotação de preços de lâmpada de descarga, relé fotoelétricos, reatores e ignitores.
12. Quais os valores do pulso de tensão gerado pelos ignitores?

laboratório

Material necessário

Quant.	Especificação
3	Lâmpada incandescente de 127V.
2	Lâmpada incandescente de 220V.
1	Relé Fotoelétrico de 127V.
1	Relé Fotoelétrico de 200V.
1	Interruptor simples bipolar.
2	Conjunto para lâmpada a Vapor de Mercúrio de 125W.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Quant.	Especificação
2	Conjunto para lâmpada a Vapor de Sódio de 250W.
2	Conjunto para lâmpada a Vapor Metálico de 400W.
2	Ignitor para Lâmpada de 400W.
2	VOM Digital.
20	Condutores para interligação.

Observação

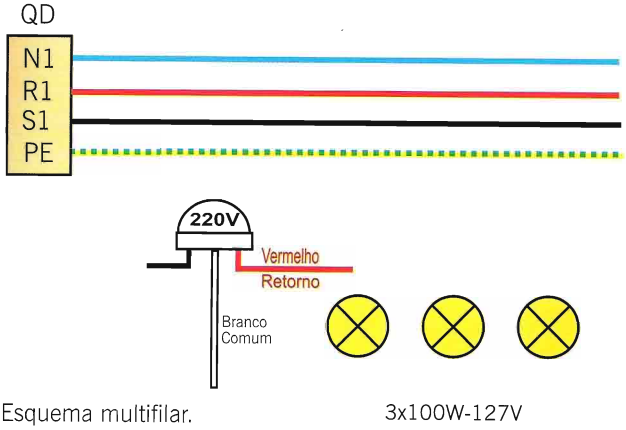
1. Ao efetuar as ligações, observar sempre o esquema que vem gravado na carcaça do reator.
2. O ignitor permanece em operação, mesmo com a lâmpada fora do circuito, ou quando a lâmpada estiver com defeito: cuidado!
3. Antes de montar ou desmontar a tarefa, sem que ela esteja conectada à bancada, curto-circuitar os terminais de entrada e saída do reator para descarregar o capacitor e/ou ignitor.
4. Observar a tensão de funcionamento do Relé Fotoelétrico.
5. Não ligar a lâmpada a Vapor de Mercúrio e de Sódio sem o seu respectivo reator e/ou ignitor.
6. Para cada lâmpada a Vapor de Mercúrio ou a Vapor de Sódio, é necessário o seu respectivo acessório (reator ou reator e ignitor, etc.).

Representar corretamente as ligações nos esquemas multifilar e unifilar das instalações elétricas, conforme as características seguintes:

Efetue a montagem

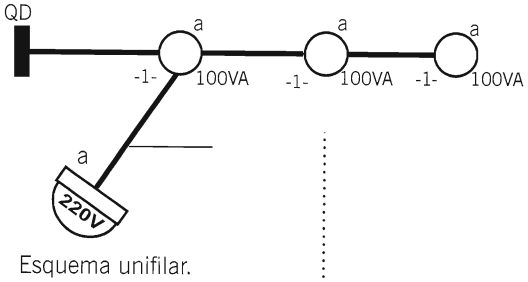
1. 3 lâmpadas incandescentes de 100W-127V.

   1 relé fotoelétrico de 220V-1000W.



Esquema multifilar.

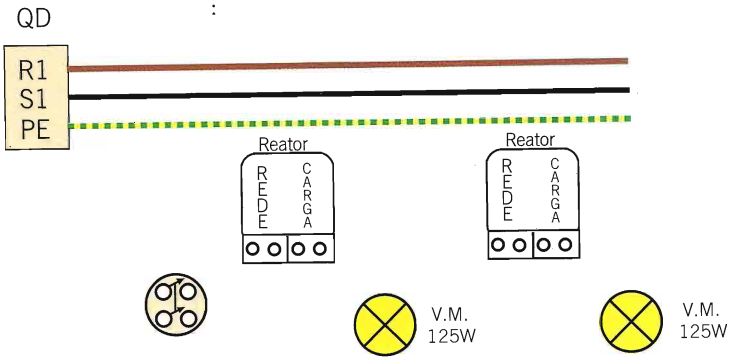
3x100W-127V



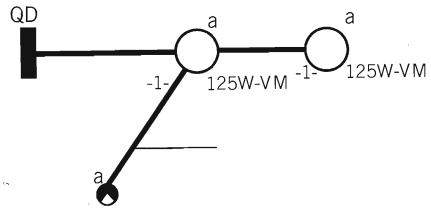
Esquema unifilar.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

2. 2 lâmpadas a vapor de mercúrio e 1 interruptor simples bipolar.

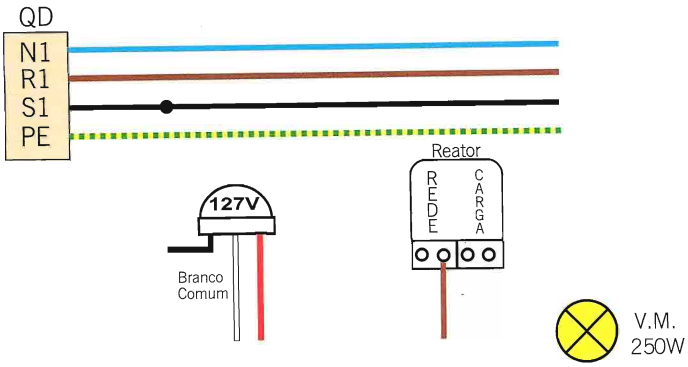


Esquema multifilar.

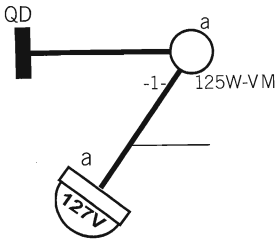


Esquema unifilar.

3. 1 lâmpada a vapor de mercúrio e 1 relé fotoelétrico 127V.

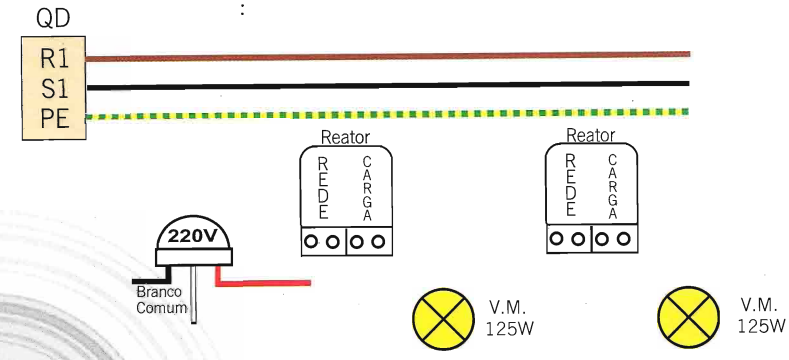


Esquema multifilar.

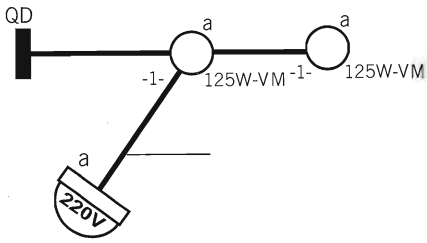


Esquema unifilar.

4. 2 lâmpadas a vapor de mercúrio e 1 relé fotoelétrico de 220V-1000W/1200VA.



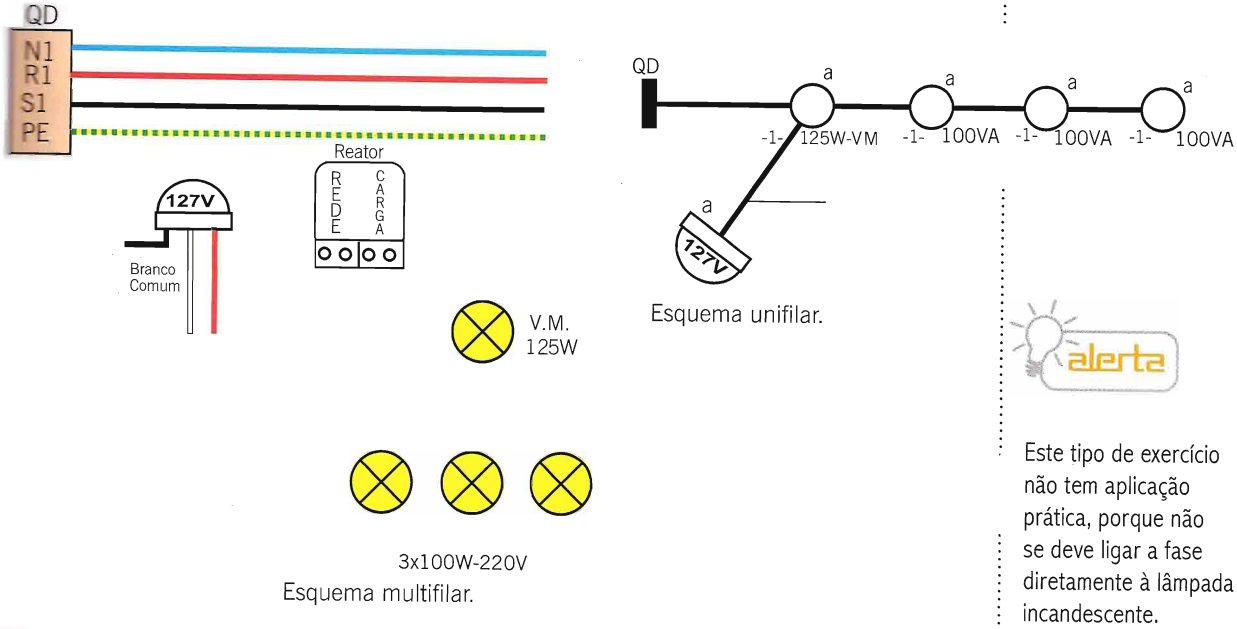
Esquema multifilar.



Esquema unifilar.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

5. 1 Lâmpada a vapor de mercúrio, 3 lâmpadas incandescentes de 100W-220W e 1 relé fotoelétrico de 127V-1000W/1200VA.

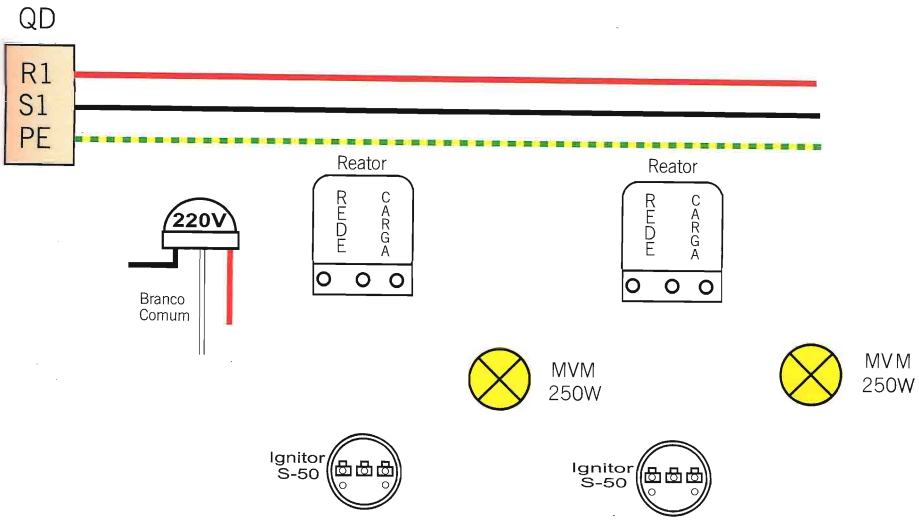


Esquema multifilar.

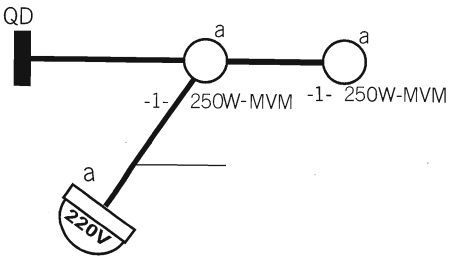
Esquema unifilar.

Este tipo de exercício não tem aplicação prática, porque não se deve ligar a fase diretamente à lâmpada incandescente.

6. 2 lâmpadas de multivapor metálico e 1 relé fotoelétrico 220V-1000W/1200VA.



Esquema multifilar.



Esquema unifilar.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

alta tensão

alerta

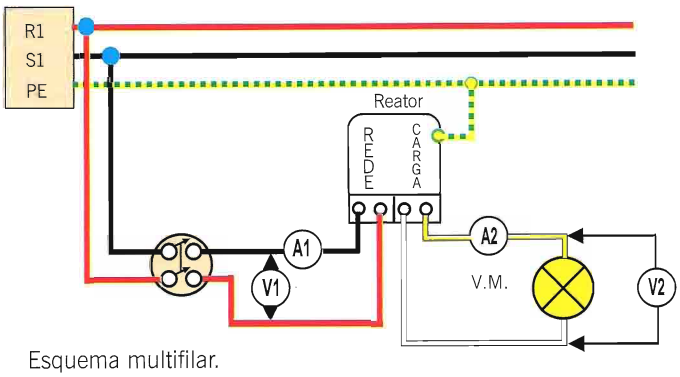
As ligações devem ser feitas de tal forma que em nenhuma hipótese provoque curto-circuito.

1. Resolva o seguinte problema, representando-o no esquema multifilar:

Quando viajo, ligo o relé fotoelétrico monofásico para comandar automaticamente as duas lâmpadas monofásicas externas; mas quando estou em casa, essas lâmpadas devem ser comandadas manualmente pelo interruptor na parede, sem desconectar o relé da rede.

Esquema multifilar.

2. Efetue a medição da tensão e corrente, conforme esquema abaixo:



Esquema multifilar.

Dados do reator:

Potência: ___ W

Corrente: ___ A

Fator de potência: _____

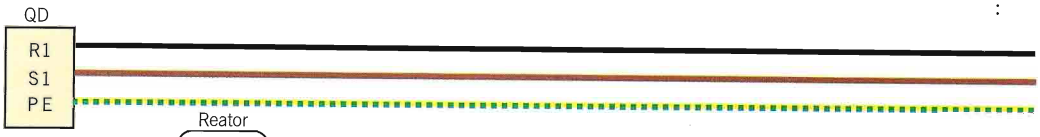
Potência da lâmpada: ___W

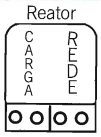
A_1 = ___ A ; V_1 = ___V

A_2 = ___ A ; V_2 = ___V

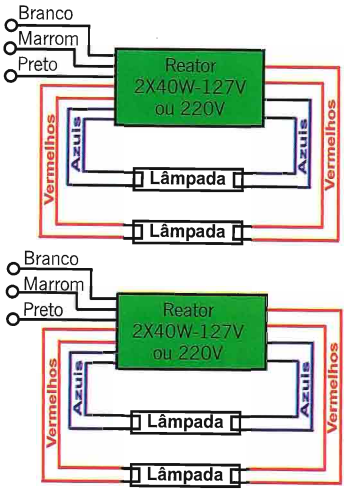
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

3. Complete as ligações do esquema multifilar e a fiação do esquema unifilar, sendo a tensão de alimentação 220V e o comando será feito por um único interruptor simples bipolar.

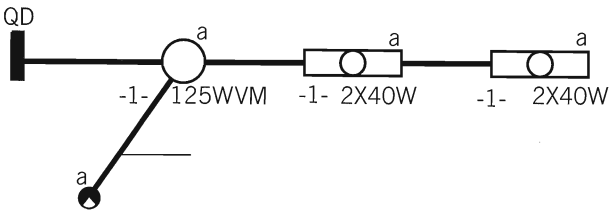




Preto e marrom = 220V.
Preto e branco = 127V.



Esquema multifilar.



Esquema unifilar

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

capítulo 5

Comando de iluminação com interruptor de minuteria

Instalações elétricas são constituídas de vários componentes, tão necessários quanto indispensáveis para o funcionamento correto, seguro e eficiente. Dentre os componentes da instalação, o dispositivo de comando de iluminação ou ponto de comando exerce papel fundamental.

Em determinadas situações, especialmente em edificações de uso coletivo, devido ao esquecimento, pode acontecer que as lâmpadas permaneçam acesas sem necessidade. Neste caso entra em funcionamento a minuteria, que desligará a(s) lâmpada(s) automaticamente após um tempo predeterminado.

www.morgefile.com

Fonte: Siemens

Fonte: Pial-Legrand.

A minuteria desliga a lâmpada automaticamente.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

aplicando conhecimento

A minuteria no controle da iluminação

A minuteria é um dispositivo eletrônico que tem por finalidade manter acesas as lâmpadas de um ambiente por um tempo previamente definido, desligando-as automaticamente após ter sido acesas por um comando através de pulsadores ou botões de campainhas.

A finalidade da sua utilização é a economia de energia, porque a lâmpada permanece acesa somente o tempo necessário da permanência ou de trânsito da(s) pessoa(s) num determinado ambiente.

A minuteria pode ser utilizada em vários locais, para atender as mais diversas finalidades, tais como: escadarias, halls, corredores e outros locais que não haja necessidade da permanência da(s) lâmpada(s) por longo período de tempo.

Fonte: Pial-Legrand

Exemplo de aplicação da minuteria.

As minuterias podem ser coletiva e individual.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Minuteria coletiva ou de comando em grupo

Esta minuteria é instalada em um quadro de distribuição (QD) e permite o comando de várias lâmpadas simultaneamente. As mais sofisticadas apresentam um aviso prévio de extinção de luz, ou seja, a lâmpada pisca uma vez, permanece acesa por 5 segundos, pisca outra vez e fica acesa por mais 20 segundos. Possuem regulagem para funcionamento permanente ou temporizado de 15s a 5min. O pulsador pode ser equipado com acessório luminoso para facilitar a localização no escuro.

Veja na tabela a seguir a capacidade da minuteria.

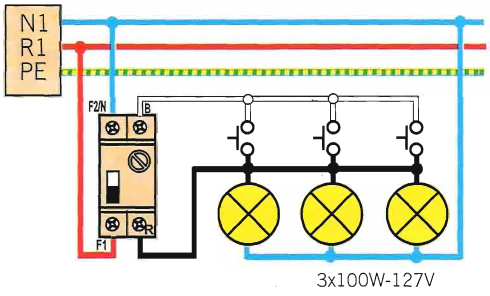
Tensão (V)	Freq. (Hz)	Potência máxima (W)	Quantidade de lâmpadas compactas			Quantidade de lâmpadas fluorescentes			Quantidade de lâmpadas incandescentes		
			9W	11W	21W	15W	20W	40W	40W	60W	100W
127	50/60	1200	44	36	19	53	40	20	30	20	12
220	50/60	2000	88	72	38	106	80	40	50	33	20

Tabela comparativa de capacidade da minuteria.

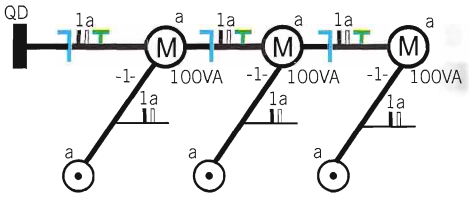
Ao instalar uma minuteria ou qualquer equipamento deve-se observar cuidadosamente o esquema de ligações, porque existem variações de fabricante para fabricante. Ligações erradas podem danificar o equipamento.

Instalação de interruptor de minuteria com lâmpada

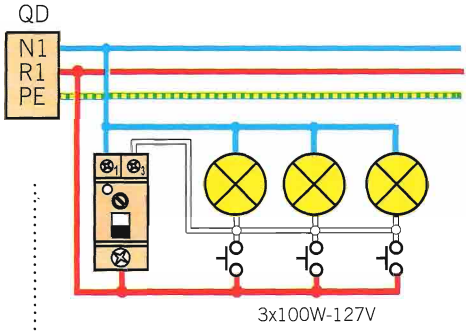
A seguir são apresentados os esquemas multifilar e unifilar de uma instalação elétrica para o comando de iluminação utilizando-se minuteria coletiva.



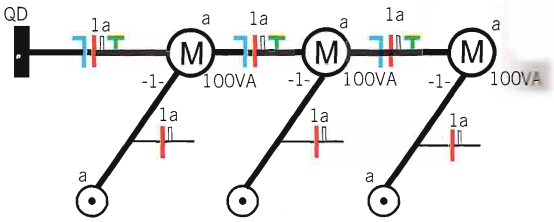
Minuteria coletiva: esquema multifilar.



Minuteria coletiva: esquema unifilar.



Minuteria coletiva: esquema multifilar.



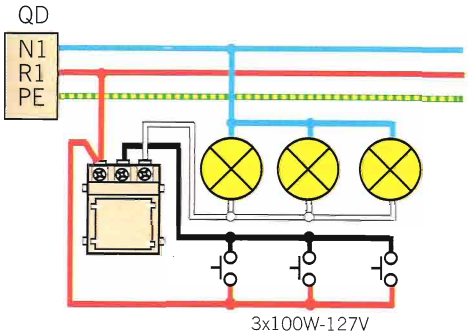
Minuteria coletiva: esquema unifilar.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

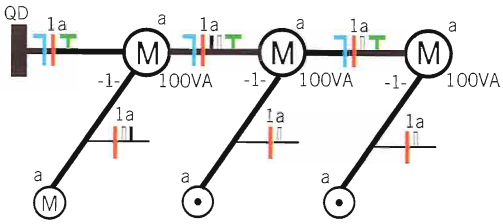
Minuteria individual

Este tipo de minuteria é instalada em uma caixa de passagem de corredores ou áreas de circulação em geral. Destina-se ao comando de lâmpadas incandescentes, mantendo-as acesas por um tempo de aproximadamente de 1min e 30s. Pode ser utilizada para potência de 40W a 300W em 127V e 40W a 600W em 220V. O pulsador também pode ser equipado com acessório luminoso.

Apresente-se abaixo os esquemas multifilar e unifilar de uma instalação elétrica para o comando de iluminação utilizando-se minuteria individual.



Minuteria coletiva: esquema multifilar.

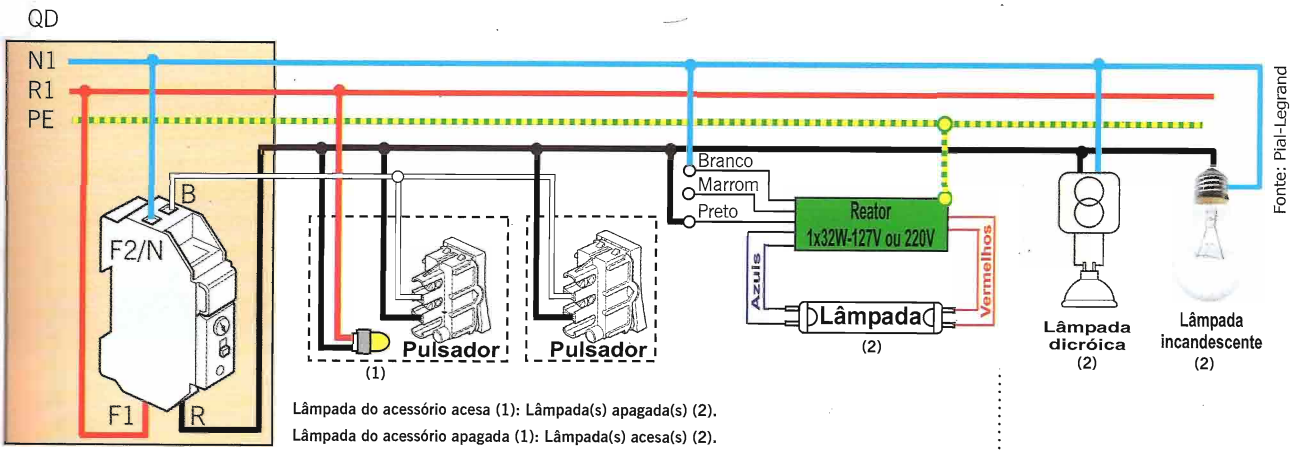


Minuteria coletiva: esquema unifilar.

Fonte: Pial - Legrand

Instalação de minuterias

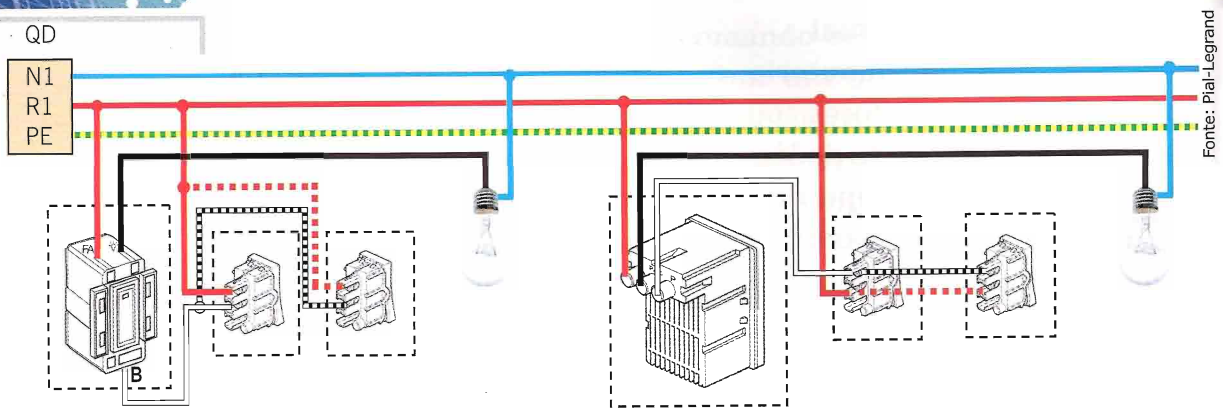
As ilustrações abaixo apresentam detalhes de ligações no comando de iluminação utilizando minuterias coletivas e individuais.



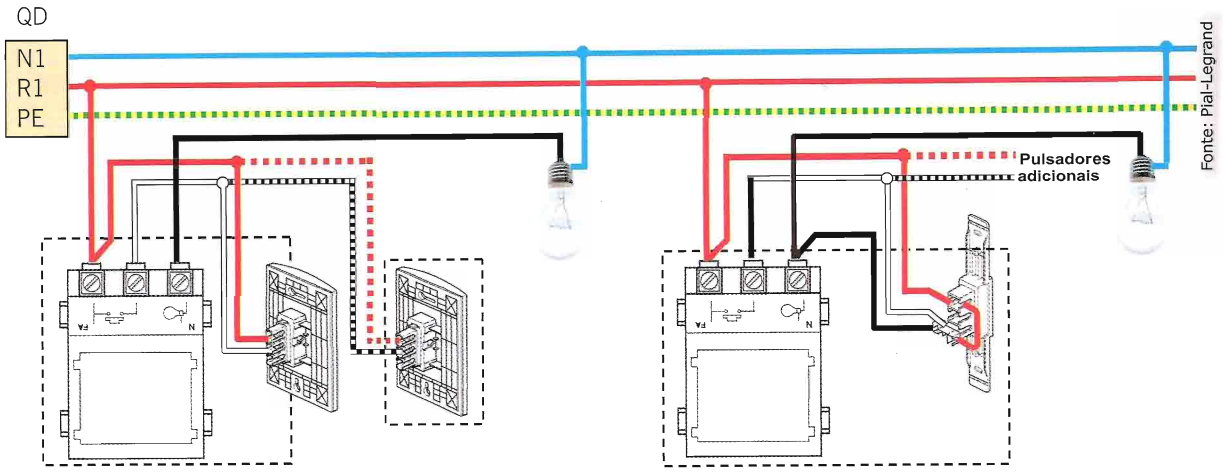
Fonte: Pial-Legrand

Minuteria coletiva, esquema funcional.

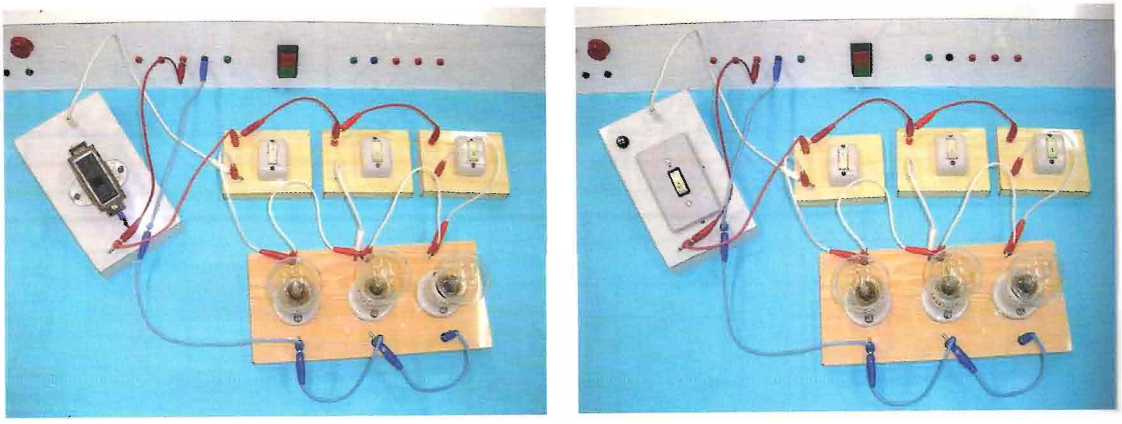
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br



Minuterias individuais, esquema funcional.



Minuterias individuais, esquema funcional.

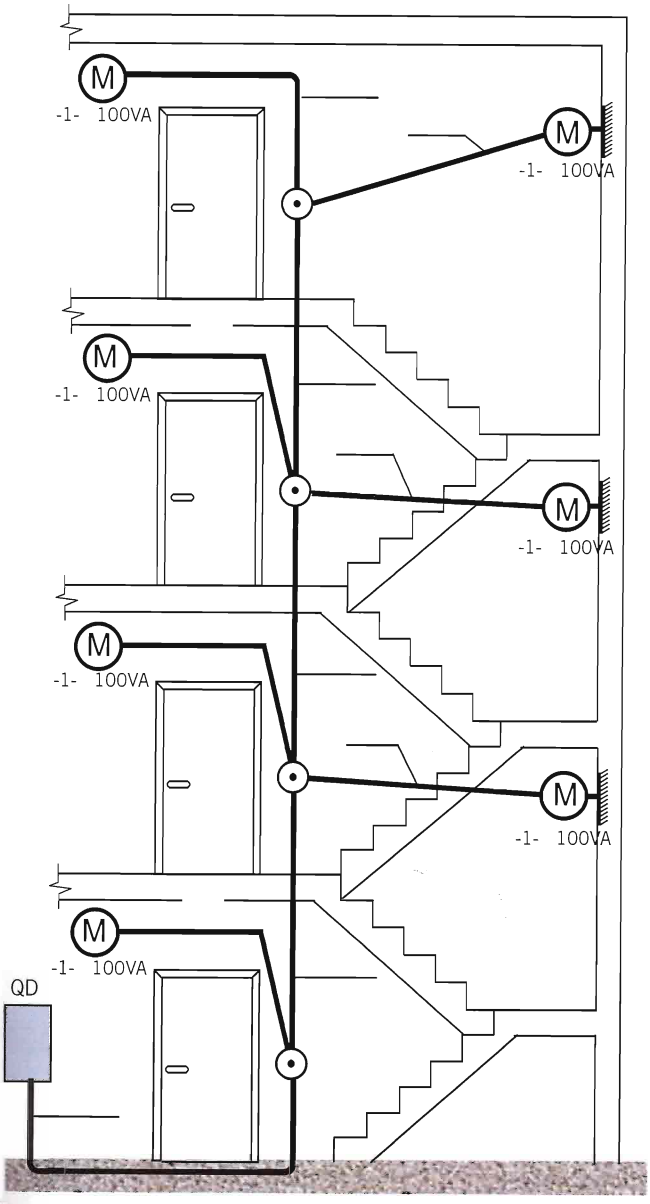


Instalação de minuteria individual e coletiva em bancada.

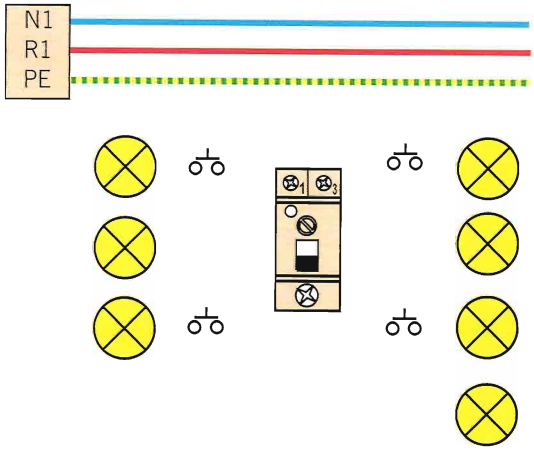
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

oficina prática

1. Complete as ligações do esquema multifilar e represente a fiação no esquema unifilar em prumada abaixo. Identifique cada um dos elementos (Neste circuito temos 7 lâmpadas incandescentes de 100W-127V, 4 pulsadores e 1 minuteria de comando em grupo).



Representação em prumada.



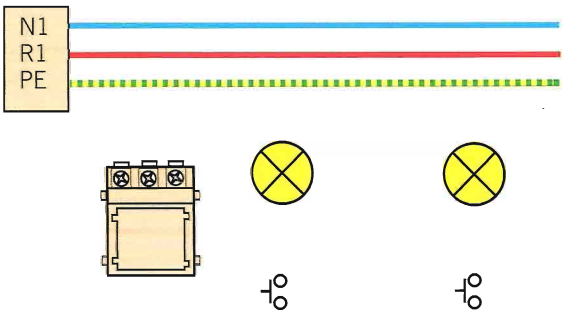
Esquema multifilar.

alerta

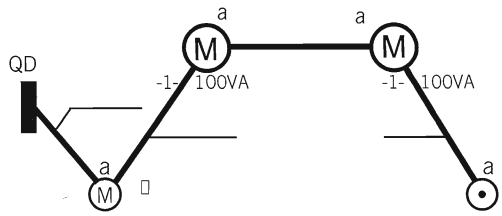
A minuteria é coletiva ou de comando em grupo e está instalada no QD térreo.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

2. Complete as ligações nos esquemas multifilar e unifilar de uma instalação de minuteria individual, contendo duas lâmpadas incandescentes de 100W-127V e dois pulsadores (botões de campainha).

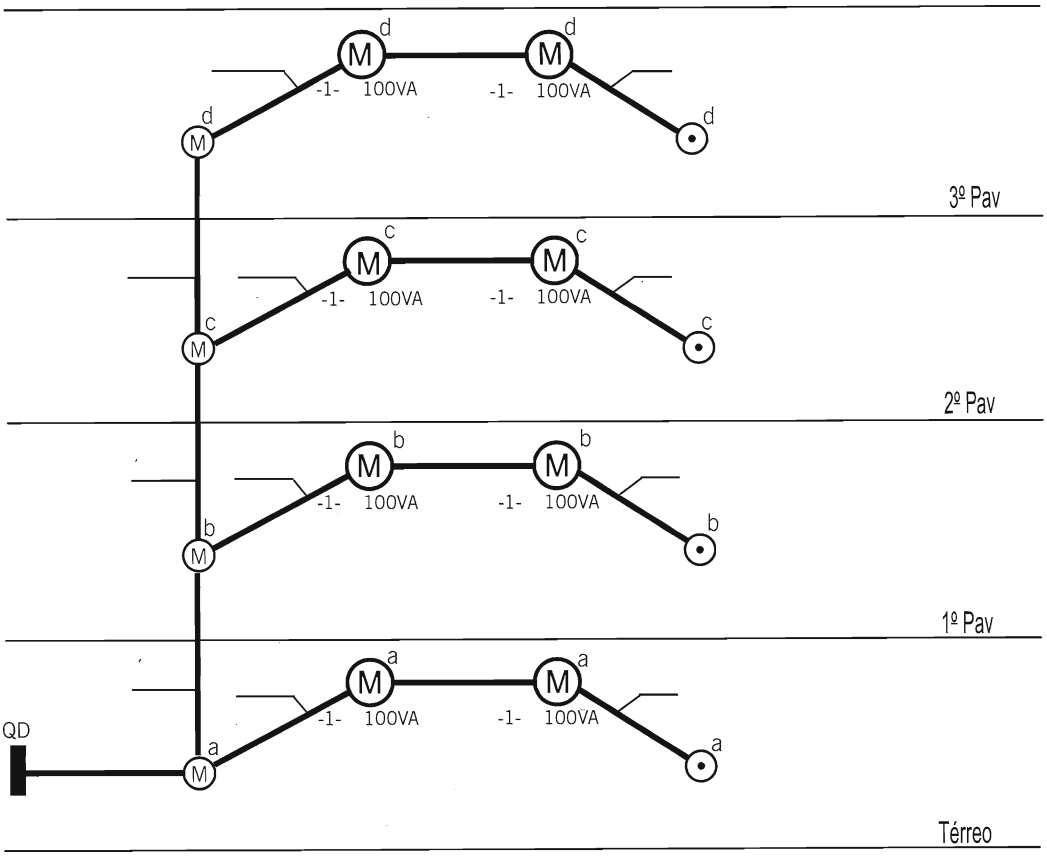


Esquema multifilar.



Esquema unifilar.

3. Represente a fiação do esquema unifilar utilizando-se a prumada de um prédio com 4 pavimentos, conforme disposição a seguir. A minuteria utilizada é individual, ou seja, uma para cada pavimento.



Representação em prumada.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

laboratório

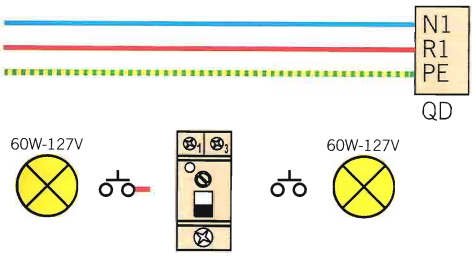
Material necessário

Quant.	Especificação
4	Lâmpada incandescente de 127V.
1	Minuteria coletiva 127V.
4	Botões de Campainha (pulsadores).
1	Luminárias fluorescentes completa 2x32W-127V.
1	Minuteria individual 127V.
15	Condutores para interligação.

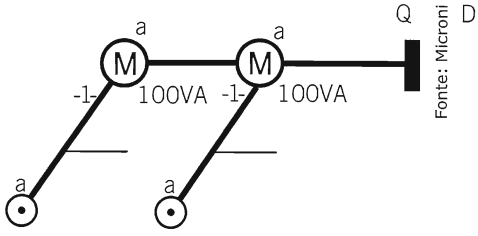
Represente corretamente as ligações nos esquemas multifilar e unifilar de instalações elétricas, cujas características são apresentadas abaixo:

Efetue a montagem

1. Lâmpadas incandescentes de 100W-127V, comandadas por um interruptor de Minuteria de 1000W-127V e dois pulsadores.
   Minuteria coletiva

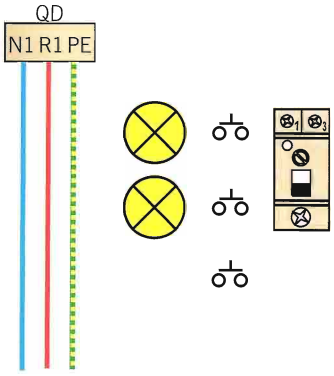


Esquema multifilar.

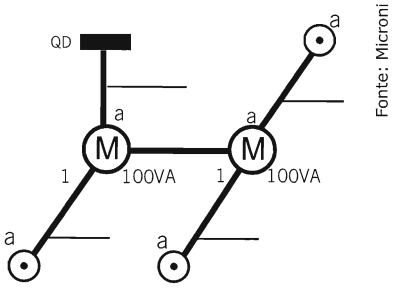


Esquema unifilar.

2. Lâmpadas incandescentes de 100W-127V, comandadas por um interruptor de minuteria de 1000W-127V e três pulsadores.
   Minuteria coletiva



Esquema multifilar.



Esquema unifilar.

alerta

1. As lâmpadas devem ser ligadas sempre em paralelo.

alerta

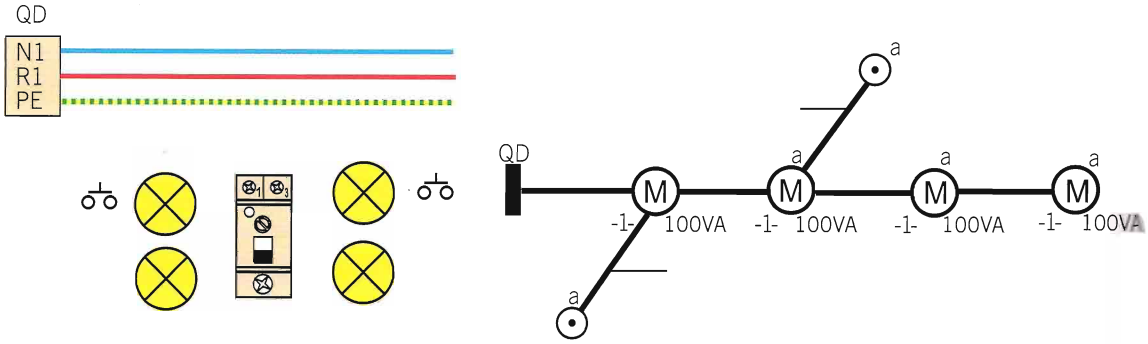
2. Os condutores que saem dos interruptores (simples, paralelo, pulsadores, etc.) e vão para as cargas são denominados retornos.

alerta

3. Ao instalar qualquer equipamento, observe sempre o esquema de ligações para evitar danos aos mesmo.

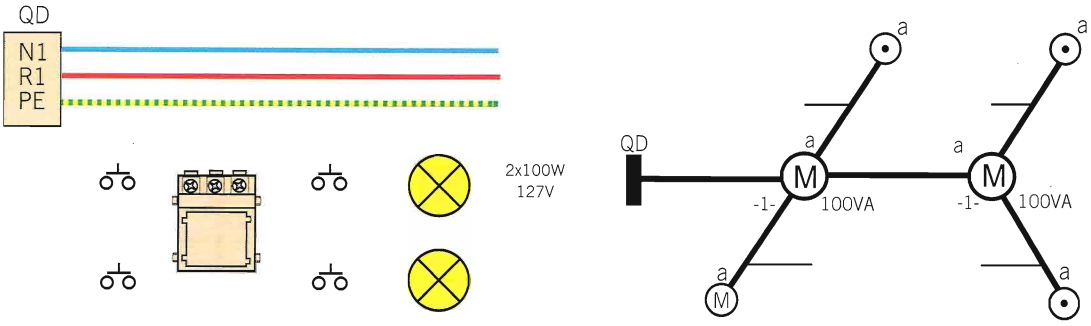
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

3. Lâmpadas incandescentes de 100W-127V, comandadas por um interruptor de minuteria de 1000W-127V e dois pulsadores.



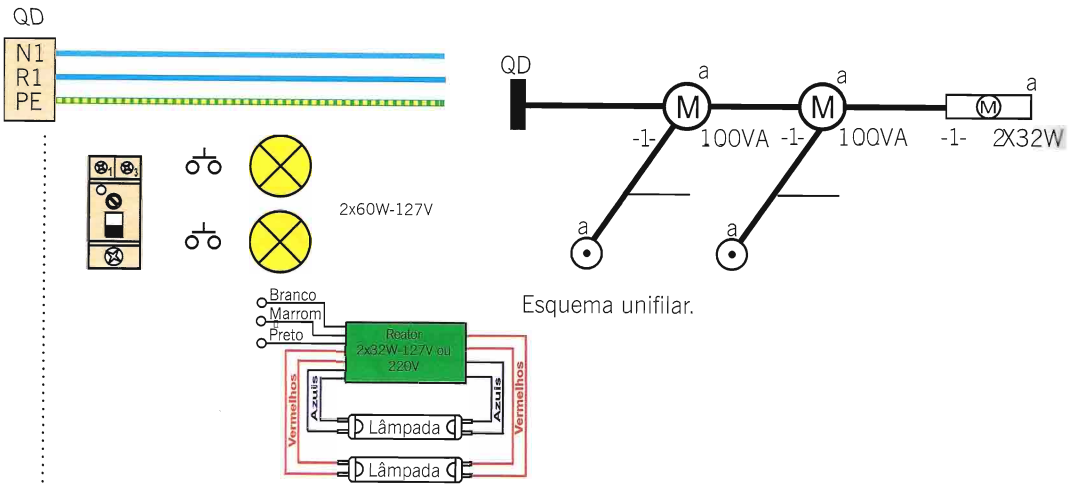
Esquema multifilar. Esquema unifilar.

4. Lâmpadas incandescentes de 100W-127V, comandadas por uma minuteria de 300W-127V e quatro pulsadores. A minuteria é individual e está instalada num dos pulsadores.



Esquema multifilar. Esquema unifilar.

5. Lâmpadas incandescentes de 60W-127V e 02 lâmpadas fluorescentes de 40W-127V, comandadas por minuteria coletiva e dois pulsadores.

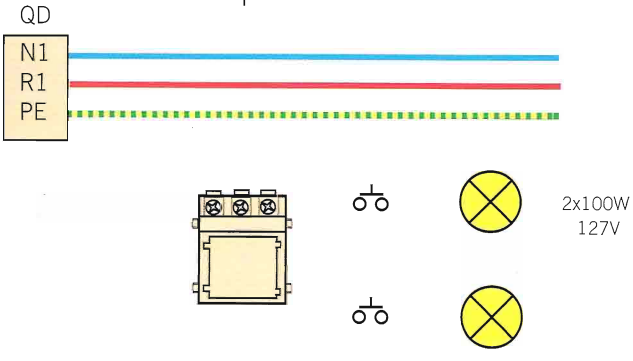


Esquema unifilar.

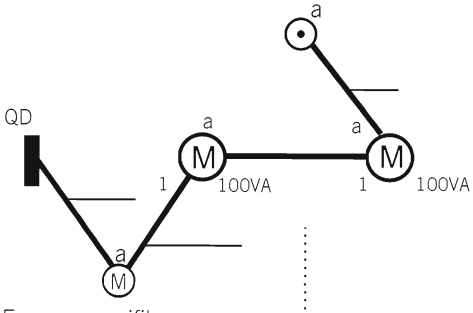
Esquema multifilar.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

6. Lâmpadas incandescentes de 100W-127V, comandadas por minuteria individual de 127V e dois pulsadores.

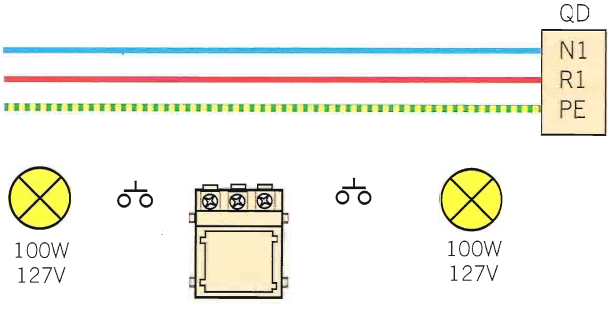


Esquema multifilar.

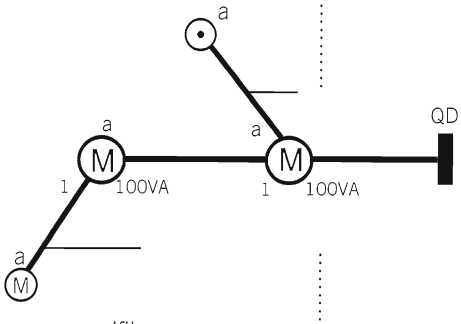


Esquema unifilar.

7. Lâmpadas incandescentes de 100W-127V, comandadas por minuteria individual de 127V e dois pulsadores.



Esquema multifilar.



Esquema unifilar.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Capítulo 6

Sensor de presença e variador de tensão elétrica

O sensor de presença (interruptor automático de presença) tem a função de acender a iluminação de um determinado ambiente automaticamente ao dectar movimento (penas, animais, etc.) e de apagá-la quando, após um tempo regulável de 10 segundos e 30 minutos aproximadamente,não houve qualquer tipo de movimentação no interior do recinto, em relação ao seu campo de detecção. O tempo de regulagem, ângulo e área de cobertura varia de acordo com o tipo e o fabricante.

Fonte: Bticino, Optex, Pial-Legrand e Siemens

Modelos de sensores de presença.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

O sensor de presença não necessita de intervenção manual para que a iluminação se acenda como é o caso da minuteria, somente o movimento dentro do seu campo de detecção é o suficiente para a iluminação acender e permanecer acesa enquanto houver movimento. Faz parte da linha de Sensores Ópticos.

O sensor de presença, dependendo da finalidade a que se destina, pode apresentar várias inovações tecnológicas, cujo objetivo é tornar mais seguro e eficiente o controle das áreas a serem protegidas, proporcionando maior comodidade e segurança aos usuários. O sensor pode conter, além dos recursos básicos:

- fotocélula que limita o funcionamento do sensor nos momentos em que o ambiente está com baixo nível de iluminação (ex.: Iluminação natural);
- chave seletora com três posições: A- Auto (automático); I- Ligado (Lâmpada constantemente ligada); O- Desligado (Lâmpada constantemente desligada);
- possibilidade de regular o funcionamento conforme o nível de iluminação ambiente (dia, noite e penumbra);
- sensibilidade ajustável para imunidade de animais até 30kg, etc.

aplicando conhecimento

Tipos de sensores de presença

Os sensores de presença são classificados quanto à instalação e o funcionamento.

Instalação

Em relação á instalação, os sensores de presença podem ser de embutir ou aparente, instalados na parede ou no teto.

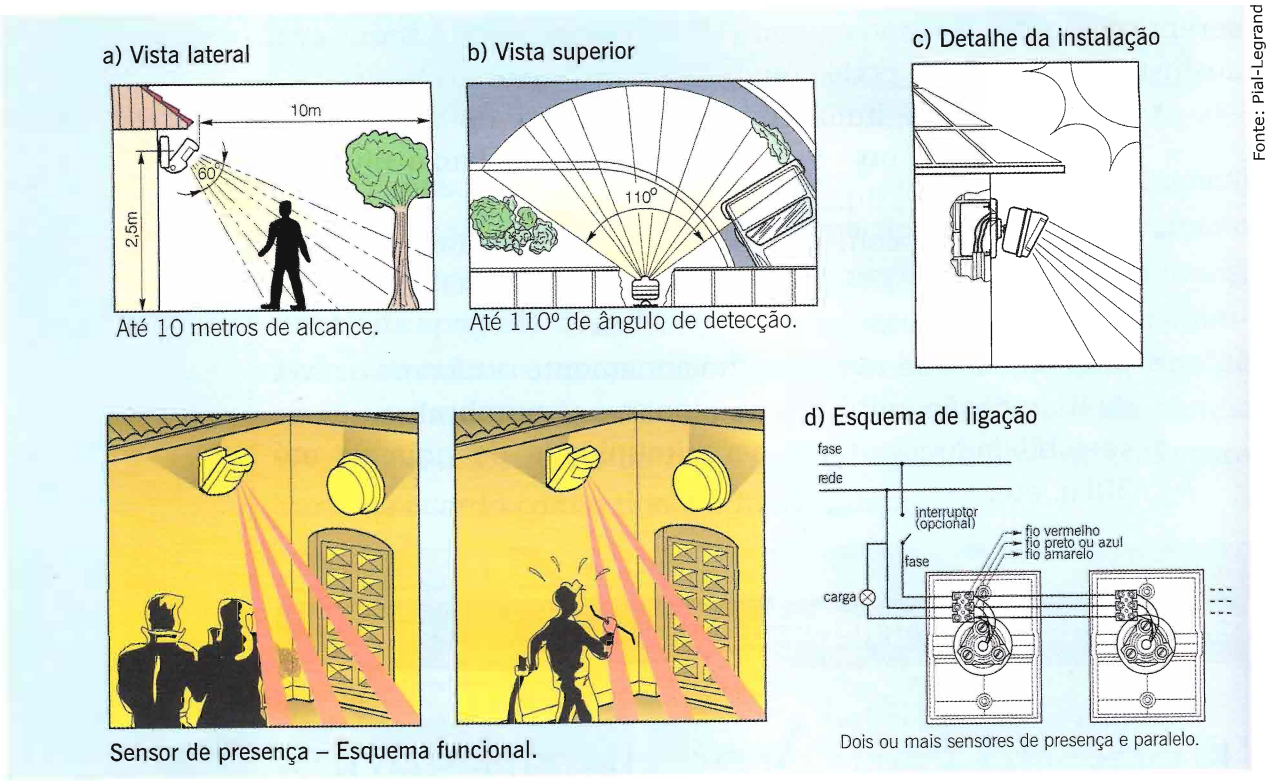
A área de cobertura pode ser, para alguns tipos mais sofisticados, de até 180m² e o ângulo de cobertura pode variar de 95° a 360°.

Quanto à potência e o tipo de lâmpada que pode ser utilizadas como carga, devem ser consultados os catálogos dos fabricantes. Como exemplo citamos o sensor de presença de embutir da Pial-Legrand, que deve ser instalado a uma altura de 1,20m do piso e a potência pode ser de: 40W a 150W, para 127V e de 40W a 300W,

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

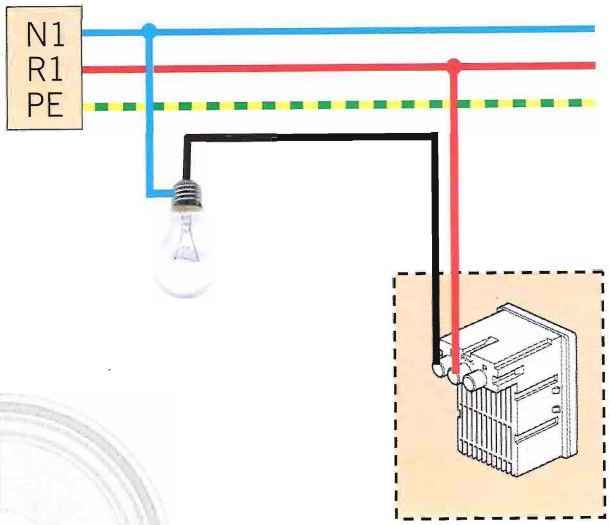
para 220V. Para o sensor de presença aparente para uso externo, da Pial-Legrand, a potência máxima em 127V e 220V (50/60Hz), é de: 1200W, para lâmpadas incandescentes; 600VA para lâmpadas fluorescentes e 300W motores em geral.

Nas ilustrações abaixo, vemos alguns exemplos de instalação utilizando-se sensores de presença. Observe que há diferentes formas de instalação dos sensores.



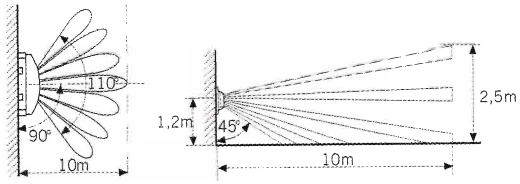
Fonte: Pial-Legrand

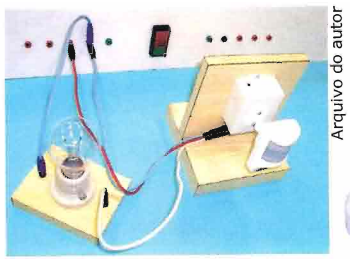
Instalação de uma lâmpada com sensor de presença.



Esquema funcional da aplicação dos sensores de presença.

Campo de detecção





Montagem em bancada.

Arquivo do autor

Aplicação prática.

Fonte: Pial-Legrand

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Funcionamento

Existem sensores de presença que funcionam com diferentes tecnologias, tais como: PIR/RIP ou IVP (Raios Infravermelhos Passivos), Ultra-sônica e Dual, PET (Positive Electro-imaging Tracing) e RIA ou IVA (Raios Infravermelhos Ativos).

Tecnologia PIR/RIP ou IVP (raios infravermelhos passivos)

Os sensores que utilizam esta tecnologia são os mais comuns e que apresentam custo relativamente baixo. Detectam presença através da diferença entre o calor emitido pelo corpo humano e o espaço ao redor. Utilizam uma lente Fresnel que distribui os raios infravermelhos em diferentes zonas, com diferentes longitudes e inclinações, obtendo assim uma melhor e mais precisa cobertura da área a controlar.

Tecnologia ultra-sônica

São sensores de movimento volumétricos que utilizam o princípio ou efeito Doppler. Essa tecnologia de sensores, Watt Stopper, da Bticino, emitem ondas de ultra-som na área a controlar; essas ondas rebatem nos objetos presentes, e retornam ao receptor do sensor de presença. O movimento de uma pessoa na área faz com que as ondas ultra-sônicas retornem com uma freqüência diferente da emitida, o que é interpretado como detecção de presença.

Tecnologia dual

É uma patente da linha Watt Stopper que combina as tecnologias PIR (Raios Infravermelhos Passivos) e ultra-sônica, proporcionando assim o controle da iluminação nas áreas onde sensores de apenas uma tecnologia poderiam apresentar falhas na detecção. A combinação de raios infravermelhos com ultra-som permite que o sensor aproveite as melhores características destas tecnologias, oferecendo assim uma maior sensibilidade e exatidão de funcionamento.

Tecnologia PET (Positive Eletro-imaging Tracing)

São sensores de Micro Ondas/PIR que fazem o monitoramento de locais de forma contínua e ativa, contrabalançando

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

alarmes falsos e rearmando-se para otimizar constantemente a performance da detecção e assegurar a estabilidade do sistema: correção automática a cada minuto.

Tecnologia RIA ou IVA (Raios infravermelhos ativos)

Este tipo de sensor utiliza um emissor, do qual é emitida uma onda infravermelha, invisível ao olho humano, e um receptor que detecta essa onda. Pode ser utilizado em áreas internas como externas e seu alcance pode ultrapassar os 100m.

A utilização do sensor de presença é uma solução prática, moderna e inteligente e muito utilizada na automatização predial. Este equipamento não se destina somente controlar a iluminação de um determinado ambiente (garagem, circulação, halls, despensas, escadarias, câmaras frigoríficas, e demais locais onde ocorra movimentação eventual de pessoas), pois também, é usada em grande escala, no controle de acesso: portas automáticas e circuitos de alarmes. Proporciona grande economia de energia elétrica, porque o circuito é acionado somente enquanto houver movimento no seu campo de detecção.

oficina teórica

1. O sensor de presença faz parte de que linha de sensores?

2. Além dos recursos básicos, como detecção de movimento, ângulo, etc., quais os outros recursos que o sensor de presença pode conter?

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

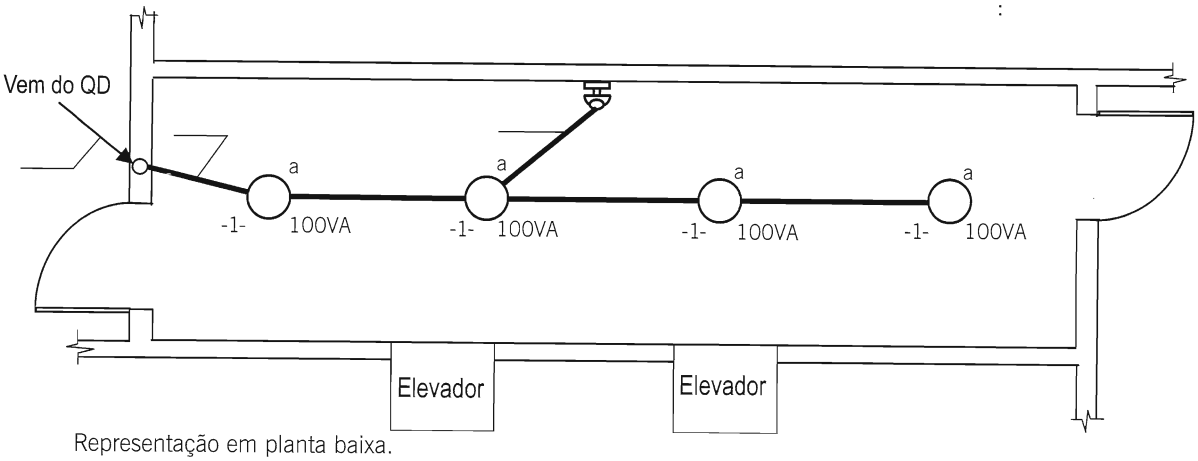
3. Qual a regulagem de tempo de um sensor de presença para o seu desligamento quando não há nenhum movimento no campo de detecção?

.....

.....

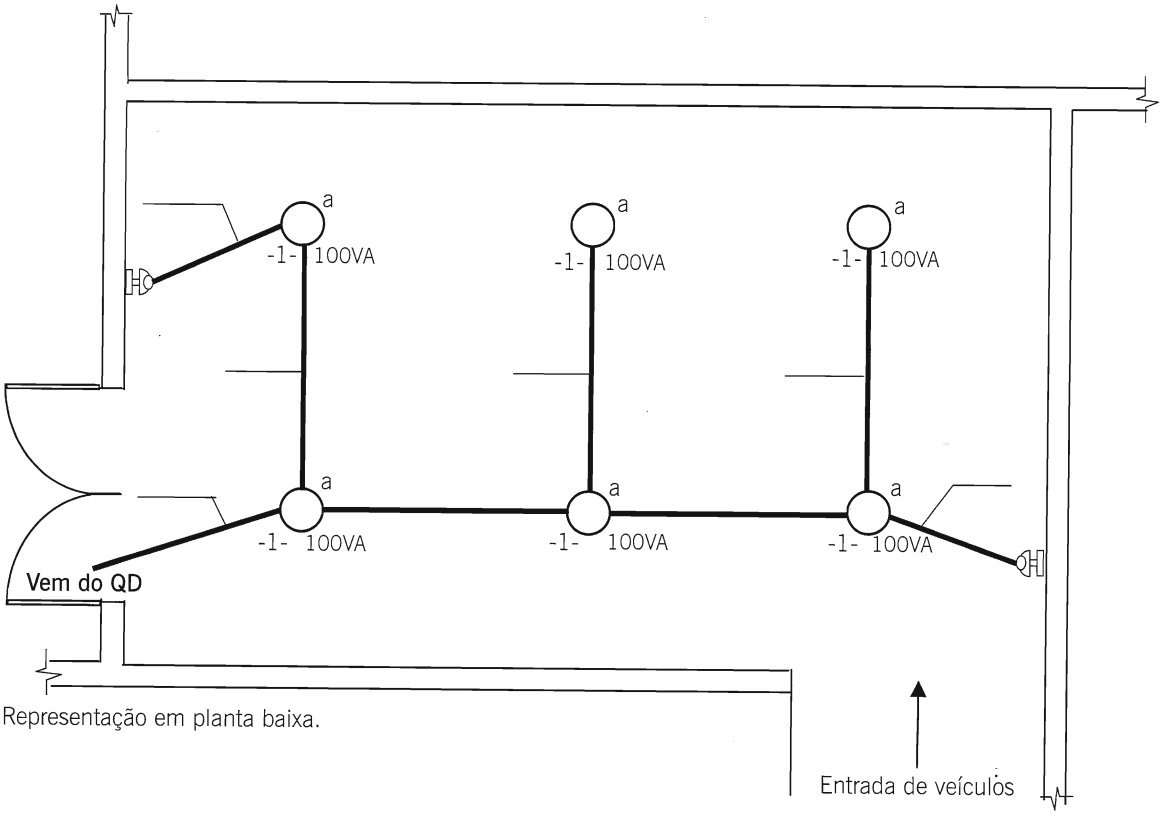
4. Sendo dada a simbologia padronizada complete as ligações nas plantas baixas a seguir:

a) Ambiente com quatro lâmpadas incandescentes de 100W-127V comandadas por interruptor automático de presença.



Representação em planta baixa.

b) Garagem com seis lâmpadas incandescentes de 100W-127V comandadas por interruptor automático de presença.



Representação em planta baixa.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

interatividade

Efetue a seguinte pesquisa com relação ao sensor de presença:

a) Informações sobre as Tecnologias de Sensores de Presença: PIR, Ultra-sônica; Dual, PET e IVA.

b) Defina: lente Fresnel; princípios.

c) É princípios ou efeito Doppler?

d) Funções do sensor em processos e projetos eletroeletrônicos e como são classificados.

e) O que são sensores passivos e ativos?

f) O que é radiação ultravioleta e infravermelha?

aplicando conhecimento

Comando de iluminação por variador de tensão elétrica "dimmer"

É um dispositivo eletrônico que tem como finalidade controlar a tensão de um circuito elétrico e pode substituir (e com vantagens) o interruptor normal de parede. Devido às suas características, o interruptor normal autoriza a lâmpada a acender plenamente ou a apagar completamente, sem qualquer condição intermediária. Com a utilização do variador de tensão elétrica "Dimmer" com apenas um toque ou o movimento da mão você é capaz de controlar, de modo linear, a tensão do circuito desde 0 (zero) até o valor da tensão nominal (127V ou 220V).

Esse recurso da eletrônica é muito utilizado na iluminação de ambientes e recebe o nome de variador de luminosidade, dispositivo que varia a luminosidade da lâmpada, quer seja

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

incandescente, halógena e dicróica, desde zero (completamente apagada) até 100% (totalmente acesa), porém passando (e "parando", se assim for o desejo do usuário) em qualquer condição intermediária, como por exemplo: "pouca luz", "meia luz" e "luz plena".

O variador de tensão elétrica pode, também, ser utilizado para o controle de motores universais (motores com comutadores, tipo CC).

Este dispositivo atende perfeitamente as necessidades do usuário, quanto ao conforto e economia de energia elétrica.

Fonte: Bticino e Pial-Legrand; www.sxc.hu

Variadores de luminosidade "dimmer".

Tipos de variadores

Existem no comércio três tipos de variadores quanto ao seu funcionamento:

a) Digital ou sensitivo: Com um toque rápido, a lâmpada se acende e com um novo toque se apaga. Para variar a luminosidade, basta manter o contato com a placa metálica.

b) Rotativo: Possui um botão do tipo "knob", ao girar para a esquerda diminui o nível da iluminação até apagar totalmente, e ao girar para a direita aumenta o nível de iluminação até acender plenamente.

c) Deslizante: Possui um cursor que ao movê-lo, para baixo ou para cima ou, ainda, para a esquerda ou para a direita

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

ocorre a variação da luminosidade, de zero (totalmente apagada) até 100% (totalmente acesa).

Tipos de variadores de luminosidade "dimmer".

Fonte: Bticino e Pial-Legrand

alerta

Consulte o catálogo do fabricante, o fornecedor ou ainda, um profissional da área elétrica, para obter informações seguras a respeito do melhor variador de luminosidade para atender as suas necessidades.

Este dispositivo pode ser utilizado no controle de iluminação de diversos ambientes, como por exemplo: quartos, salas, copas, salas de reuniões, anfiteatro, luzes de cabeceira e pode ser usado, também, para o controle de ventiladores de teto.

Apresentamos a seguir algumas características que julgamos importantes a respeito dos variadores, as quais devem ser observadas no momento da instalação do mesmo, a fim de atender plenamente as necessidades de cada caso:

- O variador de luminosidade digital guarda na memória a última regulagem;
- O variador de luminosidade pode ser utilizado para iluminação fluorescente desde que seja com reator eletrônico dimmerizável;
- Limites de potências para alguns modelos existentes, como por exemplo: 127V/220V, 40W-300W/60W-500W; 40W-300W/40W-600W; 40W-500W/40W-1000W; 40W-400W/40W-700W; ventilador de teto: 127V/220V, 100VA-300VA/100VA-500VA.
- O variador digital permite instalação com pulsadores em paralelo que também poderão comandar e variar a luminosidade.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

oficina teórica

1. Como o variador de luminosidade varia a luminosidade da lâmpada?

2. Cite os tipos de variadores de tensão elétrica "dimmer" e descreva cada um deles.

3. Cite pelo menos quatro aplicações do variador de tensão elétrica.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

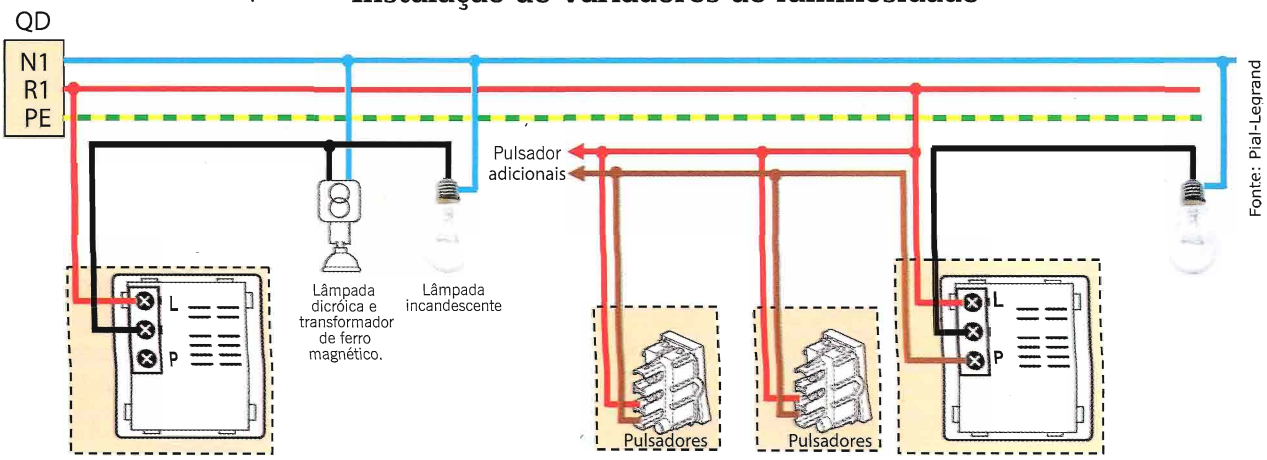
aplicando conhecimento

Instalação de variadores de luminosidade

As ilustrações a seguir, em forma de esquema multifilar, apresentam os detalhes quanto às ligações para instalar corretamente os variadores de tensão elétrica "Dimmers" ou variadores de luminosidade.

Observe como instalar um variador digital (Tecla Soflt Touch)-Elite.

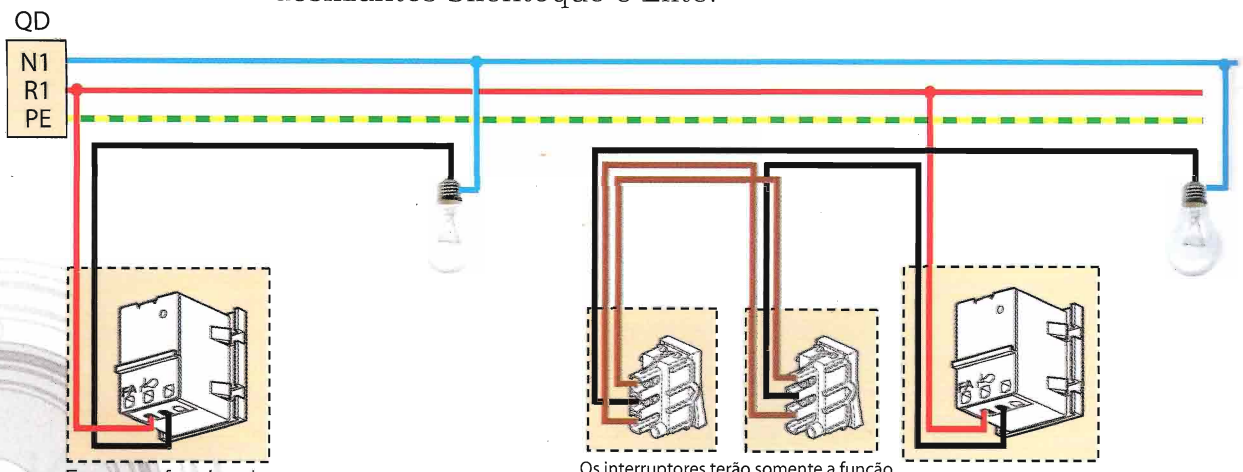
Instalação de variadores de luminosidade



Esquema funcional

Os pulsadores (não-luminosos) também regulam a luminosidade.

Acompanhe instalação correta dos variadores rotativos e deslizantes Silentoque e Elite.

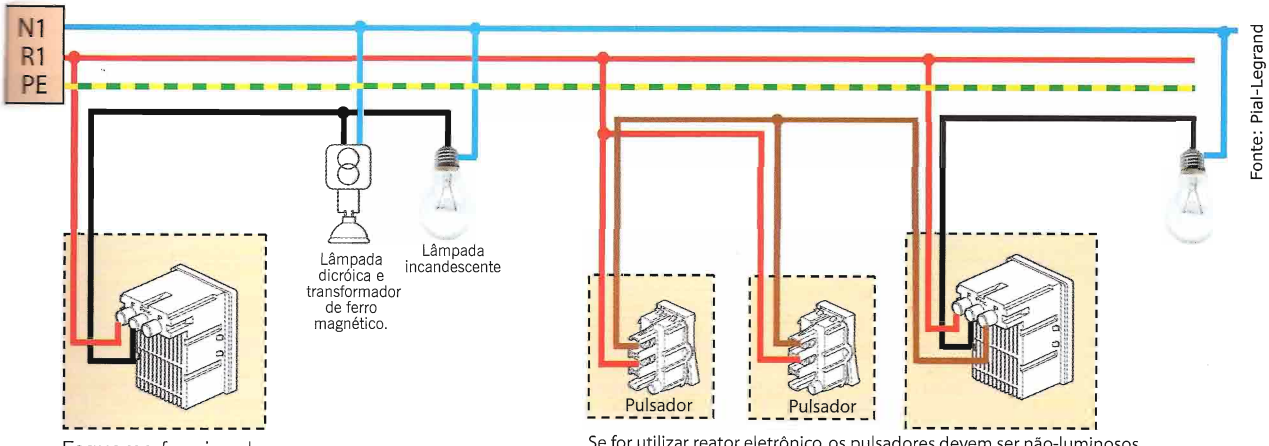


Esquema funcional

Os interruptores terão somente a função de ligar e desligar a lâmpada.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Veja como instalar um variador rotativo e digital (tecla soft Touch) Pialplus.



Esquema funcional.

Se for utilizar reator eletrônico, os pulsadores devem ser não-luminosos.

Aplicação dos variadores de velocidade.

alerta

Ao instalar variador de tensão elétrica (Variador de Luminosidade) observe cuidadosamente o esquema do fabricante. Ligações erradas podem causar a queima do aparelho.

interatividade

Efetue a seguinte pesquisa com relação ao variador de tensão Elétrica "dimmer": defina dimmer e cite seus principais componentes. Em seguida, explique o funcionamento de um "Dimmer" com auxílio de um Esquema.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

laboratório

Material necessário

Quant.	Especificação
3	Lâmpadas incandescentes de 127V.
1	Interruptor automático de presença externo de 127V.
1	Interruptor automático de presença de embutir de 127V.
1	Variador de luminosidade digital de 127V.
1	Variador de luminosidade rotativo de 127V.
1	Interruptor simples de 1 tecla.
2	Interruptores paralelos.
2	Botões de Campainha (pulsadores).
11	Condutores para interligação.

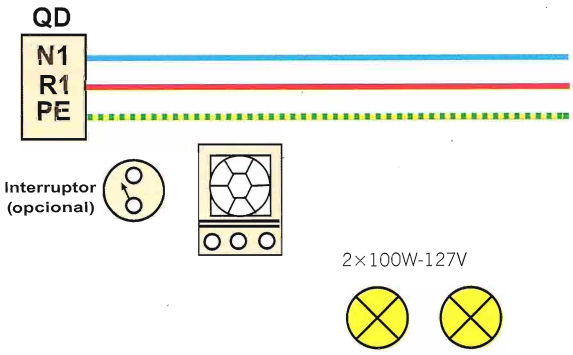
alerta

Verifique o esquema e as recomendações do fabricante antes de ligar dispositivos de comando eletrônicos. Ligações erradas podem danificar o equipamento.

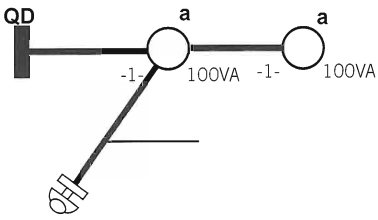
Efetue a montagem

Represente corretamente as ligações nos esquemas multifilar e unifilar de instalações elétricas, cujas características são apresentadas a seguir:

1. Duas lâmpadas incandescentes de 100W-127V, comandadas por um interruptor automático de presença externo 1200W-127V e um interruptor simples.



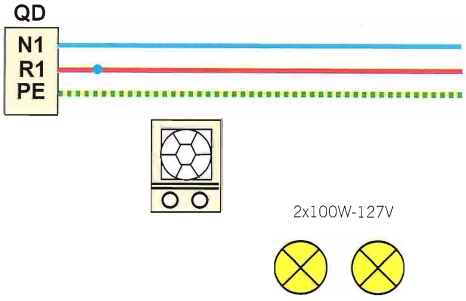
Esquema multifilar.



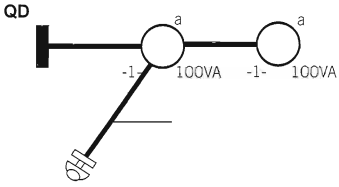
Esquema unifilar.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

2. Duas lâmpadas incandescentes de 100W-127V, comandadas por um interruptor automático de presença externo 150W-127V.

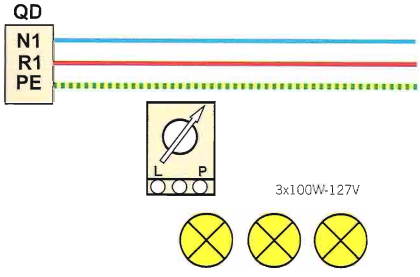


Esquema multifilar.

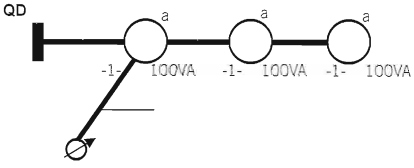


Esquema unifilar.

3. Três lâmpadas incandescentes de 100W-127V, comandadas por um variador de luminosidade 400W-127V.

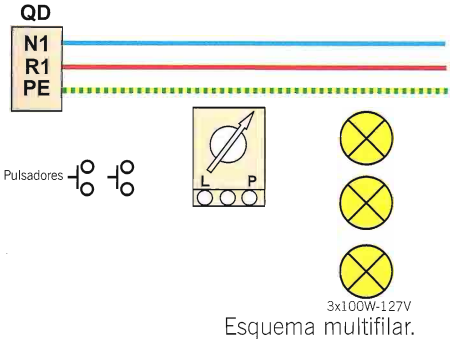


Esquema multifilar.

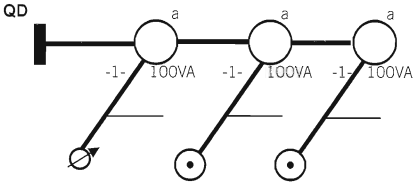


Esquema unifilar.

4. Três lâmpadas incandescentes de 100W-127V, comandadas por um variador de luminosidade 400W-127V e dois pulsadores.

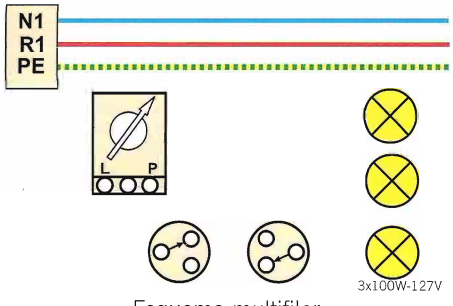


Esquema multifilar.

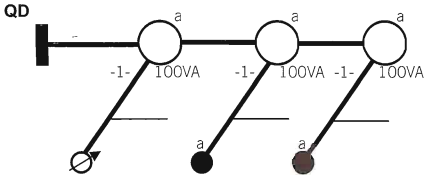


Esquema unifilar.

5. Três lâmpadas incandescentes de 100W-127V, comandadas por um variador de luminosidade 400W-127V e dois pulsadores.



Esquema multifilar.



Esquema unifilar.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

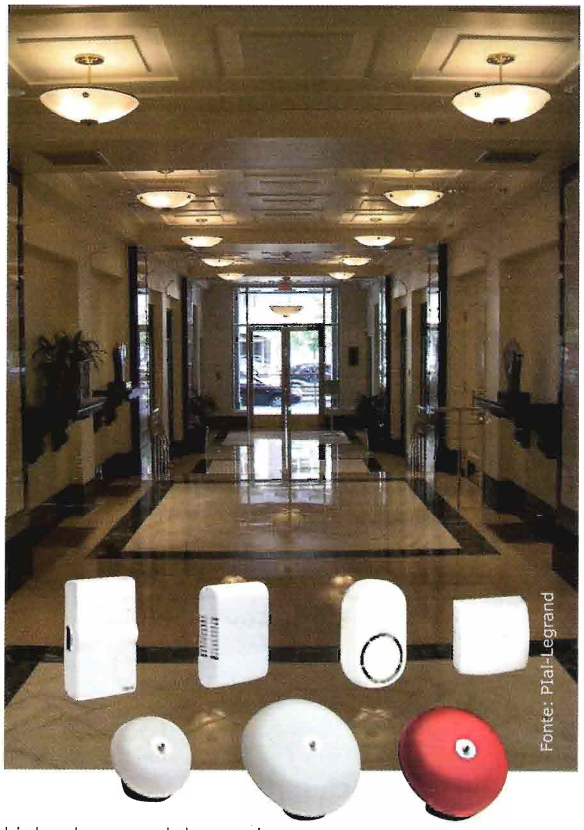
Capítulo 7

Comando de Campainhas e porteiros eletrônicos

As campainhas e as cigarras são aparelhos que podem ser acionados por um ou mais pulsadores ou botões de campainha instalados junto às portas ou portões de acesso à propriedade. Têm por finalidade avisar a presença de pessoas que desejam ser atendidas, pois é uma maneira simples de enviar um sinal de aviso, evitando que a pessoa bata palmas para ser atendida.

É utilizada como meio de silização, podendo ser empregada como chamada geral ou sistema de alarmes.

As campainhas de tímpano, (produzem som de alta intensidade) são ideais para serem utilizadas em grandes ambientes, por exemplo: escolas, indústrias, sítios ou chácaras, grandes armazéns e postos de gasolina. Existem, também, modelos específicos para uso em linhas telefônicas, como para pontos de táxi.



Linha de campainhas e cigarras.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

aplicando conhecimento

Tipos de campainhas

No comércio de materiais elétricos e supermercados, é possível encontrar os mais variados tipos e modelos de campainhas e cigarras. Quanto ao funcionamento, podem ser eletrônicas e eletromagnéticas.

Eletrônicas

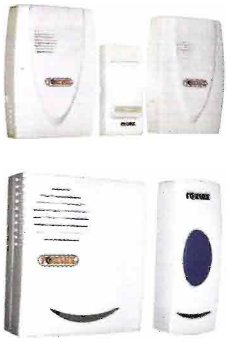
As campainhas eletrônicas são as mais sofisticadas. Podem apresentar diversos tipos de sons, com alguns modelos musicais. Existem campainhas com e sem fio. A campainha sem fio possui um transmissor que é o botão externo, a prova de tempo, o qual envia um sinal para o receptor que fica na parte interna. A distância entre o botão pulsador e o receptor pode chegar a 30 metros com interferências e a 80 metros sem interferências.

Eletromagnéticas

As campainhas eletromagnéticas são mais simples, sendo constituídas basicamente por um eletroímã. Este aciona um êmbolo móvel que bate num tímpano (timbre) ou em lâminas metálicas, sendo uma de cada lado da campainha. Pode ter um eletroímã que faz vibrar uma lâmina metálica como é o caso das cigarras. Algumas campainhas de tímpano podem produzir sons acima de 100db (decibéis). São utilizados para grandes, áreas e podem funcionar tanto em corrente alternada como em corente continua. As cigarras e outros modelos de campainhas produzem um som em torno de 80db.

alerta

As campainhas eletrônicas sem fio não devem ser instaladas próximas a objetos metálicos (reduz o alcance do acionador) ou em lugares úmidos.



Fonte: foxlux / arquivo do Autor

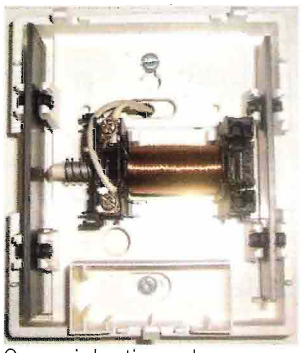
Campainhas sem fio.

Fonte: foxlux / arquivo do Autor

Campainhas sem fio, vista interna.

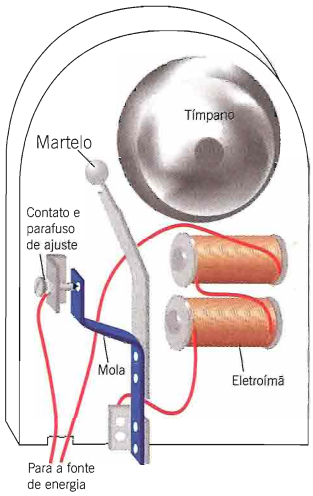
Arquivo do autor

Campainha de tímpano com duas bobinas.



Arquivo do autor

Campainha tipo solo, vista interna.



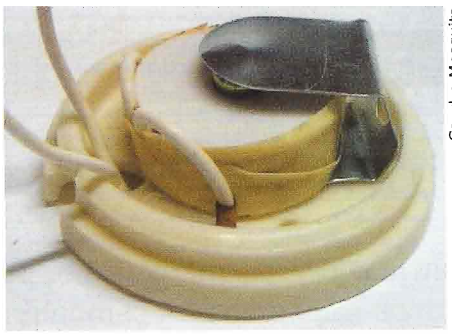
Fonte: Éric Jewell Associates

Campainha de tímpano com duas bobinas.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

alerta

Por questão de segurança, as campainhas e cigarras devem funcionar em extra baixa tensão (SELV), utilizando-se Transformador de segurança, que permite acionar cargas em ambientes sujeitos à presença de água e risco de choques elétricos.



Sandro Mesquita

Cigarra.

Fonte: Siemens

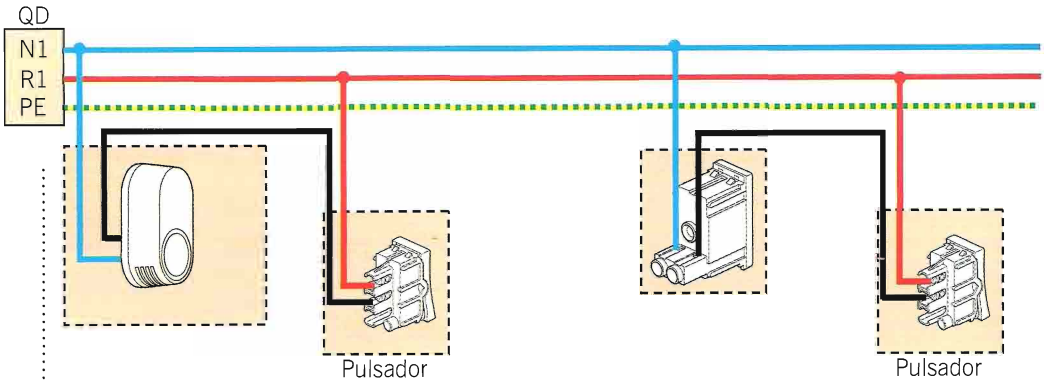
Transformador de segurança.

Esquemas e instalações de campainhas e cigarras

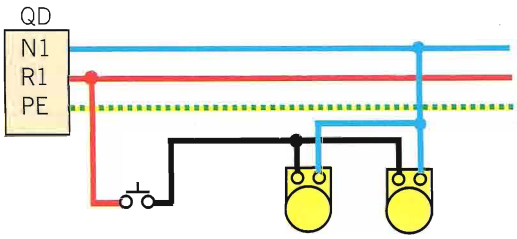
A seguir são apresentadas ilustrações e esquemas em detalhes mostrando como instalar corretamente uma campainha ou cigarra. Instalar uma campainha é como instalar uma lâmpada.

Observe a instalação de campainha por pulsadores.

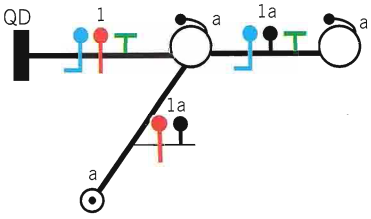
Instalação de campainha com pulsadores



Esquema funcional.



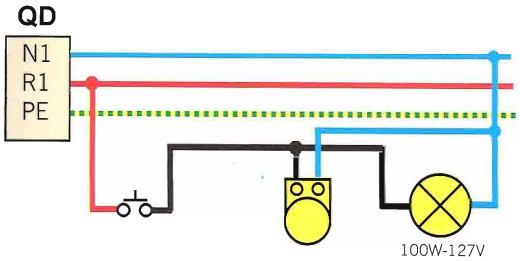
Esquema multifilar.



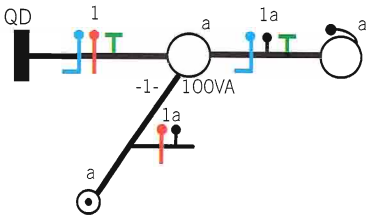
Esquema unifilar.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Em locais onde há a predominância de barulho instalações industriais e em residência onde existe a presença de algum morador com deficiência auditiva) instala-se, juntamente com a campainha ou cigarra, uma lâmpada. Veja o esquema abaixo que mostra a instalação de campainha com lâmpadas e pulsador.



Esquema multifilar.



Esquema unifilar.

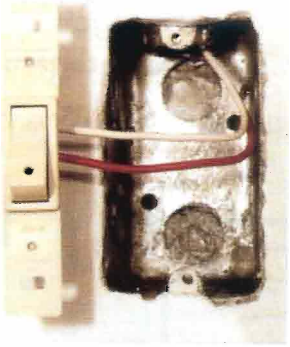
Abaixo vemos algumas fotos de montagem em bancada e a instalação utilizando campainha. Instalação em barcada

Instalação em bancada

Arquivo do autor

Cigarra. Montagem em bancada.

Instalação em teto de alvenaria



Instalação de pulsador em alvenaria.

Arquivo do autor

Instalação de campainha em alvenaria.

Nota

- A campainha é a forma mais simples de se enviar um sinal de chamada ou de alerta;
- O funcionamento desses aparelhos pode ser por meio eletromagnético ou eletrônico;
- Observar a tensão de funcionamento;
- Caso o botão de campainha (pulsador) seja instalado ao tempo, prever a utilização de botões ou pulsadores (para instalação ao tempo) e prever uma proteção por meio de cobertura;
- Pode-se utilizar condutores de seção 1,0mm² para circuitos de campainhas ou cigarras;
- As cigarras e campainhas podem fazer parte da instalação e do dimensionamento dos circuitos de iluminação.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

laboratório

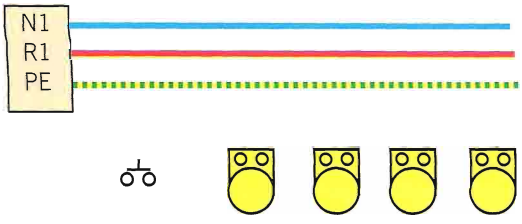
Material necessário

Quant.	Especificação
4	Cigarras de 127V.
3	Botão de campainha ou pulsador.
3	Lâmpada incandescente de 127V.
20	Condutores para interligação.

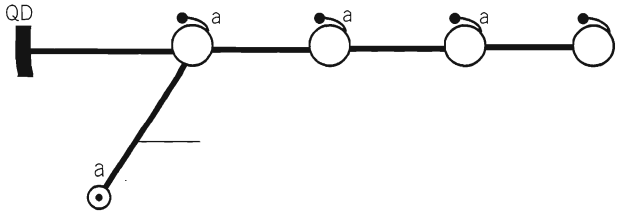
Represente corretamente as ligações nos Esquemas Multifilar e Unifilar de instalações elétricas, cujas características são apresentadas a seguir:

Efetue a montagem

1. 4 cigarras de 127V comandadas por um botão de campainha (pulsador).

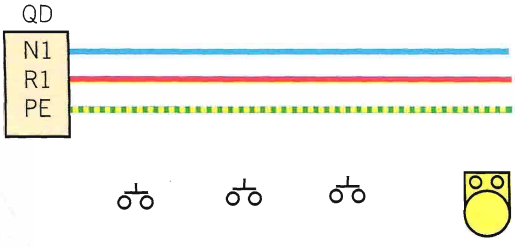


Esquema multifilar.

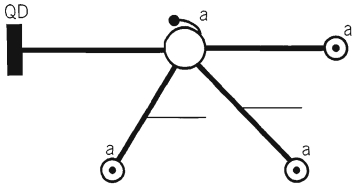


Esquema unifilar.

2. 1 Cigarra de 127V comandada por três botões de campainha.



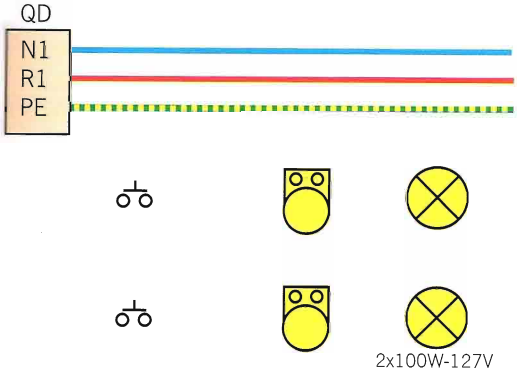
Esquema multifilar.



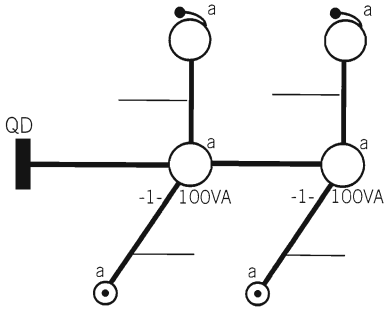
Esquema unifilar.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

3. 2 cigarras de 127V e 2 lâmpadas incandescentes de 100W-127V, comandadas por dois botões de campainha, de tal modo que, quando acionado um botão, funcionem todas as lâmpadas e cigarras.

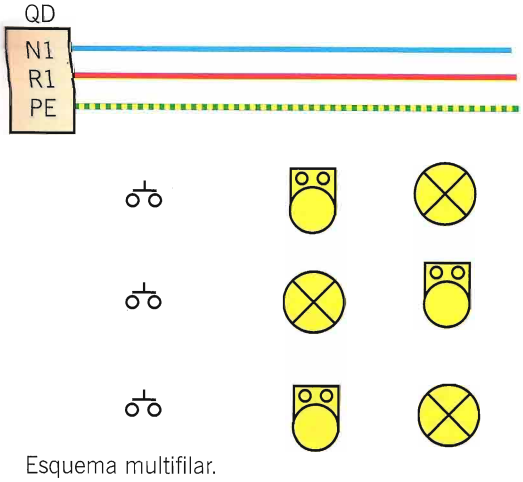


Esquema multifilar.

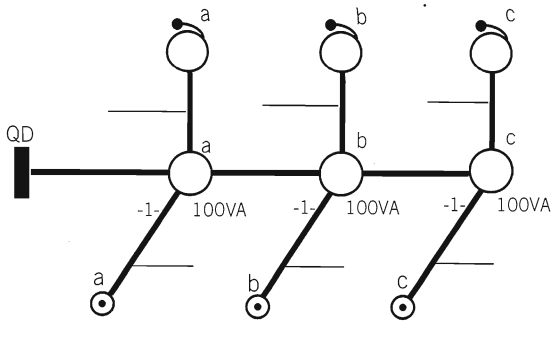


Esquema unifilar.

4. 3 cigarras de 127V, três lâmpadas incandescentes 100W-127V e três pulsadores, de modo que, ao acionarmos um pulsador, funcione o conjunto: uma lâmpada e uma cigarra.



Esquema multifilar.



Esquema unifilar.

alta tensão

1. Complete as ligações dos elementos a seguir de tal forma que atenda as seguintes condições, sabendo-se que as campainhas e as lâmpadas são de 127V.

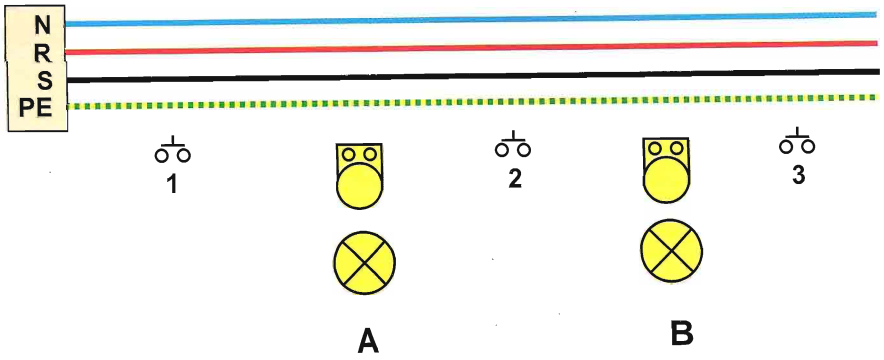
a) Ao pressionar os pulsadores 1 e 3, funcionem os conjuntos A e B separadamente.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

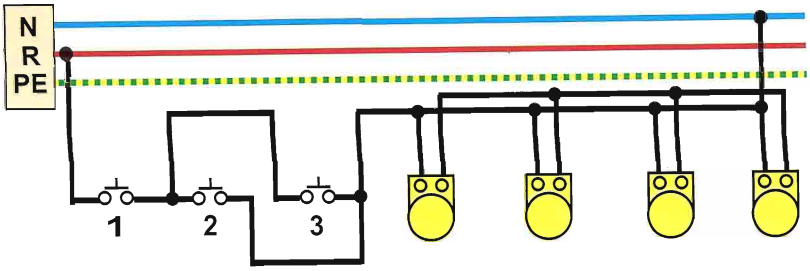
alerta

As ligações do circuito devem ser feitas de forma que em nenhuma circunstância provoque curto-circuito.

b) Ao pressionar o pulsador 2, funcionem os conjuntos A e B simultaneamente.



2. Analise cuidadosamente o circuito abaixo e assinale a(s) alternativa(s) correta(s).



Ao pressionar...

a) ( ) os botões 1 e 2, funcionamento normal das campainhas;
b) ( ) o botão 3, nada acontece;
c) ( ) o botão 2, funcionamento normal da campainha;
d) ( ) os botões 1 e 3, vai ocorrer curto-circuito.

interatividade

Efetue a seguinte pesquisa com relação às campainhas e cigarras:

1. Como funciona uma campainha de tímpano?
2. Como funciona uma cigarra?
3. O que são termistores, termostatos e elementos bimetálicos e como são constituídos?

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

paralelo

Porteiros eletrônicos

O porteiro eletrônico é um equipamento desenvolvido para proporcionar segurança e comunidade aos usuários.

Os moradores da residência, apartamento ou condomínio não precisam sair para atender o visitante. Com o porteiro eletrônico é possível se comunicar, videoporteiro, uma unidade externa com câmera e uma unidade interna com monitor, você vê quem é o visitante. Caso seja um modelo com acionamento, basta pressionar o botão do interfone para abrir a porta ou portão de entrada automaticamente.

Fonte: Thevear

Porteiros eletrônicos.

O porteiro eletrônico é um sistema constituído de cinco componentes básicos:

Módulo externo

Denominado pelo fabricante como "placa de rua" é o painel instalado na parede lateral da porta de entrada ou no limite predial (muro). Este módulo é composto, basicamente, por um microfone (de eletreto), um alto falante e um botão pulsador que permite o visitante se comunicar com a(s) pessoa(s) no interior da residência ou, ainda, se for porteiro eletrônico coletivo, por botões em quantidade de acordo com o número de apartamentos existentes, permitindo a comunicação com cada unidade.

Interfone base (2 ou 3 fios)

É o aparelho de comunicação interna utilizado pelo morador para se comunicar com o visitante que se encontra na porta ou

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

portão de entrada. Através dele é possível abrir automaticamente a porta ou o portão de entrada, se possuir a fechadura eletromagnética.

Interfone de extensão (opcional)

É utilizado quando o morador da casa deseja ter um interfone extensão instalado em outro cômodo e, se for sobrado, num cômodo do pavimento superior. Através da extensão também é possível abrir a porta ou o portão de entrada.

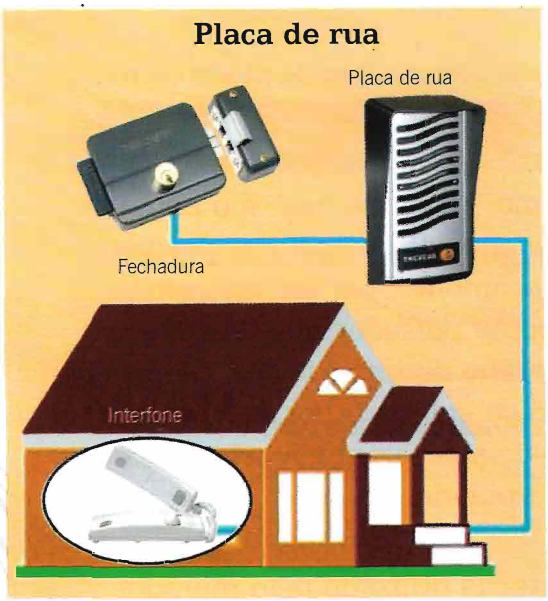
Fechadura eletromagnética (opcional)

O porteiro, através do interfone base ou da extensão, permite acionar a fechadura eletromagnética, abrindo automaticamente a porta ou o portão. Pode ser com chave simples ou equipado com sistema tetra, anti-retração de trinco, proteção contra destravamento por impacto, sistema "bip sonoro" que sinaliza portão aberto, pode ser acionada por qualquer marca de interfone.

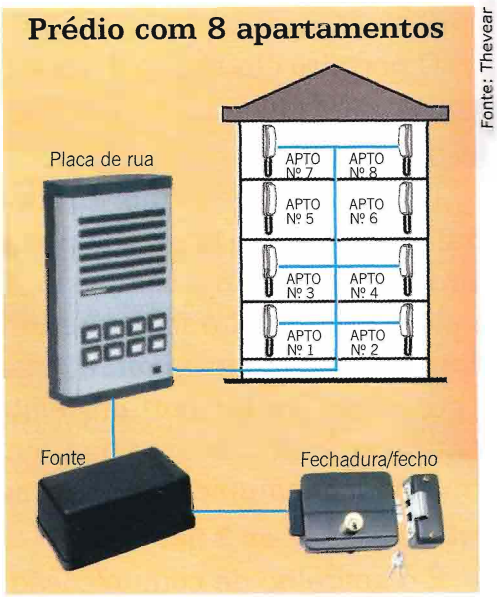
Fonte

É utilizada para fazer o acionamento da fechadura eletromagnética nos porteiros que permitem tal condição. Alguns modelos já saem de fábrica com o circuito de acionamento de fechadura embutido no módulo externo.

As ilustrações abaixo apresentam informações importantes quanto a instalações de porteiro eletrônico.



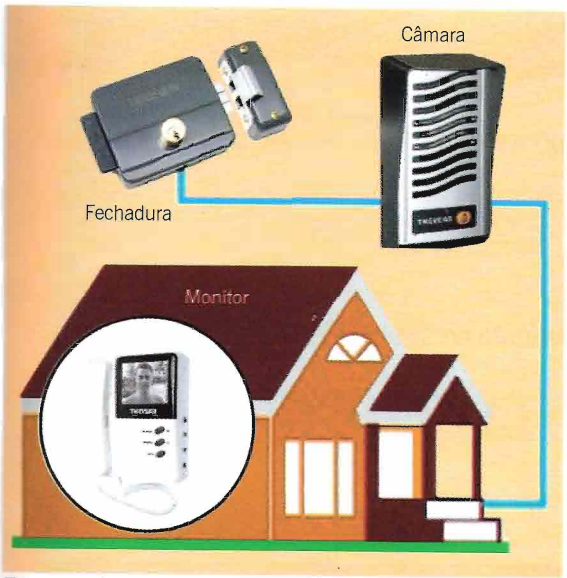
Esquema funcional.



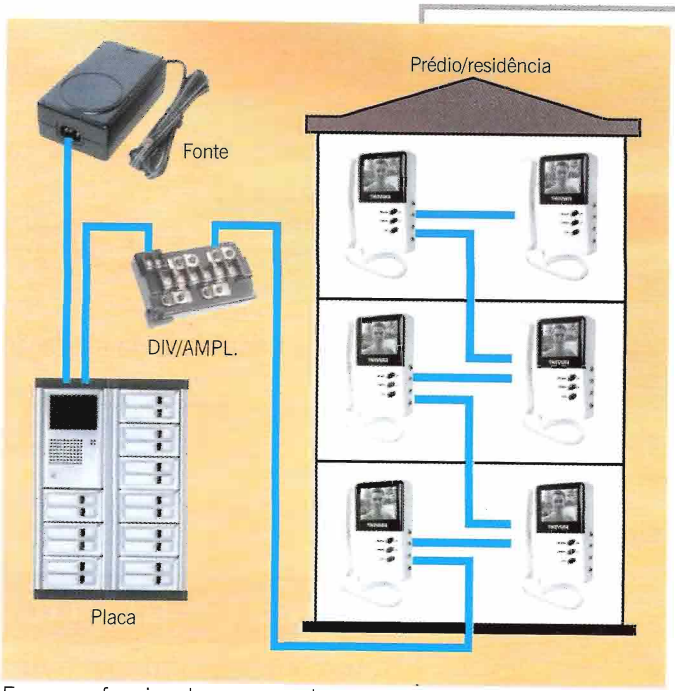
Fonte: Thevear

Esquema funcional em prumada.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br



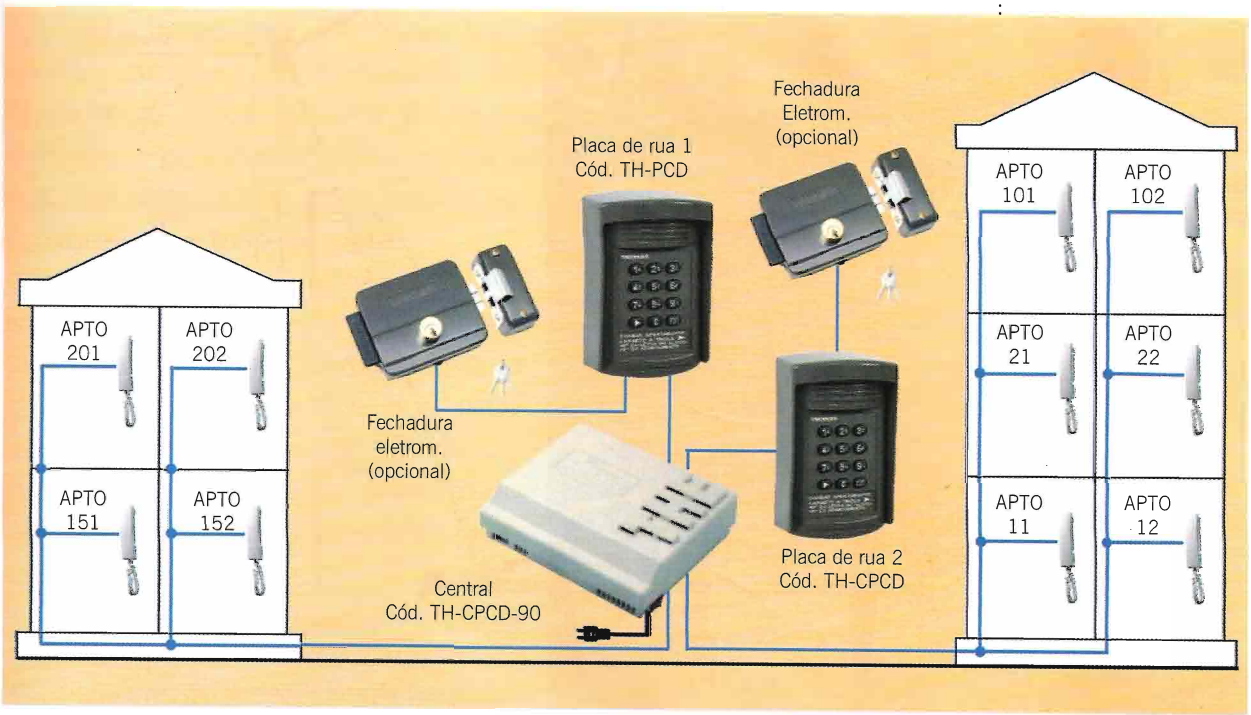
Esquema funcional.



Fonte: Thevear

Esquema funcional em prumada.

Esquema de ligação do porteiro coletivo digital



Fonte: Thevear

Esquema funcional em prumada.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

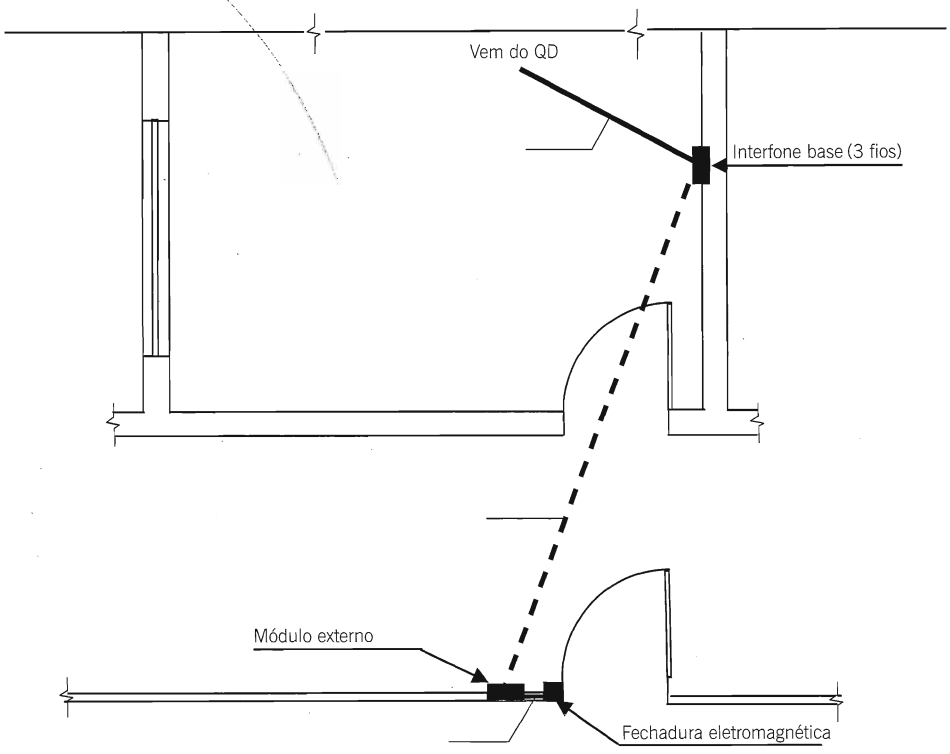
oficina teórica

1. Quantos e quais são os componentes básicos de um sistema de porteiro eletrônico?

2. Qual a finalidade da utilização da fonte no sistema de porteiro eletrônico?

oficina prática

Complete as ligações para o funcionamento correto de um sistema de porteiro eletrônico, conforme abaixo:



Representações em planta baixa.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

capítulo 8

Relé de impulso por pulsador e programador horário

O relé de impulso é um dispositivo realmente inovador no que se refere ao comando de carga de múltiplos pontos ou diversos locais, pois substitui com vantagem, os tradicionais interruptores simples, paralelos e intermediários.

A instalação é relativamente simples. O comando do circuito é feito através de pulsadores, proporcionando economia de condutores (com seção de 0,5mm²) e de mão-de-obra.

Este tipo de relé pode ser encontrado com comando centralizado, permitindo a existência de um impulso mestre que atua sobre os outros impulsos. Pode ser mono, bi e tripolares e também do tipo específico para comando centralizado.

O relé de impulso, quanto às características construtivas e de funcionamento, pode ser eletromagnético ou eletrônico.

Fonte: Finder, Plal-Legrand e Simens

Linha de relés de Impulso.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

aplicando conhecimento

Utilização e funcionamento

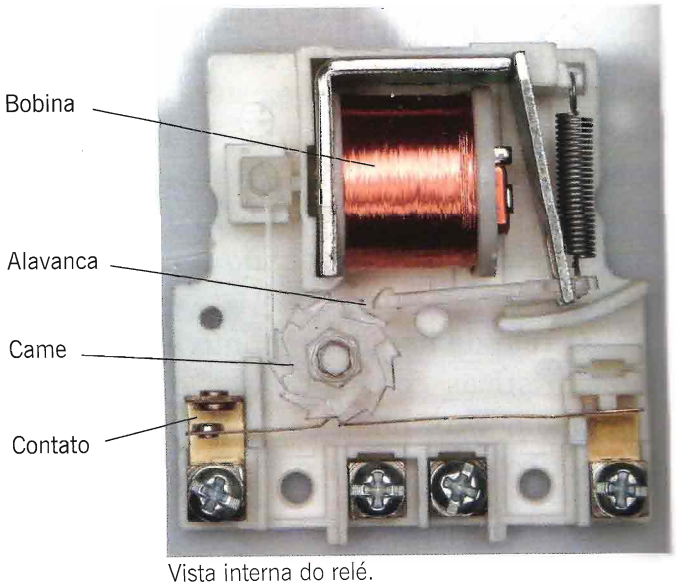
O relé de impulso pode ser utilizado onde se deseja comandar cargas de diversos locais, tais como: corredores, salas amplas, garagens, ou qualquer instalação residencial, comercial ou industrial, onde seja necessário comandar (ligar ou desligar) as cargas de vários pontos diferentes.

O relé de impulso eletrônico, além das características básicas e funcionais do relé de impulso eletromagnético, apresenta vantagens adicionais, tais como: pode ser utilizado em instalação SELV - Segurança Extra em Baixa Tensão (tensão de comando $\leq$ 12V). Este relé é aplicável em lugares úmidos ou com grandes massas metálicas, como piscinas e banheiras, por exemplo. Por emitir baixo ruído, é recomendado para locais que exigem silêncio, tais como bibliotecas e estúdios.

O relé de impulso (Ri), quando inserido a um circuito, tem as características de mudar de posição ou estado – aberto, fechado; fechado, aberto – com apenas um pulso de tensão em seus terminais A1/A2 ou a/b. A bobina recebe o pulso de tensão por um pequeno espaço de tempo permanecendo desenergizado no restante do tempo.

As figuras a seguir mostram a seqüência de funcionamento:

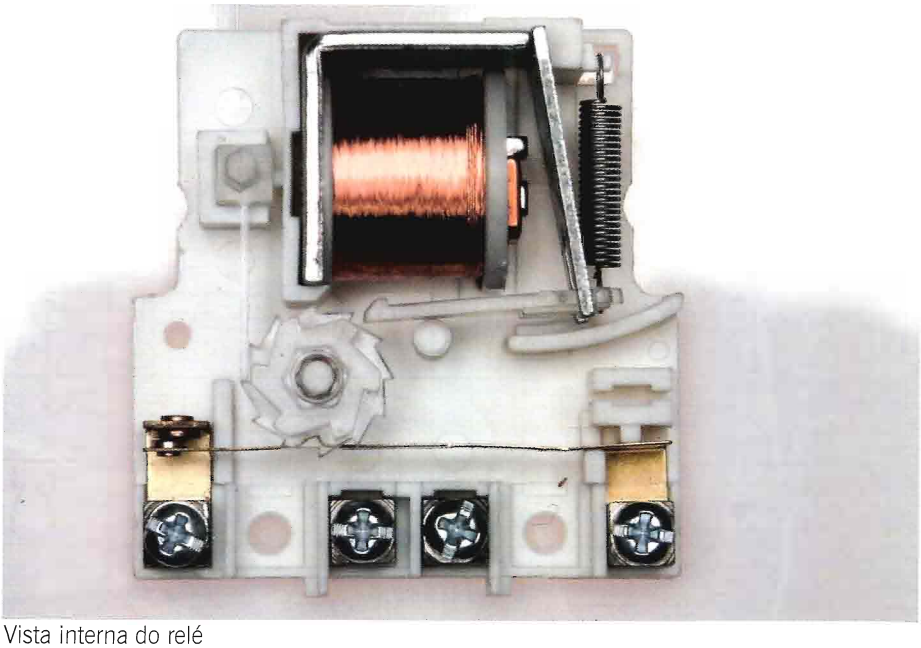
Seqüência 1: o contato (1/2) está aberto; não havendo passagem de corrente a carga está desligada.



Vista interna do relé.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

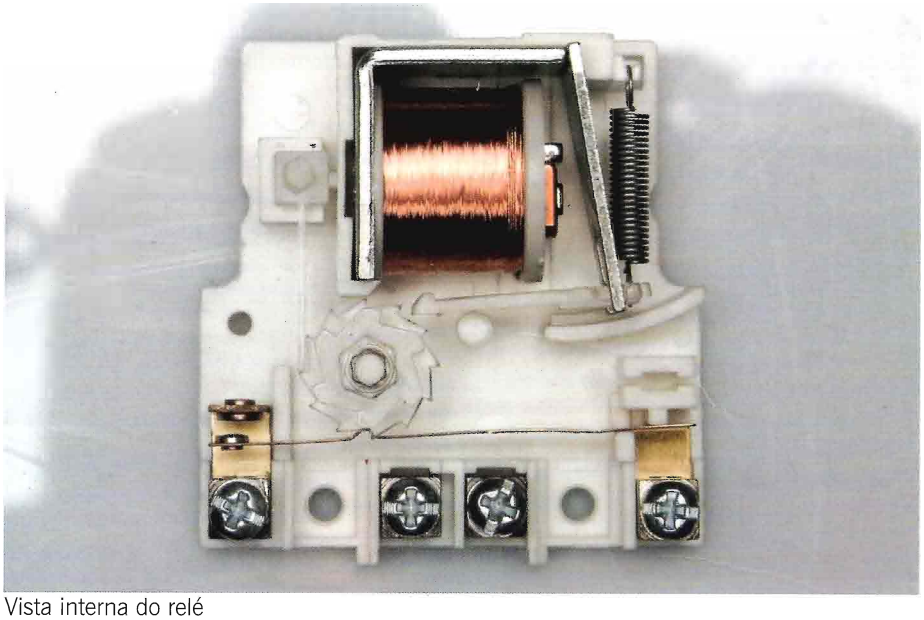
Seqüência 2: a bobina (A1/A2 ou a/b) recebe um pulso de tensão, através de um pulsador (botão de campainha), uma alavanca move o came fechando o contato (1/2). A corrente passa a circular e a carga é energizada.



Sandro Mesquita

Vista interna do relé

Seqüência 3: um novo pulso é efetuado na bobina, a alavanca move novamente o came abrindo o contato(1/2) e a carga é desenergizada.



Sandro Mesquita

Vista interna do relé

Note que o came é uma peça que recebe a programação, disponibilizando alternativas para aplicação com diferentes seqüências.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

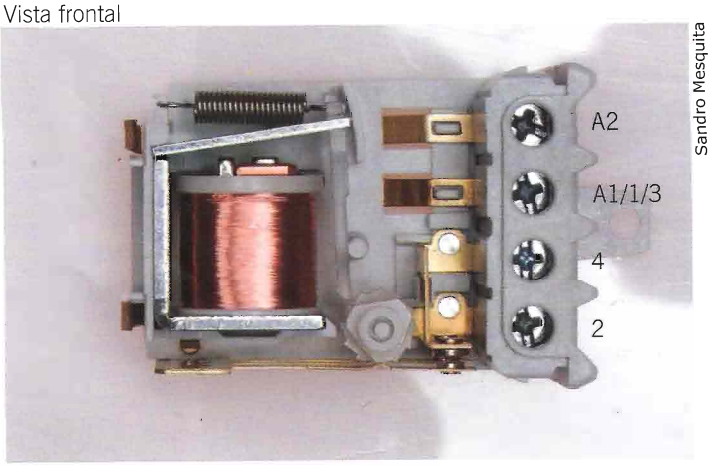
A tabela de seqüências mostra algumas das possíveis programações disponíveis.

Tipo	Nº de impulsos	Seqüências			
		1	2	3	4
13.01	2				
13.71 20.21 26.01 27.01	2				
20.22 26.02	2				
20.23 26.03	2				
20.24 26.04	4				
20.26 26.06 27.06	3				
20.28 26.08	4				
27.05	4				

Arquivo do autor

Tabela de seqüências de contatos dos relés de impulso conforme figura A e B abaixo.

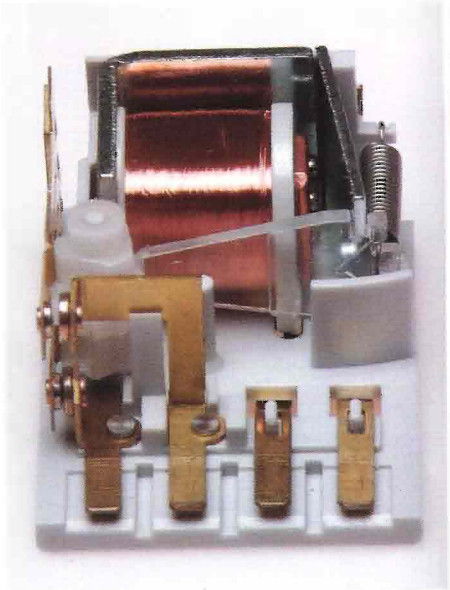
Vista frontal



Sandro Mesquita

Vistas internas do relé de impulso bipolar: (contatos).

Vista lateral



Sandro Mesquita

Vista interna.

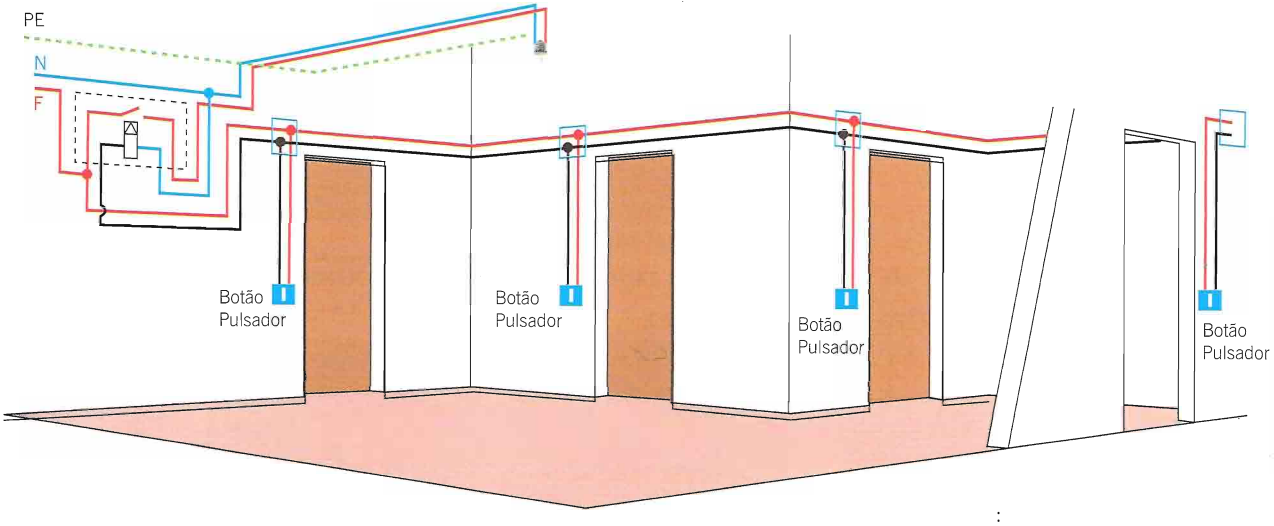
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Instalação de relé de impulso

alerta

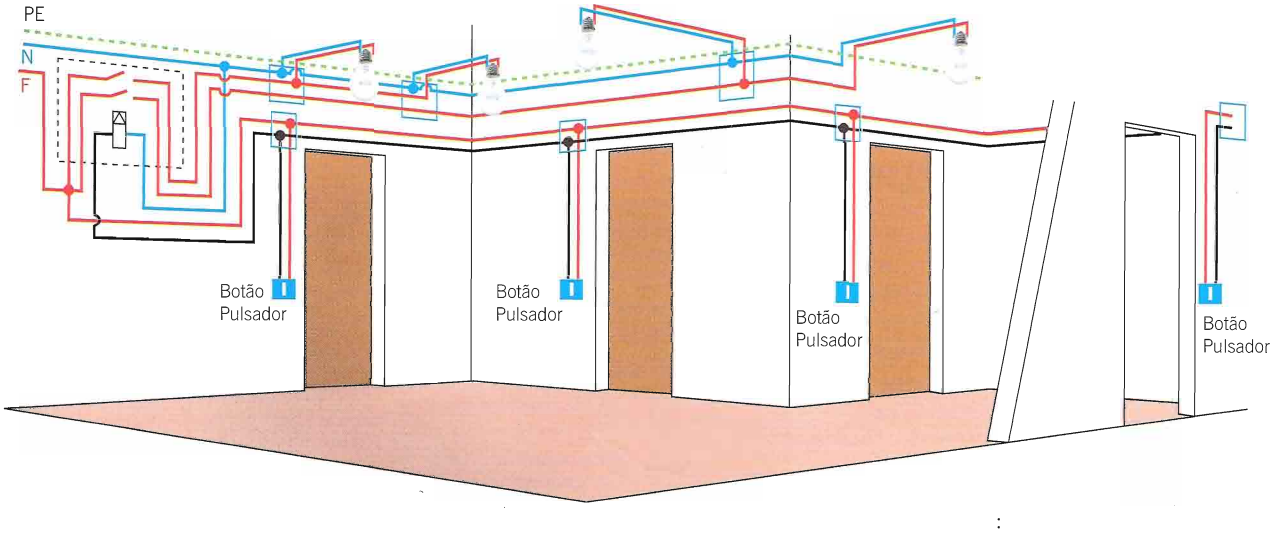
Como existe uma grande variedade de relés de impulso é importante observar o esquema e as recomendações do fabricante.

As ilustrações e esquemas abaixo mostram com clareza como instalar corretamente o relé de impulso.



Fonte: Finder

Exemplo de instalação utilizando-se relé de impulso unipolar. (um pólo)

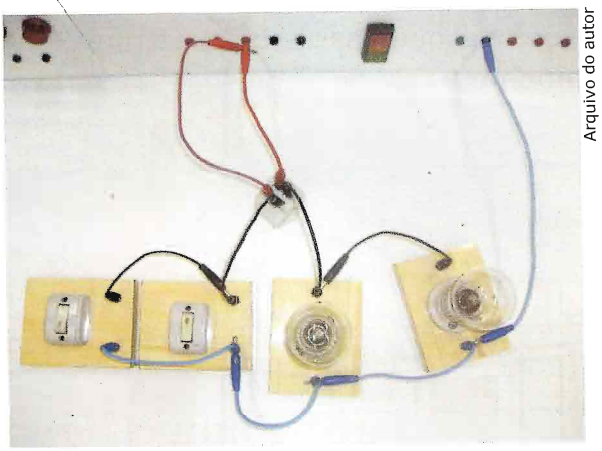


Fonte: Finder

Exemplo de instalação utilizando-se relé de impulso bipolar. (dois pólos)

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

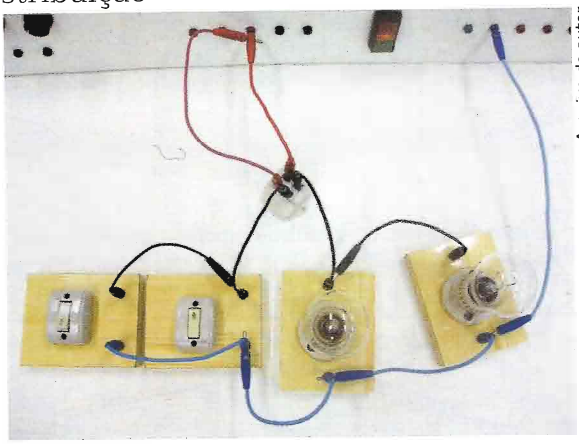
As fotos a seguir mostram as ligações de montagem em bancada de relés de impulso. A primeira é um relé de impulso de embutir em caixa de passagem no teto ou parede.



Arquivo do autor

Montagem em bancada.

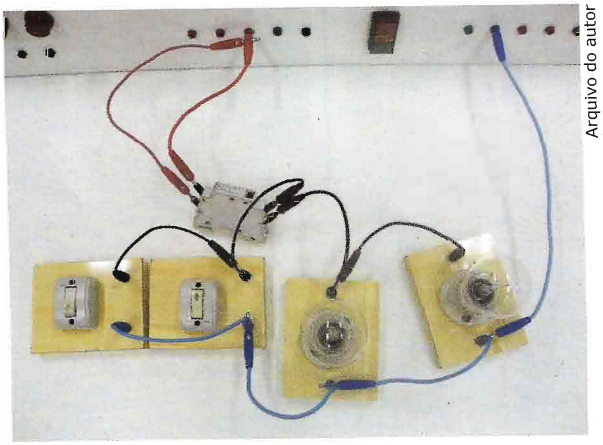
A segunda é um relé de impulso unipolar para instalações no quadro de distribuição



Arquivo do autor

Montagem em bancada.

A terceira é um relé de impulso bipolar, também para instalação no QD.



Arquivo do autor

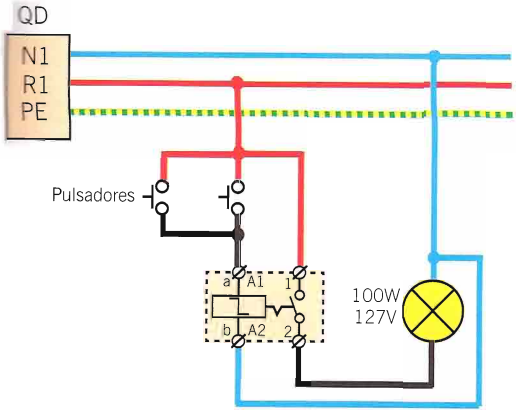
Montagem em bancada.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

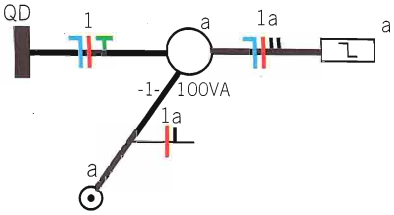
A seguir são apresentados alguns esquemas que exemplificam a utilização do relé de impulso.

Instalações de relé de impulso com lâmpadas

a) 1 relé de impulso unipolar, 1 lâmpada incandescente de 100W-127V e dois pulsadores (botões de campainha).

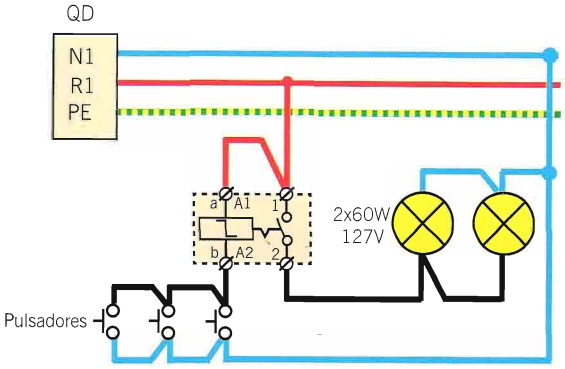


Esquema multifilar.

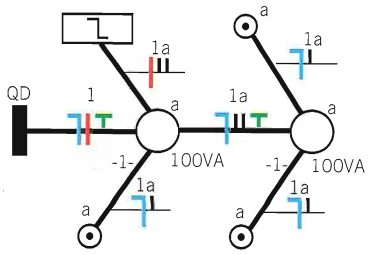


Esquema unifilar.

b) 1 relé de impulso unipolar, duas lâmpadas incandescentes de 100W-127V e três pulsadores (botões de campainha).

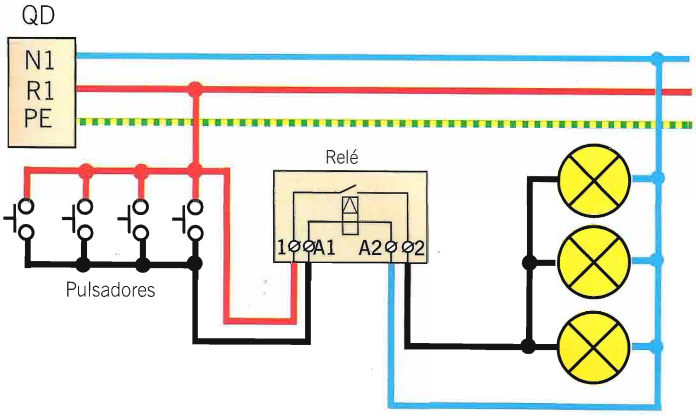


Esquema multifilar.



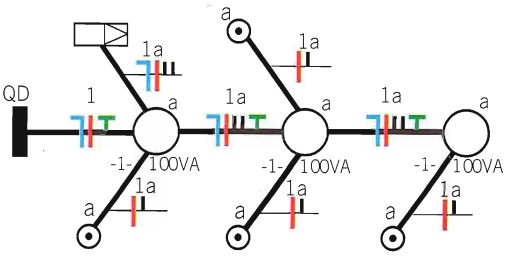
Esquema unifilar.

c) 1 relé de impulso unipolar, três lâmpadas incandescentes 100W-127V e quatro pulsadores (botões de campainha).



Esquema multifilar.

3x100W-127V



Esquema unifilar.

O relé de impulso é um dispositivo eletromagnético ou eletrônico que funciona por impulso de tensão.
Pode ser utilizado em substituição aos interruptores simples, paralelos e intermediários.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

oficina teórica

1. Quais as características do relé de impulso quando inserido no circuito?

2. O que é came?

3. Qual a aplicação do relé de impulso?

4. Quais as vantagens adicionais que o relé de impulso eletrônico apresenta em relação ao relé de impulso eletromagnético?

laboratório

Material necessário

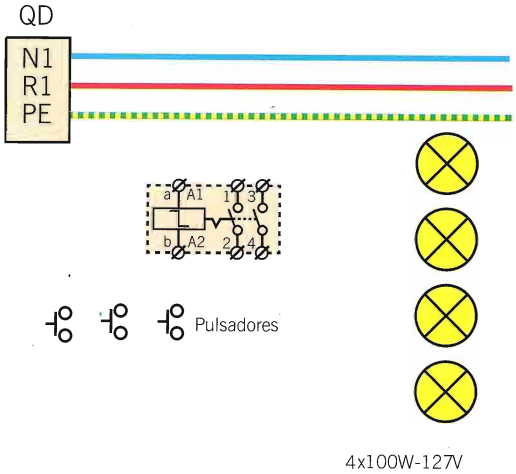
Quant.	Especificação
1	Relé de Impulso tripolar Siemens.
1	Relé de Impulso bipolar Siemens.
2	Relé de impulso bipolar Pial-Lgrand.
2	Módulo auxiliar de comando centralizado Pial-Legrand.
2	Relé de Impulso bipolar Finder.
25	Condutores para interligação.
8	Lâmpadas incandescentes de 127V.
4	Pulsadores (Botões de campainha).

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

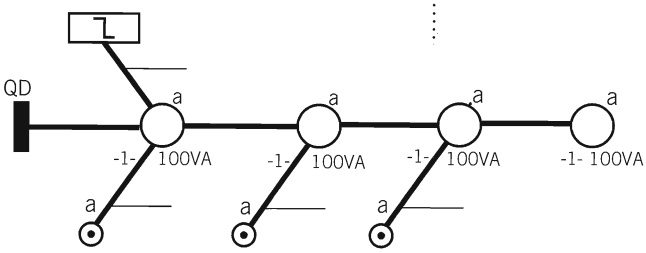
Represente corretamente as ligações nos esquemas multifilar e unifilar de instalações elétricas, cujas características são apresentadas a seguir:

Efetue a montagem

1. Um relé de impulso bipolar, quatro lâmpadas incandescentes de 100W-127V e três pulsadores. Ao pressionar qualquer um dos pulsadores todas as lâmpadas são acesas. Num segundo comando apagam-se todas as lâmpadas.

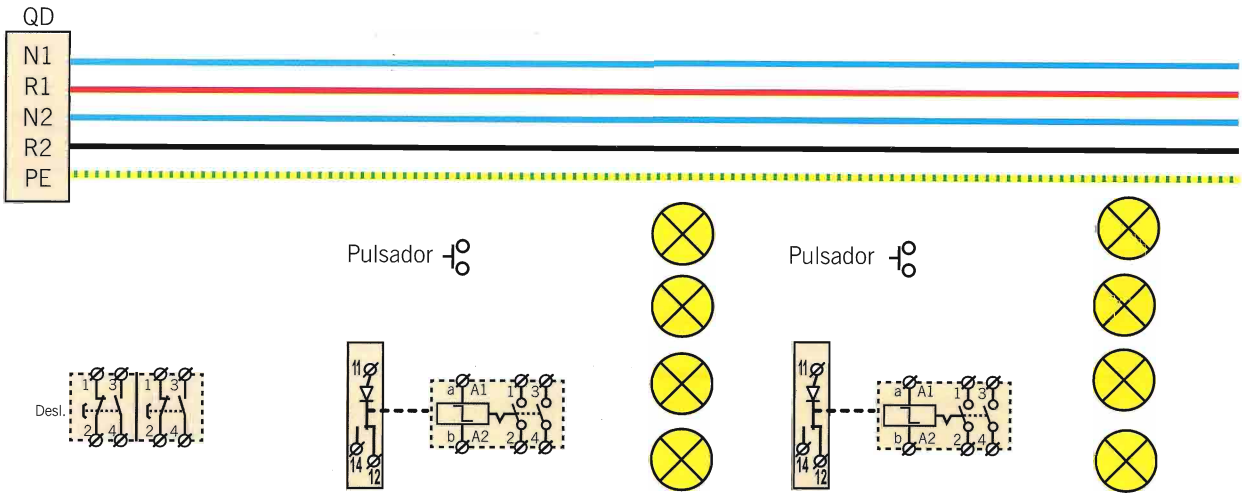


Esquema multifilar.



Esquema unifilar.

2. Dois relés de impulso bipolar, dois módulos auxiliar para comando centralizado, um botão de comando com 2NA+2NF, dois pulsadores e oito lâmpadas incandescentes de 100W-127V. Complete as ligações do esquema multifilar.

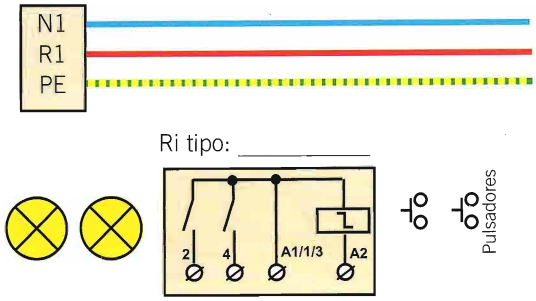


Esquema multifilar.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

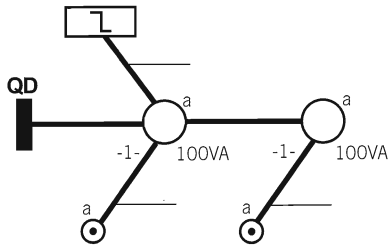
Caso tenha dificuldade em resolver este exercício consulte o catálogo ou o site da Pial-Legrand, *www.piallegrand.com.br*

3. Comando seqüencial de circuitos de iluminação. O relé de impulso (Ri) é comandado por dois botões pulsadores. Acionando-se um botão, a lâmpada E2 é acesa e mantém apagada E1. Um segundo acionamento apaga E2 e acende E1. Um terceiro acionamento acende E1 e E2. Um quarto acionamento apaga E1 e E2. Consultando a tabela de seqüências (Pág. 180) que tipo de relé de impulso deve ser utilizado? As lâmpadas são incandescentes de 100W-127V. Complete as ligações do esquema elétrico funcional.

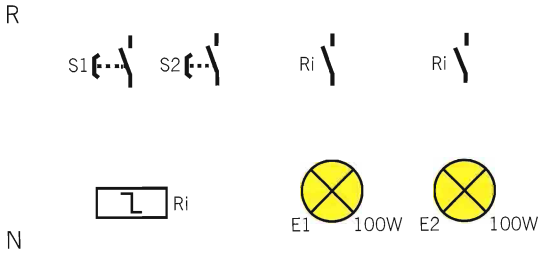


2x100W-127V

Esquema multifilar.

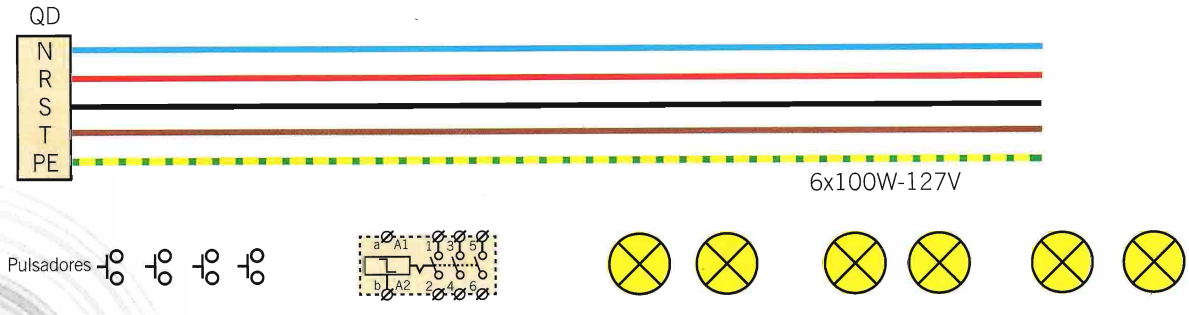


Esquema unifilar.



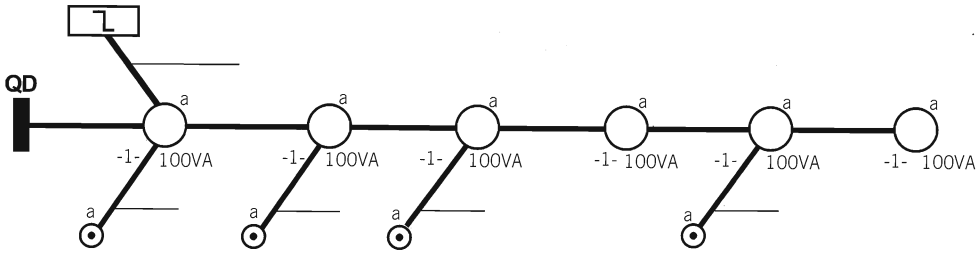
Esquema funcional.

4. Um relé de impulso tripolar, seis lâmpadas incandescentes de 100W 127V e quatro pulsadores. Um circuito trifásico alimenta três conjuntos de duas lâmpadas incandescentes de 100W-127V cada.



Esquema multifilar.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br



Esquema unifilar.

paralelo

Programador horário

O programador horário é um aparelho que tem por finalidade ligar e desligar qualquer equipamento elétrico com funções programadas em intervalos de tempo pré-estabelecidos pelo usuário, para atender as mais variadas aplicações de acordo com a necessidade, proporcionando conforto e segurança.

É também conhecido como interruptor horário ou relé horário.

Os programadores horários podem ser:

- analógicos ou digitais (funcionamento);
- diário, semanal, multifuncional e semanal e diário ou semanal (programação).

Alguns modelos de programadores horários.

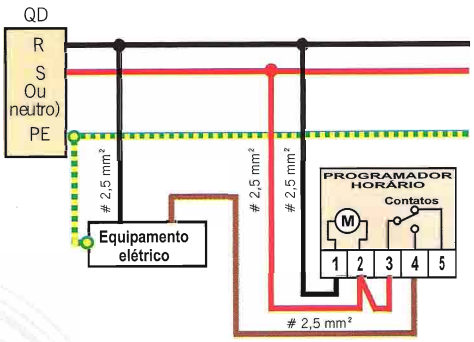
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

O programador horário é utilizado para os mais diversos fins, quer seja industrial, comercial ou residencial para o controle de equipamentos elétricos, tais como:

- controle de aquecedores elétricos;
- irrigação;
- refrigeração;
- sistema de tratamento de água em piscina;
- automação de comedouros;
- iluminação de granjas;
- pré-aquecimento de máquinas;
- ar-condicionado;
- programar o acendimento das luzes da varanda ou do jardim de sua casa todas as noites das 18h00 às 22h00, menos aos sábados e domingos porque você não chegará tarde;
- programar o acendimento das luzes de vitrines das 18h00 às 23h00, menos nos fins de semana;
- programar o acendimento de determinadas luzes apenas nos sábados e domingos, quando você costuma viajar e voltar nesses horários;
- ativar um sistema de segurança apenas em determinados horários de determinados dias da semana;
- sistemas podem ser ativados e desativados simultaneamente nos dias e horários programados da semana, uma vez que o relé tem contatos reversíveis;
- programar o sistema de iluminação de lojas, bancos, etc. para que acendam às 08h00 e apaguem às 18h00; etc.

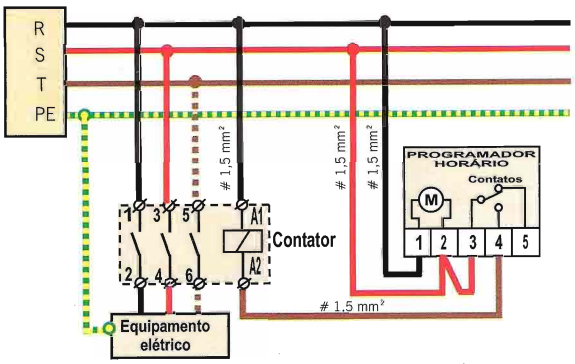
Instalar o programador horário

A seguir são apresentados esquemas e ilustrações para a instalação correta de programadores horários.



Equipamentos elétricos monofásicos que consomem energia dentro da capacidade do relé de saída.

Esquema multifilar.



Equipamentos elétricos MONOFÁSICOS ou TRIFÁSICOS (em tracejado) que consomem energia acima da capacidade do relé de saída.

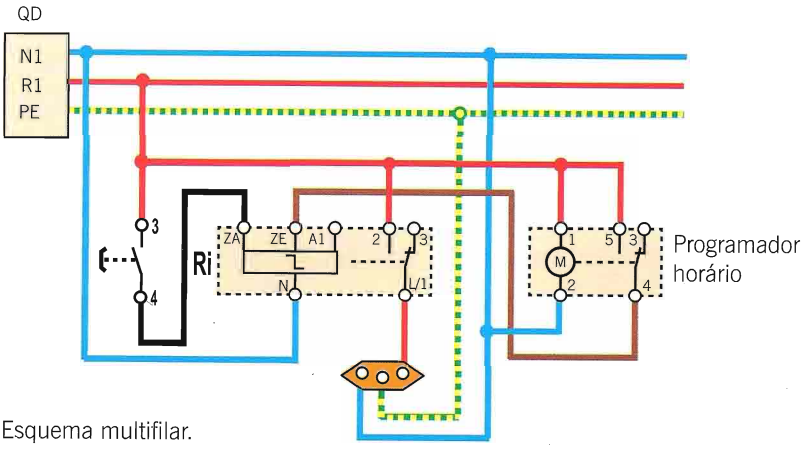
Esquema multifilar.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Exemplos de esquemas de ligações

Impressoras, copiadoras e fax são ligados no início do expediente com um pulsador.

No final do dia (ou do expediente de trabalho), por exemplo das 18h00 às 22h00, o programador horário transmite um impulso de 1s a cada hora e desliga a tomada da impressora, copiadora ou fax. Isto garante com que a impressora, copiadora ou fax não sejam esquecidos ligados. Se forem ligados novamente após às 18h00, um sinal enviado pelo programador horário a cada hora garante o desligamento dos mesmos.

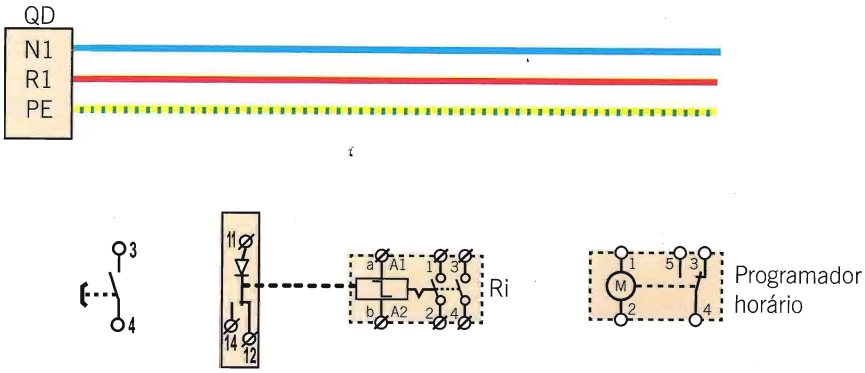


Esquema multifilar.

Verifique no catálogo do fabricante a capacidade de comutação ou a capacidade do relé de saída do programador horário, para não danificar o aparelho.

oficina prática

Sendo dada a representação simbólica dos componentes: relé de impulso bipolar, módulo auxiliar para comando centralizado, programador horário, pulsador e uma tomada, complete as ligações de tal forma que faça a mesma função do circuito anterior, imaginando que se deseja controlar o funcionamento de tomada de fax, após ou por um determinado intervalo de tempo conforme a necessidade. O objetivo é evitar que o fax receba informações não desejadas, especialmente no período da noite.



Esquema multifilar.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

capítulo 1

Segurança em instalações elétricas

Em todos os ramos da atividade humana, a preocupação com a segurança das pessoas e o patrimônio não é apenas interesse de pequenos grupos, mas uma necessidade de toda a sociedade.

As estatísticas do corpo de bombeiros revelam que as instalações elétricas inadequadas, feitas sem o cumprimento das normas, e o mau uso da eletricidade são causas de acidentes graves, muitas vezes fatais, e de incêndios prediais. Por isso, é importante ter consciência dos riscos inerentes ao manuseio de instalações elétricas.

CorelStockFotos

www.sxc.hu

Arquivo do autor

Sandro Mesquita

Equipamentos de segurança.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

É de fundamental importância que as instalações elétricas sejam elaboradas, segundo as qualidades mínimas exigidas pela norma. O profissional, das mais variadas áreas e habilidades, deve conhecer as normas pertinentes ao seu ramo de atividade. As pessoas envolvidas com a eletricidade (engenheiros, técnicos e eletricistas) devem conhecer as normas que definem os critérios necessários para o seu uso de forma adequada e segura, cuja finalidade é proporcionar segurança e conforto aos usuários.

As normas relacionadas às atividades com eletricidade, especificamente com relação à segurança em instalações elétricas e qualidade são:

NBR 5410:2004 – Instalações elétricas de baixa tensão;

NBR 14039:2003 – Instalações elétricas para média tensão de 1kV a 36,2kV;

NR 6 – Equipamentos de proteção individual;

NR 10 – Segurança em instalações e serviços em eletricidade;

NR 17 – Ergonomia;

NR 23 – Proteção contra incêndio;

NR 26 – Sinalização de segurança.

paralelo

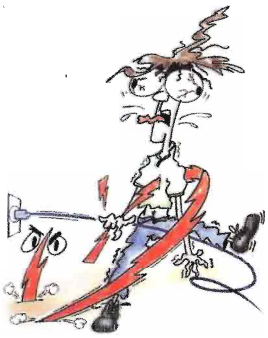
Conceitos sobre segurança

Choque elétrico

É causado pela passagem da corrente elétrica pelo corpo de uma pessoa ou de um animal. Acontece quando o corpo entra em contato com a eletricidade, tais como: condutores de baixa-tensão, condutores de alta-tensão, equipamentos energizados, equipamentos defeituosos e não-aterrados.

Com a eletricidade todo cuidado é pouco. O choque elétrico pode causar diversas perturbações ou lesões, cuja gravidade dependerá do tempo de duração, da intensidade e natureza da corrente, do percurso da corrente pelo corpo e das condições orgânicas do indivíduo.

As perturbações e/ou lesões mais comuns, são: parada respiratória, parada cardíaca e paralisia temporária do sistema nervoso, contrações musculares, queimaduras, perda de membros.



Choque elétrico.

Fonte: Copel

Curto-circuito

Ocorre quando dois ou mais condutores energizados e desencapados se encostam ou, ainda, quando um condutor energizado se

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Vicente e Corban Design

encosta numa estrutura metálica aterrada. Nestes casos, a energia elétrica liberada sem controle e com extrema violência provoca faíscas e elevação da temperatura.

Caso o circuito elétrico não possua um eficiente dispositivo de proteção, o curto-circuito poderá ser causa de grandes incêndios.

Risco

É a possibilidade da ocorrência de uma situação que pode causar lesões ou danos à saúde e à segurança das pessoas.

Zona de risco

É o que está ao redor de parte condutora energizada e não-segregada, com acesso inclusive acidental. As dimensões são estabelecidas de acordo com o nível de tensão. A aproximação da zona de risco só é permitida a profissionais autorizados e com a adoção de técnicas e instrumentos apropriados de trabalho.

Zona controlada

É o local que está ao redor da parte, condutora energizada e não-segregada. As dimensões são estabelecidas de acordo com o nível de tensão. A aproximação da zona controlada só é permitida a profissionais autorizados.

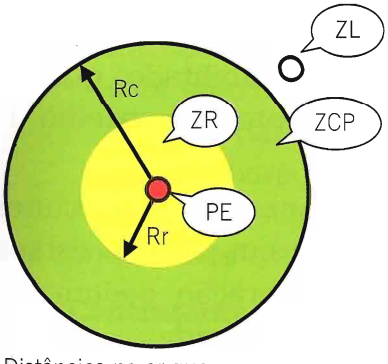
Zona de risco e zona controlada

Faixa de tensão nominal da instalação elétrica em kV	Rr – Raio de delimitação de risco e controlada em metros	Rc – Raio de delimitação entre zona controlada e livre em metros
< 1	0,20	0,70
≥ 1 e < 3	0,22	1,22
≥ 3 e < 6	0,25	1,25
≥ 6 e < 10	0,35	1,35
≥ 10 e < 15	0,38	1,38
≥ 15 e < 20	0,40	1,40
≥ 20 e < 30	0,56	1,56
≥ 30 e < 36	0,58	1,58
≥ 36 e < 45	0,63	1,63
≥ 45 e < 60	0,83	1,83
≥ 60 e < 70	0,90	1,90
≥ 70 e < 110	1,00	2,00
≥ 110 e < 132	1,10	3,10
≥ 132 e < 150	1,20	3,20
≥ 150 e < 220	1,60	3,60
≥ 220 e < 275	1,80	3,80
≥ 275 e < 380	2,50	4,50
≥ 380 e < 480	3,20	5,20
≥ 480 e < 700	5,20	7,20

Fonte: NR-10

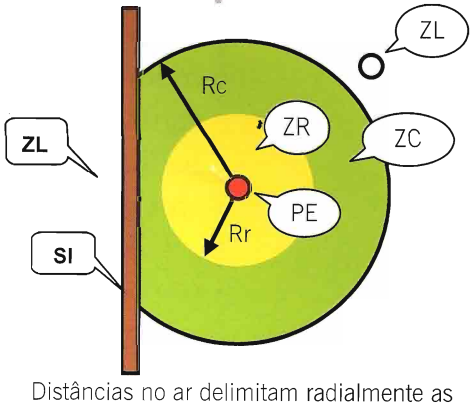
Tabela de raios de delimitações de zonas de risco, controlada e livre.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br



Distâncias no ar que delimitam radialmente as zonas de risco, controlada e livre.

ZL = Zona Livre.
ZC = Zona controlada, restrita a trabalhadores autorizados.
ZR = Zona de risco, restrita a trabalhadores autorizados e com a adoção de técnicas, instrumentos e equipamentos apropriados ao trabalhado.
PE = Ponto da instalação energizado.
SI = Superfície isolante construída com material resistente e dotado de todos dispositivos de segurança.



Distâncias no ar delimitam radialmente as zonas de risco, controladas e livres, com interposição de superfície de separação física adequada.

aplicando conhecimento

Considerações sobre a NR 10

A Norma Regulamentadora n.10 visa determinar os critérios necessários sobre segurança do trabalhador da área elétrica em função das grandes transformações que ocorreram no setor elétrico nos últimos anos. Apresentamos algumas das recomendações e exigências desta norma.

- As diretrizes indispensáveis que asseguram as condições necessárias para a segurança e saúde. Aos trabalhadores que atuam, direta ou indiretamente, com instalações elétricas e serviços com a eletricidade, protegendo os trabalhadores dos perigos que ela possa oferecer.
- A norma abrange a geração, transmissão, distribuição e consumo, incluindo as etapas de projeto, construção, montagem, operação, manutenção das instalações elétricas e quaisquer trabalhos realizados nas suas proximidades. Observa as normas técnicas oficiais estabelecidas pelos órgãos competentes (NBR5410:2004, Normas das Concessionárias, etc.) e, na ausência ou omissão destas, as normas internacionais cabíveis".
- As intervenções em instalações elétricas cuja tensão, em baixa tensão, seja igual ou superior a 50Vca e superior a

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

120Vcc podem ser realizadas somente por trabalhador qualificado. Para isso, é preciso comprovar conclusão de curso específico na área elétrica reconhecido pelo sistema oficial de ensino e legalmente habilitado, quando o trabalhador tiver registro no competente conselho de classe.

- As operações elementares como ligar e desligar circuitos elétricos realizados em baixa tensão, em perfeito estado de conservação, adequados para operação podem ser realizadas por qualquer pessoa não-advertida.
- É considerado profissional legalmente habilitado o trabalhador previamente qualificado e com registro no competente conselho de classe.
- É considerado trabalhador capacitado para este serviço aquele que receber treinamento e trabalhar sob orientação e responsabilidade de profissional autorizado.
- Para efetuar projetos e atividades em instalações elétricas, devem ser garantidos ao trabalhador iluminação adequada e uma posição segura (NR 17), de forma a permitir que ele disponha dos membros superiores livres para a realização das tarefas.
- Nas instalações e serviços em eletricidade, deve ser adotada sinalização adequada de segurança, destinada à advertência e à identificação, obedecendo ao disposto na NR-26 (a. identificação de circuitos elétricos; b. travamento e bloqueios de dispositivos e sistemas de manobra e comandos; c. restrições e impedimentos de acesso; d. delimitações de áreas; e. sinalização de áreas de circulação, de vias públicas, de veículos e de movimentação de cargas; f. sinalização de impedimentos de energização; e g. identificação de equipamento ou circuito impedido).
- Os serviços em instalações elétricas energizadas em alta tensão, bem como aqueles executados no Sistema Elétrico de Potência – SEP, não podem ser realizados individualmente. A razão desse procedimento é reduzir a possibilidade de erro humano. Para proteger e evitar danos, são utilizados os EPI (Equipamentos de Proteção Individual) e os EPC (equipamentos de proteção coletiva), conforme NR-6.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

- A NR 10 cria zonas de trabalho específicas nas instalações elétricas, considerando o distanciamento seguro também introduz o conceito de riscos adicionais para trabalhar com eletricidade, obrigando a realização de uma análise de risco para todas as atividades. Por fim, torna obrigatória a elaboração do prontuário de Instalações Elétricas.

As responsabilidades do cumprimento da NR-10 se referem aos contratantes e aos contratados.

Contratantes

1) Manter os trabalhadores informados sobre os riscos a que estão expostos, instruindo-os quanto aos procedimentos e medidas de controle contra os riscos elétricos a serem adotados.
2) Cabe à empresa, na ocorrência de acidentes de trabalho envolvendo instalações e serviços em eletricidade, propor e adotar medidas preventivas e corretivas.

Trabalhadores

1) Zelar pela sua segurança e saúde e a de outras pessoas que possam ser afetadas por suas ações ou omissões no trabalho.
2) Responsabilizar-se junto com a empresa pelo cumprimento das disposições legais e regulamentares, inclusive, quanto aos procedimentos internos de segurança e saúde.
3) Comunicar, de imediato, ao responsável pela execução do serviço as situações que considerar de risco para sua segurança e saúde e a de outras pessoas.

Os trabalhadores devem interromper suas tarefas exercendo o direito de recusa, sempre que constatarem evidências de riscos graves e iminentes para a sua segurança e saúde ou a de outras pessoas, comunicando imediatamente o fato a seu superior hierárquico, que deligenciará as medidas cabíveis.

Equipamentos de segurança

Qualquer que seja o trabalho a ser realizado, especialmente na área elétrica, a prevenção para isolar o perigo é fundamental. Portanto, o trabalhador deve exigir os Equipamentos de Segurança para cada atividade e que esteja em bom estado de conservação. Deve, também, analisar as condições do trabalho a ser realizado para verificar se é possível a sua realização com segurança.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Fonte: Revista EM (Eletricidade Moderna)/ Arquivo do Autor

Equipamento de proteção individual para proteção do trabalhador contra agentes térmicos.

Para cada atividade em instalações elétricas e serviços com eletricidade é necessário um ou um conjunto de EPIs e EPCs que devem ser utilizados sempre que for necessário. Dentre os EPIs exigidos pela Norma é o que trata da proteção do trabalhador contra agentes térmicos (arco elétrico), em todo corpo (conforme fugura ao lado).

Além da roupa e luvas para proteção dos efeitos térmicos (arco elétrico), deve ser utilizado também o capuz o qual deve fazer parte do conjunto de vestimentas para proteção contra arco elétrico, classificado como categoria 4 pela NBN4-8723.

Os equipamentos contra arco elétrico devem ser utilizados em trabalhos sujeitos a arco elétrico, pois quanto maior a corrente elétrica, maior será o arco elétrico e, conseqüentemente, maior a possibilidade de queimaduras.

Fonte: DuPont/Arquivo do autor

Capuz.

Na Tabela do Anexo II, da NR-10, Raios de delimitações de zonas de risco, controlada e livre apenas as distâncias em relação à tensão são relacionadas.

Calçados: deverá ser sem componentes metálicos, em couro, com elástico lateral, dorso acolchoado, sistema Strobel, solado de poliuretano bidensidade, isolamento elétrico.

Fonte: Bracol/Arquivo do autor

Calçado.

Além desses EPIs, são utilizados os seguintes: luva, capacete, capa impermeável cinturão de segurança, polainas ou perneiras, óculos de segurança e vestuário em geral.

Quanto aos EPCs podem ser: conjunto de aterramento, vara de manobra, esporas para concreto e outras, escadas, cordas, balde e lona bainha, cone de borracha, bandeirola e estojo portátil com medicamentos.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Para um programa de eficiente segurança em eletricidade, devemos estabelecer uma política de segurança, que compreende as seguintes opções:

- programa de implementação de políticas de trabalho;
- comprometimento e apoio da alta direção;
- prever e manter as instalações elétricas seguras;
- estabelecimento de Diretrizes de Segurança em Eletricidade;
- qualificação e treinamento da equipe (APR, NR-10 Básico, Complementar e Específico para atividade e outros);
- uso de EPI, EPC, Ferramentas e Métodos de Trabalho Seguro;
- relatório das inspeções técnicas e testes efetuados;
- documentação (Normas, Método de execução da tarefa passo a passo ou P.O.P., Autorização para Trabalho-AUT., Prontuário das instalações, Diagramas Unifilares, etc.);
- prontidão para Emergências (Disponibilidade de Desfribilador e pessoal treinado).

Níveis de tensão elétrica (V)

Observe a seguinte tabela:

Tipo de corrente	Extra baixa-tensão (V)	Baixa tensão (V)	Alta tensão (V)
C.C. Corrente contínua.	$0 \leq Vcc \leq 120$	$120 < Vcc \leq 1.500$	$Vcc > 1.500$
C.A. Corrente alternada.	$0 \leq Vca \leq 50$	$50 < Vca \leq 1.000$	$Vca > 1.000$(3)

NOTAS

1. De acordo com o M.T.E, NR-10 e a IEC/USA.
2. Tensões até 50Vca e 120Vcc são chamadas de extra baixa tensão de segurança.
3. Conforme ABNT, NBR 14039, a faixa de tensão de 1.000 até 36.200Vca é denominada de Média Tensão. Então, as tensões acima de 36,2kV são denominadas de Alta Tensão.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

oficina teórica

1. Comente a importância das instalações elétricas estarem elaboradas seguindo os princípios da norma.

.....

.....

2. Cite as principais normas relacionadas à segurança em instalações elétricas.

.....

3. Defina os seguintes conceitos sobre segurança:

   a) Choque elétrico .....

   b) Curto-circuito .....

   c) Risco .....

   d) Zona de risco .....

   e) Zona controlada .....

4. Estabeleça as principais medidas para a realização de um programa de segurança em instalações elétricas.

.....

.....

paralelo

Como evitar acidentes com energia elétrica?

Antes de qualquer conserto nas instalações elétricas, desligue a chave geral (disjuntor). Já ao ligar novos aparelhos nas tomadas, verifique antes se a tensão (127 ou 220 volts) é a mesma indicada para o equipamento. Acompanhe algumas situações comuns de uso de energia elétrica em residências, empresas e espaços públicos, que devemos estar atentos para evitar acidentes.

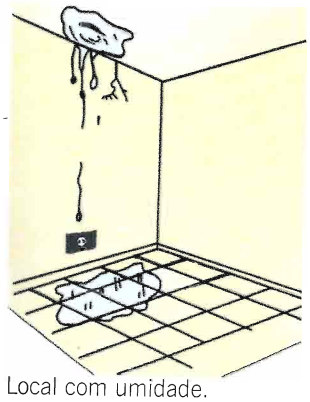
Vicente e Corban Design

Uso adequado de eletrodoméstico.

Eletrodoméstico x água

Se o local estiver molhado, seque-o bem antes de mexer com eletrodomésticos. A água facilita o caminho da corrente elétrica, tornando o choque mais forte e perigoso. Não limpe a máquina ligada na tomada.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br


Vicente e Corban Design

Local com umidade.

Umidade

Evite mexer com eletricidade em lugares molhados ou úmidos, ou com os pés ou mãos molhados. Com a água, o risco de choque elétrico é muito maior.

Lâmpadas

Antes de trocar uma lâmpada, desligue o interruptor. Não toque na parte metálica do receptáculo, nem na rosca da lâmpada. Segure a lâmpada pelo vidro (Bulbo). Não exagere na força ao rosqueá-la, pois o vidro pode quebrar em suas mãos. Lembre-se de fazer a troca de forma segura (use escada).

Vicente e Corban Design

Troca de lâmpada.

Arquivo do autor

Tomadas sobrecarregadas.

Tomadas

Não sobrecarregue tomadas com vários aparelhos, com o uso de "benjamins" ou "T". Use somente tomadas aterradas. Nunca remova o pino terra da tomada de três pinos, para facilitar o encaixe na tomada de duas entradas. Use protetor nas tomadas para evitar que crianças introduzam objetos metálicos nas entradas.

Chuveiro elétrico

No banho, feche a torneira antes de mudar a chave "liga/desliga" e "verão/inverno". Quando o chuveiro estiver ligado, evite tocá-lo, pois pode acontecer o choque elétrico. Instale o chuveiro de acordo com a orientação do fabricante. O fio terra dever ser instalado corretamente e a fiação dever ser adequada e com boas conexões. Fios derretidos, pequenos choques na torneira e cheiro de queimado indicam problemas que precisam ser corrigidos imediatamente. Nunca diminua o tamanho de resistências nem reaproveite resistências queimadas.

Vicente e Corban Design

Uso correto do chuveiro elétrico.

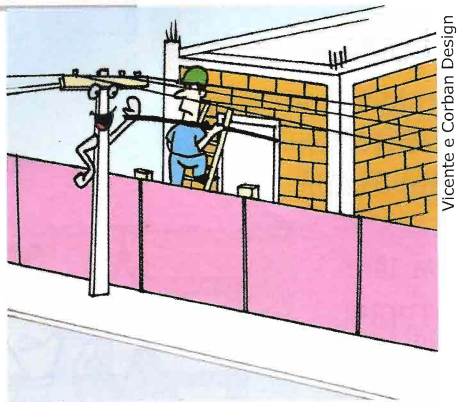
Antena de TV

A antena de TV deve ser instalada longe da rede elétrica. Se estiver próxima, pode tocar nos fios e provocar choque elétrico.

Vicente e Corban Design

Instalação de antena de TV.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br


Vicente e Corban Design

Instalações próximas da rede da concessionária.

Construção civil

Ao construir ou executar reformas em casas, prédios ou em outras instalações próximas de rede da Copel ou da Concessionária da sua região, não encoste andaimes, escadas, barras de ferro ou outros materiais nos fios elétricos. Podem ocorrer acidentes graves.

Para evitar acidentes em situações de risco, consulte a COPEL ou a Concessionária da sua região para verificar se é possível adotar uma das seguintes medidas:

a) Afastamento da rede elétrica em relação à construção;
b) Desligamento temporário da rede; e
c) Isolamento ou proteção dos cabos com materiais especiais.

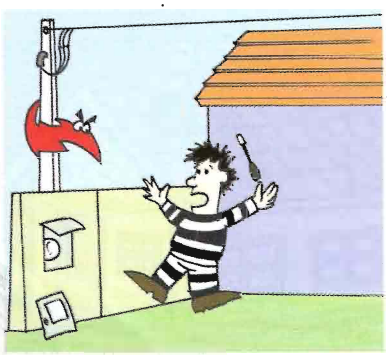
Canteiro de obras

Vicente e Corban Design

Cuidados necessários nas instalações elétricas em pequenos locais.

Em pequenas obras, o barato pode sair caro. Atenção para estes cuidados especiais:

- Observe o correto dimensionamento dos fios;
- Evite ligações improvisadas ou gambiarras;
- Coloque fita isolante nos fios desencapados e emendas, para evitar curto-circuitos;
- Mantenha a fiação longe do contato em a água.
- Não faça a amarração dos fios nas ferragens ou partes metálicas; e
- Evite deixar os fios elétricos espalhados pelo chão e sem proteção.


Vicente e Corban Design

Situação de roubo de energia elétrica.

Roubo de energia elétrica ("gato")

Os lacres dos medidores só podem ser rompidos pelos funcionários da COPEL ou da Concessionária da sua região, ou técnicos autorizados por ela, que se apresentam uniformizados e com identificação. "Gato" ou furto de energia, através de ligações clandestinas, é crime, além de ser muito perigoso.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Pipas/papagaios

Escolha locais longe da rede elétrica para soltar pipas, papagaios ou pandorgas. Brincar com isso em dias chuvosos ou perto da rede elétrica é muito perigoso. Se encostarem na rede elétrica, não tente retirá-los. Não use fio metálico ou cerol para soltar pipas, pois podem conduzir eletricidade. Lembre-se, sua vida é muito mais importante do que uma brincadeira.

Vicente e Corban Design

Brincadeira com pipa próximo à rede elétrica.

Fios elétricos caídos

Vicente e Corban Design

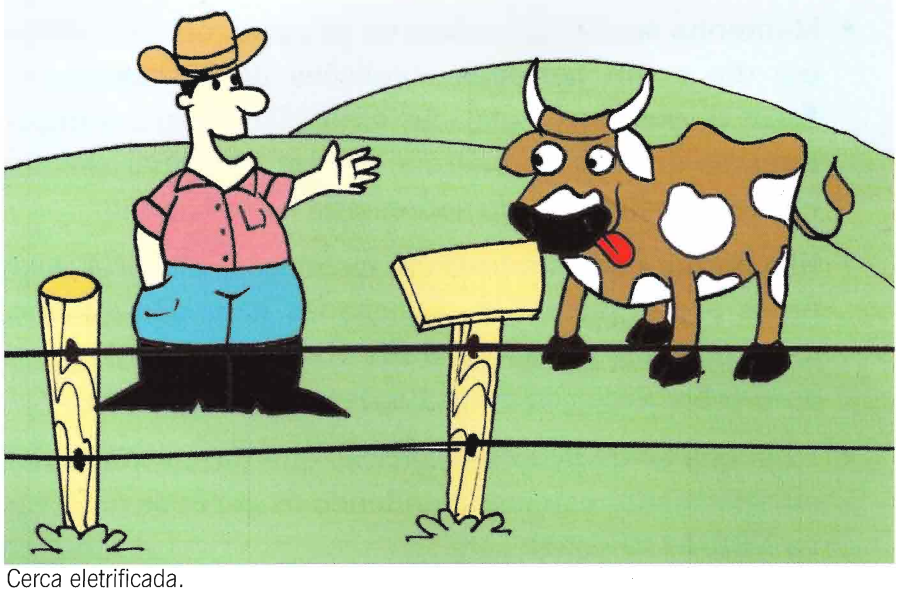
Fios elétricos caídos.

Quando acontecer algum acidente, cuidado com os fios caídos, eles podem estar energizados. Desligue o disjuntor junto ao medidor, se o acidente for nas instalações internas. Se ocorrer na rede elétrica externa sinalize o local a distância com galhos ou cordas e chame a COPEL ou a Concessionária da sua região.

Cerca eletrificada

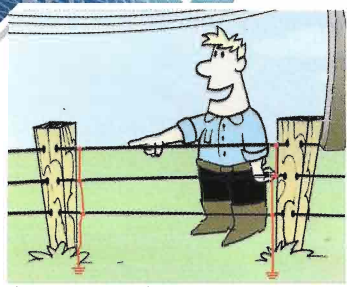
Para eletrificar cercas, use um aparelho especial chamado eletrificador de cercas.

Compre equipamento de boa procedência e leia atentamente o manual de instruções. Consulte um eletricista habilitado e coloque placas de sinalização. A instalação malfeita de cercas eletrificadas pode provocar a morte de pessoas e animais.


Vicente e Corban Design

Cerca eletrificada.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br


Vicente e Corban Design

Aterramento de cercas.

Aterramento de cercas

Separe e aterre as cercas da sua propriedade. Assim, se algum fio da rede cair sobre a cerca, a energia elétrica escoará pelo fio terra e não pelo arame da cerca, deixando pessoas e animais livres de choques. Consulte a COPEL ou a Concessionária de sua região para mais informações.

Notas

- As intervenções nas instalações elétricas devem ser feitas por pessoas com conhecimento e habilitação para isso;
- Não permita instalações elétricas mal feitas, mal emendadas ou inadequadas. A prática mostra que isso está profundamente relacionado com os casos de acidentes, mortes e incêndios;
- Não sobrecarregue as fiações, fazendo com que passe por elas maior corrente elétrica do que está capacitada. Caso isso aconteça, a fiação começará a aquecer e pode ocorrer envelhecimento precoce do isolamento e riscos de incêndio;
- Ao sair em viagens, retire da tomada todos os fios de equipamentos não-essenciais. Especial cuidado com ferros elétricos, ar-condicionado e aquecedores;
- Mantenha seus dispositivos de proteção elétrica sempre em dia e em perfeitas condições de funcionamento. Esses dispositivos, baseados essencialmente nos disjuntores de entrada de energia, devem desarmar sozinhos mediante condições de sobrecarga na instalação;
- Não permita que serviços em instalações elétricas sejam feitos por pessoas não-capacitadas e/ou não-qualificadas, conforme prescreve a NR-10 Norma Regulamentadora sobre Serviços e Instalações em Eletricidade;
- Exija que as instalações elétricas que forem construídas ou reformadas estejam atendendo os critérios prescritos na NBR-5410: 2004.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

oficina teórica

1. Qual a principal atitude a ser tomada em relação a qualquer conserto nas instalações elétricas?

2. Escolha duas situações comuns de cuidados no uso de energia elétrica. Transcreva-as abaixo e comente sua explicação no cotidiano de uma residência, empresa ou espaço público.

3. Em grupo de cinco alunos, releia as notas da página anterior. Em seguida, debatam a aplicabilidade dos conceitos expostos na prática do profissional da área elétrica.

aplicando conhecimento

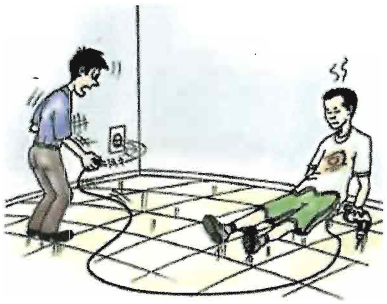
Primeiros socorros

Primeiros socorros são os cuidados que devem ser dispensados às vítimas dos acidentes, tão logo eles ocorram, são socorridas por pessoas treinadas para tal, e que recebem a denominação de "socorristas".

Em certos tipos de acidentes como, por exemplo, no caso de picadas de animais peçonhentos (cobras, escorpiões, etc.), afogamentos, desmaios e choques elétricos, o pronto atendimento pode ser a diferença entre a vida e a morte.(UFRRJ)

alerta

Noções de primeiros socorros devem ser dadas, de preferência, por profissionais da área de saúde: médicos, enfermeiros e auxiliares de enfermagem. Na emergência, ligue para o corpo de bombeiros ou serviço de socorro.



Fonte: Copel

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Em acidentes com eletricidade é preciso ser rápido, pois os primeiros três minutos após o choque são vitais para o acidentado.

a) Não toque na vítima ou no fio elétrico sem saber se os fios estão ligados ou não.

b) Desligue a tomada ou a chave geral (disjuntor) se for um acidente nas instalações internas. Se for um problema na rede elétrica externa, chame a COPEL ou a Concessionária de sua região.

c) Se não for possível desligar a chave geral, remova o fio ou a vítima com ajuda de um material seco, não-condutor de energia, como madeira, cabo de vassoura, jornal dobrado, cano de plástico, corda, etc.

d) Ao carregar a vítima, tome muito cuidado para não complicar eventuais lesões, principalmente na coluna vertebral.

e) Ligue imediatamente ao serviço de emergência e primeiros socorros.

interatividade

Efetue a seguinte pesquisa com relação à segurança em instalações elétricas e primeiros socorros:

1. Quais são os três tipos de efeitos ou categorias manifestados no corpo humano quando da presença de eletricidade?
2. O choque elétrico pode variar em função de fatores que interferem na intensidade da corrente e nos efeitos provocados no organismo. Quais são esses fatores? Explique sucintamente cada um deles.
3. Quando uma pessoa está submetida aos efeitos da eletricidade, choque elétrico é a tensão ou a corrente que provocará danos no corpo da pessoa?
4. Com relação aos EPIs e EPCs faça a seguinte pesquisa: Relacione cada um deles, detalhando finalidade, uso, manutenção, armazenamento e procedimentos inseguros para cada um deles.

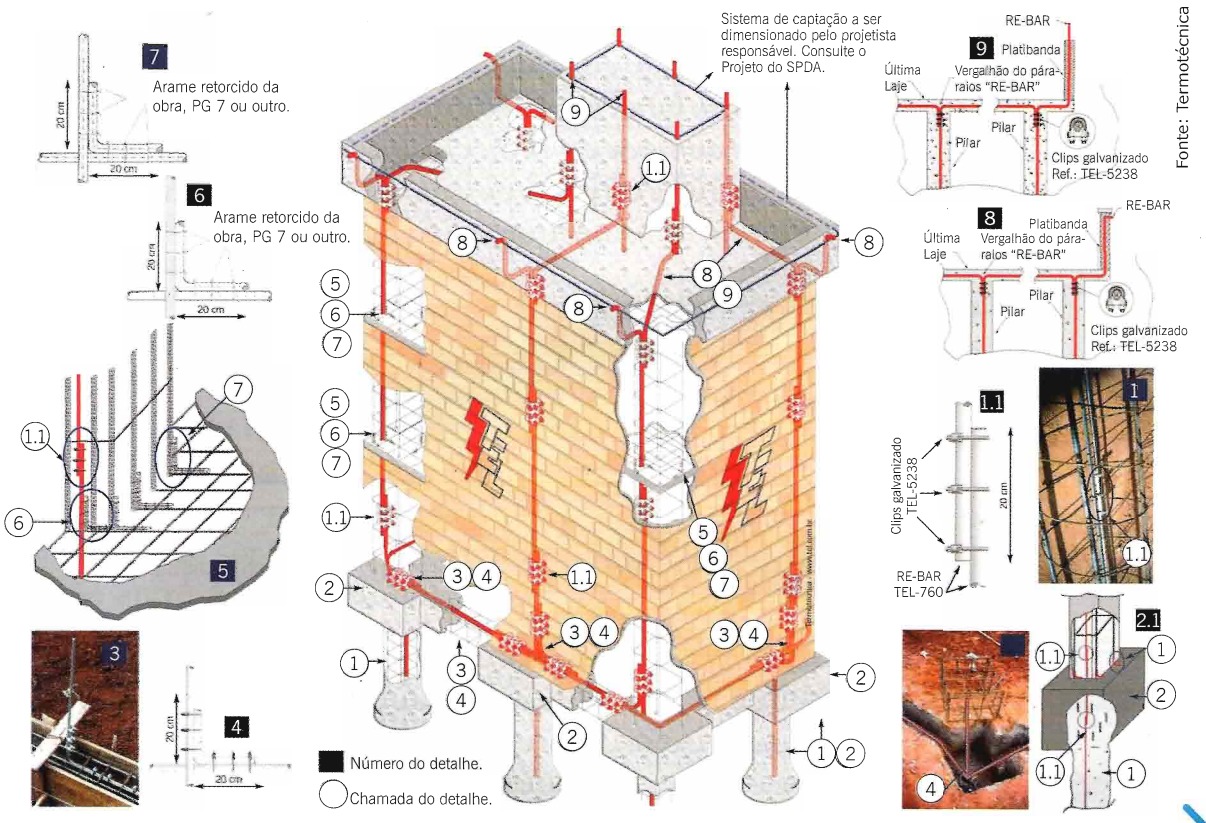
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Capítulo 2

Aterramento do sistema elétrico

Aterramento significa colocar instalações de estruturas metálicas e equipamentos elétricos no mesmo potencial ou estabelecer um referencial, de modo que a diferença de potencial entre a terra e o equipamento (ou a estrutura) seja zero. Outra finalidade é de equalizar os potenciais das descidas (descargas atmosféricas, correntes de fuga, etc.) e os do solo, preocupando-se com os locais de freqüência de pessoas, a fim de minimizar as tensões de passo (termotécnica).

A importância de se fazer um bom aterramento do sistema elétrico é para evitar que pessoas, ao entrarem em contato com máquinas, equipamentos e estruturas, recebam descargas elétricas sobre elas.



Detalhes de um sistema de aterramento.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

alerta

1. O Sistema de aterramento deverá ser projetado e executado por profissionais qualificados (eletricistas).
2. Para manter a resistência de terra abaixo de 10 ohms (Ω) exigida pela NBR 5419:2005, é necessário conhecer o tipo de solo e as opções de aterramento.

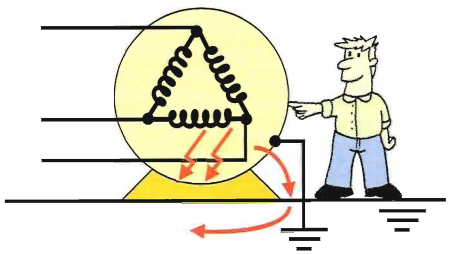
Os objetivos do aterramento são:

- Escoar as cargas estáticas geradas nas carcaças de equipamentos, aeronaves e caminhões com tanque de combustíveis;
- Sistemas de pára-raios (SPDA), para proporcionar um caminho de escoamento para a terra de descargas atmosféricas;
- Manter as correntes de falta dentro de limites de segurança de 30mA, de modo a não causar fibrilações cardíacas, facilitar o funcionamento de dispositivos DR, disjuntores e relés por justamente estabelecer a referência ao potencial zero e, também, estabelecer uma blindagem eletromagnética.
- Usar a terra como retorno de corrente do sistema;
- Obter uma resistência de aterramento a mais baixa possível, para correntes de falta à terra. Exemplos:

Local	Resistência (Ω)
Residências ou sistemas sem pára-raios.	25
Sistema com pára-raios.	10
Sistemas de computação - CPD.	1

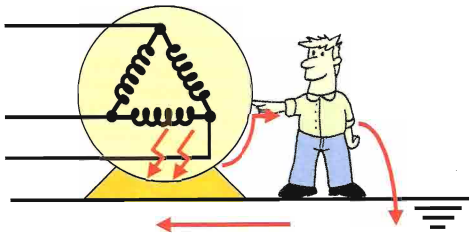
Valor da resistência em função do local.

Com o aterramento adequado das instalações e equipamentos elétricos, no caso de falha da isolação do equipamento a corrente de falta passa pelo condutor de proteção (condutor de aterramento), ao invés de percorrer o corpo da pessoa, proporcionando segurança aos usuários Observe as ilustrações a seguir:.



Fonte: Procobre

Com aterramento, a corrente praticamente não circula pelo corpo.

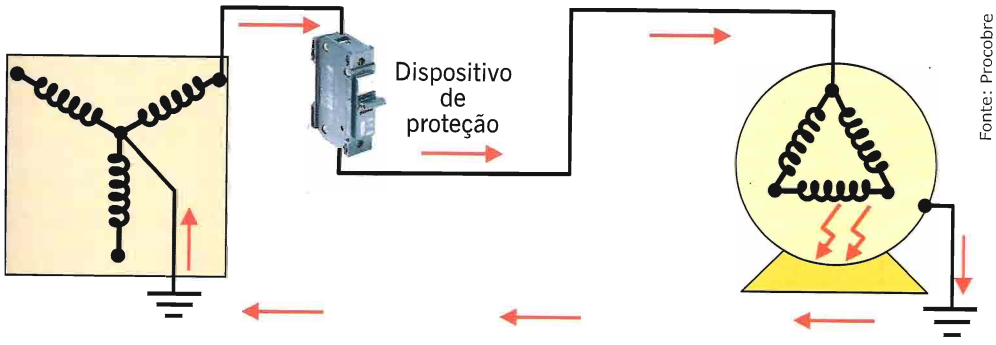


Fonte: Procobre

Sem aterramento, o único caminho da corrente é o corpo da pessoa.

Para a segurança, o sistema de aterramento deverá ser feito conforme normas, pois num momento de falha o sistema deve oferecer um percurso de retorno para a terra da corrente de falta, permitindo que haja o desligamento automático das instalações elétricas, evitando assim conseqüências maiores para os usuários.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br



Fonte: Procobre

Esquema ilustrativo de desligamento automático.

Para a instalação de equipamentos eletrônicos em geral, de modo especial computadores, "o aterramento deve ter um plano de referência zero, de modo a operar satisfatoriamente em altas e em baixas freqüências".

No caso de alimentação elétrica de computadores, o aterramento tem a função de proteger o usuário, única e exclusivamente, contra cargas elétricas estáticas e não o computador.

aplicando conhecimento

Conceitos sobre aterramento

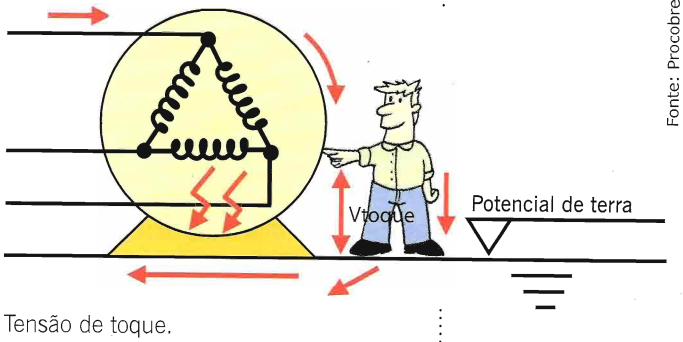
A seguir são apresentados alguns conceitos importantes sobre aterramento.

Tensão de contato

É a tensão que pode aparecer acidentalmente, quando da falha de isolação, entre duas partes simultaneamente acessíveis (Procobre).

Tensão de toque

Se uma pessoa toca um equipamento sujeito a uma tensão de contato, pode ser estabelecida uma tensão entre mãos e pés, chamada de tensão de toque.

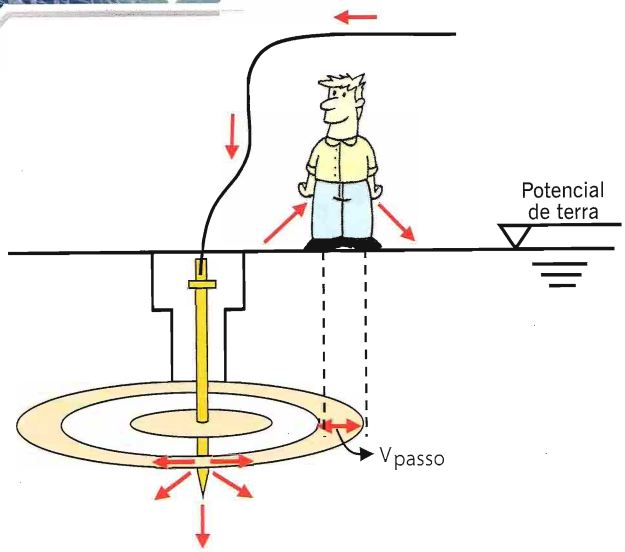


Fonte: Procobre

Tensão de toque.

Em conseqüência, poderemos ter a passagem de uma corrente elétrica pelo braço, tronco e pernas, cuja duração e intensidade poderão provocar fibrilação cardíaca, queimaduras ou outras lesões graves ao organismo (Procobre).

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br



Fonte: Procobre

Tensão de passo.

Tensão de passo

Quando da queda de um condutor no solo ou uma descarga atmosférica, ocorre uma elevação de potencial em torno do ponto de contato ou eletrodo de aterramento, formando anéis chamados distribuição de queda de tensão, que são maiores junto ao ponto de contato, ficando menores quando se distanciam do ponto.

Se a pessoa estiver em pé dentro da região dos anéis, de pés juntos, provavelmente estará segura. Caso saia correndo, com passos de aproximadamente 1 metro, estará sob a influência da diferença de potencial entre dois pontos e, conseqüentemente, fará com que haja circulação de corrente através das duas pernas, provocando acidentes graves. O correto é permanecer parado ou deslocar-se aos saltos com os pés juntos.

alerta

1. Para evitar choques do chuveiro elétrico é importante que o fio terra do equipamento seja conectado diretamente ao aterramento da residência.
2. A falta de aterramento ou aterramento mal dimensionado é causa de acidentes graves. O aterramento correto é feito com haste de cobre.

Ligação equipotencial

Ligação entre SPDA e as instalações metálicas, destinada a reduzir as diferenças de potencial causadas pela corrente de descarga atmosférica.

Eletrodo de aterramento

Elemento ou conjunto de elementos do subsistema de aterramento que assegura o contato elétrico com o solo e dispersa as correntes provenientes de cargas estáticas, falhas de isolação, descarga atmosférica, etc., para a terra.

Eletrodo de aterramento em anel

Eletrodo de aterramento formando um anel fechado em volta da estrutura.

Equipotencialização

É o procedimento que consiste na interligação de elementos específicos (todos os barramentos e infra-estrutura), visando obter a equipotencialização para os fins desejados. Tem a função de proteção contra choques elétricos e contra sobretensões e perturbações eletromagnéticas. Uma determinada equipotencialização pode ser satisfatória para proteção contra choques elétricos, mas insuficiente para proteção contra perturbações eletromagnéticas.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

aplicando conhecimento

Prescrições da NBR 5410: 2004 sobre aterramento

A NBR 5410:2004 apresenta cinco exemplos de esquemas de aterramentos de sistemas elétricos trifásicos. Alguns pontos fundamentais devem ser observados:

- As massas indicadas não simbolizam um único, mas sim qualquer número de equipamentos elétricos;
- As figuras não devem ser vistas com conotação espacial restrita;
- Uma mesma instalação pode eventualmente abranger mais de uma edificação, as massas devem necessariamente compartilhar o mesmo eletrodo de aterramento, se pertencentes a uma mesma edificação, mas podem, em princípio, estar ligadas a eletrodos de aterramento distintos, se situadas em diferentes edificações.
- Significado das letras dos esquemas de aterramento.

  a) Primeira letra – Situação da alimentação em relação à terra:
     - T = um ponto diretamente aterrado;
     - I = isolação de todas as partes vivas em relação à terra ou aterramento através de uma impedância.

  b) Segunda letra – Situação das massas da instalação em relação à terra:
     - T = massas diretamente aterradas, independentemente do aterramento eventual de um ponto da alimentação;
     - N = massas ligadas ao ponto da alimentação aterrado (em corrente alternada, o ponto aterrado é normalmente o ponto neutro).

  c) Outras letras (eventuais) – Disposição do condutor neutro e do condutor de proteção:
     - S = funções de neutro e de proteção asseguradas por condutores distintos;
     - C = funções de neutro e de proteção combinadas em um único condutor (condutor PEN).

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

oficina teórica

1. Defina aterramento e comente a importância de se fazer um bom aterramento do sistema elétrico.

2. Quais são os objetivos do aterramento?

3. Releia os principais conceitos sobre aterramento para completar as seguintes definições:

a) Tensão de contato:

b) Tensão de toque:

c) Tensão de passo:

4. Comente os principais pontos a serem observados em relação às prescrições de NBR 5410: 2004, sobre aterramento.

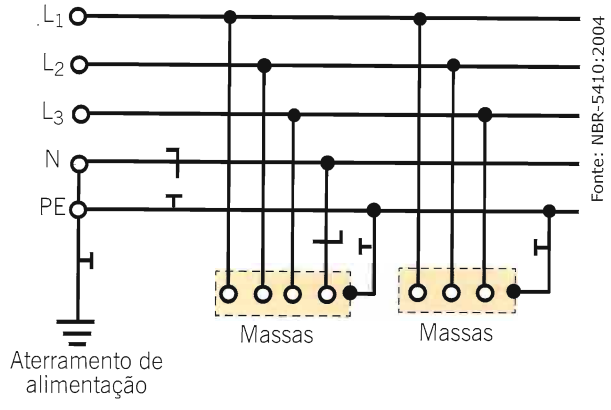
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Esquemas de aterramento

Esquema TN

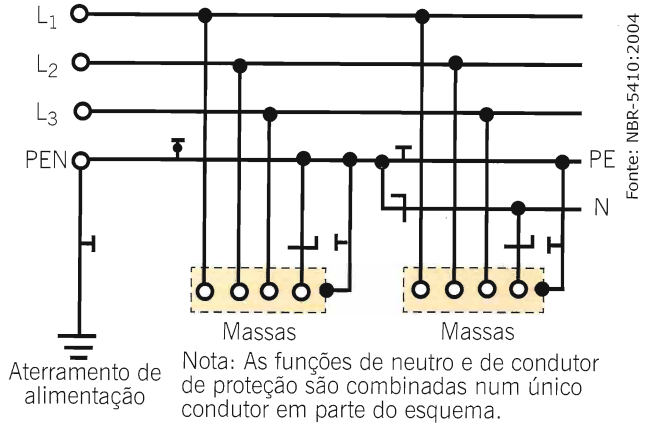
Este esquema tem como característica possuir um ponto da alimentação diretamente aterrado, sendo as massas ligadas a esse ponto através de condutores de proteção. São consideradas três variantes de esquemas TN, de acordo com a disposição do condutor neutro e do condutor de proteção. Podem ser: Esquemas TN-S, TNC-S e TN-C.

a) Esquema TN-S: o condutor neutro e o condutor de proteção são distintos.



Esquema TN-S.

b) Esquema TN-C-S: as funções de neutro e de proteção são combinadas em um único condutor.



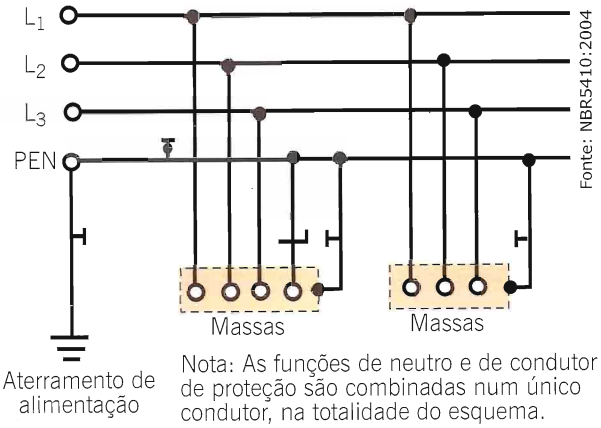
Esquema TN-C-S.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

alerta

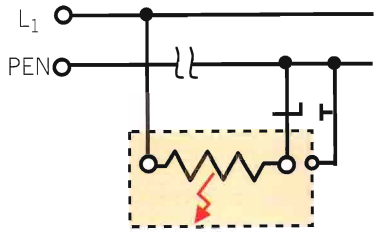
No esquema TN-C, o condutor neutro e proteção formam o condutor PEN, com a função de neutro e proteção. Existem restrições quanto ao uso desse tipo de esquema, porque oferece riscos. Caso ocorra o rompimento do condutor PEN ou uma falha de isolação, a massa do equipamento fica no mesmo potencial da linha (veja esquema ao lado). As conseqüências podem ser desastrosas.
Portanto, "A confiabilidade do esquema TN, particularmente quanto a proteção supletiva for realizada por dispositivos à sobrecorrente, fica condicionada à integridade do neutro, o que, no caso de instalações alimentadas por rede pública de baixa tensão, depende das características do sistema da concessionária".

c) Esquema TN-C: as funções de neutro e de proteção são combinadas em um único condutor, na totalidade do esquema.



Nota: As funções de neutro e de condutor de proteção são combinadas num único condutor, na totalidade do esquema.

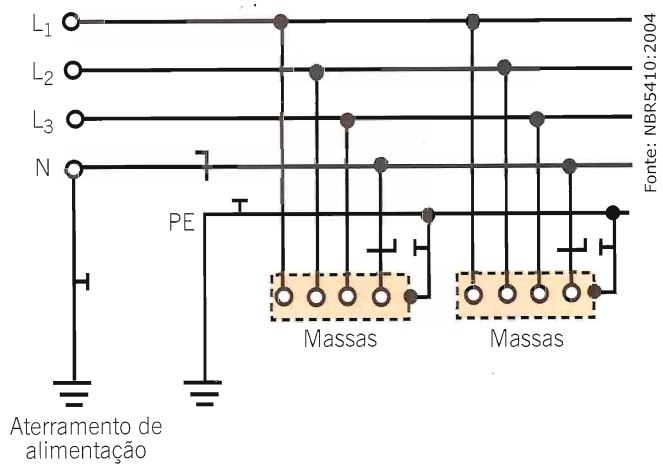
Esquema TN-C.



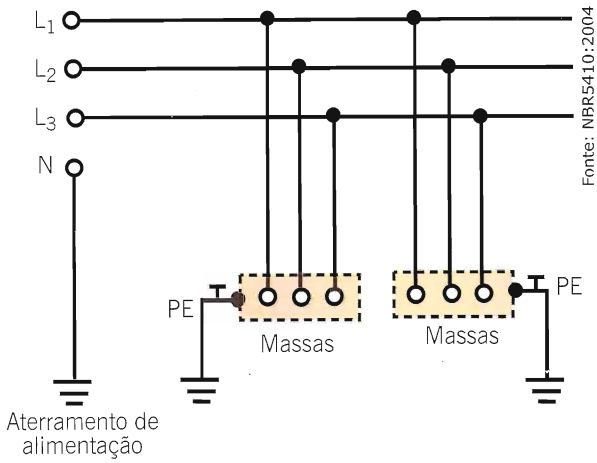
Exemplo de esquema TN com rompimento do neutro.

Esquema TT

"Possui um ponto da alimentação diretamente aterrado, estando as massas da instalação ligadas a eletrodo(s) de aterramento distintos do eletrodo de aterramento da alimentação". Neste tipo de esquema as correntes de falta direta fase-massa são inferiores a uma corrente de curto-circuito, podendo, todavia, ser suficiente para provocar o surgimento de tensões perigosas.



Esquema TT.



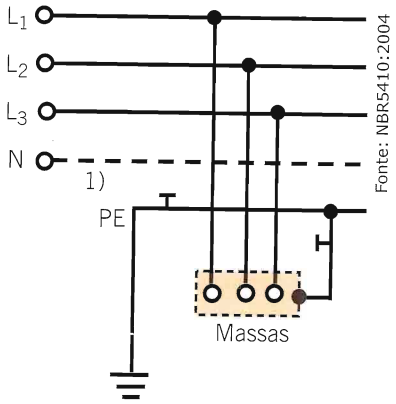
Esquema IT

As partes vivas são isoladas da terra ou um ponto da alimentação é aterrado através de impedância. As massas da instalação são aterradas, verificando-se as seguintes possibilidades:

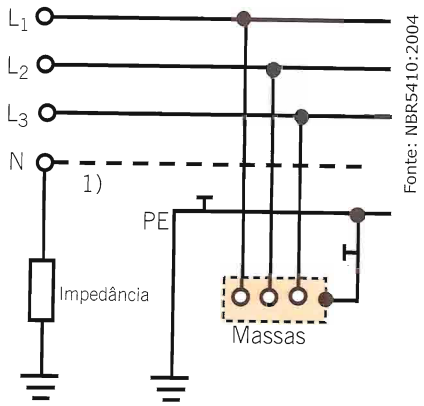
a) Massas aterradas no mesmo eletrodo de aterramento da alimentação, se existente"; e

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

b) "Massas aterradas em eletrodo(s) de aterramento próprio(s), seja porque não há eletrodo de aterramento da alimentação, seja porque o eletrodo de aterramento das massas é independente do eletrodo de aterramento da alimentação".

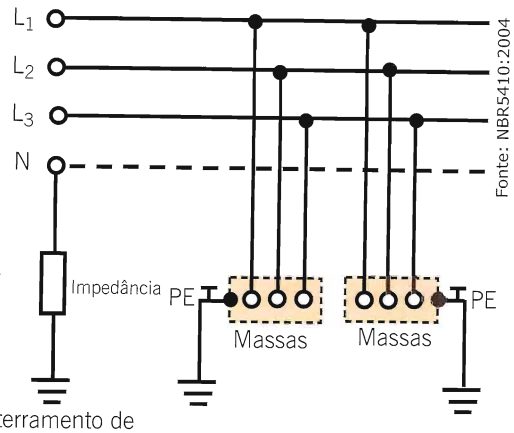


A



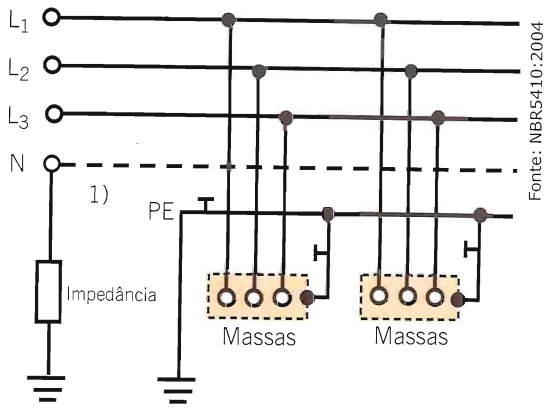
Aterramento de alimentação

B



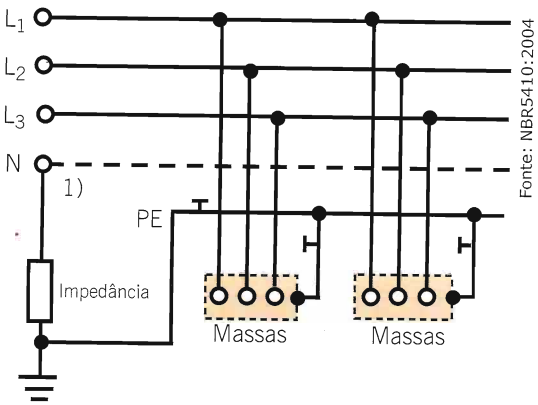
Aterramento de alimentação

B.1



Aterramento de alimentação

B.2



Aterramento de alimentação

Esquema IT.

B.3

1) O neutro pode ser ou não distribuído.

A = sem aterramento da alimentação;

B = alimentação aterrada através de impedância;

B.1 = massas aterradas em eletrodos separados e independentes do eletrodo de aterramento da alimentação;

B.2 = massas coletivamente aterradas em eletrodo independente do eletrodo de aterramento da alimentação;

B.3 = massas coletivamente aterradas no mesmo eletrodo da alimentação.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Aterramento e equipotencialização

Eletrodo de aterramento

Desde então o eletrodo de aterramento tem por finalidade proporcionar bom contato elétrico entre a terra, equipamentos e estruturas a serem aterrados. A NBR 5410:2004, determina que o aterramento é uma infra-estrutura e faz parte da integridade da edificação, denominada de eletrodo de aterramento. Pode ser feito da seguinte forma:

a) preferencialmente, uso das próprias armaduras do concreto das fundações (armaduras de aço das estacas, dos blocos de fundação e vigas baldrames), esses procedimentos são suficientes para se obter um eletrodo de aterramentos com características elétricas adequadas;

b) uso de fitas, barras ou cabos metálicos, especialmente previstos, imersos no concreto das fundações, "formando um anel em todo o perímetro da edificação. A fita, barra ou cabo deve ser envolvido por uma camada de concreto, de no mínimo 5cm de espessura, a uma profundidade de, no mínimo, 0,5m. As seções mínimas da fita, barra ou cabo podem ser vistas na página 220;

c) uso de malhas metálicas enterradas, no nível das fundações, cobrindo a área da edificação e complementadas, quando necessário, por hastes verticais radialmente ("pés-de-galinha"); ou,

d) no mínimo, uso de anel metálico enterrado, circundando o perímetro da edificação e complementado, quando necessário, por hastes verticais e/ou cabos dispostos radialmente (pés-de-galinha).

Todo sistema (infra-estrutura) de aterramento deve proporcionar:

a) Confiabilidade que satisfaça todos os requisitos de segurança;

b) Possa conduzir as correntes de falta à terra sem risco de danos térmicos, termomecânicos e eletromecânicos, ou de choques elétricos causados por essas correntes;

c) Quando aplicável, atenda também aos requisitos funcionais da instalação.

Um bom aterramento depende, além dos fatores acima mencionados pela norma, de outros fatores, tais como:

- resistividade do solo;
- comprimento de cada haste (eletrodos);
- volume de dispersão disponível para cada haste (eletrodos); e
- número de hastes (eletrodos) ligadas(os) em paralelo.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Nota

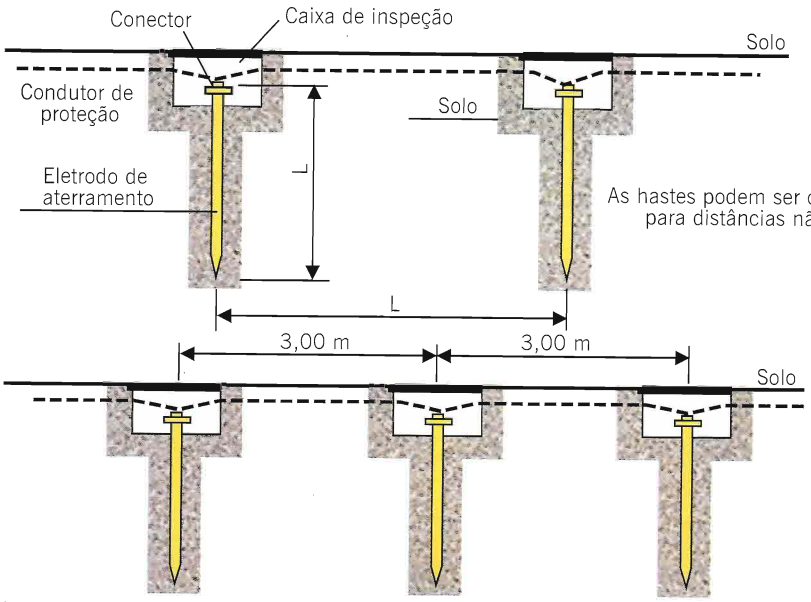
- Não se admite o uso de canalizações metálicas de água nem de outras utilidades como eletrodo de aterramento, o que não exclui as medidas de equipotencialização (conforme Página 224). A infra-estrutura de aterramento, conforme abaixo, deve ser acessível, no mínimo, junto a cada ponto de entrada de condutores e utilidades e em outros pontos que forem necessários à equipotencialização, conforme página 224. Mastros de antenas devem ser incorporados ao SPDA, conforme NBR 5419:2005.

Na prática são utilizados eletrodos constituídos por hastes (eletrodos) e ligadas conforme segue:

Haste (Eletrodo)

Possui um formato alongado cuja função é "injetar" a corrente no solo para dispersá-la, perturbando o menos possível a superfície.

Deve ser introduzida verticalmente, de modo que apresente a menor resistência e menos perigo às tensões de passo produzidas na superfície durante o funcionamento. A corrente se dispersa para baixo nos extratos mais profundos do terreno. A seção da haste pode ser cilíndrica, maciça ou tubular, com perfil "T", "L" ou "X". "A parte superior da haste deve ficar a uma profundidade de, no mínimo, 0,5m, a fim de evitar possíveis danos externos". As hastes de aterramento do tipo aço-cobre, de formato cilíndrico, devem possuir uma espessura da camada de cobre de, no mínimo, 254 microns.



Sistema de aterramento com hastes.

Fonte: Bticino-Pirelli

alerta

A distância "L" e o número de hastes deve ser levada em consideração em função da medição da resistência de aterramento.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Haste de aterramento e acessórios

Abaixo vemos os acessórios para a construção de um sistema de aterramento.

IHP

IH

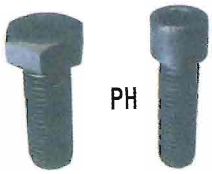
IH - Haste não-prolongável.
IHP - Haste prolongável.

LEH

LEH - Luva de emenda para haste prolongável de aterramento (IHP).

TH

TH - Terminal para haste de aterramento.



PH

PH - Parafuso de cravação para haste prolongável de aterramento.

TA
Terminal de pressão.

GTDB
Grampo-terra duplo, em bronze.

GEB
Grampo de encaixe em bronze.

GTC
Grampo-terra em cruz

GTDU 2C
Grampo-terra duplo com parafuso "U" para dois cabos.

GPB
Grampo paralelo de bronze.

GTDU
Grampo-terra duplo com parafuso "U".

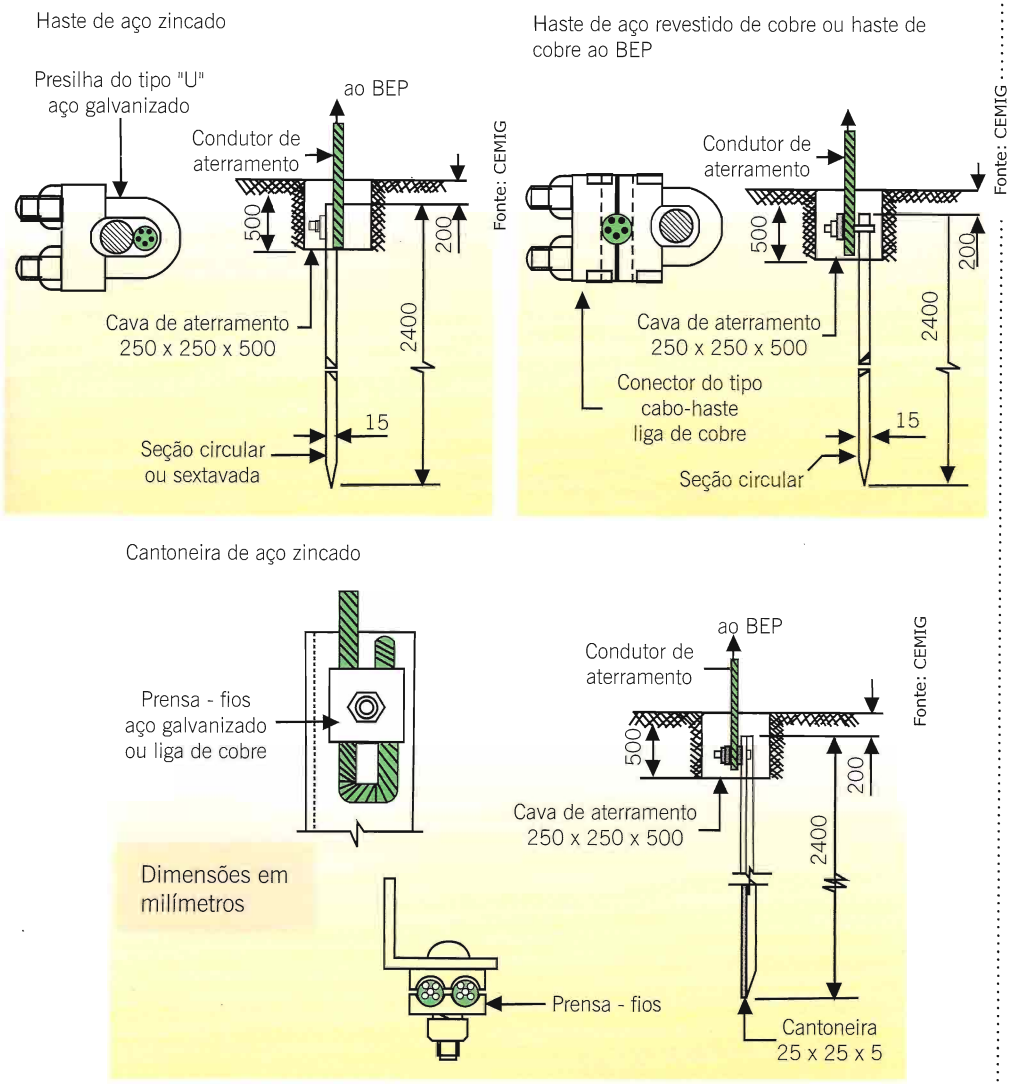
GTSU
Grampo-terra simples com parafuso tipo "U".

GLV
Grampo de linha viva.

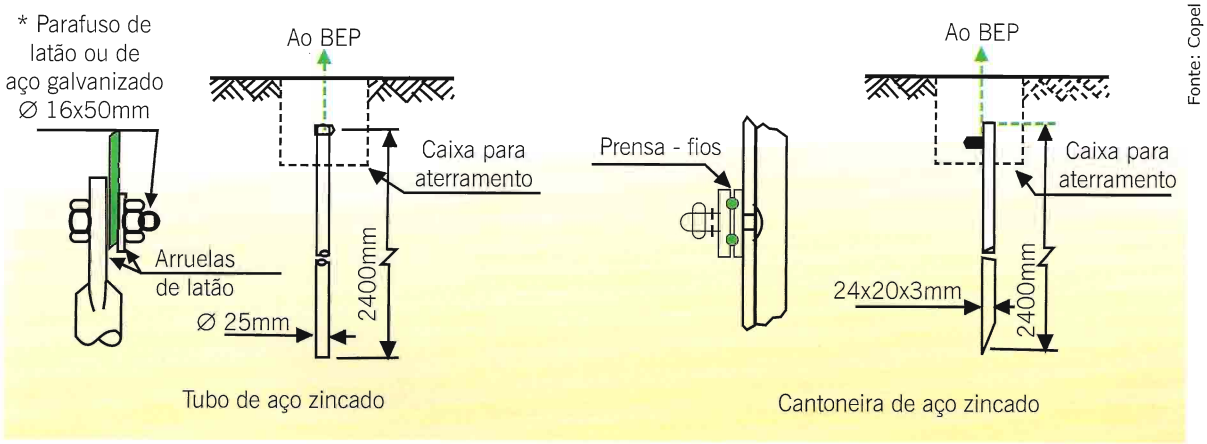
Haste e acessórios para aterramento.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Sistema de aterramento para entrada de energia (entrada de serviço)



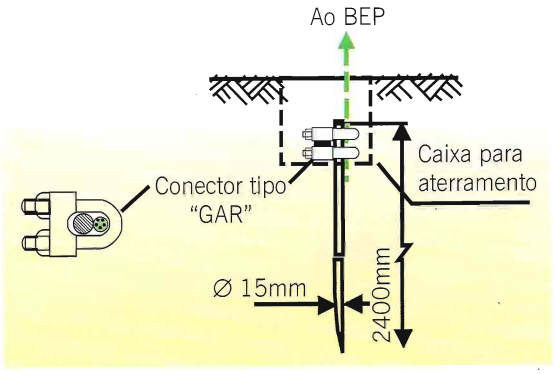
Exemplo de aterramento para entrada de serviço.



Aterramento para entrada de serviço em tensão secundária de distribuição.

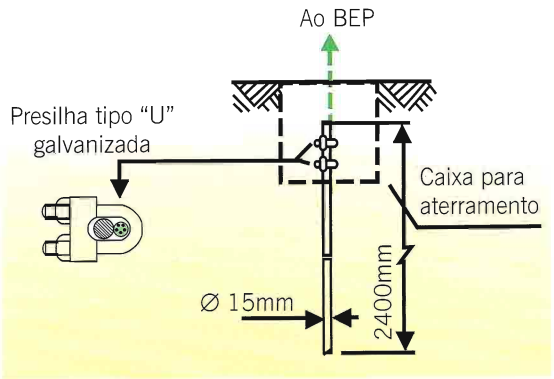
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Haste de cobre ou aço - Cobre.

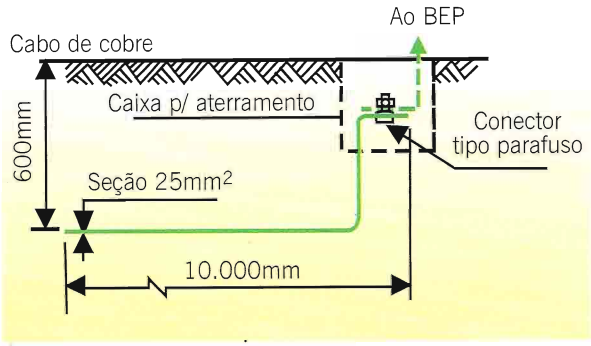


Fonte: Copel

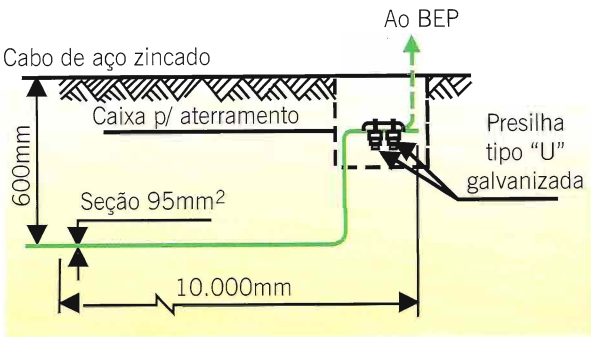
Haste de aço zincado.



Fonte: Copel



Fonte: Copel



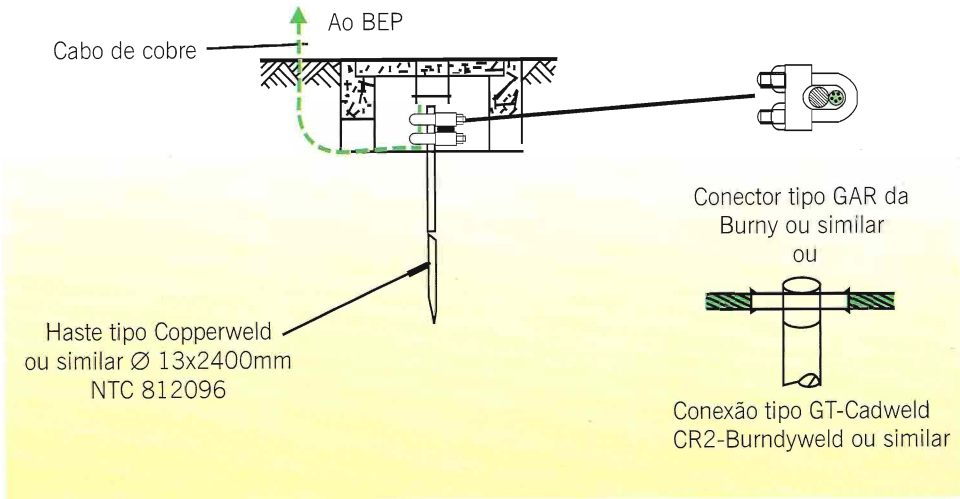
Fonte: Copel

alerta

1. A caixa para aterramento será obrigatória nos atendimentos acima de 100A.
2. Os conectores indicados podem ser utilizados em qualquer um dos sistemas de aterramento (quanto aplicável).
3. Os conectores assinalados com* (asterisco) não são aplicáveis quando o condutor de aterramento for cabo.
4. Podem ser utilizadas conexões tipo: GB, QGF e GAR da Burndy, ou similares.
5. Poderão ser utilizadas conexões exotérmicas.
6. Estão indicadas as dimensões mínimas, e as cotas são em milímetro.

Instalações alimentadas de rede secundária

Aterramento para entrada de serviço para atendimento a edifícios de uso coletivo.



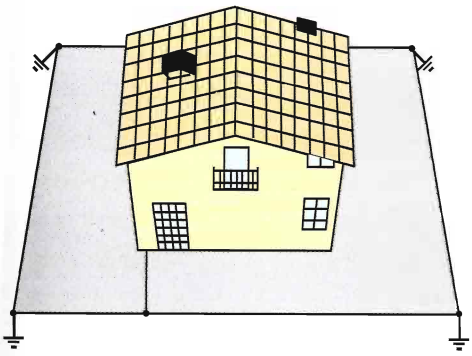
Fonte: Copel

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Eletrodos em anel

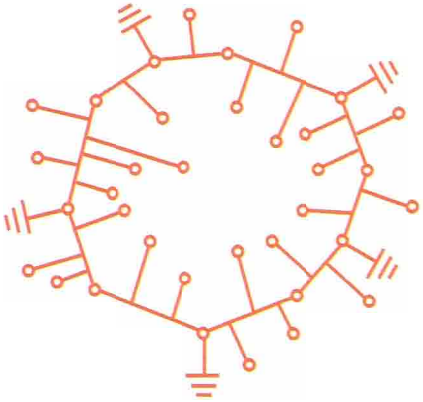
O eletrodo em anel é constituído por um condutor (geralmente de cobre nu) enterrado ao longo do perímetro do prédio a uma profundidade de, no mínimo, 0,5m.

Do ponto de vista do campo de dispersão, o condutor é análogo a uma haste horizontal muito longa. Devido à simplicidade de instalação, esse tipo de eletrodo é largamente utilizado; a resistência é inversamente proporcional ao condutor, desde que a distância entre os lados seja da ordem de 20 a 30m.



Representação de um sistema de aterramento em anel.

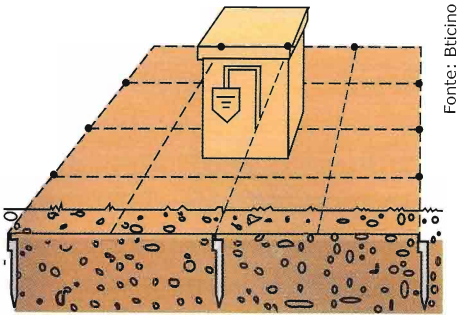
Fonte: Bticino



Distribuição em anel.

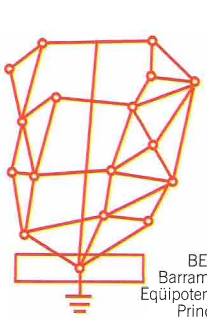
Eletrodos em malha

"A camada 'malha de terra' é constituída pela combinação de hastes e condutores. Nesta camada, a interconexão dos lados opostos do eletrodo com a forma poligonal fechada (triângulo, quadrado, hexágono, etc.) tem a função de equalizar a superfície do terreno, abaixando ou anulando as tensões de passo e de contato. Para atenuar o gradiente de tensão ao longo do perímetro da malha, é de boa prática enterrar verticalmente, ao longo dos lados externos, uma série de hastes profundas e distanciadas entre si. Assim, é superado o problema das tensões de passo, muito perigosas no caso de cabines de distribuição em média e alta tensão".

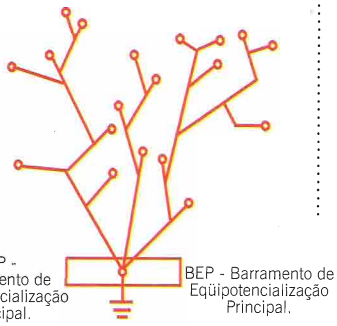


Representação de um sistema de aterramento em malha.

Fonte: Bticino



Distribuição em malha.



Distribuição em estrela.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

O material e as dimensões mínimas dos eletrodos devem estar de acordo com a tabela abaixo.

Material	Superfície	Forma	Dimensões mínimas			
			Diâmetro (mm)	Seção (mm²)	Espessura do material (mm)	Espessura média do revestimento (µm)
Aço	Zincada a quente① ou inoxidável①	Fita②	-	100	3	70
		Perfil	-	120	3	70
		Haste de seção circular③	15	-	-	70
		Cabo de seção circular	-	95	-	50
		Tubo	25	-	2	55
	Capa de cobre	Haste de seção circular③	15	-	-	2 000
	Revestida de cobre por eletrodeposição	Haste de seção circular③	15	-	-	254
Cobre	Nu①	Fita	-	50	2	1
		Cabo de seção circular	-	50	-	-
		Cordoalha	1,8 (cada veia)	50	-	-
		Tubo	20	-	2	-
	Zincada	Fita②	-	50	2	40

①Pode ser utilizado para embutir no concreto.
②Fita com cantos arredondados.
③Para eletrodo de profundidade.

Fonte: NBR5410:2004

Materiais comumente utilizáveis em eletrodos de aterramento – Dimensões mínimas do ponto de vista da corrosão e da resistência mecânica, quando os eletrodos forem diretamente enterrados.

Seção mínima dos condutores de aterramento

O condutor de aterramento é aquele que fará a interligação da barra de equipotencialização principal (BEP), com a barra de proteção (PE) ao(s) eletrodo(s) de aterramento (haste de terra).

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

A seção dos condutores de aterramento deve ser dimensionada conforme página 222. Para condutores enterrados no solo, a seção não deve ser inferior às indicadas na tabela abaixo.

Seções mínimas de condutores de aterramento enterrados no solo.

	Protegido contra danos mecânicos	Não protegido contra danos mecânicos
Protegido contra corrosão	Cobre: 2,5mm²	Cobre: 16mm²
	Aço: 10mm²	Aço: 16mm²
Não protegido contra corrosão	Cobre: 50mm² (solos ácidos ou alcalinos)	
	Aço: 80mm²	

É importante ressaltar que a conexão de um condutor de aterramento ao eletrodo (haste) de aterramento deve assegurar as características elétricas e mecânicas necessárias ao bom funcionamento de todo o sistema. Um falha na conexão da infra-estrutura de aterramento pode ocasionar acidentes para os usuários da instalação e danos em equipamentos e na edificação.

Nota

- Caso sejam utilizadas as ferragens nas armaduras de concreto como eletrodo, essas ferragens devem ter, no ponto de conexão, uma seção não inferior a 50mm² e um diâmetro de preferência não inferior a 8mm.
- No lugar das soldas elétricas e exotérmicas é permitido o uso de conectores, seguindo instruções dos fabricantes, de tal forma que não danifiquem nem o eletrodo nem o condutor de aterramento e nem interrompam a continuidade elétrica.
- Conexões com solda estanho não asseguram resistência mecânica adequada. (conforme NBR 5410:2004, 6.4.1.2.3-notas).

alerta

Na execução da ligação de um condutor a um eletrodo de aterramento, deve-se garantir a continuidade elétrica e a integridade do conjunto.

Condutores de proteção (PE)

Os condutores de proteção são necessários em todas as instalações elétricas de baixa tensão, independentemente do tipo de esquema de aterramento, quer seja TN, TT ou IT, cuja finalidade é a proteção seletiva. Esses condutores permitem o escoamento das correntes de fuga e/ou de falta da instalação, garantindo assim uma perfeita continuidade do circuito de terra.

Os condutores de proteção dos circuitos são designados internacionalmente pelas letras PE (de Protection Earth) e, no Brasil, de Proteção Equipotencial.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

alerta

Um condutor de proteção pode ser comum a dois ou mais circuitos, desde que esteja instalado no mesmo eletroduto.

O condutor de proteção de um circuito terminal liga as massas (estruturas metálicas) dos equipamentos de utilização e, se for o caso, o terminal "terra" das tomadas de corrente, alimentado pelo circuito ao terminal de aterramento (barra de aterramento) do quadro de distribuição respectivo.

No caso de circuito de distribuição, o condutor de proteção interliga o terminal de aterramento do quadro de onde parte o circuito ao terminal de aterramento do quadro alimentado pelo circuito. A seção do condutor de proteção pode ser determinada pela tabela a seguir.

Seção dos condutores fase (mm^2)	Seção mínima do condutor de proteção (mm^2)
1,5 a 16	A mesma seção do condutor fase
25	16
35	16
50	25
70	35
95	50
120	70
150	95
185	95
240	120
300	150

Seção mínima do Condutor de Proteção.

A seção de qualquer condutor de proteção que não faça parte do mesmo cabo ou do mesmo conduto fechado que os condutores de fase não deve ser inferior a:

a) 2,5mm^2 em cobre/16mm^2 em alumínio, se for provida proteção contra danos mecânicos;

b) 4mm^2 em cobre/16mm^2 de alumínio, se não for provida proteção contra danos mecânicos.

Fonte: NBR 5410:2004

Os valores desta tabela acima são válidos apenas se o condutor de proteção for constituído do mesmo metal que os condutor(es) fase. Caso contrário, sua seção deve ser determinada de modo que a sua condutância equivalha à seção obtida pela tabela.

Tipo de condutor	Local	Cores	
		PE	PEN
Condutor isolado Veia de cabo multipolar Cabo unipolar	Isolação Cobertura	Verde-amarelo ou verde.	Azul-claro com indicação verde-amarelo nos pontos visíveis ou acessíveis.

Código de cores dos condutores de proteção.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

oficina teórica

1. Quais as funções dos condutores de proteção PE, N (neutro) e PEN e o que eles representam num sistema de aterramento? Quais as cores desses condutores conforme a NBR 5410:2004? Citar os itens da norma que trata sobre as cores dos condutores.

2. Quais são os dois tipos principais de aterramento, utilizado em instalações elétricas? Descreva cada um deles.

3. Quais são os tipos de condutores de proteção recomendados pela norma NBR 5410:2004?

4. Quais são as restrições que a norma estabelece com relação à utilização como condutores de proteção?

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

aplicando conhecimento

Equipotencialização

A NBR 5410:2004, item 6.4.2.1.1, determina que "em cada edificação deve ser realizada uma equipotencialização principal, reunindo os seguintes elementos":

a) As armaduras de concreto armado e outras estruturas metálicas da edificação;
b) As tubulações metálicas de água, de gás combustível, de esgoto, de sistema de ar-condicionado, de gases industriais, de ar comprimido, de vapor, etc., bom como os elementos estruturais metálicos a elas associados;
c) Os condutos metálicos das linhas de energia e de sinal que entram e/ou saem da edificação;
d) As blindagens, armações, coberturas e capas metálicas de cabos das linhas de energia e de sinal que entram e/ou saem da edificação;
e) Os condutores de proteção das linhas de energia e de sinal que entram e/ou saem da edificação;
f) Os condutores de interligação provenientes de outros eletrodos de aterramento porventura existentes ou previstos no retorno da edificação;
g) Os condutores de interligação provenientes de eletrodos de aterramento de edificações vizinhas, nos casos em que essa interligação for necessária ou recomendável;
h) O condutor neutro da alimentação elétrica, salvo se não existente ou se a edificação tiver que ser alimentada, por qualquer motivo, em esquema TT ou IT;
i) O(s) condutor(es) de proteção principal(is) da instalação elétrica (interna) da edificação.

Notas

- As equipotencializações são tantas quantas forem as edificações. As edículas ou construções próximas não mais de 10m da edificação principal considera-se como integradas a esta.
- No caso de tubulação metálica de gás, quando for requerida a inserção de luva isolante, esta deve ser provida de centelhador, como determina a NBR 5419: 2005.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Equipotencializações suplementares (equipotencializações locais)

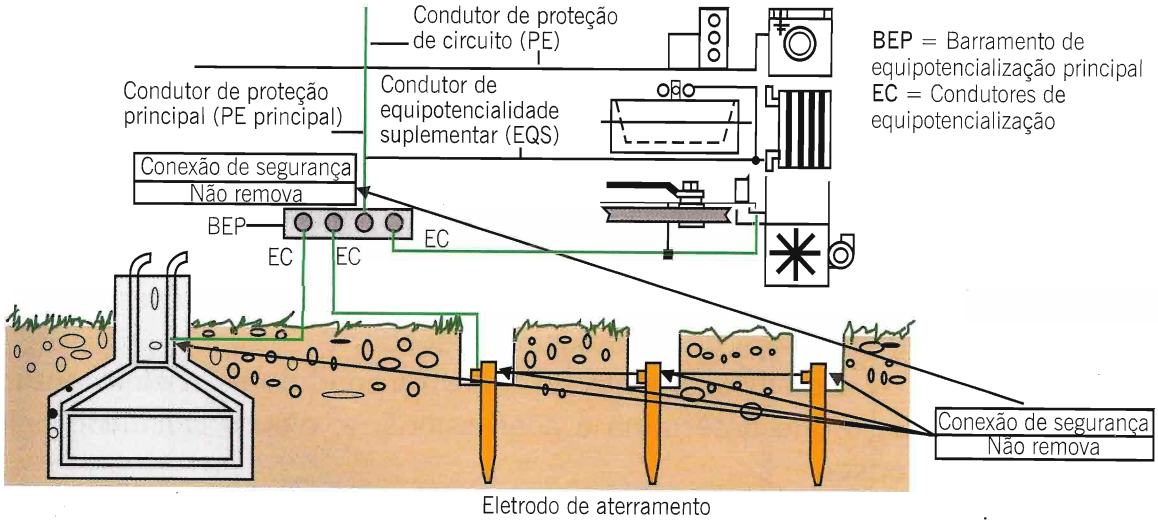
São necessárias por razões de proteção contra choques ou por razões funcionais, incluindo prevenção contra perturbações eletromagnéticas, que interligam massas e/ou elementos condutores estranhos à instalação.

Barramento de Equipotencialização Principal (BEP)

É um dispositivo (barra, chapa ou cabo) que reúne o condutor de aterramento, o condutor de proteção principal e o(s) condutor(es) de equipotencialidade principal(is). Deve preferencialmente ser instalado "junto ou próximo do ponto de entrada da alimentação elétrica e ser provido de um barramento denominado "Barramento de Eqüipotencialização Principal-BEP", ao qual todos os elementos relacionados em tipos de condutores de proteção" possam ser conectados direta ou indiretamente.

Admite-se que a barra PE do quadro de distribuição principal acumule a função de BEP. Para tanto, esse quadro deve ser localizado o mais próximo possível do ponto de entrada da linha elétrica na edificação.

O BEP deve prover uma conexão mecânica e eletricamente confiável. Todos os condutores conectados ao BEP devem ser desconectáveis individualmente, exclusivamente por meio de ferramenta adequada.

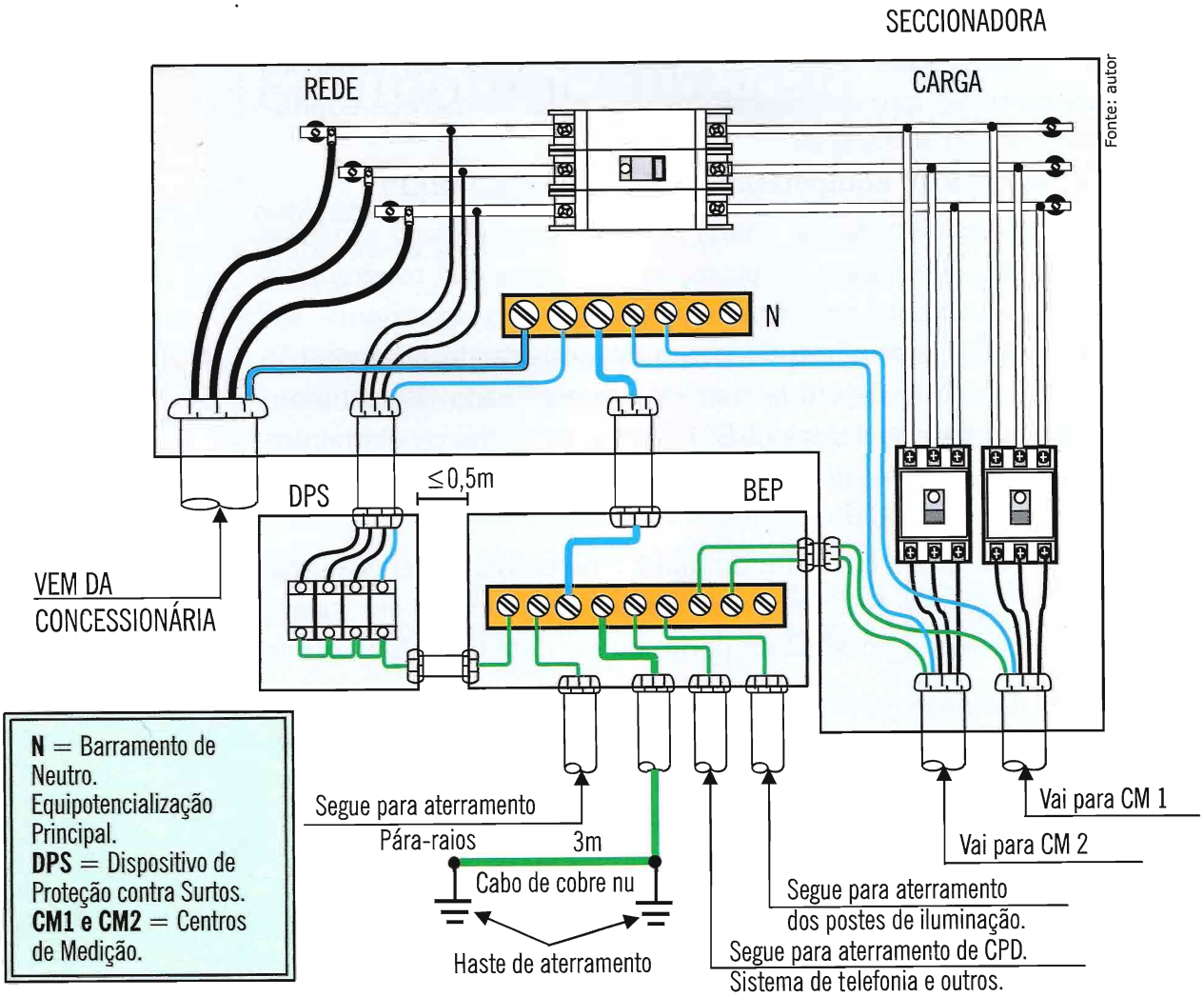


Fonte: Bticino/Pirelli

Descrição dos componentes de aterramento de acordo com a NBR 5410:2004.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

No caso de edifícios de uso coletivo e indústrias, a configuração sugerida para o BEP e para os DPS, pode ser o seguinte:



Chave seccionadora com barramentos do BEP e caixa do DPS (Dispositivo de proteção contra surtos)

Caso a resistência de terra medida seja superior ao estabelecido pela concessionária de Energia Elétrica, deve-se aumentar o número de hastes de aterramento, tanto quanto for necessária até obter-se o valor de resistência adequado.

O dimensionamento de todos os condutores e eletrodutos, segue o que determina a concessionária, e/ou o calculado pelo projetista.

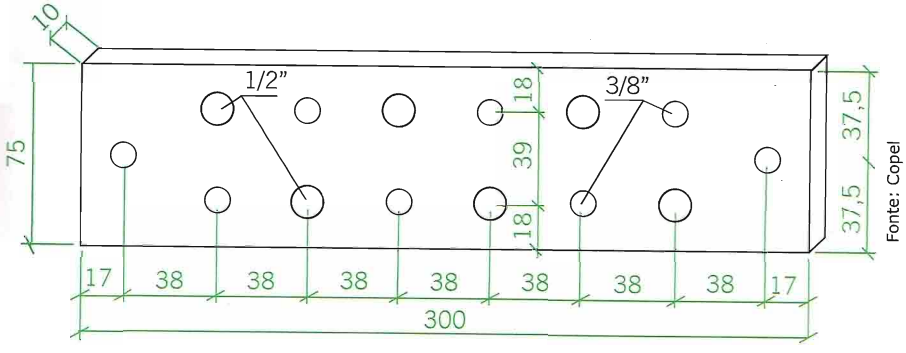
A barra de cobre do BEP, como sugestão pode ser de 300mm x 70mm x 10mm, instalada numa caixa de 800 x 500 x 200mm (Copel).

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Os Dispositivos de Proteção contra Surtos – DPS devem ficar com sua parte frontal aparente para inspeção visual após o fechamento da caixa.

Barramento principal

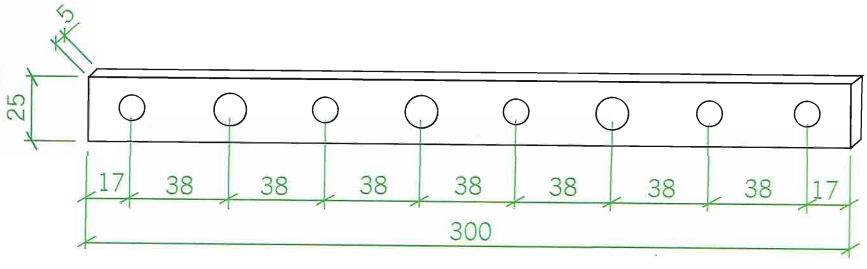
Material: Chapa de cobre



Fonte: Copel

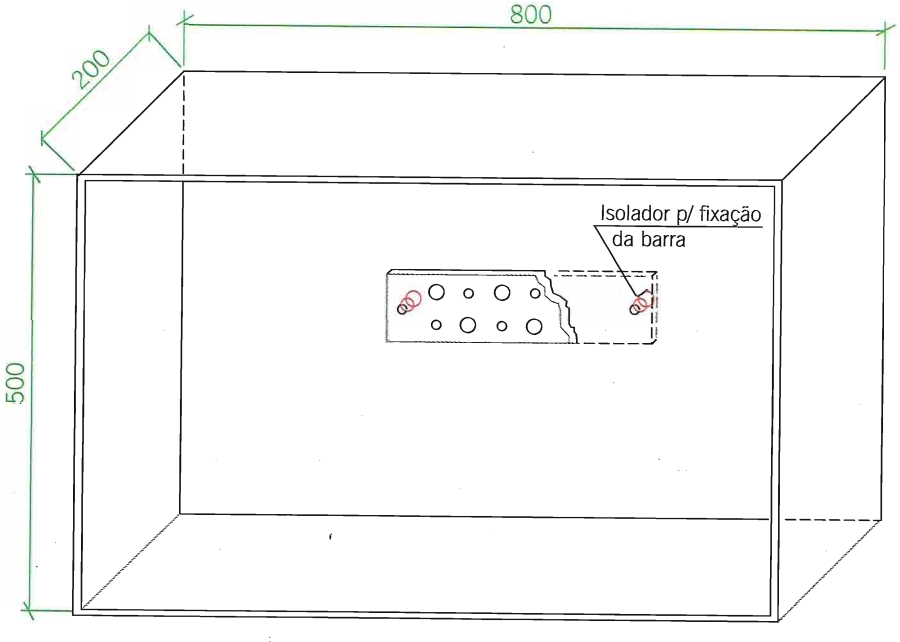
Barramento suplementar

Material: Chapa de cobre



Caixa de proteção de barramentos

Material: Chapa de aço carbono 12 USG



O valor da resistência de aterramento estabelecido pela Copel é 10 ohms para MT e 25 ohms para BT. Verifique o valor da resistência de aterramento adotado pela concessionária da sua região.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

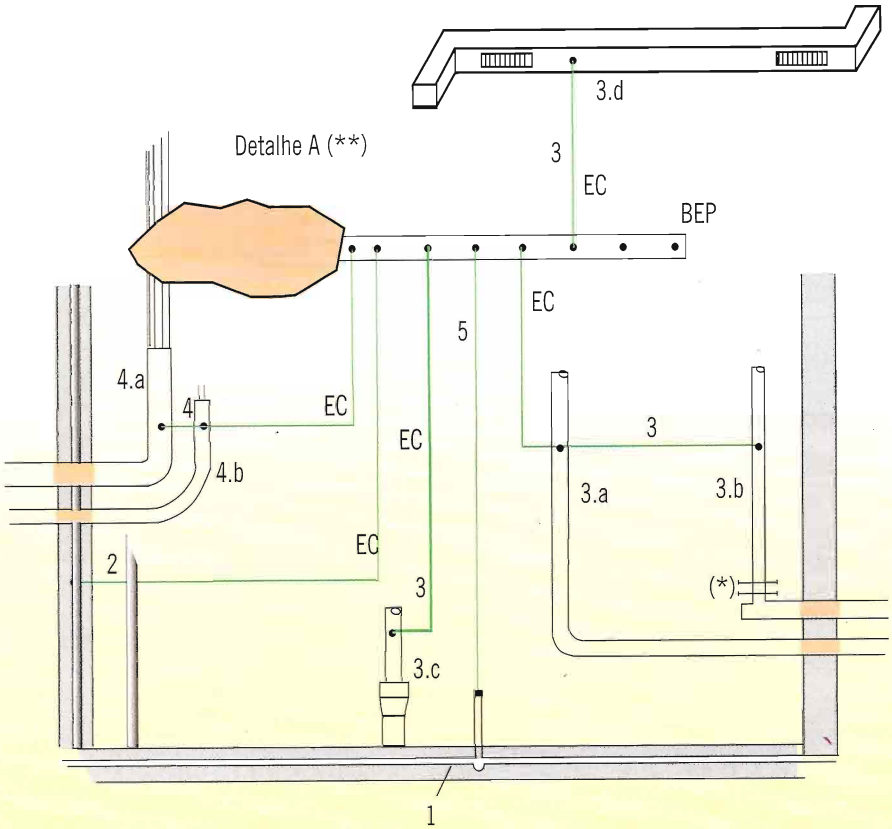
Observações

1. A caixa deverá possuir tampa facilmente removível, fixada através de garras e fecho de pressão.
2. Se o projetista desejar encobrir as instalações e condutores de aterramento, a(s) caixa(s) e os eletrodutos poderão ser embutidos na parede.

Equipotencialização principal

As figuras das páginas a seguir (até a 229) mostram os detalhes referentes a aterramento e equipotencialização e, como tal, devem ser entendidas apenas como exemplo.

Fonte: NBR 5410:2004



Legenda:
BEP – Barramento de equipotencialização principal.
EC – Condutores de equipotencialização
1 - Eletrodo de aterramento (embutido nas fundações).
2 – Armadura de concreto armado e outras estruturas metálicas da edificação.
3 – Tubulações metálicas de utilidades, bem como os elementos estruturais metálicos a elas associados.

Por exemplo:
3.a – água
3.b – gás
(*) Luva isolante (ver nota da página 224)
3.c – esgoto
3.d – ar-condicionado

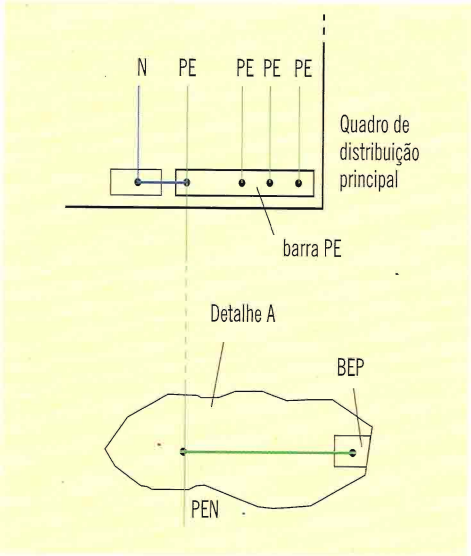
4 – Condutos metálicos, blindagens, armações, coberturas e capas metálicas de cabos.
4.a – Linha elétrica de energia.
4.b – Linha elétrica de sinal.
5 – Condutor de aterramento principal.
(**) ver página 229

Equipotencialização principal.

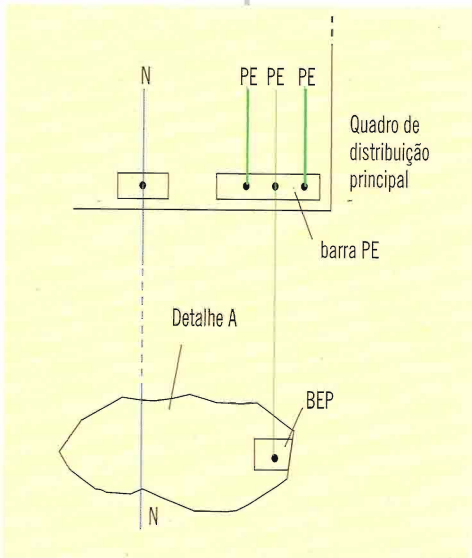
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

alerta

1. Se o Quadro de Distribuição Principal (QDP) se situar junto ou bem próximo do ponto de entrada da linha na edificação, sua barra PE, caso não haja restrições, poderia acumular a função do BEP. Essa figura é apenas um exemplo.
2. O detalhe relativo ao esquema TN-C-S, conforme determinada a norma, diz que "em toda edificação alimentada por linha elétrica em esquema TN-C, o condutor PEN deve ser separado, a partir do ponto de entrada (página 211) da linha na edificação, ou a partir do quadro de distribuição principal, em condutores distintos para as funções de neutro e de condutor de proteção. A alimentação elétrica, até aí TN-C, passa então a um esquema TN-S (globalmente, o esquema é TN-C-S).



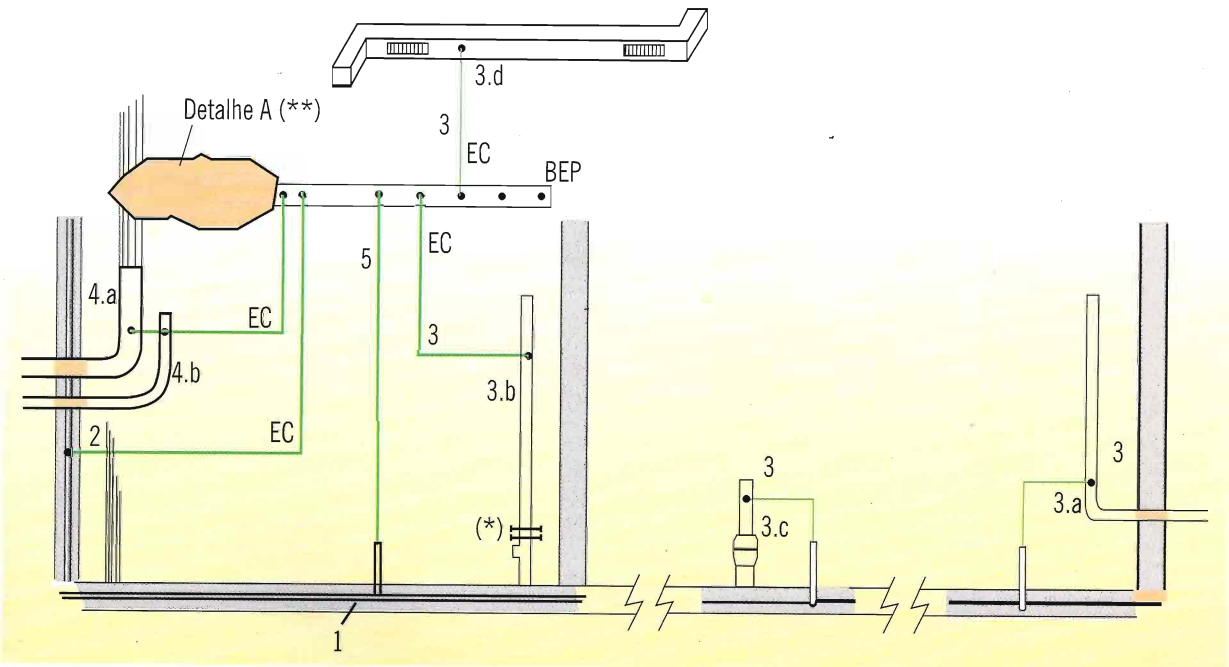
Esquema TN



Esquema TT

Fonte: NBR 5410:2004

Detalhes das conexões da alimentação à equipotencialização principal.



Fonte: NBR 5410:2004

Equipotencialização principal em que os elementos incluíveis não se concentram ou não são acessíveis num mesmo ponto da edificação.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

interatividade

Efetue a seguinte pesquisa com relação a sistema de aterramento elétrico:

1. Se o neutro é aterrado, qual a diferença entre terra e neutro?

2. O que é corrente de fuga ou de falta? Analise a representação do esquema ilustrado abaixo.

3. O que é aterramento de trabalho?

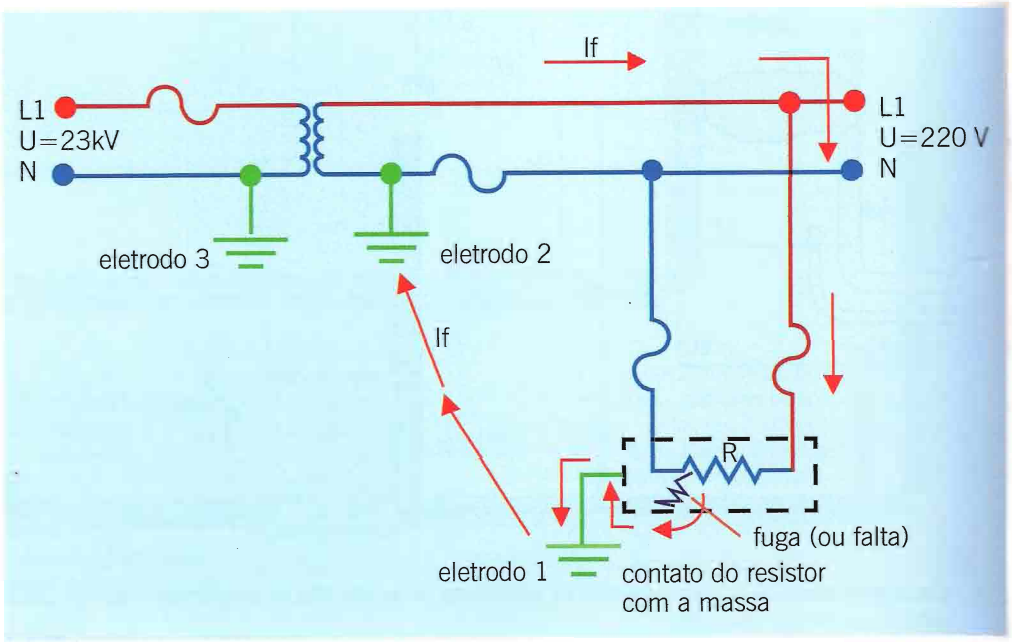


Ilustração de corrente de fuga.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

oficina teórica

1. O que a norma NBR 5410:2004 determina a respeito dos condutores de equipotencialização principal e suplementar? Citar o item da norma.

2. O que é equipotencialização funcional?

3. Quais são os tipos de barramentos de equipotencialização funcional?

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Capítulo 3

Sistema de proteção contra descargas atmosféricas

Descargas atmosféricas, raios ou relâmpagos são fenômenos que ocorrem na atmosfera pela formação de descarga elétrica de alta intensidade que, ao atingir a superfície, podem causar prejuízos materiais e provocar acidentes graves. A maior parte ocorre dentro das nuvens e vemos apenas como clarões. Porém, muitas delas, devido às características das descargas elétricas, se deslocam para o solo originando os raios. É um dos fenômenos naturais que se apresenta de forma extremamente violenta podendo, em fração de segundo, produzir uma carga de energia de milhões de volts e milhares de ampères.

Para se descobrir a natureza elétrica, as descargas atmosféricas e a determinação de padrões aceitáveis de proteção de propriedades, equipamentos, aparelhos e principalmente das pessoas, foi um longo caminho decorrente do trabalho de muitos pesquisadores.

Mesmo com o conhecimento adquirido no decorrer do tempo, desde que Benjamim Franklin propôs pela primeira vez um método mais eficiente de proteção contra os raios, ainda hoje não se conseguiu 100% de proteção. O máximo é na ordem de 98% de eficiência.

Fonte: wordprints.com

Efeitos das descargas atmosféricas.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

aplicando conhecimento

Definições sobre descargas atmosféricas

A seguir apresentamos algumas definições pertinentes ao Sistema de Proteção contra descargas atmosféricas, de acordo com a NBR 5419:2005 e também terminologias comumente empregadas por especialistas que atuam na área.

a) Descarga atmosférica

Descarga elétrica de origem atmosférica entre uma nuvem e a terra ou entre nuvens, considerando em um ou mais impulsos de vários quiloampères. "Raio, com alta tensão e amperagem, ocorrida por diferença de potencial entre duas cargas elétricas opostas, buscando reequilibrá-las" (Novo milênio).

b) Raio

Um dos impulsos elétricos de uma descarga atmosférica para a terra(3.2). "Descarga elétrica, acompanhada de explosão (trovão) e de luz (relâmpago) que se produz entre duas nuvens eletrizadas ou entre a terra e as nuvens; centelha, corisco, faísca elétrica" (Novo Milênio). "É um curto-circuito entre a nuvem e a terra. É um fenômeno da natureza imprevisível e aleatório que acontece quando a energia acumulada em uma nuvem atinge um valor crítico e rompe a rigidez dielétrica do ar" (Procobre).

c) Pára-raios

Conjunto de captores, descida, conexões e eletrodo de aterramento. "Haste colocada no ponto mais alto de uma edificação, ligada a um fio que segue até outra haste colocada no interior do solo, com a função de conduzir os raios de forma segura, protegendo a estrutura da edificação. Não protege os equipamentos eletroeletrônicos existentes em suas proximidades, porque durante a transferência da corrente entre as duas hastes sobra uma corrente eletrostática com tensão e corrente suficiente para danificar os equipamentos. A área de proteção de um pára-raio forma um cone desde seu ponto mais alto até o solo, com ângulo conforme tabela da pagina 242. Assim, o pára-raios protege uma área no solo correspondente a um círculo cujo diâmetro é quatro vezes a altura da ponta superior desse pára-raios" (Novo Milênio).

d) Captor

Ponta, condutor metálico ou parte do SPDA que, por sua situação elevada, facilita a interceptação das descargas elétricas atmosféricas.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

"Os captores devem ser maciços de cobre, aço inoxidável ou metal. Devem ser dispostos uniformemente no topo de construções, em intervalos máximos de 2,5m ao longo do perímetro". "A altura dos captores acima da construção deve ser de no mínimo 0,5m e no máximo 0,8m. O diâmetro mínimo dos captores deve ser de 15mm".

e) Condutor metálico

Segmento de fio, cabo ou fita capaz de transmitir corrente elétrica.

f) Descida

Condutor metálico que estabelece ligação entre o captor e o eletrodo de aterramento. Devem ser instalados, no mínimo, dois condutores de descida, situados em lados opostos da construção. Os condutores de descida devem ser interligados por anéis, sendo o primeiro situado preferencialmente no solo ou no máximo a 3,5m da base da construção, e outros a intervalos de cerca de 20m a partir do primeiro anel. Devem ser protegidos contra danos mecânicos até no mínimo 2,5m acima do nível do solo. A proteção pode ser em eletroduto rígido de PVC ou eletroduto rígido metálico; neste caso, o condutor de descida deve ser conectado às extremidades superior e inferior do eletroduto. A seção mínima para os condutores de descida pode ser de cobre nu de $16mm^2$.

g) Conexão de medição

Instalada de modo a facilitar os ensaios e medições elétricas dos componentes de um SPDA.

h) Eletrodo de aterramento

Elemento ou conjunto de elementos que assegura o contato elétrico com o solo e dispersa a corrente de descarga atmosférica na terra.

i) Haste

Suporte de captor de ponta.

j) Conjunto de eletrodo de aterramento

Dois ou mais eletrodos de aterramento interligados permanentemente interligados formando uma unidade.

k) Resistência de aterramento de um eletrodo

Relação entre a tensão medida entre o eletrodo e o terra remoto e a corrente injetada no eletrodo.

l) Instalações metálicas

Elementos metálicos situados no volume a proteger, que podem constituir um trajeto da corrente de descarga atmosférica, tais como: estruturas, tubulações, escadas, trilhos de elevadores, dutos de ventilação e ar-condicionado e armaduras de aço interligadas.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

m) Interação

Ação conjunta e recíproca de dois captores.

n) Sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA)

Sistema completo destinado a proteger uma estrutura contra os efeitos das descargas atmosféricas. É composto de um sistema externo e de um sistema interno de proteção. O SPDA, em casos particulares, pode compreender unicamente um sistema externo e interno.

o) Ligação equipotencial

Ligação entre o SPDA e as instalações metálicas, destinada a reduzir as diferenças de potencial causadas pela corrente de descarga atmosférica.

p) Relâmpago

Clarão vivo e rápido, proveniente de descarga elétrica entre duas nuvens ou entre uma nuvem e a terra.

q) Transiente

Também chamado de surto, é um pico de tensão, transitório, geralmente com duração da ordem de uns microssegundos, ou seja, é uma elevação abrupta de tensão muito rápida que pode ter origem interna ou externa. Interna quando equipamentos de grande porte, como condicionadores e compressores de ar, motores potentes, etc. são desligados. A energia sobressalente é distribuída na rede elétrica formando um surto transitório, danoso aos equipamentos eletroeletrônicos. Externa, ainda mais danosa, por ter sua origem relacionadas a raios descarregados nas proximidades dos equipamentos eletroeletrônicos, com duração de alguns microssegundos; pode ocorrer também no restabelecimento da energia elétrica após uma interrupção do fornecimento.

Prescrições da NBR 5410

A NBR 5410:2004 estabelece as prescrições para garantir a proteção de pessoas, animais domésticos e os bens contra sobretensões causadas por contato acidental entre condutores de tensões diferentes ou defeitos no transformador, para que essas sobretensões não ponham em risco a segurança das pessoas e a conservação da instalação.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

As sobretensões podem ser causadas por diversos fatores:

a) Falha do isolamento para outra instalação de tensão mais elevada;
b) Sobretensões de origem atmosférica;
c) Chaveamento de cargas indutivas de potência;
d) Eletricidade estática;
e) Correção de fator de potência;
f) Interrupções de energia elétrica na rede.

As sobretensões podem ser de dois tipos: temporárias e transitórias.

Nas temporárias, temos as seguintes características:

a) perda do condutor neutro em esquemas TN e TT, em sistemas trifásicos com neutro, bifásico com neutro e monofásico.
b) falta à terra envolvendo qualquer dos condutores de fase em um esquema IT.

Já as transitórias ocorrem quando a instalação:

a) for alimentada por linha total ou parcialmente aérea, ou incluir linha aérea, e se situar em região sob condições de influências externas AQ2 (mais de 25 dias de trovoadas por ano);
b) situar-se em região sob condições de influências externas AQ3.

Código	Classificação	Características	Aplicações e exemplos
AQ1	Desprezíveis.	≤ 25 dias por ano.	-
AQ2	Indiretas.	> 25 dias por ano Riscos provenientes da rede de alimentação.	Instalações alimentadas por redes aéreas.
AQ3	Diretas.	Riscos provenientes da exposição dos componentes da instalação.	Partes da instalação situadas no exterior das edificações.

Fonte: NBR 5410:2004

Descargas atmosféricas.

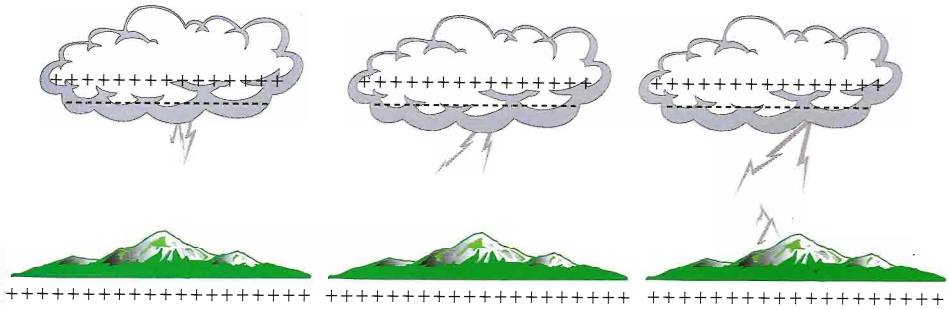
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

paralelo

Como nascem e morrem os raios?

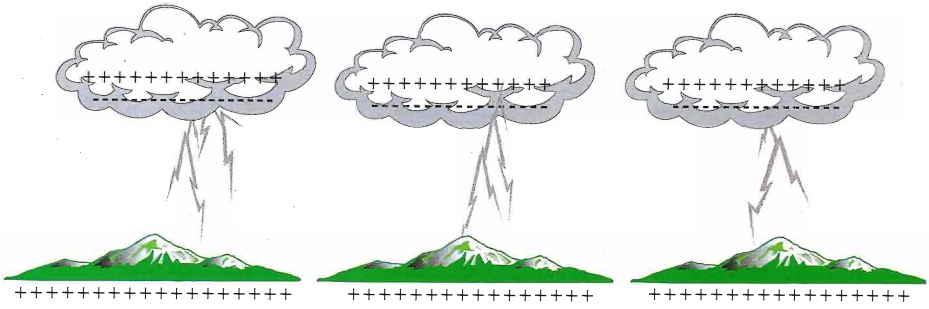
No início, forma-se uma pequena faísca, que nesse estágio denomina-se "líder escalonado", que à medida que vai descendo, vai se ramificando pelo caminho.

Ao aproximar-se do solo (em torno de 50 metros), sai a uma velocidade de 1.500km/s outra faísca denominada "descarga conectante ou piloto". Nesse momento, as duas faíscas se encontram e são chamadas de "descarga de retorno ou principal". Observe:



Início da formação de um raio.

A descarga de retorno ou principal começa a subida em direção à nuvem a uma velocidade de 30.000km/s e intensidade de corrente elétrica de 2kA (2.000A). Quando a faísca chega lá, atinge o máximo da luminosidade. Veja:



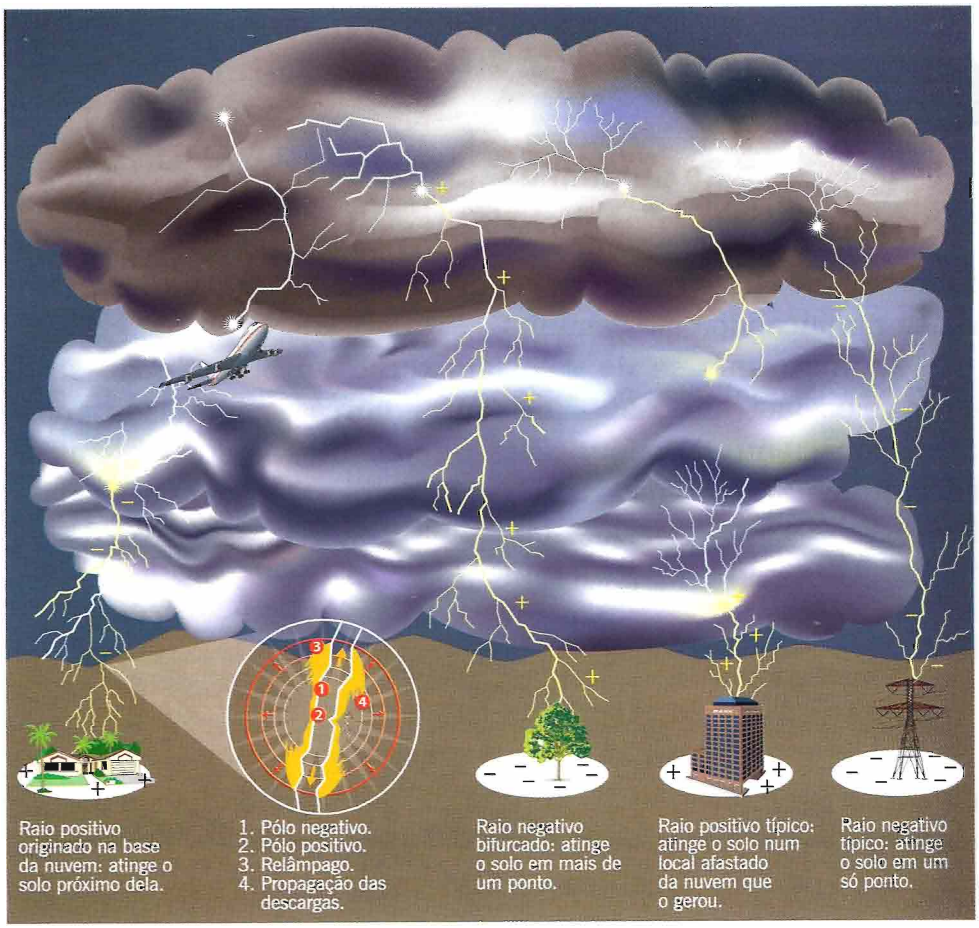
Como nascem e morrem os raios.

Os raios são basicamente de dois tipos: positivos e negativos. A diferença está onde os mesmos se originam, ou seja, os negativos saem da parte inferior da nuvem – conforme pode ser visto nos desenhos anteriores, e os positivos da parte superior das nuvens.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

alerta

O Brasil é o campeão mundial em raios. Ele é atingido anualmente por 100 milhões deles.



Fonte: Globo Ciência

Tipos de raio.

Revista Globo Ciência. Agosto de 2004.

aplicando conhecimento

Sistemas de proteção

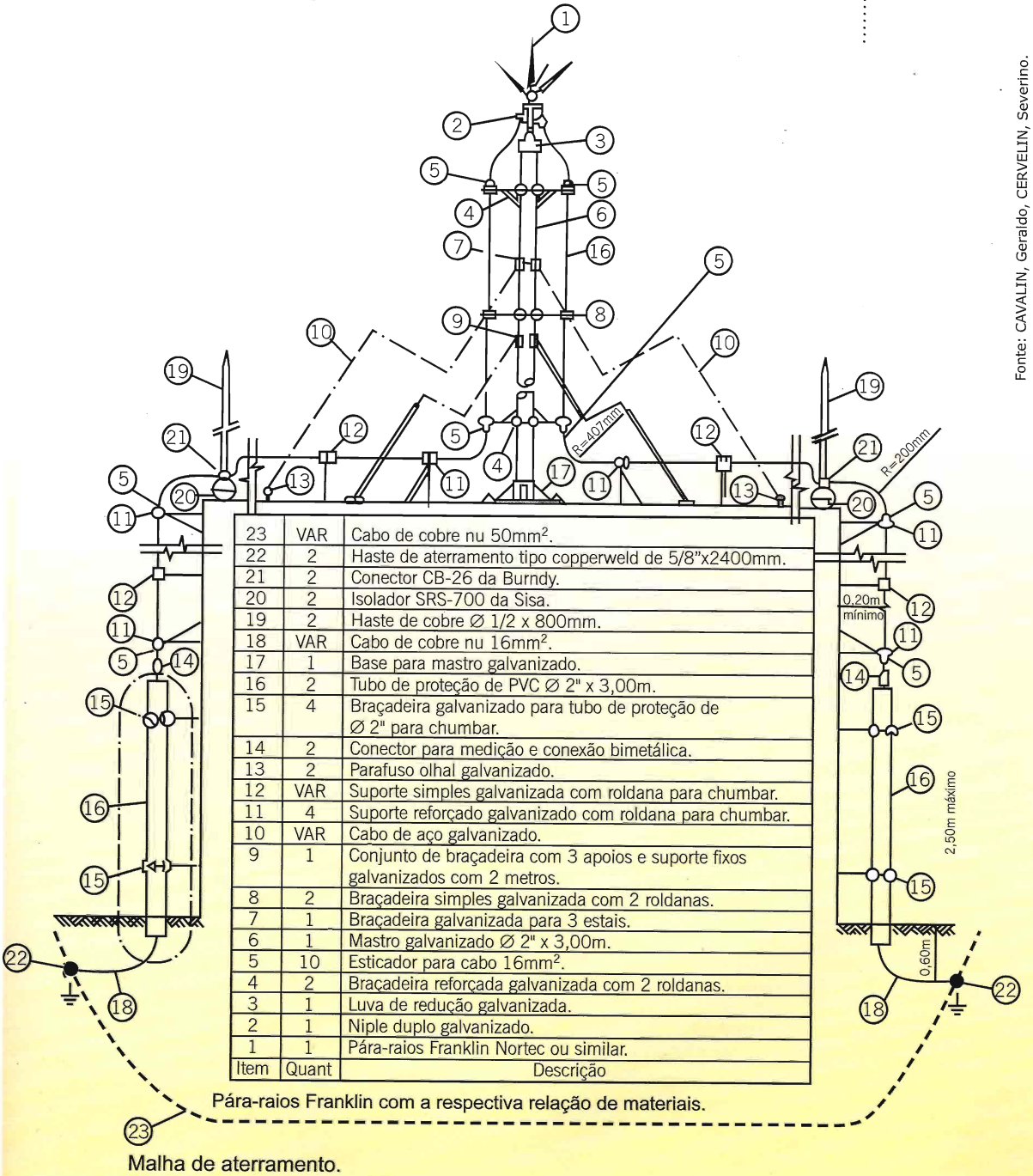
Uma edificação é considerada segura contra descargas atmosféricas a partir do momento em que todo o procedimento de "instalação de proteção for projetado e construído de forma que os componentes da estrutura, as pessoas, os equipamentos e instalações, estejam permanentemente ou temporariamente em seu interior, fiquem efetivamente protegidos contra os raios e seus efeitos pelo maior espaço de tempo possível".

Na realidade, é praticamente impossível conseguir proporcionar uma eficiência de 100% na proteção contra descargas atmosféricas, tendo em vista que é um fenômeno não conhecido perfeitamente e que continua sendo uma fonte riquíssima de constantes pesquisas no Brasil e no mundo.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

O melhor a fazer é seguir, no mínimo, as prescrições estabelecidas pela norma. Porém, como se trata de um fenômeno em estudo, mesmo avaliando a necessidade e a importância da proteção, dimensionando e executando a instalação de todo um sistema de proteção dessa natureza, podem ocorrer acidentes de proporções imprevisíveis.

Observe a figura abaixo que representa a constituição de um SPDA, pára-raios tipo Franklin.



Item	Quant	Descrição
23	VAR	Cabo de cobre nu 50mm².
22	2	Haste de aterramento tipo copperweld de 5/8"x2400mm.
21	2	Conector CB-26 da Burndy.
20	2	Isolador SRS-700 da Sisa.
19	2	Haste de cobre Ø 1/2 x 800mm.
18	VAR	Cabo de cobre nu 16mm².
17	1	Base para mastro galvanizado.
16	2	Tubo de proteção de PVC Ø 2" x 3,00m.
15	4	Braçadeira galvanizado para tubo de proteção de Ø 2" para chumbar.
14	2	Conector para medição e conexão bimetálica.
13	2	Parafuso olhal galvanizado.
12	VAR	Suporte simples galvanizada com roldana para chumbar.
11	4	Suporte reforçado galvanizado com roldana para chumbar.
10	VAR	Cabo de aço galvanizado.
9	1	Conjunto de braçadeira com 3 apoios e suporte fixos galvanizados com 2 metros.
8	2	Braçadeira simples galvanizada com 2 roldanas.
7	1	Braçadeira galvanizada para 3 estais.
6	1	Mastro galvanizado Ø 2" x 3,00m.
5	10	Esticador para cabo 16mm².
4	2	Braçadeira reforçada galvanizada com 2 roldanas.
3	1	Luva de redução galvanizada.
2	1	Niple duplo galvanizado.
1	1	Pára-raios Franklin Nortec ou similar.

Pára-raios Franklin com a respectiva relação de materiais.

Malha de aterramento.

Fonte: CAVALIN, Geraldo, CERVELIN, Severino.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

A NBR 5419:2005, determina que na elaboração do projeto de captores, podem-se utilizar os seguintes métodos, conforme o caso:

a) Ângulo de proteção (método Franklin); e/ou

b) Esfera rolante ou fictícia (modelo eletrogeométrico); e/ou

c) Condutores em malha ou gaiola (método Faraday).

"Mesmo com a instalação de um SPDA, há sempre a possibilidade de falha desse sistema, podendo a construção protegida, neste caso, ser atingida por uma descarga atmosférica".

A partir dessa premissa, a IE 1024-I determina quatro diferentes níveis de proteção, com base nos quais devem ser tomadas decisões de projeto mais ou menos severas. São eles:

Tipos de edificações	Nível de proteção
É o nível mais severo quando hà perda de patrimônio. Refere-se às construções protegidas, cuja falha no SPDA pode provocar danos às estruturas adjacentes, tais como: Edificações de explosivos, inflamáveis, indústrias químicas, nucleares, laboratórios bio-químicos, fábricas de munição e fogos de artifício, estações de telecomunicações, usinas elétricas, refinarias, industrias com risco de incêndio, etc.	Nível I
Refere-se às construções protegidas, cuja falha no SPDA pode ocasionar a perda dos bens de estimável valor ou provocar pânico aos presentes, porém sem nenhuma conseqüência para as construções adjacentes. Enquadram-se neste nível: Edificações comerciais, bancos, teatros,museus, locais arqueológicos, hospitais, prisões, casas de repousos, escolas, igrejas e áreas esportivas.	Nível II
Refere-se às construções de uso comum, tais como: Edifícios residenciais, indústrias de manufaturados simples, estabelecimentos agropecuários e fazendas com estrutura em madeira.	Nível III
Refere-se às construções onde não é rotineira a presença de pessoas. São feitas de material não-inflamável, sendo o produto armazenado em materiais não-combustíveis, tais como: Galpões com sucata ou conteúdo desprezível, Fazenda e armazéns de concreto para produtos de construção.	Nível IV

Tabela que determina o nível de proteção para o tipo de edificação que queremos proteger.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Definido o nível de proteção define-se o método a ser utilizado e o espaçamento entre os condutores de descida. Veja a tabela abaixo:

A NBR 5419:2005, diz que "cada condutor de descida (com exceção das descidas naturais ou embutidas) deve se provido de uma conexão de medição, instalada próxima do ponto de ligação ao eletrodo de aterramento. A conexão deve ser desmontável por meio de ferramenta, para efeito de medições elétricas, mas deve permanecer normalmente fechada". A tabela a seguir, mostra os espaçamentos médios e os ângulos de proteção em função dos níveis de proteção.

		Ângulo de proteção (α) – método Franklin, em função da altura do captor (h) (ver nota1) e do nível de proteção.					Largura do módulo da malha (ver nota 2) (m)	Espaçamentos das descidas (m)	Eficiência do SPDA (%)
Nível de proteção	h(m) R(m)	Até 20m	21 m-30 m	31 m - 45m	46 m – 60 m	> 60 m			
I	20	25°	1)	1)	1)	2)	5	10	95 a 98
II	30	35°	25°	1)	1)	2)	10	15	90 a 95
III	45	45°	35°	25°	1)	2)	10	20	80 a 90
IV	60	55°	45°	35°	25°	2)	20	25	Até 80

R = Raio da esfera rolante.
1) Aplicam-se somente o método eletrogeométrico, malha ou da gaiola de Faraday.
2) Aplica-se somente o método da gaiola de Faraday.

Notas:
Para escolha do nível de proteção, a altura é em relação ao solo e, para verificação da área protegida, é em relação ao plano horizontal a ser protegido.
O módulo da malha deverá constituir um anel fechado, com o comprimento não-superior ao dobro da sua largura.

Posicionamento de captores conforme o nível de proteção. Espaçamento mínimo dos condutores de descida.

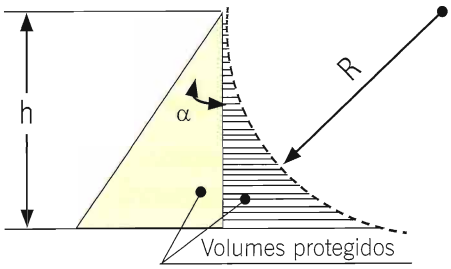
Fonte: NBR 5419:2005

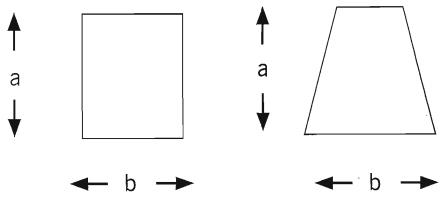
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Conhecido os parâmetros anteriores, devemos agora definir o tipo de condutor e a seção mínima deste condutor. Veja a tabela abaixo:

Material	Captor e anéis intermediários (mm^2)	Descidas (para estruturas de altura até 20m). (mm^2)	Descidas (para estruturas de altura superior a 20m. (mm^2)	Eletrodo de aterramento. (mm^2)
Cobre	35	16	35	50
Alumínio	70	25	70	-
Aço galvanizado a quente ou embutido em concreto	50	50	50	80

Seção mínima dos materiais do SPDA.





h – altura do captor
α – ângulo de proteção (método Franklin)
R – raio da esfera rolante

a – largura da malha
b – comprimento da malha
$b \leq 2a$

Parâmetros e volumes de proteção do SPDA

A NBR 5419:2005, item 5.1 estabelece algumas diretrizes a respeito dos subsistemas do SPDA, parte constituinte de uma edificação. Apresentamos uma síntese dos subsistemas (Procobre)

a) captação por cima: condutor por cima da platibanda percorrendo todas as periferias dos diferentes níveis horizontais;
b) captação na lateral: condutor na lateral externa da platibanda percorrendo todas as periferias horizontais;

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

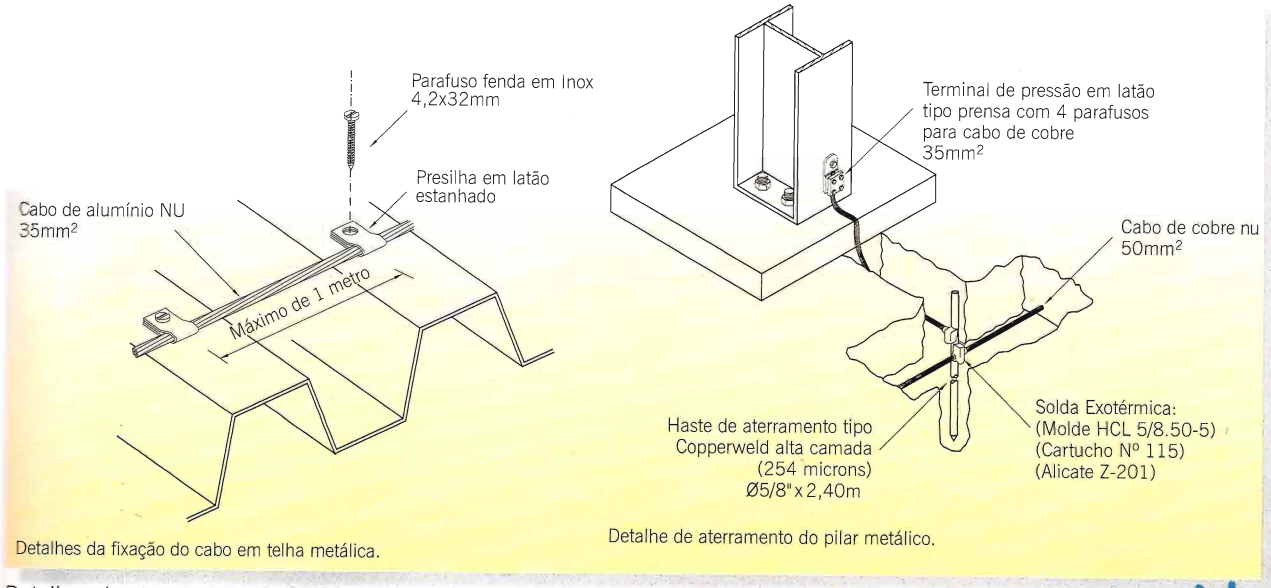
c) descida: condutores verticais dispostos preferencialmente nas quinas da edificação e distribuídos pelo perímetro da edificação obedecendo o espaçamento especificado na tabela da página 242;

d) anéis intermediários horizontais (captação lateral): condutores horizontais, com seção mínima de 35mm², instalados a cada 20m de altura, percorrendo a periferia externa da edificação e interligando as descidas;

e) malha de aterramento: cabo de cobre nu, com seção mínima de 50mm², circundando a periferia do prédio, distando aproximadamente 1m da edificação enterrado a 0,5m de profundidade e conectado no mínimo a uma haste "Coperweld" de alta camada para cada descida. Esta conexão deverá ser de preferência com solda exotérmica;

f) equalização de potencial: interligação de todas as malhas de aterramento e massas metálicas ao Barramento de Eqüipotencialização Principal (BEP) usando preferencialmente uma caixa de equalização. Esta equalização de potencial deverá ser realizada no subsolo, e a cada 20m de altura para prédios residenciais, coincidir com os anéis intermediários ou a cada andar para prédios comerciais/industriais.

Detalhes sobre SPDA:



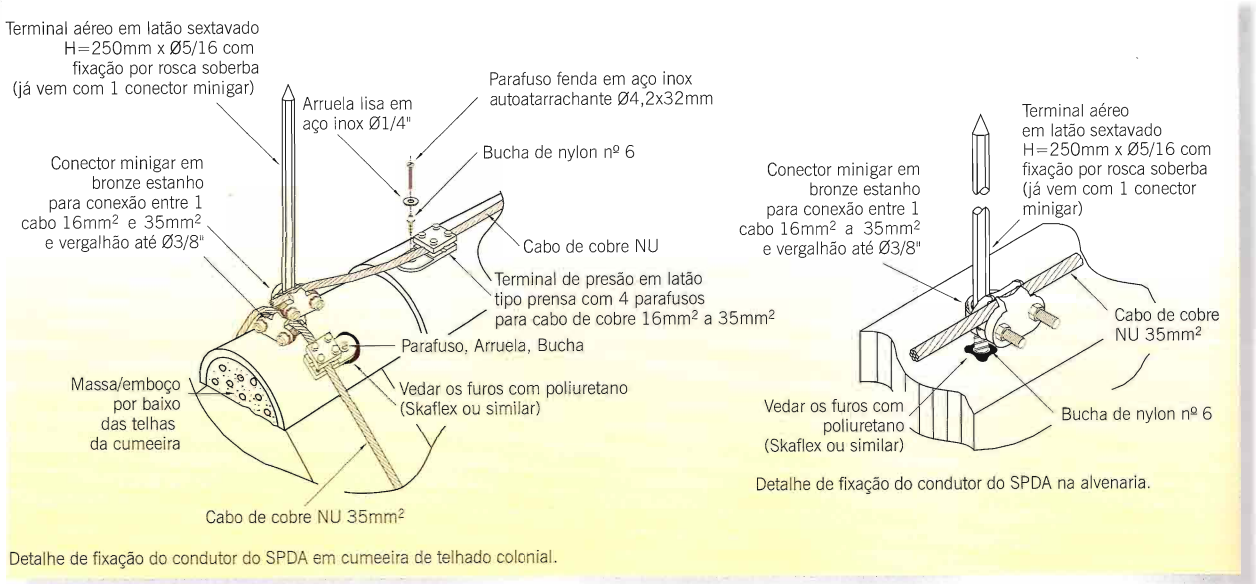
Detalhes da fixação do cabo em telha metálica.

Detalhe de aterramento do pilar metálico.

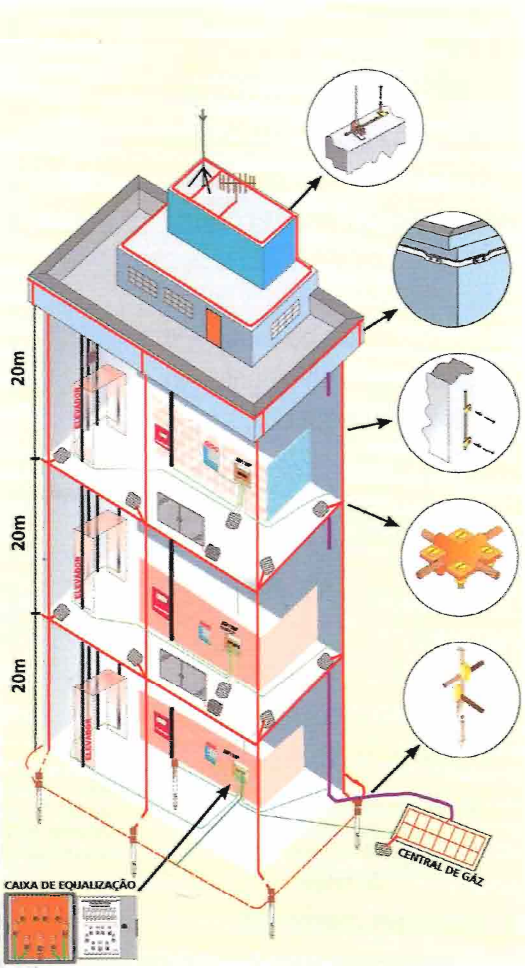
Fonte: Termotécnica

Detalhes de aterramento do SPDA.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

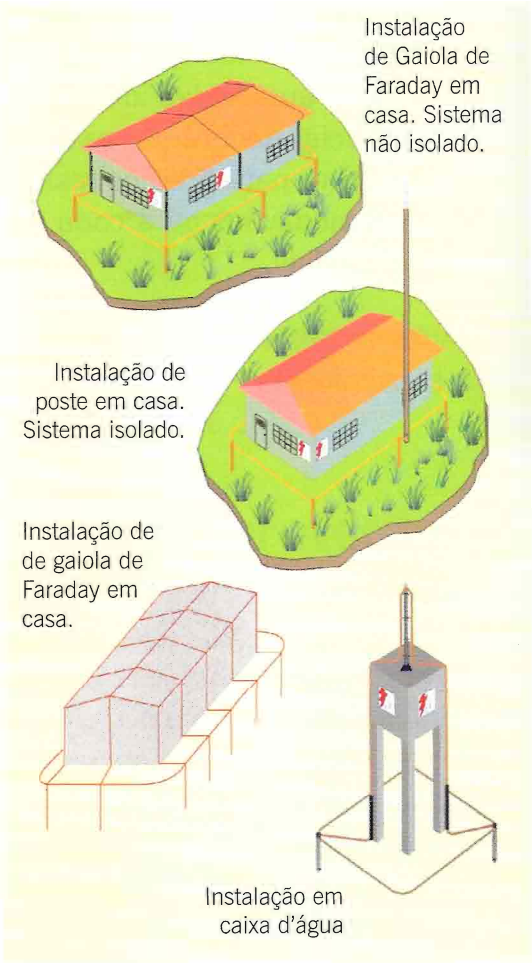


Detalhes de aterramento do SPDA.



Fonte: Termotécnica

SPDA pelo método de Gaiola de Faraday em prédios.



Fonte: Termotécnica

SPDA em outras aplicações.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Como se prevenir contra descargas atmosféricas?

Algumas regras de segurança devem ser observadas, durante as tempestades com raios (descargas elétricas):

- Permaneça dentro de casa, saindo apenas se for absolutamente necessário.
- Mantenha-se afastado de portas e janelas abertas, de fogões, aquecedores centrais, ferramentas, canos, pias e objetos metálicos de grande massa.
- Não use o telefone, pois um raio pode atingir as linhas e chegar até quem o estiver utilizando.
- Não recolha roupas estendidas no varal.
- Não trabalhe em cercas, telefone ou linhas de força, encanamentos metálicos ou em estruturas de aço, durante a tempestade.
- Não lide com material inflamável, contido em recipiente aberto.
- Não segure varas de pesca de fibra carbono com carretilhas ou outros objetos metálicos.
- Interrompa imediatamente o trabalho com tratores, especialmente se estiver puxando equipamentos metálicos.
- Não permaneça na água ou em barcos pequenos.
- Se possível, busque refúgio num automóvel (é um excelente abrigo contra os raios) ou no interior de edificações.
- Havendo, nas proximidades, árvores isoladas, o melhor será agachar-se ou deitar-se a uma distância correspondente a duas vezes a altura da árvore mais próxima.
- Afastar-se do topo de colinas, de áreas abertas (onde você passa a ser o ponto mais alto), cercas de arame, varais metálicos e qualquer outro objeto condutor de eletricidade.
- Lembre-se de manter os pés juntos: ao atingir o solo a descarga elétrica se propaga em ondas concêntricas, como quando se atira uma pedra na água, gerando diferenças de potencial elétrico no chão. Mantendo os pés juntos, você evita a passagem da eletricidade pelo corpo.

Fonte: COPEL.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

oficina teórica

1. Numere a segunda coluna de acordo com a primeira:

1. Suporte do captor de ponta.	( ) Transiente.
2. Clarão vivo e rápido.	( ) Relâmpago.
3. Ponta, condutor ou parte do SPDA.	( ) Eletrodo de aterramento.
4. Um dos impulsos de uma descarga atmosférica.	( ) Haste.
5. Ligação entre o SPDA e as instalações metálicas.	( ) Pára-raios.
6. Relação entre a tensão, medida do eletrodo e a terra.	( ) Resistência de aterramento.
7. Para facilitar ensaios e medições.	( ) Ligação equipotencial.
8. Também chamado de surto.	( ) Conexão de medição.
9. Conjunto de captores, conexões e eletrodos de aterramento.	( ) Raio.
10. Elemento ou conjunto de elementos que assegura o contato elétrico.	( ) Captor.

2. Quais são os fatores que motivam as sobretensões num sistema elétrico?

3. Quais são os tipos de raios? Explique cada um deles.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

4. Quais os tipos de edificações que estão contempladas no nível de proteção I, para serem tomadas decisões para a elaboração do projeto?

5. Quais são os subsistemas de um SPDA?

aplicando conhecimento

Dispositivo de proteção contra surtos

A norma estabelece as prescrições para o uso e localização dos dispositivos de proteção contra surtos DPS. É um dispositivo de proteção conta sobretensões transitórias (surtos de tensão) anulando as descargas indiretas na rede elétrica causadas por descargas atmosféricas.

A finalidade da utilização dos DPS visa à segurança e à saúde das pessoas.

Fonte: PIAL-Legrand

DPS UNIC.

Fonte: MTM

DPS MTM.

Fonte: ABB

Vários tipos de DPS.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Os DPS devem atender à IEC 61643-1 e ser selecionados com as seguintes características:

- Nível de proteção;
- Máxima tensão de operação contínua;
- Suportabilidade a sobretensões temporárias;
- Corrente nominal de descarga e/ou corrente de impulso; e
- Suportabilidade à corrente de curto-circuito.

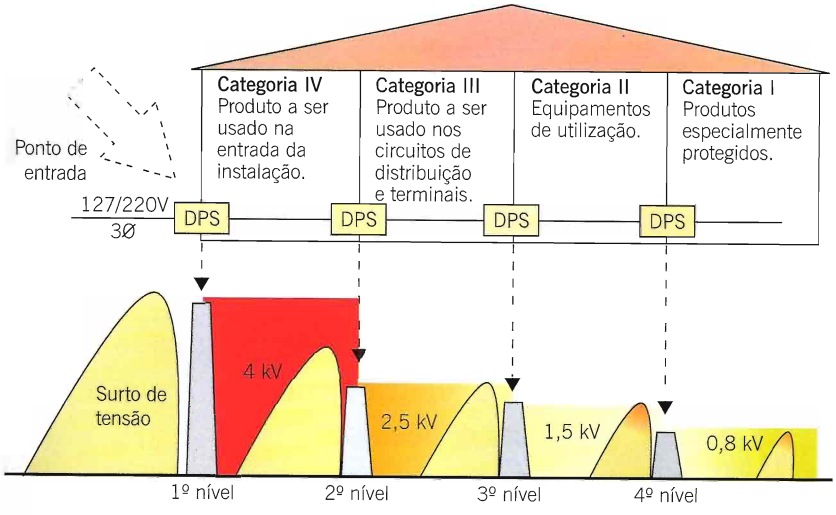
Os componentes da instalação devem ser selecionados de modo que o valor nominal de sua tensão de impulso suportável não seja inferior àqueles indicados na tabela abaixo.

Tensão nominal da instalação (V)		Tensão de impulso suportável requerida (kV) Categoria do produto			
Sistemas trifásicos	Sistemas monofásicos com neutro	Produto a ser utilizado na entrada da instalação	Produto a ser utilizado em circuitos de distribuição e circuitos terminais	Equipamentos de utilização	Produtos especialmente protegidos
		Categoria de suportabilidade a impulsos			
		IV	III	II	I
120/208 127/220	115-230 120-240 127-254	4	2,5	1,5	0,8
220/380, 230/400, 277/480	-	6	4	2,5	1,5
400/690	-	8	6	4	2,5

Nota:
O anexo E da norma NBR 5410:2004 traz orientações sobre esta tabela.
Valores válidos especificamente para seccionadores e interruptores seccionadores são dados na tabela da pagina 251.
Para componentes associados a linhas de sinal utilizado na entrada da instalação (Categoria IV de suportabilidade), a tensão de impulso suportável mínima é de 1500V (Ver IEC 61663-2).

Suportabilidade a impulso exigível dos equipamentos da instalação.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br



Fonte: Revista EM-Eletricidade Moderna, março de 2005

Exemplo de utilização da tabela anterior, que trata sobre a suportabilidade de impulsos.

Tensão nominal da instalação		Tensão de impulso suportável para seccionadores e seccionadores-interruptores	
Sistemas trifásicos (V)	Sistemas monofásicos com neutro (V)	Categoria de sobretensões III (kV)	Categoria de sobretensões IV (kV)
-	120 - 240	3	5
220/380, 230/400, 277/480	-	5	8
400/690, 577/1000	-	8	10

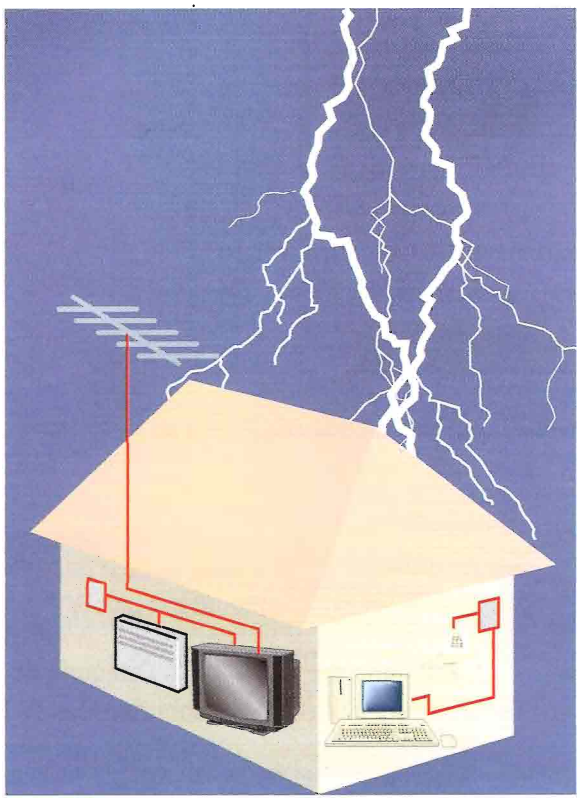
Nota:
No que se refere a sobretensões atmosféricas, não é feita distinção entre sistemas aterrados e não-aterrados.
As tensões de impulso suportável se referem a uma altitude de 2000m.
As categorias de sobretensões, conforme tabela da página anterior, são explicadas no anexo E. Os valores de suportabilidade indicados na tabela da pagina 248 são valores mínimos e de caráter geral, enquanto os desta tabela referem-se especificamente a seccionadores e interruptores-seccionadores.

Fonte: NBR 5410:2004

Tensão de impulso suportável em função da tensão nominal.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Exemplos



Fonte: PIAL-Legrand

Exemplo de utilização do DPS.

1. DPS 20kA

Recomendado como proteção única ou primária em instalações situadas em zonas de exposição a raios classificadas como AQ1 (desprezível). Deve ser instalado no circuito elétrico onde o equipamento está conectado.

2. DPS 30kA

Recomendado como proteção única ou primária em redes de distribuição de baixa tensão situadas em áreas urbanas e densamente edificadas, expostas a raios classificadas como indiretas (AQ2). Deve ser instalado junto ao quadro de distribuição central de rede elétrica.

3. DPS 45kA

Recomendado como proteção única ou primária em redes de distribuição de baixa tensão situadas em áreas rurais ou urbanas com poucas edificações, em zonas expostas a raios classificadas como diretas (AQ3) e com históricos freqüentes de sobretensão. Deve ser instalado junto ao quadro de distribuição central de rede elétrica.

4. DPS 90kA

Recomendado como proteção única ou primária em redes de distribuição de baixa tensão situadas em áreas rurais ou urbanas com poucas edificações, em zonas expostas a raios classificadas como diretas (AQ3) e com histórico de freqüência elevada de sobretensões. Deve ser instalado junto ao quadro de distribuição central de rede elétrica.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

$I_{max.}$ (kA) Corrente máxima de descarga (8/20µs)	I_n (kA) Corrente nominal de descarga (8/20µs).	V_p (kV) Nível de proteção por corrente nominal
20	10	1,1
30	10	1,3
45	20	1,5
90	40	1,5

Fonte: Pial Legrand

Coordenação dos DPS.

DPS conectado entre				Esquema de aterramento				
Fase	Neutro	PE	PEN	TT	TN-C	TN-S	IT com neutro distribuído	IT sem neutro distribuído
X	X			1,1 Vo		1,1 Vo	1,1 Vo	
X		X		1,1 Vo		1,1 Vo	1,3 Vo	V
X			X		1,1 Vo			
	X	X		Vo		Vo	Vo	

Fonte: NBR 5410:2004

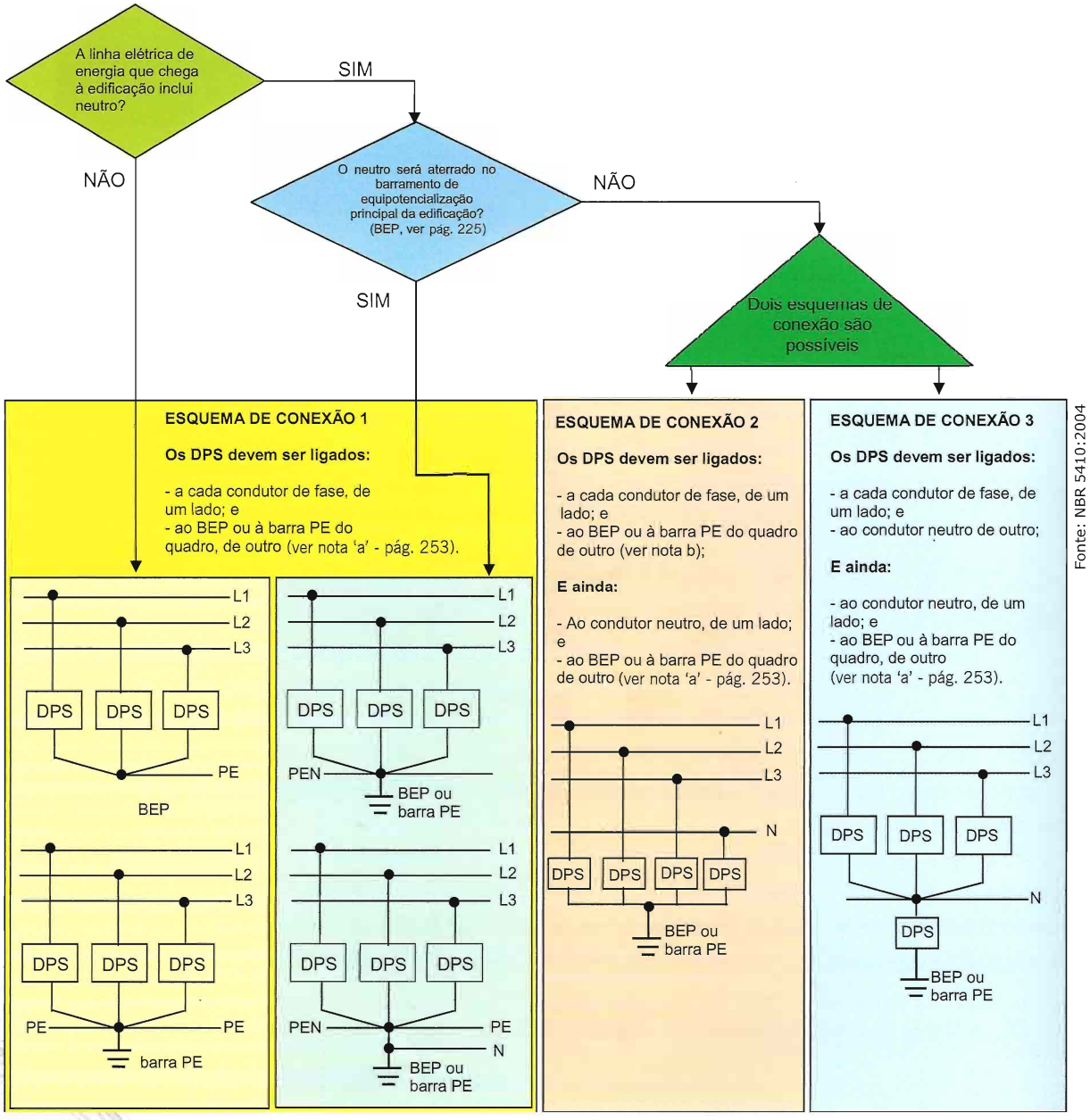
Nota:
Ausência de indicação significa que a conexão considerada não se aplica ao esquema de aterramento.
Vo é a tensão fase-neutro.
V é a tensão entre fases.
Os valores adequados de Vc (máxima tensão de operação contínua) podem ser significativamente superiores aos valores mínimos da tabela.

Valor mínimo de tensão de operação contínua (Vc) exigível do DPS, em função do esquema de aterramento.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Instalação dos DPS

A NBR 5410:2004, determina que a utilização dos DPS instalados junto ao ponto de entrada da linha elétrica na edificação ou no quadro de distribuição principal, o mais próximo possível do ponto de entrada, devem ficar dispostos, no mínimo, como mostra a figura abaixo.



Esquemas de conexão dos DPS.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Notas

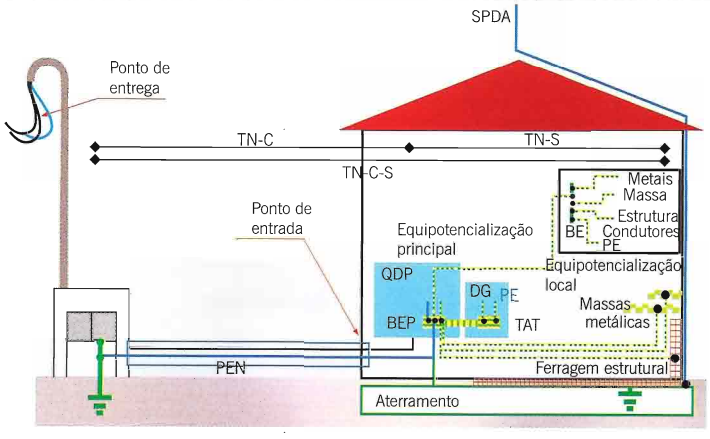
a) A ligação ao BEP ou à barra PE depende de onde, os DPS serão instalados e de como o BEP é instalado, na prática. Assim, a ligação será no BEP quando:
   - o BEP se situar antes do quadro de distribuição principal (com o BEP localizado, como deve ser, nas proximidades imediatas do ponto de entrada da linha na edificação) e os DPS forem instalados então junto do BEP, e não no quadro; ou
   - os DPS forem instalados no quadro de distribuição principal da edificação e a barra PE do quadro acumular a função de BEP.

   Por esse fato, a ligação será na barra PE, propriamente dita, quando os DPS forem instalados no quadro de distribuição e a barra PE do quadro não acumular a função de BEP.

b) A hipótese configura um esquema que entra TN-C e que prossegue instalação adentro TN-C, ou que entra TN-C e em seguida passa a TN-S (como requer a regra geral na nota 2 da figura da página 230). O neutro de entrada, necessariamente PEN, deve ser aterrado no BEP, direta ou indiretamente (ver figura da página 230). A passagem do esquema TN-C a TN-S, com separação do condutor PEN de chegada em condutor neutro e condutor PE, seria no quadro de distribuição principal (globalmente, o esquema é TN-C-S).

c) É possível para essa configuração três possibilidades de aterramento: TT (com neutro), IT com neutro e linha que entra na edificação já em esquema TN-S.

d) Há situações em que um dos esquemas se torna obrigatório, como a do caso relacionado na linha "b" (acima)



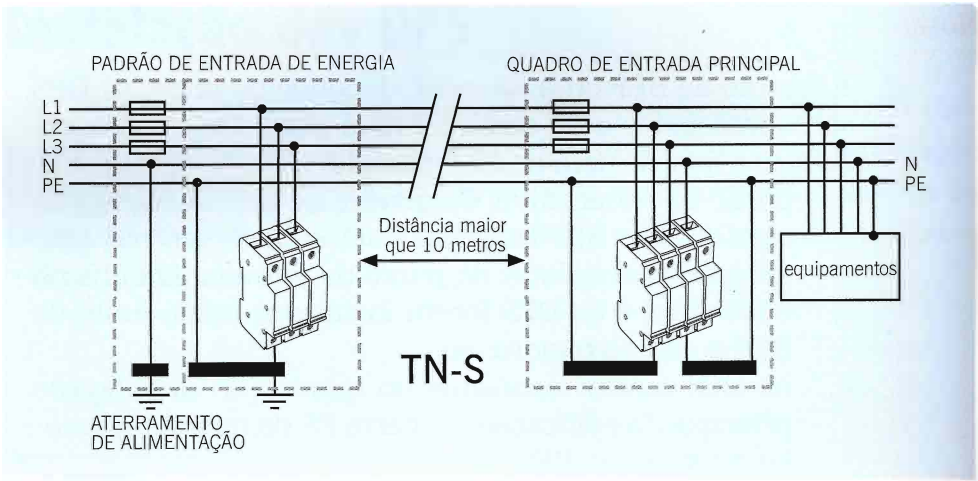
Fonte: Revista EM - Eletricidade Moderno-março/2005

Esquemas de conexão dos DPS no ponto de entrada da linha de energia ou no quadro de distribuição principal da edificação. A figura mostra alguns detalhes com relação ao item b) da nota acima, métodos de aterramento e não necessariamente a instalação dos DPS.

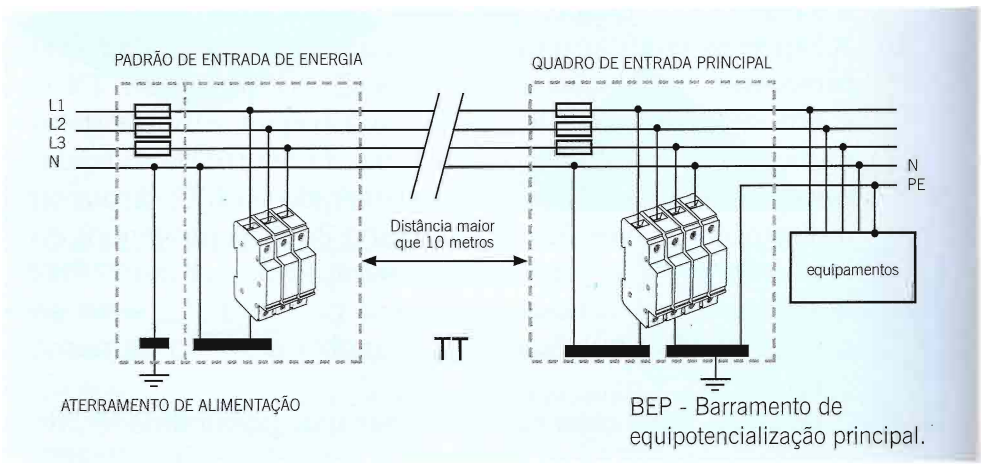
alerta

Os DPS somente serão instalados no quadro de distribuição (QD) da residência ou em local mais próximo do ponto de entrega de energia elétrica.

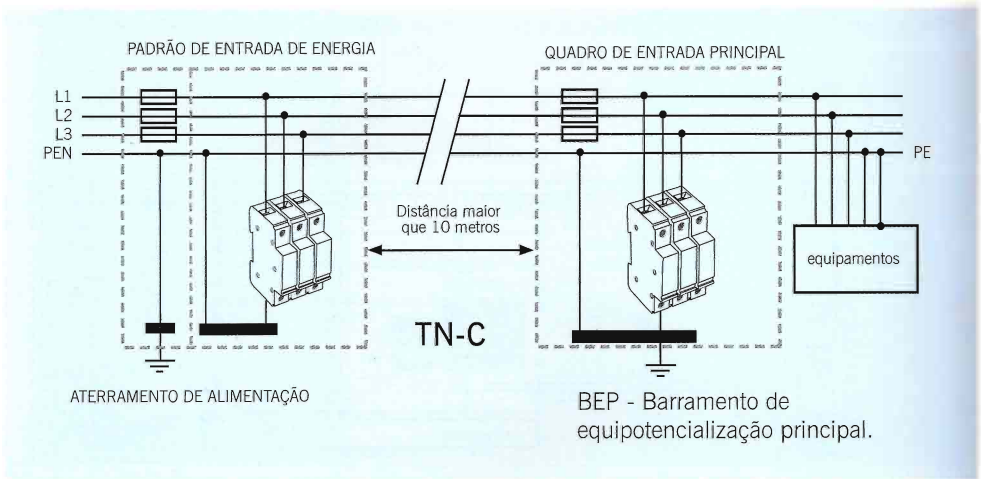
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br



Esquema de aterramento TN-S: O condutor neutro e o condutor de proteção são separados ao longo de toda a instalação, após a origem.

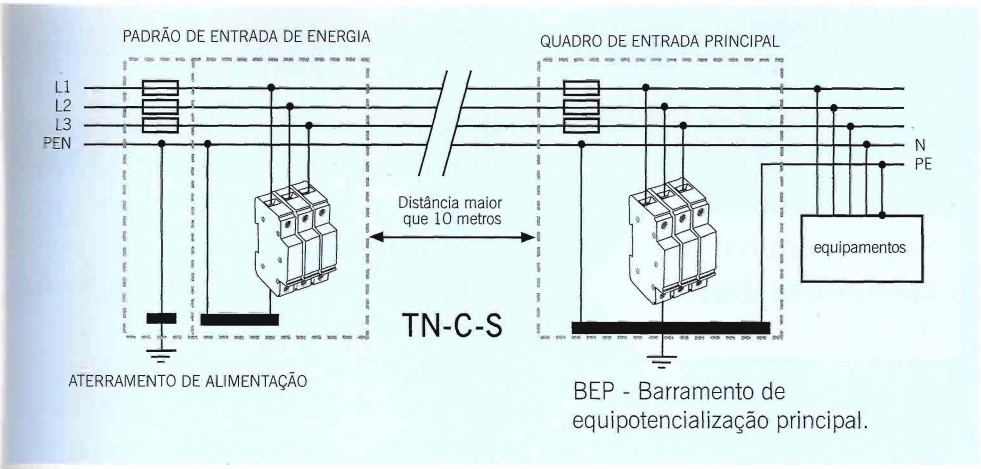


Esquema de aterramento TT: possui um ponto de alimentação diretamente aterrado, estando os equipamentos da instalação ligados a eletrodos de aterramento eletricamente distintos do eletrodo de aterramento da alimentação.



Esquema de aterramento TN-C: as funções de neutro e de condutor de proteção são combinadas em um único condutor ao longo de toda a instalação.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br



Fonte: Pial-Legrand

Esquema de aterramento TN-C-S: as funções de neutro e de condutor de proteção são combinadas em um único condutor em uma parte da instalação.

Nota

Numa instalação, se existir um quadro secundário, distante mais de 10 metros do QDP (Quadro de Distribuição Principal), recomenda-se que nele também seja instalado um DPS, o qual deve ser instalado o mais próximo possível dos equipamentos sob a sua proteção.

Condutores de conexão do DPS

Com relação a maneira de conectar os DPS, a NBR 5410: 2004, determina que "o comprimento dos condutores destinados a conectar o DPS deve ser o mais curto possível, sem curvas ou laços. De preferência, o comprimento total (veja figura (A) da página 256) não deve se superior a 0,5m. Caso a distância a + b indicada na figura não puder ser inferior a 0,5m, pode-se adotar o esquema da figura (B).

Ligação dos DPS

Fase - DPS, neutro – DPS, DPS – PE e/ou DPS – neutro, dependendo do esquema de conexão, ver figura da página 251.

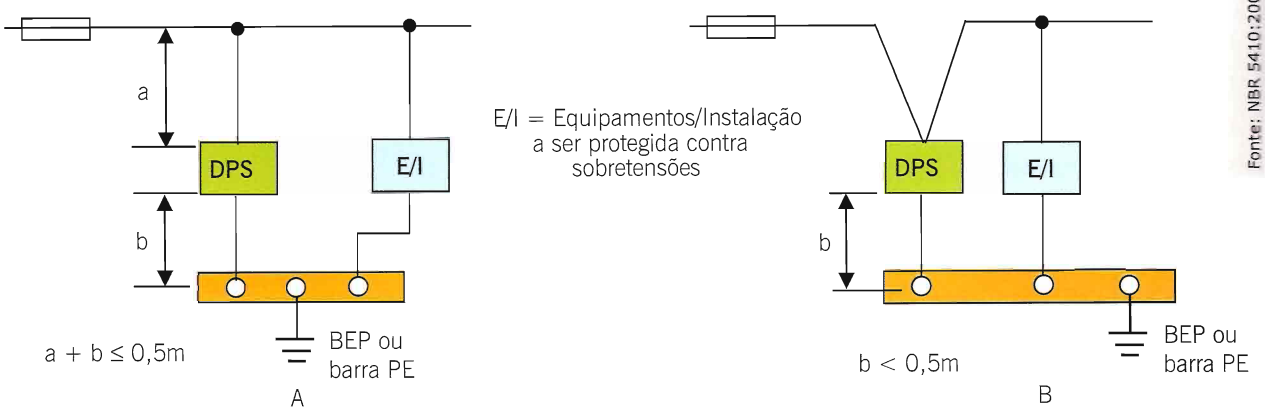
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Seção nominal dos condutores ligação dps-pe

"Caso o DPS seja instalado no ponto de entrada (ver figura página 253) da linha elétrica da edificação ou em suas proximidades, deve ter seção de no mínimo 4mm² em cobre ou equivalente".

Caso o "DPS seja destinado à proteção contra sobretensões provocadas por descargas atmosféricas diretas sobre a edificação ou em suas proximidades, a seção nominal do condutor das ligações DPS deve ser de no mínimo 16mm²".

As ligações do DPS devem ser as mais curtas e retilíneas possíveis.



Fonte: NBR 5410:2004

Comprimento máximo total dos condutores de conexão do DPS.

Indicação do estado e falha do DPS

Quando o DPS, devido à falha ou deficiência, deixar de cumprir sua função de proteção contra sobretensões, esta condição deve ser evidenciada da seguinte forma:

a) Por um indicador de estado (um sinalizador luminoso fica piscando enquanto estiver em funcionamento); ou

b) Por um dispositivo de proteção à parte.

O DPS deve ser do tipo "falha segura", incorporando proteção contra sobreaquecimento. A proteção contra sobreaquecimento de um DPS para linha de sinal atua curto-circuitando a linha com a terra).

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

oficina teórica

1. Quais são as características de seleção dos DPS?

2. Quais as condições que devem ser evidentes por ocasião de falha ou deficiência do DPS?

3. Quais são as seções mínimas de condutores que devem ser utilizadas para a ligação do DPS?

aplicando conhecimento

Soldagem pelo processo exotérmico

A solda exotérmica é uma reação química entre o óxido de cobre e alumínio. O alumínio atua como redutor do óxido de cobre, resultando como elemento de solda do cobre. Esta reação libera grande quantidade de calor, aproximadamente 2000°C, sendo por este motivo chamado de reação exotérmica.

É importante entender também que o pó de ignição que acompanha o cartucho e que dá início à reação não é pólvora nem material explosivo. Trata-se também de uma mistura exotérmica, entre o cobre e o alumínio, porém com granulometria muito fina, e necessita de uma temperatura de aproximadamente de 400°C para que possa reagir. A reação do pó de ignição atinge a temperatura de 900°C, é esta temperatura que a solda exotérmica necessita para iniciar a reação.

Isto garante que o material possa ser estocado em condições normais, a temperatura ambiente, não oferecendo nenhum risco.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

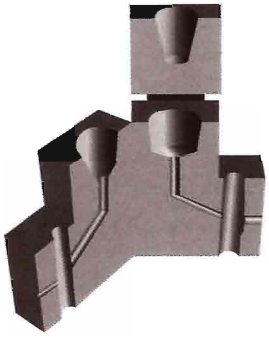
Comparado aos outros tipos de solda (elétrica, com eletrodo, MIG, TIG, etc...), a solda exotérmica é a que apresenta maior segurança na execução, pois ela se processa em um cadinho de grafite, que contém e direciona eventuais respingos de solda. (FASTWELD).

a) Reação aluminotérmica: reação descoberta pelo professor alemão Hans Goldsmit em 1896. É um processo de fusão de elementos metálicos utilizando o alumínio como redutor de óxido metálico (Fastweld).

b) Exotérmico: processo (ou reação química) onde há liberação de grande quantidade de calor (Fastweld).

c) Aluminotermia: processo para obtenção de metais a partir da redução de óxidos metálicos (Fastweld).

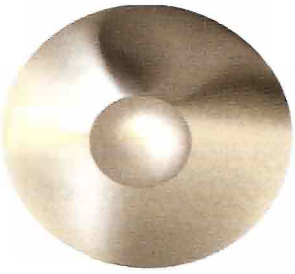
A seguir são apresentados alguns acessórios para a soldagem pelo processo exotérmico. Existem outros que devem ser consultados os sites ou catálogos dos fabricantes.



Moldes (Fastweld).

Moldes (Unisolda).

Alicate (Esopar).



Disco de retenção.

Palito ignitor.

Conexão T1 (Fastweld).

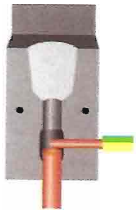
Alicate (Unisolda).

Pó de solda conforme conexão (Esopar).

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

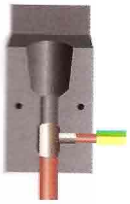
Processo de soldagem

1- Limpe e seque os condutores
2- Posicione o molde
3- Coloque o disco metálico

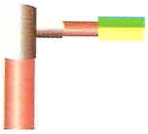


4- Agite o cartucho com uma mistura homogênea
5- Despeje o composto FASTWELD

Fonte: Fastweld



6- Despeje o pó de ignição deixando um rastilho na borda do molde
7- Acione o acendedor



Aguarde alguns segundos e a solda estará pronta.

Etapas para o processo de soldagem exotérmica.

interatividade

Efetue a pesquisa sobre Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas - SPDA:

Explique os métodos de proteção Franklin, Faraday e eletromagnético, contra descargas atmosféricas.

oficina teórica

1. O que é solda exotérmica?

2. O que é reação aluminotérmica?

3. Conceitue: exotérmico e aluminotermia.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

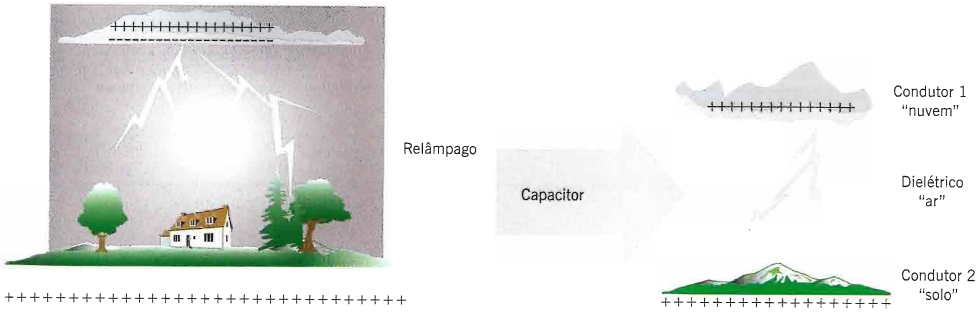
4. O que é descarga atmosférica transversal e longitudinal?

5. Como ocorre a formação das descargas atmosféricas?

6. Qual o procedimento adotado por Benjamim Franklin para descobrir que os raios são um fenômeno elétrico? O que ele fez?

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

7. Analise a seguinte ilustração. Em seguida, descreva como se formam os relâmpagos.



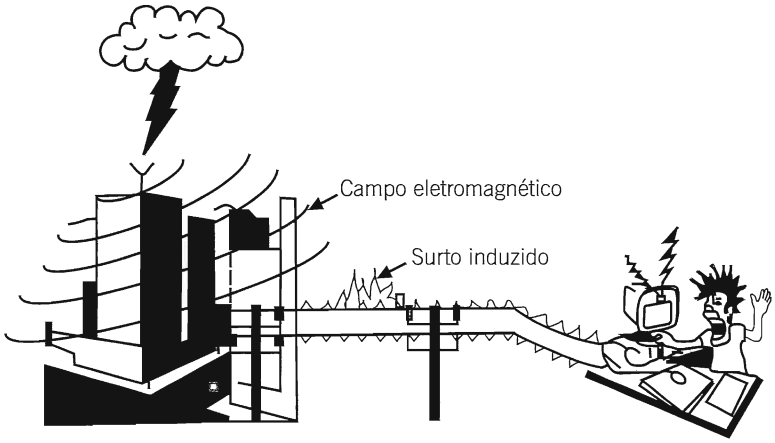
alerta

O raio, relâmpago ou descarga atmosférica, "é o arco elétrico formado entre uma nuvem eletricamente carregada e um ponto da superfície da Terra".

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

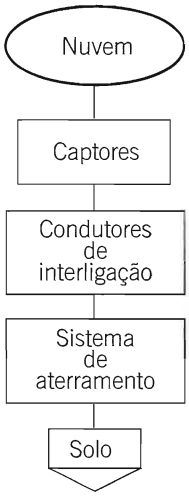
alta tensão

1. Qual o efeito dos raios num sistema elétrico?



Campo magnético induzido em função da descarga atmosférica. (Protetor Clamper).

2. Qual é a constituição de um SPDA?



www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

3. O que são pára-raios radioativos?

4. O que é varistor e quais são suas características?

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

5. Cite alguns fatos curiosos sobre raios.

6. Qual o procedimento para se fazer a medição da resistência de aterramento?

7. O que deve ser evitado na soldagem exotérmica?

8. Quais são as vantagens da soldagem pelo processo exotérmico?

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

capítulo 1

Previsão de cargas de iluminação e tomadas

Toda instalação elétrica é constituída por uma série de fatores que interagem de forma a garantir a integridade lógica do seu funcionamento, visando à segurança e o conforto dos usuários. Dentre esses fatores, o dimensionamento ocupa espaço vital da instalação, exigindo do projetista atenção especial.

O dimensionamento da instalação elétrica engloba várias etapas: previsão de cargas (iluminação e tomadas), cálculo da demanda e tipo de fornecimento, divisão da instalação em circuitos, dimensionamento dos condutores (seção mínima, corrente máxima e queda de tensão), das proteções (sobrecorrente, sobrecarga e curto-circuito; disjuntores e fusíveis; proteção contra choques elétricos - DRs) e dos eletrodutos.

www.sxc.hu

Uma instalação eficiente ao ambiente é resultado da previsão de cargas.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

A previsão de cargas é a primeira etapa na elaboração do projeto elétrico. Portanto, o conhecimento futuro do perfil das cargas elétricas e o seu planejamento criterioso determinam a eficiência das demais etapas do projeto.

aplicando conhecimento

Procedimento para determinar a previsão de cargas

Cada aparelho de utilização ou dispositivo elétrico (lâmpadas, aparelhos de aquecimento d'água, eletrodomésticos, motores para máquinas diversas, etc.) solicita da rede uma determinada potência para o seu perfeito funcionamento, a qual é solicitada da rede de energia elétrica da concessionária ou de qualquer outro tipo de fonte independente (geradores, etc.).

Nota

A NBR 5410:2004, diz: "A determinação da potência de alimentação é essencial para a concepção econômica e segura de uma instalação, dentro de limites adequados de elevação de temperatura e de queda de tensão". E diz que: "Na determinação da potência de alimentação de uma instalação ou de parte de uma instalação devem ser computados os equipamentos de utilização a serem alimentados, com suas respectivas potências nominais e, em seguida, consideradas as possibilidades de não-simultaneidade de funcionamento destes equipamentos, bem como capacidade de reserva para futuras ampliações".

O objetivo da previsão de cargas é determinar todos os pontos de utilização de energia elétrica (pontos de consumo ou cargas) que farão parte da instalação. Nesta etapa, são definidas a potência, a quantidade e a localização de todos os pontos de consumo de energia elétrica da instalação.

Segundo a norma, são determinadas as prescrições aplicáveis a locais utilizados como habitação, compreendendo as unidades residenciais e hotéis, motéis, flats, apart-hotéis, casas de repousos, condomínios, alojamentos e similares.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Iluminação

Os critérios para iluminação são os seguintes.

- quantidade mínima de pontos de luz, que deve atender às seguintes condições.
  a) Em cada cômodo ou dependência deve ser previsto pelo menos um ponto de luz no teto, comandado por interruptor.
  b) A norma não faz nenhuma referência a respeito das arandelas de banheiros. No entanto, por critérios práticos, recomenda-se a sua utilização, mantendo uma distância mínima 0,60m (60cm) do limite do boxe.
- Potências mínimas de iluminação, que devem atender como alternativa a aplicação da ABNT NBR 5413.
  Pode ser adotado o seguinte critério:

Em cômodos ou dependências com área igual ou inferior a $6m^2$, deve ser prevista uma carga mínima de 100VA.

Em cômodos ou dependências com área superior a $6m^2$, deve ser prevista uma carga mínima de 100VA para os primeiros $6m^2$, acrescida de 60VA para cada aumento de $4m^2$ internos.

Nota

"Para os aparelhos fixos de iluminação e descarga, a potência nominal a ser considerada deve incluir a potência das lâmpadas, as perdas e o fator de potência dos equipamentos auxiliares".

alerta

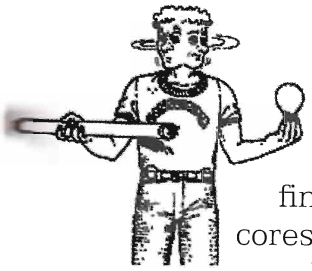
1) Nas acomodações de hotéis, motéis e similares pode-se substituir o ponto de luz fixo no teto por abajour ligado em tomada de corrente, com potência mínima de 100 VA, comandada por interruptor de parede ou no próprio abajour. 2) Admite-se que o ponto de luz fixo no teto seja substituído por ponto na parede em espaços sob escada, depósito, despensas, lavabos e varandas, desde que de pequenas dimensões e onde a colocação do ponto no teto seja de difícil execução ou não-conveniente.

alerta

1) "Os valores apurados (em VA) correspondem à potência destinada à iluminação para efeito de dimensionamento dos circuitos, e não necessariamente à potência nominal comercial das lâmpadas" (em watts).
2) A NBR 5410:2004 não estabelece critérios para iluminação em áreas externas, ficando a decisão por conta do projetista e do cliente.

paralelo

Recomendações sobre iluminação



Para se obter uma boa iluminação, é necessário escolher uma lâmpada adequada para cada cômodo ou dependência. A iluminação depende de vários fatores: da altura do teto; do tamanho e finalidade do cômodo; tipo de lustre ou luminária; cores das paredes, tetos e pisos e tipo de lâmpada.

Logo, a falta de iluminação é prejudicial à visão e o excesso causará desperdício de energia. Portanto, observe os itens de uma boa iluminação.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

- A potência da lâmpada deverá ser de acordo com o tamanho do cômodo ou dependência onde será instalada.
- Use de preferência lâmpadas fluorescentes no lugar das lâmpadas incandescentes, principalmente em locais como cozinha, áreas de serviço, banheiros, garagens, etc. Em outros cômodos, utilize lâmpadas fluorescentes compactas, por exemplo: uma lâmpada de 9W equivale a uma lâmpada incandescente de 60W.
- Em grandes áreas, como pátios, jardins de condomínios e de prédios residenciais, áreas de estocagem, prefira lâmpadas a vapor de mercúrio, de sódio ou vapor metálico. Preferencialmente as vapor de sódio que são mais econômicas.
- Em locais amplos, onde existem grandes quantidades de lâmpadas, procure modular o sistema de iluminação de acordo com as necessidades reais de utilização.
- Os reguladores de intensidade de luz ("dimmers") podem ajudá-lo a obter apenas o nível de iluminação de que você realmente necessita.
- Procurar associar ao máximo a utilização do uso da iluminação natural.

aplicando conhecimento

Tomadas

www.sxc.hu

Banheiro.

O número de pontos de tomada deve ser determinado em função da destinação do local e dos equipamentos elétricos que podem ser aí utilizados. Para isso, observe os seguintes critérios.

Banheiros

Deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada, próximo ao lavatório. Admitem-se tomadas de corrente, no volume 3 (área a partir de 60 cm do limite do boxe ou da banheira), desde que elas sejam: alimentadas individualmente por transformador de separação elétrica individual ou alimentadas em SELV ("separated extra-low voltage"), uso de extrabaixa tensão, e protegidas por dispositivos DR com corrente diferencial residual nominal não-superior a 30mA

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Além disso, no caso da tensão nominal do sistema SELV ou PELV não for superior a 25Veca (valor eficaz da corrente alternada), ou a 60 Vccso (corrente contínua sem ondulação) e o sistema for usado sob condições de influências externas cuja severidade, do ponto de vista da segurança contra choques elétricos, não ultrapasse aquela correspondente à situação 1 definida no anexo C - página 393; ou A tensão nominal do sistema SELV ou PELV não for superior a 12Veca, ou 30Vccso, e não ultrapasse aquela correspondente à situação 2 definida no anexo C - página 393; protegidas por dispositivo DR com corrente diferencial-residual nominal não superior a 30mA.

alerta

Nenhum interruptor ou tomada de corrente deve ser instalado a menos de 0,60m da porta aberta de uma cabine de banho pré-fabricada.

Cozinhas

Em cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, cozinha-área de serviço, lavanderias e locais análogos, deve ser previsto no mínimo um ponto de tomada para cada 3,5m, ou fração, de perímetro, sendo que acima da bancada da pia devem ser previstas no mínimo duas tomadas de corrente, no mesmo ponto ou em pontos distintos (separados).

www.sxc.hu

Cozinha.

www.sxc.hu

Varanda.

Varanda

Já em varandas, deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada.

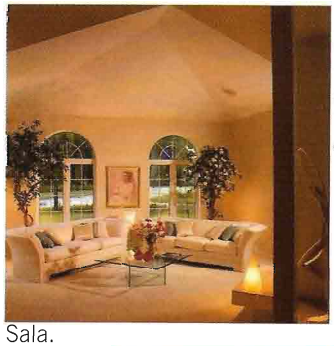
alerta

Admite-se que o ponto de tomada não seja instalado na própria varanda, mas próximo ao seu acesso, quando sua área for inferior a $2m^2$ ou, ainda, quando sua profundidade for inferior a 0,80m.

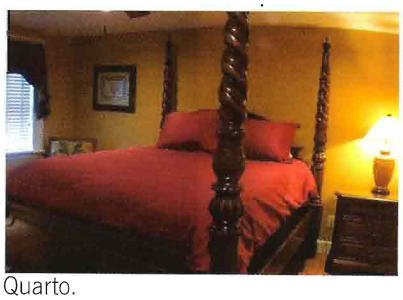
Sala e dormitório

Em salas e dormitórios, devem ser previstos pelo menos um ponto de tomada para cada 5m, ou fração, de perímetro, devendo esses pontos ser espaçados tão uniformemente quanto possível.

Particularmente no caso de salas de estar, deve-se atentar para a possibilidade de que um ponto de tomada venha a ser usado para a alimentação de mais de um equipamento (Por ex.: Tomadas de corrente para Televisor, Vídeo-Cassete, DVD, Aparelho de TV a cabo, etc.), sendo recomendável equipá-lo, com a quantidade de tomadas que julgar necessário.


Corel Stock Fotos

Sala.


www.sxc.hu

Quarto.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Demais cômodos e dependências

Para os demais cômodos e dependências de habitação, devem ser previstos pelo menos: Um ponto de tomada, se a área do cômodo ou dependência for igual ou inferior a 2,25m^2. Admite-se que esse ponto seja posicionado externamente ao cômodo ou dependência, a até 0,80m no máximo de sua porta de acesso.

Um ponto de tomada, se a área do cômodo ou dependência for superior a 2,25m^2 e igual ou inferior a 6m^2.

Um ponto de tomada para cada 5m, ou fração, de perímetro, se a área do cômodo ou dependência for superior a 6m^2., devendo esses pontos ser espaçados tão uniformemente quanto possível.

Em halls de serviço, salas de manutenção e salas de equipamentos, tais como casas de máquinas, salas de bombas, barriletes e locais análogos, deve ser previsto no mínimo um ponto de Tomada de Uso Geral. A esses circuitos terminais deve ser atribuída uma potência de no mínimo 1000VA.

Potências atribuíveis aos pontos de tomada

A potência a ser atribuída a cada ponto de tomada é em função dos equipamentos que ele poderá vir a alimentar e não deve ser inferior aos seguintes valores mínimos.

No banheiro, cozinha, copas, copas-cozinhas, área de serviço, lavanderias e locais análogos: →

Atribuir no mínimo 600VA por ponto de tomada, até três, e 100VA por ponto para as excedentes, considerando-se cada um desses ambientes separadamente. Quando o total de tomadas no conjunto desses ambientes for superior a seis pontos, admite-se que o critério de atribuição de potências seja de no mínimo 600VA por ponto de tomada, até dois pontos, e 100VA por ponto para os excedentes, sempre considerando cada um dos ambientes separadamente.

Nos demais cômodos ou dependências: →

Atribuir, no mínimo 100VA por ponto de tomada.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

A quantidade de pontos de tomada de uso específico - TUEs é estabelecida de acordo com o número de aparelhos de utilização, com corrente nominal superior a 10A. É preciso atribuir a potência nominal do equipamento a ser alimentado ou a soma das potências nominais dos equipamentos a serem alimentados (p.ex.: Sistema de Ar-Condicionado, Hidromassagem, etc.).

Quando os valores precisos não forem conhecidos, a potência atribuída ao ponto de tomada deve seguir um dos dois seguintes critérios:

a) potência ou soma das potências dos equipamentos mais potentes que o ponto pode vir a alimentar;
b) potência calculada com base na corrente de projeto e na tensão do circuito respectivo.

Os pontos de TUEs devem ser localizados no máximo a 1,5m do ponto previsto para a localização do equipamento a ser alimentado.

alerta

A norma não entra em detalhes de como fazer a conexão direta, se por conectores ou emenda simples. Fica evidente, portanto, que não é permitido conectar chuveiro, torneira elétrica e aquecedores de água com plugues e tomadas.

Nota

Em relação ao aquecedor elétrico de água, a norma diz que: a conexão do aquecedor elétrico de água ao ponto de utilização deve ser direta, sem uso de tomada de corrente.

paralelo

Potências de aparelhos eletrodomésticos

Aparelho	Potência (VA)
Aquecedor de água por acumulação:	
30 a 50 litros	2.000
80 litros	2.500
100 a 150 litros	3.000
200 litros;	4.000
500 litros	12.000
Aquecedor de água em passagem	6.000
Chuveiro	4.000 a 7.500
Condicionador de ar:	
7000 BTU – área até 14m²	1100
9000 BTU – 14 a 21m²	1200
12000 BTU – 18 a 26m²	1500
18000 BTU – 30 a 40 m²	1800
24000 BTU – 40 a 60 m²	2800
30000 BTU – 60 a 70m²	3350
36000 BTU – 70 A 80m²	4000

Fonte: Autor

alerta

Para esses dados dos ar-condicionados é para pé direito 3m, iluminação comum incandescente até 400W e 6 pessoas por ambiente, sendo esses dados aproximados. Para cálculo exato deverá ser calculada a capacidade térmica do ambiente.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

c. 30.000BTU/7500kcal/h.	3.3
Ferro de passar roupa.	1.000 a 1.250
Fogão elétrico.	4.000 a 12.000
Forno elétrico.	900 a 2.400
Forno de microondas.	700 a 1.500
Lavadora de louças(residencial).	1.200 a 2.000
Máquina de lavar roupa.	1000 a 1800
Secadora de roupas (residencial).	1.400 a 6.000
Torneira elétrica.	4.000 a 5.400
Torradeira.	2.500 a 3.200

aplicando conhecimento

Demanda de energia da instalação elétrica

Toda instalação elétrica, quer seja, residencial, comercial ou industrial apresenta um ciclo de funcionamento, cuja potência elétrica consumida é variável no decorrer do dia. Você pode observar facilmente que em uma instalação nem todas as cargas instaladas estão em funcionamento ao mesmo tempo.

Fica evidente, portanto, que a instalação elétrica solicita da rede uma determinada potência diretamente relacionada ao funcionamento das cargas e da potência elétrica absorvida por cada uma delas a cada instante. No caso de uma residência, por exemplo, podemos citar o funcionamento da iluminação, pontos de tomadas e eletrodomésticos. Nessa situação, nem todas as lâmpadas são acesas e as tomadas não são utilizadas ao mesmo tempo; os eletrodomésticos são utilizados conforme a necessidade.

O cálculo da demanda tem por finalidade o dimensionamento e especificação da entrada de energia, adequando uma categoria de atendimento (tipo de fornecimento) à respectiva carga (demanda) do consumidor.

Conceitos

- **Demanda (D)**: é a média das potências elétricas instantâneas solicitadas por uma unidade consumidora durante um período especificado. É um método estatístico. "Para efeito de fornecimento de energia elétrica, é a demanda média registrada no intervalo de 15 minutos".

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

- **Demanda média (kW)**: é a relação entre a quantidade de energia ativa consumida durante um período de tempo e o número de horas desse período, isto é:

$$D_{média} = \frac{kWh}{nº\ horas}$$

- **Potência ou carga instalada**: "é a soma das potências nominais de todos os aparelhos elétricos ligados à instalação do consumidor à rede de energia elétrica da concessionária (rede de distribuição). Potência nominal é aquela registrada na placa ou impressa no aparelho ou na máquina"

→ Exemplo

Quantidade	Especificação das cargas	Potência nominal (VA)	Potência total (VA)
2	Chuveiros.	6.400	12.800
1	Torneira elétrica.	4.400	4.400
1	Geladeira.	350	350
1	Ferro elétrico.	1.200	1.200
1	Secador de cabelo.	1.500	1.500
15	Lâmpada incandescente.	100	1.500
10	Tomadas.	100	1.000
8	Tomadas.	600	4.800
1	Aquecedor.	1.200	1.200
	TOTAL		28.750

- **Demanda de utilização (provável demanda)**: é a soma das potências nominais de todos os aparelhos elétricos que funcionam simultaneamente, utilizada para o dimensionamento dos condutores dos ramais alimentadores, dispositivos de proteção, categoria de atendimento ou tipo de fornecimento e demais características do consumidor. É a demanda máxima da instalação. A demanda, por ser um método estatístico, não pode ter o seu valor considerado como único e verdadeiro, por isso é chamado de 'provável máxima demanda' ou 'demanda máxima prevista'. Para simplificar, chamaremos somente de demanda (D)
- **Fator de demanda(fd)**: é a razão entre a demanda máxima ou demanda de utilização e a potência instalada.

$$fd = \frac{D_{máx.}}{P_{inst.}}$$

alerta

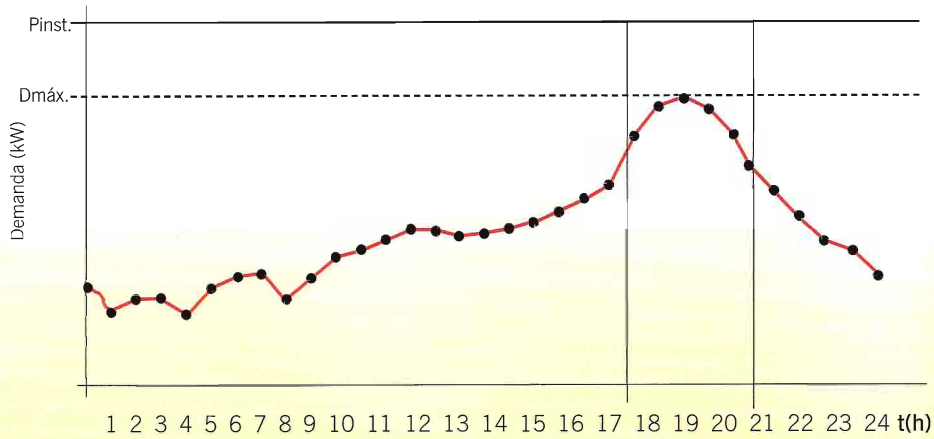
A demanda (D) deverá ser sempre expressa em termos de potência absorvida da rede (em VA ou kVA). Neste caso considera-se, também, o fator de potência, que é a relação entre a potência aparente (VA) e a potência ativa (W). Em instalações residenciais e apartamentos individuais como a maioria das cargas é resistiva, considera-se W=VA, por ser o fator de potência igual à unidade.

alerta

As concessionárias de energia elétrica de cada região possuem seus próprios critérios a respeito do fator de demanda, que são estabelecidos em suas normas, conforme o tipo de instalação por expectativa de utilização em função das cargas. Os fatores de demanda podem variar de 70% a 100%.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

- **Curva diária de demanda**: no período de 24 horas, as demandas de uma instalação apresentam variações conforme a utilização instantânea de energia elétrica, de onde é possível construir uma curva diária de demanda.



Curva de demanda.

Analisando a curva diária de demanda constata-se o seguinte:

$P_{inst.}$ = Valor fixo

Demanda = Varia a cada instante

$\mathbf{D_{máx.}}$ = É a máxima demanda da instalação, potência de alimentação. Será utilizada como base de cálculo para determinar o tipc de fornecimento do consumidor.

Fatores que influenciam nos valores da demanda: natureza da instalação (comercial, residencial, industrial, mista), o número de consumidores, a hora do dia, a região geográfica, etc.

oficina teórica

1. O que é demanda?

.....

.....

.....

2. Qual é a equação para se determinar a demanda média?

3. O medidor de um consumidor registrou no mês um consumo de energia elétrica de 97.540kWh. Qual é a demanda média desse consumidor?

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

4. A potência instalada de um consumidor é 15.340VA, a demanda diurna é de 8.460VA e a demanda noturna é de 9.760VA. Determine o fator de demanda diurno (fdd) e o fator de demanda noturno (fdn).

5. Quais são os fatores que influenciam nos valores da demanda?

.....

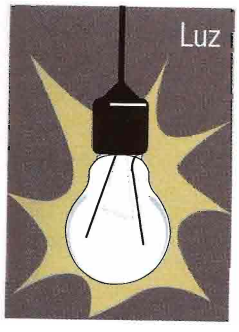
.....

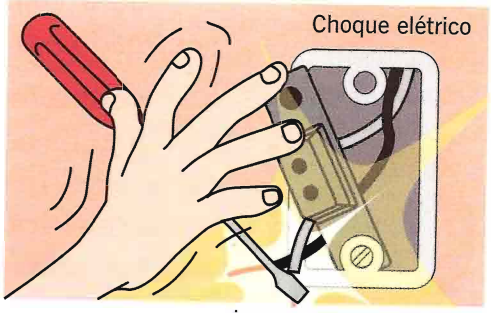
6. O medidor de um consumidor registrou no mês o consumo de energia ativa de 186.500kWh, a demanda média será:

paralelo

Fundamentos para o dimensionamento da instalação elétrica

Já estudamos sobre a importância da eletricidade na vida das pessoas. Aprendemos que, na realidade, estamos cercados de eletricidade por todos os lados. A eletricidade, por ser invisível, percebemos somente os seus efeitos, como:





Fonte: Pirelli/CESP-Procobre

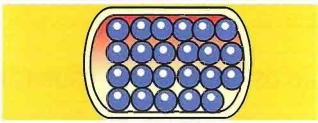
Efeitos da eletricidade.

Esses efeitos são possíveis devido à existência de grandezas elétricas muito importantes, que veremos aqui de forma resumida, porque esse tema será tratado com maior propriedade no livro de eletricidade. Essas grandezas elétricas são: corrente elétrica, tensão elétrica, resistência elétrica e potência elétrica.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Corrente elétrica é o movimento ordenado de elétrons livres no interior do condutor sob a influência da tensão elétrica, diferença de potencial ou força eletromotriz. Sua unidade é o ampère (A). É representada pela letra I.

Elétrons se movendo de forma desordenada.



Elétrons se movendo de forma ordenada.

Para que os elétrons livres passem a se movimentar de forma ordenada, é necessário uma força que os empurre: a **tensão elétrica**.

Tensão elétrica é a pressão ou força que impulsiona os elétrons livres nos condutores. Sua unidade é o volt (V). É representada pela letra V.

Instrumentos de medida

Os instrumentos de medida mais utilizados são o amperímetro e o voltímetro, multímetro digital e amperímetro alicate.

Amperímetro

O amperímetro é usado para medir a intensidade da corrente elétrica. Deve ser ligado em série no circuito.

Voltímetro

Já o voltímetro é usado para medir a tensão elétrica. Deve ser ligado em paralelo no circuito.

Multímetro digital

Digital ou VOM é um instrumento que permite fazer medições de diversas grandezas elétricas, tais como: corrente elétrica (ca e cc), tensão elétrica (ca e cc), resistência elétrica, capacitância, freqüência, etc., bastando para isso mover o seletor para a grandeza desejada.

Amperímetro alicate

O amperímetro alicate é o instrumento que mede tensão (cc e ca), resistência elétrica e corrente elétrica (ca). A vantagem desse instrumento é a facilidade para a medição da corrente elétrica. Basta abrir o alicate e abraçar o condutor e fazer a medida diretamente. Pela sua versatilidade é o instrumento do eletricista.

Fonte: Minipa

Multímetro digital.

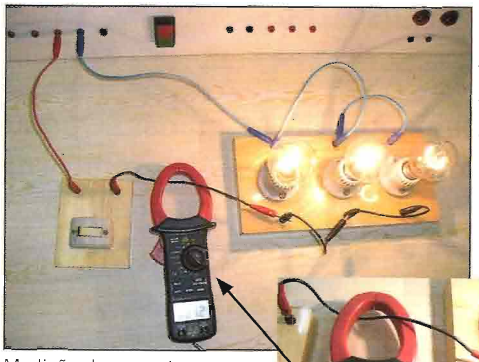
Fonte: Minipa

Multímetro digital alicate.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Arquivo do autor

Voltímetro ligado em paralelo.

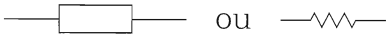


Arquivo do autor

Medição de corrente.

Resistência

A resistência elétrica é a oposição que os materiais oferecem à passagem da corrente elétrica. Sua unidade é o ohm (Ω). É representada pela letra R. A resistência elétrica é simbolizada por:



De acordo com a lei de Ohm a tensão (V) é o produto da multiplicação da resistência elétrica (R) do condutor pela corrente elétrica (I) que circula por ela, temos:

$$V = R \times I \qquad \text{Logo: } I = \frac{V}{R} \qquad \text{e} \qquad R = \frac{V}{I}$$

Para fazer a medição de resistência usa-se o ohmímetro ou o multímetro digital com o seletor nesta grandeza elétrica.

Outros instrumentos para medir resistência:

Fonte: Minipa

Terrômetro: instrumento para medição de resistência de sistema de aterramento.

Fonte: Minipa

Megômetro: instrumento para medição de resistência de isolamento do condutor.

Potência elétrica

Por fim, a potência elétrica determina a especificação dos equipamentos elétricos. Ela determina o quanto uma lâmpada é capaz de emitir luz, o quanto um motor elétrico é capaz de produzir trabalho ou a carga mecânica que pode suportar em seu eixo, o quanto um chuveiro elétrico pode produzir calor para aquecer a água, etc.

alerta

1. Selecione a grandeza elétrica antes de fazer as medições.
2. Coloque o seletor no maior valor, correspondente à grandeza elétrica.

alerta

Para se fazer a medição de resistência elétrica, o circuito deve ser desligado (desenergizado) ou com o(s) componente(s) fora do circuito.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Potência elétrica

A potência elétrica é responsável pelas dimensões dos equipamentos ou máquinas. Quanto maior a potência elétrica maior será a capacidade de produzir trabalho num determinado tempo.

Em um sistema elétrico, existem três potências: ativa, reativa e aparente.

Potência ativa

A potência ativa é a capacidade real das cargas produzirem trabalho. É a potência realmente consumida pela carga. É representada pela letra P. A sua unidade é o watt (W). Ou o múltiplo que é o quilowatt (kW).

A relação existente entre cv e kW é a seguinte:

$$1cv = 736W \text{ ou } 1cv = 0{,}736kW$$
$$1kW = 1{,}36cv$$

O cálculo da potência ativa num circuito poderá ser feito das seguintes formas:

a) circuitos de corrente contínua (cc)

$$P = V \times I \text{ (W)}$$

b) circuitos de corrente alternada (ca) monofásica, a potência ativa é obtida multiplicando-se a tensão e a corrente cujo resultado é multiplicado pelo fator de potência do equipamento que está ligado no circuito.

$$P = V \times I \times FP \text{ (W)}$$

c) circuitos de corrente alternada (ca) trifásica, a potência ativa é obtida pela seguinte expressão:

$$P = \sqrt{3} x V x I x FP x \eta \quad \text{ou} \quad P = \sqrt{3} x V x I x FP$$

onde:

P = Potência elétrica trifásica (W)

$\sqrt{3}$ = Raiz quadrada de 3 = 1,732

V = Tensão entre duas fases quaisquer, em volt (V)

I = Corrente em uma das fases tomadas como referência (sistema equilibrado)(A)

FP= Fator de potência (%)

η = Rendimento de motores (%)

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

O wattímetro é o instrumento usado para a medição da potência ativa. Enquanto que o consumo de energia elétrica é registrado por um instrumento chamado de quilowatt-hora (kWh).

Varímetro.

Fonte: Engro

Wattímetro digital.

Fonte: Minipa

Potência reativa

A potência reativa: é a potência responsável pela produção dos campos eletromagnéticos necessários para o funcionamento de equipamentos, tais como: motores, transformadores, reatores, etc.

A unidade de potência reativa é o var (volt-ampère-reativo) ou kvar.

O varímetro é o instrumento utilizado para medir a energia reativa. As concessionárias de energia elétrica utilizam o quilovolt-ampère-reativo hora (kvarh) para registrar o consumo de energia reativa do consumidor.

Potência aparente

A potência aparente é o produto da multiplicação da tensão elétrica pelo valor da corrente instantânea. A potência ativa e a potência reativa juntas constituem a potência aparente, que é a potência total gerada e transmitida à carga.

A unidade de potência aparente é o VA (volt-ampère) ou kVA ou MVA. Pode ser determinada pelas seguintes expressões:

$$S = VxI \qquad S = \sqrt{3}xVxI \qquad S = \frac{P}{FP} \qquad S = \frac{P}{FPx\eta}$$

Triângulo de potência

O triângulo de potências é utilizado para mostrar, graficamente, a relação existente entre as três potências.

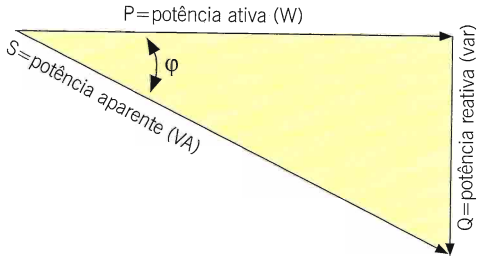
$$S^2 = P^2 + Q^2$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$P = \sqrt{3}xVxIx\cos\varphi(W)$$

$$Q = \sqrt{3}xVxIxsen\varphi(var)$$

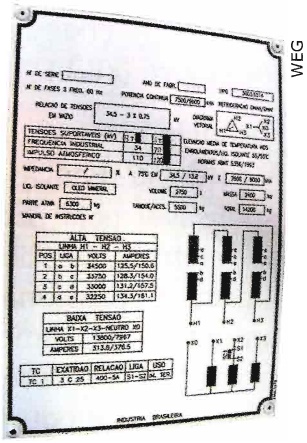
$$S = \sqrt{3}xVxI(VA)$$



www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Placas de motores e transformadores

Todo equipamento ou dispositivo elétrico deve ser identificado por uma placa ou etiqueta no qual são discriminados suas principais características. Ao lado vemos uma placa de motor e de um transformador.



Placas de um motor e de um transformador.

A legislação determina que o fator de potência deve ser o mais próximo possível de 1,00 (um) e estabelece que as concessionárias cobrem, com preços de energia ativa, o excedente de energia reativa que ocorrer quando o fator de potência da instalação consumidora for inferior a 0,92.

Fator de potência

Observando o triângulo de potências verificamos que o ângulo formado pelos vetores correspondente a potência ativa (W) e a potência aparente (VA) é chamado de ângulo φ (fi). O co-seno desse ângulo φ (fi) é o que chamamos de fator de potência.

O fator de potência é um índice que mostra a forma como a energia elétrica recebida está sendo utilizada. Ou seja, indica quanto a energia solicitada (aparente) está realmente sendo usada de forma útil (energia ativa). O cossefímetro é o instrumento para medir o fator de potência.

O fator de potência é determinado pela aplicação da seguinte expressão:

$$\cos \varphi = FP = \frac{P(W)}{S(VA)}$$

O fator de potência pode se apresentar de duas formas:

Circuitos puramente resistivos.	- lâmpadas incandescentes - chuveiros - aquecedores, etc.	$FP = \cos \varphi = 1{,}0$
Circuitos indutivos.	- motores - transformadores - reatores, etc.	$FP = \cos \varphi < 1{,}0$

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

oficina teórica

1. O que é corrente elétrica?

2. Quais são os instrumentos usados para a medição das grandezas elétricas: Corrente elétrica, tensão elétrica, resistência elétrica e potência elétrica?

3. Um circuito de iluminação tem uma potência de 1270W e está ligado a uma fonte de tensão de 127V. Qual a corrente elétrica do circuito?

4. A demanda de uma instalação elétrica residencial é 18.450VA. Sabendo-se que a instalação é alimentada por uma rede trifásica 220V e o fator de potência é igual a 1. Qual a corrente elétrica da instalação?

5. O que é potência ativa?

6. Sendo a potência ativa 12kW e a potência reativa 9,5kvar, qual o valor da potência aparente?

7. O que é fator de potência?

8. Qual o valor do fator de potência mínima exigida por lei?

9. Qual o valor do fator de potência correspondente ao exercício 6?

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

aplicando conhecimento

Fornecimento de energia elétrica e especificação da entrada de energia

Para atender as necessidades do consumidor, o fornecimento de energia elétrica é determinado pelas limitações estabelecidas pelas concessionárias em função da potência (carga) instalada ou potência de demanda e tipo de fornecimento ou categoria de atendimento.

O tipo de fornecimento é determinado pelas características do consumidor, adequando-o às suas necessidades, cuja finalidade é a especificação da entrada de energia (entrada de serviço).

Entende-se como entrada de energia o conjunto de condutores, equipamentos e acessórios situados entre o ponto de derivação da rede secundária e a medição, inclusive.

Os objetivos da especificação da entrada de energia são:

- determinar o tipo de fornecimento;
- dimensionar os equipamentos de medição e proteção;
- efetuar estimativa de carga e demanda declarada;
- efetuar estimativa de fator de potência. (No caso de residências e apartamentos individuais, considera-se FP=1,00).

Procedimentos para especificação da entrada de energia

Para enquadrar a categoria adequada ou tipo de fornecimento, obedecer ao seguinte roteiro:

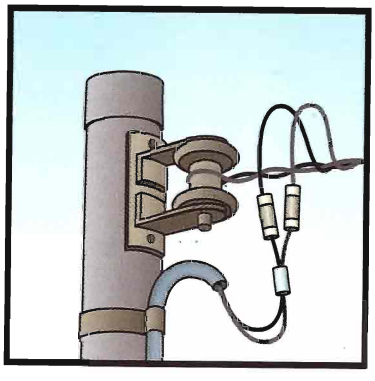
- determinar a carga instalada (previsão de cargas), conforme NBR 5410:2004, e a demanda do consumidor, em kVA;
- verificar o número de fases das cargas do consumidor, a potência dos motores, FN, 2F, 3F, em cv, e a potência dos aparelhos de solda e raio X, em kVA;
- enquadrar o consumidor na categoria adequada consultando a norma da concessionária local.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Tipo de fornecimento e tensão

Nas áreas de concessão da COPEL, observe a demanda máxima prevista para classificar o tipo de fornecimento:

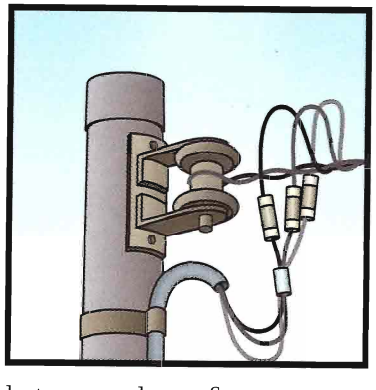
Até 9kVA ou 9kW, o fornecimento é monofásico.



Fonte: CESP/Pirelli

- Dois condutores: uma fase e neutro.
- Tensão: 127V.

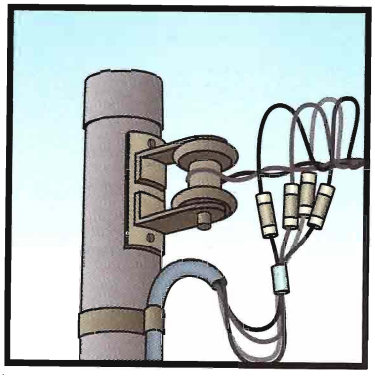
Já quando for acima 9kVA até 15kVA, o fornecimento é bifásico.



Fonte: CESP/Pirelli

- Três condutores: duas fases e neutro.
- Tensão: 220/127V.
- Tensão: 127/254V (eletrificação rural)

Acima 15kVA até 76kVA, o fornecimento é trifásico. em baixa tensão.



Fonte: CESP/Pirelli

- Quatro condutores: três fases e neutro.
- Tensão: 220/127V.

Tipos de fornecimento de energia elétrica.

alerta

O limite de fornecimento para atendimento em rede aérea é de 75kW, ou 76KVA O atendimento a demandas superior a 75KW será objeto de estudo por parte da Copel.
Consulte a norma da concessionária da sua região para saber com precisão o tipo e o limite de fornecimento e os valores de tensão. Podem ocorrer variações.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Limitações da categoria de atendimento — limites de fornecimento

LIMITAÇÕES

CATEGORIA	NTC	DEMANDA MÁXIMA PREVISTA (kVA)	CARGA INSTALADA (kW)	DISJUNTOR (A)	CARACTERÍSTICAS DO ATENDIMENTO				CV DO MAIOR MOTOR E SOLDA A MOTOR			kVA DO MAIOR APARELHO DE SOLDA						kVA DO MAIOR APARELHO DE RX		
												RETIFICADOR			TRANSFORMADOR					
					FASES	FIOS	LIGAÇÃO	TENSÃO (V)	MONOF.		TRIF.	MONOF.		TRIF.	MONOF.		TRIF.	MONOF.		TRIF.
									127V	220V	220V	127V	220V	220V	127V	220V	220V	127V	220V	220V
12	9-30XXX	6	6	50	1	2		127	2	-	-	0,75	-	-	0,75	-	-	0,75	-	-
14		9	9	70	1	2		127	2	-	-	1,5	-	-	1,5	-	-	3	-	-
19	9-47XXX	NOTA2 10(5)	NOTA2 10(5)	40	1	3		127/254	2	NOTAS 6 3	-	0,75	1,5	-	0,75	1,5	-	0,75	1,5	-
22		NOTA2 15(10)	-	70	1	3		127/254	2	NOTAS 6 7,5	-	1,5	3	-	1,5	3	-	3	5	-
NOTA1 25	9-48XXX	NOTA2 22(15)	-	100	1	3		127/254	3	NOTAS 6 10	-	3	7,5	-	3	7,5	-	6,5	10	-
28	9-35XXX	11	-	50	2	3		220/127	2	3	-	0,75	1,5	-	0,75	1,5	-	0,75	1,5	-
30	9-36XXX	15	-	70	2	3		220/127	2	7,5	-	1,5	3	-	1,5	3	-	3	5	-
36	9-40XXX	19	-	50	3	4		220/127	2	3	12,5	0,75	1,5	3	0,75	1,5	3	0,75	1,5	3
38	9-41XXX	26	-	70	3	4		220/127	2	7,5	20	3	5	12	3	5	12	3	5	12
41	9-42XXX	38	-	100	3	4		220/127	3	10	25	6,5	12	12	6,5	12	12	6,5	10	20
42	9-43XXX	48	-	125	3	4		220/127	7,5	12,5	30	6,5	12	12	6,5	12	12	6,5	10	20
43		57	-	150	3	4		220/127	7,5	12,5	40	6,5	12	21	6,5	12	12	6,5	20	32
45	9-44XXX	76	-	200	3	4		220/127	7,5	12,5	50	6,5	12	21	6,5	12	12	6,5	20	50
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21

Fonte: Copel

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Dimensionamento da entrada de energia

DIMENSIONAMENTO																				
CATEGORIA	DEMANDA MÁXIMA PREVISTA (kVA)	CARGA INSTALADA (kW)	DISJUNTOR (A)	CONDUTORES						ELETRODUTO DO RAMAL DE ENTRADA		MEDIÇÃO			CAIXAS-PADRÃO			MEDIDORES		
				RAMAL DE LIGAÇÃO			RAMAL DE ENTRADA EMBUTIDO OU SUBTERRÂNEO	ATERRAMENTO		PVC ∅ nominal	AÇO-CARBONO ∅ interno mínimo	kWh	kvarh	RELAÇÃO DE TC xx-5A	MEDIDOR	TRANSFORMADOR (TC)	DISJUNTOR	NÚMERO DE FIOS	NÚMERO DE ELEMENTOS	CORRENTE NOMINAL MÁXIMA (A)
				COBRE	ALUMÍNIO		COBRE	COBRE	AÇO-COBRE											
				mm²	mm²	AWG	mm²	mm²	AWG	mm	mm									
12	6	6	50	10	16	6	10	10	8	25	21	x	-	-	AN	-	-	2	1	15/100
14	9	9	70	10	16	4	16	16	4	25	21	x	-	-	AN	-	-	2	1	15/100
19	NOTA2 10(5)	NOTA2 10(5)	40	10	16	6	10	10	8	25	21	x	-	-	AN	-	-	3	1	15/100
22	NOTA2 15(10)	-	70	10	16	4	16	16	4	32	25	x	-	-	AN	-	-	3	1	15/100
NOTA1 25	NOTA2 22(15)	-	100	16	25	2	25	16	4	40	33	x	-	-	CN	-	-	3	1	15/100
28	11	-	50	10	16	6	10	10	8	25	21	x	-	-	CN	-	-	3	2	15/120
30	15	-	70	10	16	4	25	16	4	40	33	x	-	-	CN	-	-	3	2	15/120
36	19	-	50	10	16	6	10	10	8	25	21	x	NOTA5	-	CN	-	-	4	3	15/120
38	26	-	70	10	16	4	25	16	4	40	33	x	NOTA5	-	CN	-	-	4	3	15/120
41	38	-	100	16	25	2	35(25)	16	4	40	33	x	NOTA5	-	CN	-	-	4	3	15/120
42	48	-	125	25	35	2	50(25)	25	2	60	50	x	NOTA5	NOTA 8 100	EN	NOTAS 8 DN	GN	4	3	NOTA9 30/200 2,5/10
43	57	-	150	35	50	1/0	70(35)	35	1/0	60	50	X	NOTA5	NOTA 8 100	EN	NOTAS 8 DN	GN	4	3	NOTA9 30/200 2,5/10
45	76	-	200	50	70	2/0	95(50)	50	1/0	75	62	X	NOTA5	NOTA 8 200	EN	NOTA 8 DN	GN	4	3	NOTA9 30/200 2,5/10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21

Fonte: Copel

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

alerta

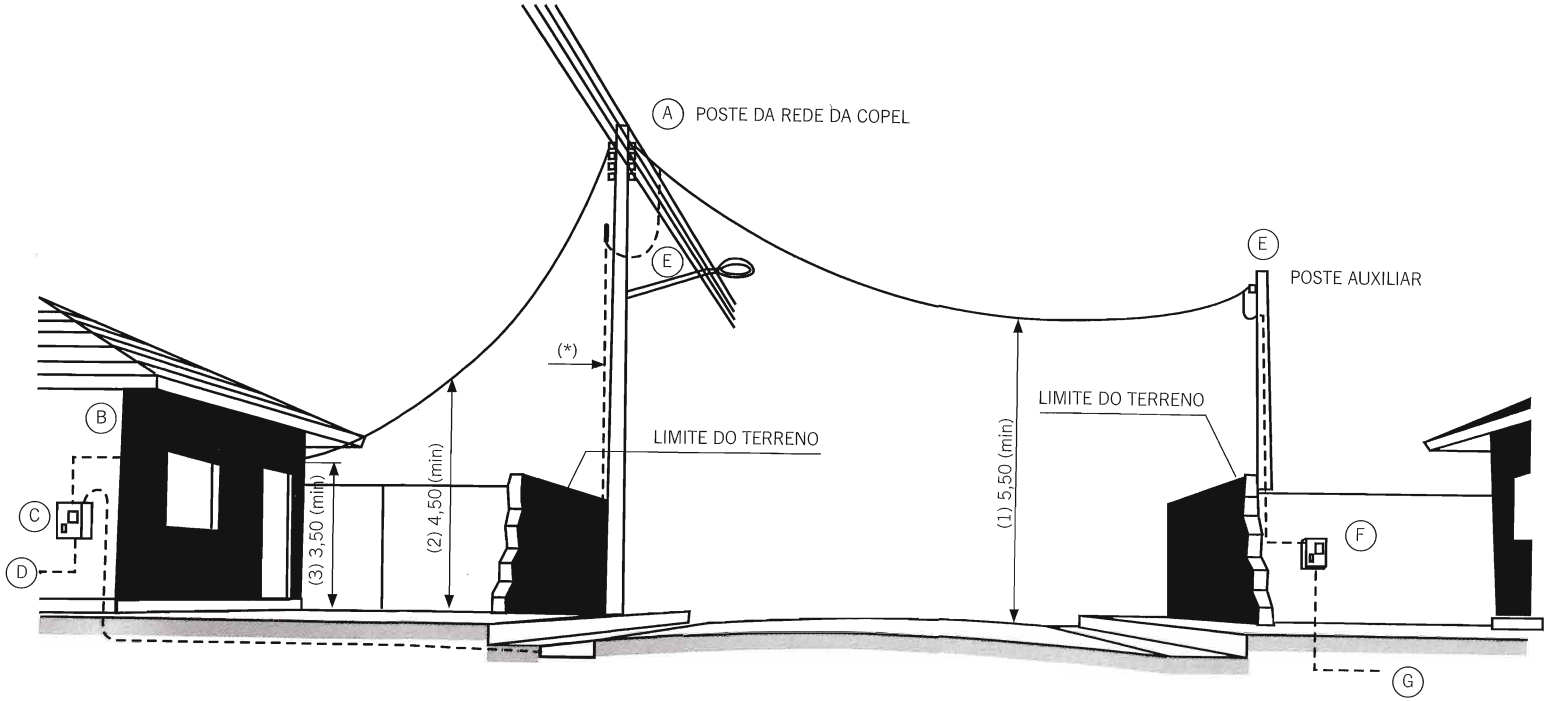
Os detalhes (Esquemas e desenhos de padrão construtivo) das entradas de energia, bem como as respectivas relações de materiais, tanto para consumidores individuais como para edifícios de uso coletivo, deve ser consultada a norma da Concessionária de cada região. Os exemplos apresentados a seguir são da Concessionária de Energia Elétrica – COPEL (Companhia Paranaense de Energia Elétrica).

Notas

1. A categoria 25 é aplicável somente em atendimentos por meio de rede de distribuição primária não-trifásica, a partir de transformador exclusivo.
2. Os valores entre parênteses indicados para as categorias 19, 22 e 25 são aplicáveis a programas específicos de eletrificação rural, desenvolvidos pela Copel.
3. Para motores monofásicos, devem ser utilizados os dispositivos indicados em seguida:
   - Motores até 5cv (nclusive) - partida direta;
   - Motores com potência acima de 5cv - chave compensadora ou série-paralelo.
4. Para motores trifásicos com motor em curto - circuito e síncronos:
   - Até 5cv (inclusive) - partida direta;
   - Maior que 15cv - chave estrela-triângulo ou compensadora com redução da tensão de partida para, pelo menos 65% da tensão nominal;
   - Superior a 15cv - chave estrela-triângulo ou compensadora com redução da tensão de partida para, pelo menos, 65% da tensão nominal, de preferência automática.
5. Nas categorias com ligação de 127/254V, não é recomendável a utilização, na tensão de 254V, de lâmpadas sem reatores e de aparelhos eletrodomésticos.
6. Nas categorias com ligação de 127/254V, devem ser utilizados, na tensão 254V, motores com tensão nominal de 254V.
7. Os condutores do ramal de entrada foram dimensionados considerando fios de cabos com isolamento de PVC, à temperatura ambiente de 30°C.
8. Será permitida a utilização de disjuntor termomagnético (limitador de fornecimento) de menor corrente nominal, a critério dos interessados ou por exigência da Copel.
9. Atendimento sujeito à medição transitória de energia reativa (controle de fator de potência).
10. No dimensionamento dos ramais de entrada, as bitolas nos condutores indicados entre parênteses referem-se ao condutor neutro.
11. As dimensões estabelecidas na tabela para condutores e eletrodutos são mínimas. Podem ser adotadas bitolas maiores caso as condições da instalação assim o exigirem.
12. Aplicável somente às instalações existentes.
13. Os medidores com correntes nominal/máxima 30/200A são aplicáveis às categorias 42, 43 e 45 para os casos de medição direta.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Componentes da entrada de energia
Alturas mínimas



Fonte: Copel

1- EM LOCAL COM PASSAGEM DE VEÍCULOS PESADOS - 5,50m (mínimo)

2- EM LOCAL COM PASSAGEM DE VEÍCULOS (ENTRADAS PARTICULARES) - 4,50m (mínimo)

3- EM LOCAL COM PASSAGEM DE PEDESTRES - 3,50m (mínimo)

A B RAMAL DE LIGAÇÃO
B PONTO DE ENTREGA
B C RAMAL DE ENTRADA EMBUTIDO
C D RAMAL ALIMENTADOR EMBUTIDO
A C ENTRADA DE SERVIÇO

(*) { A C RAMAL DE ENTREGA SUBTERRÂNEO
E PONTO DE ENTREGA

A E RAMAL DE LIGAÇÃO
E PONTO DE ENTREGA
E F RAMAL DE ENTRADA EMBUTIDO
F G RAMAL ALIMENTADOR SUBTERRÂNEO
A F ENTRADA DE SERVIÇO

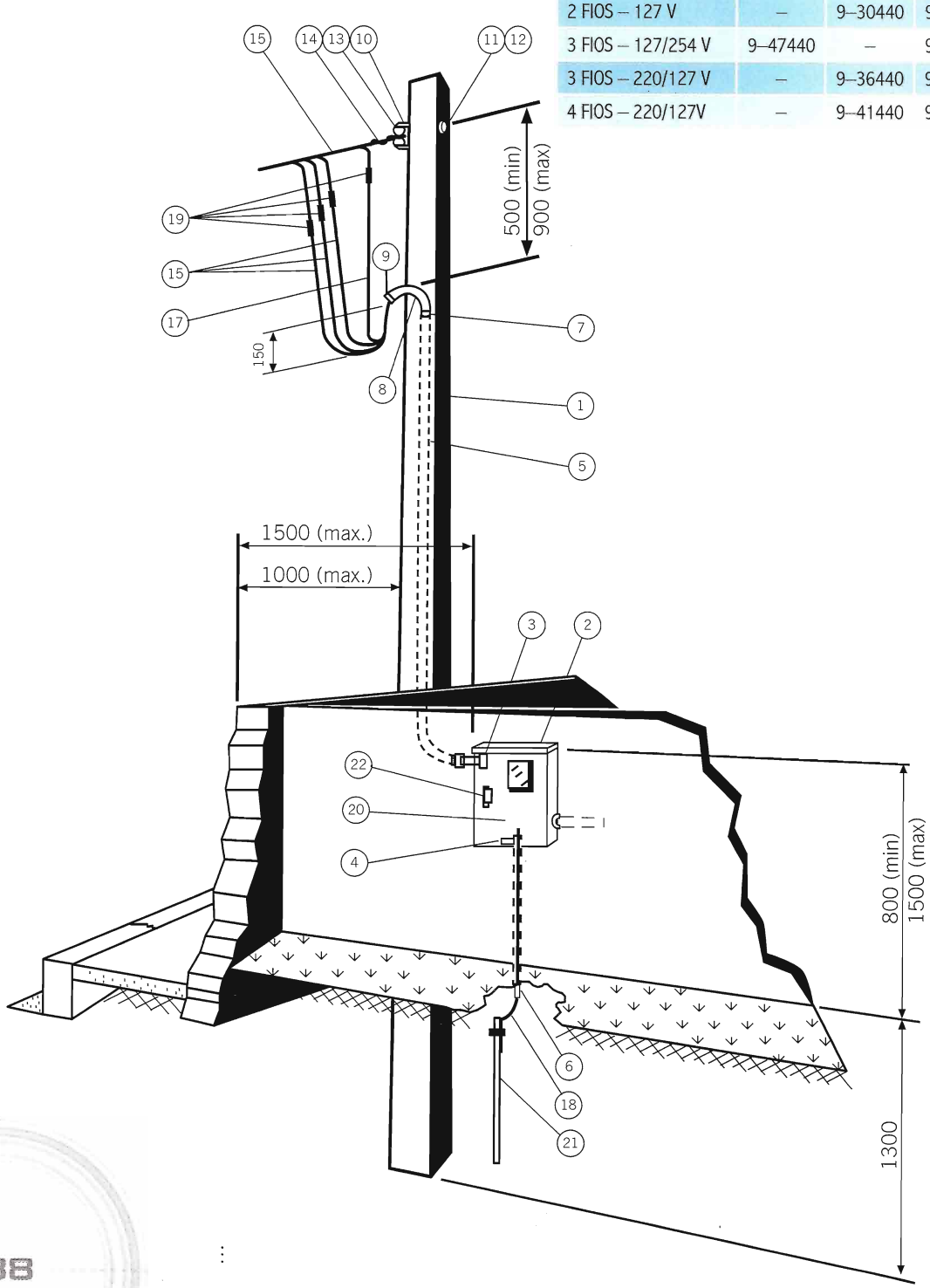
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Medição em muro – saída embutida

CÓDIGO

Tipo de atendimento \ Corrente	40 A	50 A	70 A	100 A
2 FIOS – 127 V	–	9–30440	9–30440	–
3 FIOS – 127/254 V	9–47440	–	9–47440	9–48440
3 FIOS – 220/127 V	–	9–36440	9–28440	–
4 FIOS – 220/127V	–	9–41440	9–41440	9–42440

Fonte: Copel



www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

MEDIÇÃO EM MURO - SAÍDA EMBUTIDA
RELAÇÃO DE MATERIAIS

POS.	NTC	QUANT.	UNID	DENOMINAÇÃO
1	-	1	pç	Poste de concreto armado.
2	-	1	pç	Caixa para medidor em função da categoria de atendimento.
3	-	2	cj	Bucha e contra-bucha para eletroduto.
4	-	1	cj	Bucha e contra-bucha para eletroduto de diâmetro interno mínimo 16mm.
5	-	v	m	Eletroduto de diâmetro em função da demanda da entrada de serviço. Nota 3.
6	-	v	m	Eletroduto de PVC rígido de diâmetro mínimo 16mm.
7	-	1	pç	Luva de emenda para eletroduto.
8	-	1	pç	Curva de 135° para eletroduto.
9	-	1	pç	Bucha ou outro dispositivo adequado.
10	811584	1	pç	Armação secundária de 1 estribo. Ver notas 1 e 4.
11	-	1	pç	Parafuso de aço galvanizado de diâmetro 16mm com cabeça quadrada e porca quadrada.
12	812000	1	pç	Arruela quadrada de aço galvanizado. Nota 4.
13	811565	1	pç	Isolador roldana. Nota 1.
14	-	1	pç	Alça pré-formada de serviço. Nota 5.
15	-	v	m	Condutor tipo multiplexado, isolamento 600V, bitola em função da demanda da entrada de serviço. Nota 3.
16	-	v	m	Condutor de cobre isolado de bitola em função da demanda da entrada de serviço. Nota 3.
17	-	v	m	Condutor de cobre isolado de bitola em função da demanda da entrada de serviço. Nota 3.
18	-	v	m	Condutor de aterramento de bitola em função da demanda da entrada de serviço. Nota 3.
19	-	v	pç	Conexão conforme Figura do Item 4.2.m
20	-	01	pç	Conector tipo parafuso, de cobre, bitola em função do condutor de aterramento. Nota 2.
21	-	01	cj	Aterramento conforme Figura do Item 4.13.9
22	-	01	pç	Disjuntor termomagnético com corrente nominal em função da categoria de atendimento. Nota 3.

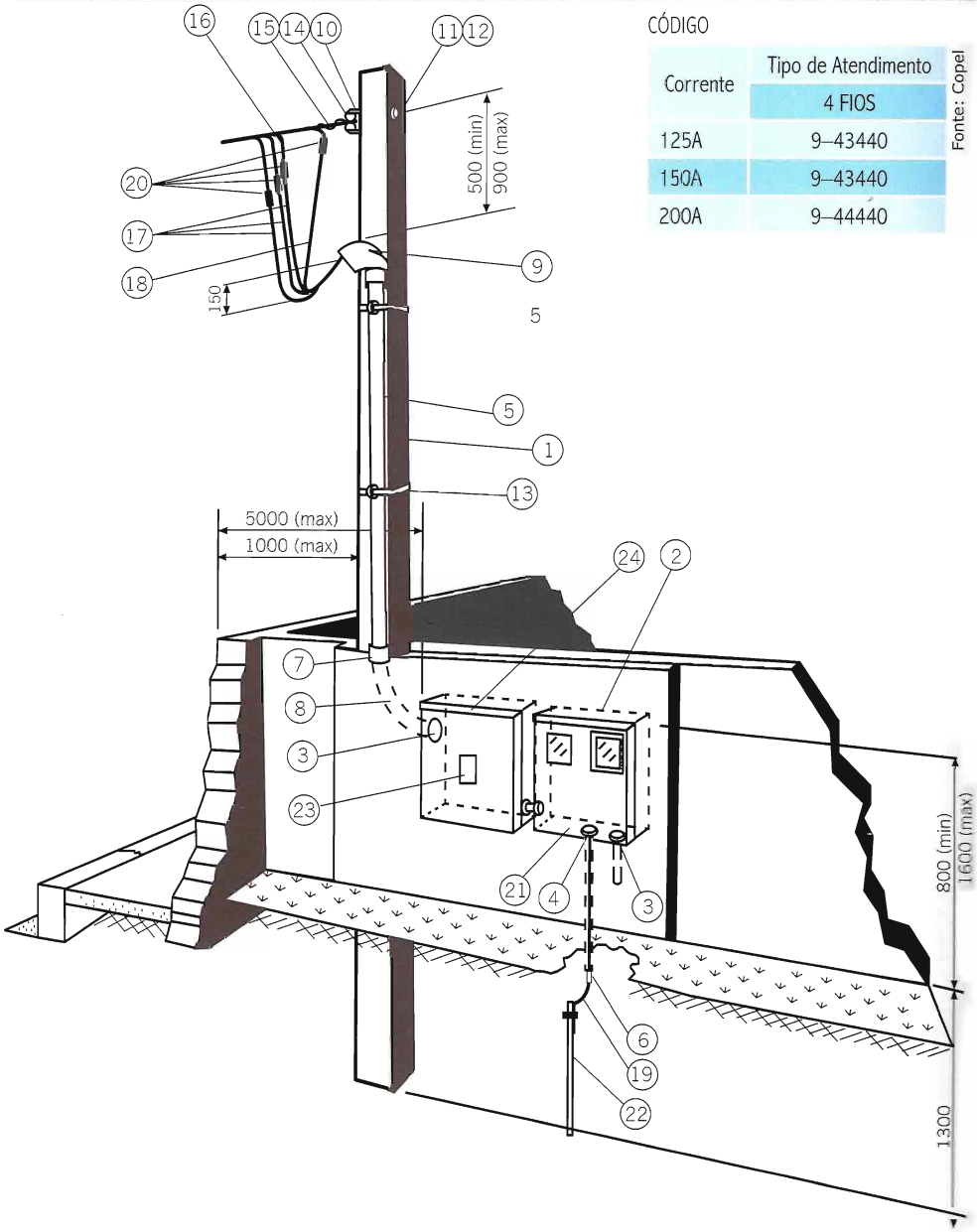
Fonte: Copel

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Notas

1. Em substituição aos materiais posições 10 e 13, poderá ser utilizada porca-olhal NTC 812020.
2. O material posição 20 é aplicável nos atendimentos a partir de 70A, inclusive.
3. Ver tabela Dimensionamento da Entrada de Serviço (COPEL).
4. No litoral poderá ser utilizado para as posições 10 e 12 os materiais NTC 811589 e 812003.
5. Ver tabela "B" do item 4.2.m".

Medição em muro – saída embutida



CÓDIGO

Corrente	Tipo de Atendimento
	4 FIOS
125A	9–43440
150A	9–43440
200A	9–44440

Fonte: Copel

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

MEDIÇÃO EM MURO - SAÍDA EMBUTIDA
RELAÇÃO DE MATERIAIS

POS.	NTC	QUANT.	UNID	DENOMINAÇÃO
1	-	1	pç	Poste de concreto armado.
2	-	1	pç	Caixa para medidor em função da categoria de atendimento.
3	-	4	cj	Bucha e contra-bucha para eletroduto.
4	-	1	cj	Bucha e contra-bucha para eletroduto de diâmetro interno mínimo 16mm.
5	-	v	m	Eletroduto de diâmetro em função da demanda da entrada de serviço. Nota 3
6	-	v	m	Eletroduto de PVC rígido de diâmetro mínimo 16mm.
7	-	1	pç	Luva de emenda para eletroduto.
8	-	1	pç	Curva longa de 90º para eletroduto.
9	-	1	pç	Cabeçote de alumínio.
10	811584	1	pç	Armação secundária de 1 estribo. Ver notas 1 e 4
11	-	1	pç	Parafuso de aço galvanizado de diâmetro 16mm com cabeça quadrada e porca quadrada.
12	812000	1	pç	Arruela quadrada de aço galvanizado. Nota 4
13	813510	v	m	Fita de aço inoxidável, largura 6mm e fecho.
14	811565	1	pç	Isolador roldana. Nota 1
15	-	1	pç	Alça pré-formada de serviço. Nota 5
16	-	v	m	Condutor tipo multiplexado, isolamento 600V, bitola em função da demanda da entrada de serviço. Nota 3
17	-	v	m	Condutor de cobre isolado de bitola em função da demanda da entrada de serviço. Nota 3
18	-	v	m	Condutor de cobre isolado de bitola em função da demanda da entrada de serviço. Nota 3
19	-	v	m	Condutor de aterramento de bitola em função da demanda da entrada de serviço. Nota 3
20	-	v	pç	Conexão conforme Figura do Item 4.2.m
21	-	1	pç	Conector tipo parafuso, de cobre, bitola em função do condutor de aterramento. Nota 6
22	-	1	pç	Aterramento conforme Figura do Item 4.13.9
23	-	1	pç	Disjuntor termomagnético com corrente nominal em função da categoria de atendimento. Nota 3
24	-	1	pç	Caixa para disjuntor em função da categoria de atendimento.

Fonte: Copel

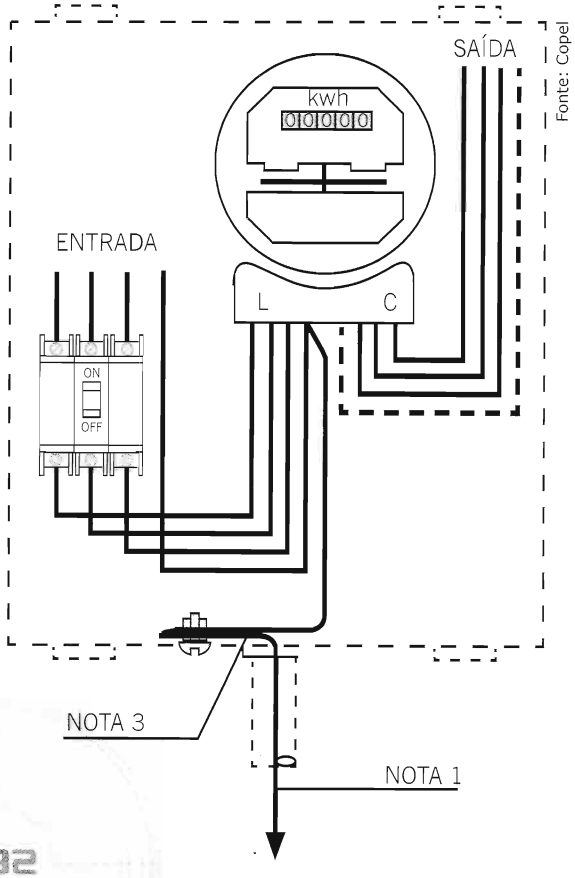
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Notas

1. Em substituição aos materiais posições 10 e 14, poderá ser utilizada porca-olhal NTC 812020.
2. O disjuntor termomagnético para aplicação neste padrão deverá possuir dimensões compatíveis com o suporte de fixação da caixa.
3. Ver tabela Dimensionamento da Entrada de Serviço (COPEL).
4. No litoral poderá ser usado para as posições 10 e 12 os materiais NTC 811589 e 812003.
5. Ver tabela "B" do item 4.2.m – "NTC dos materiais utilizados para ramal de ligação multiplexado de alumínio (AWG)".
6. O material posição 21 é aplicável nos atendimentos a partir de 70A, inclusive.

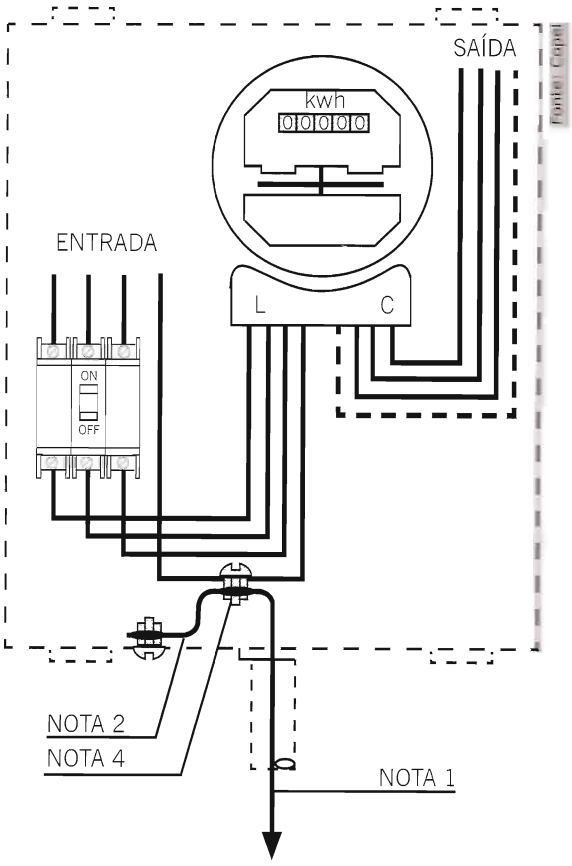
Esquema de ligação

4 FIOS – 220/127V – 50A



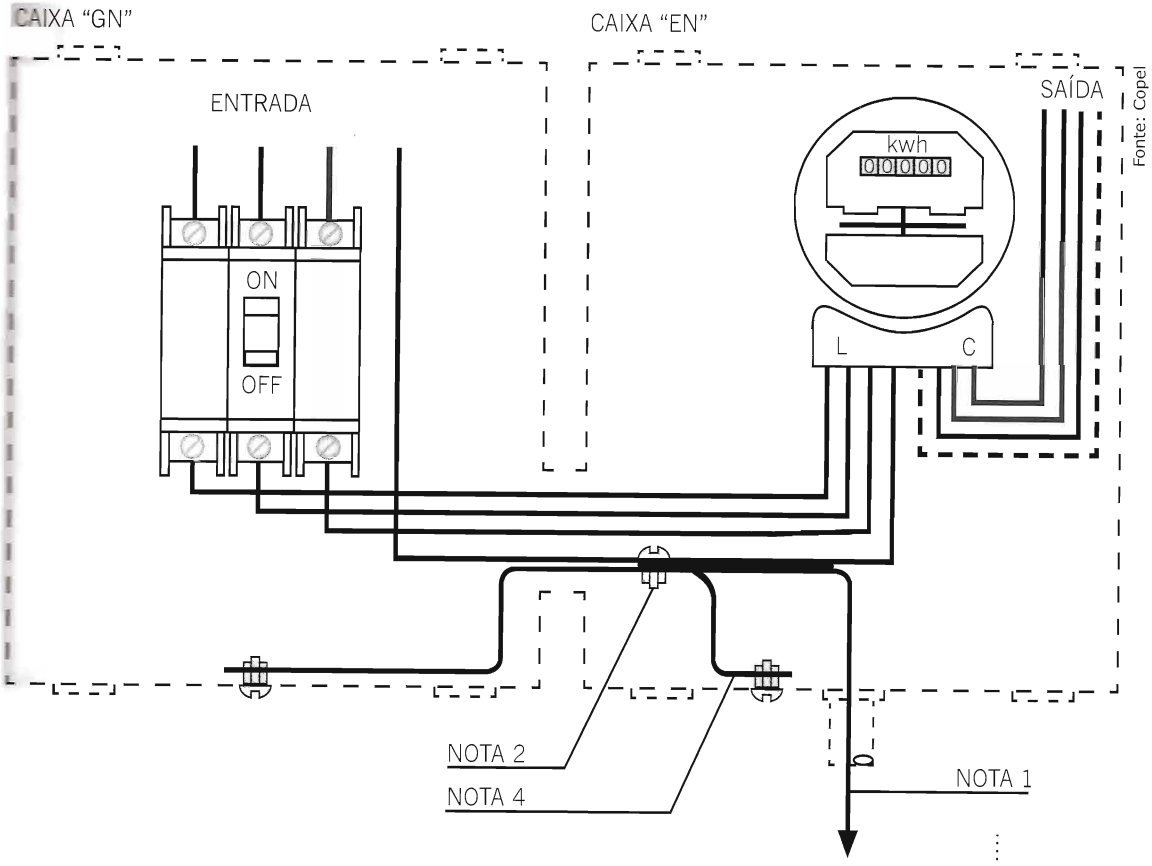
OU

4 FIOS – 220/127V – 50A, 70A E 100A



www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

4 FIOS – 220/127V – MEDIÇÃO DIRETA – 125A, 150A e 200A



Notas

1. Condutor de aterramento, conforme página 285-Dimensionamento da entrada de energia.
2. A conexão do condutor neutro com o de aterramento deverá ser feita com conector tipo parafuso.
3. "Quando o condutor de aterramento for de cobre, de bitola até 10mm², o aterramento do neutro e da caixa do medidor poderá ser feito através deste mesmo condutor".
4. Condutor 10mm². "Quando o condutor de aterramento for de cobre, de bitola superior a 10mm², ou de aço-cobre, a sua conexão com o condutor neutro deverá ser feita através de conector do tipo parafuso e a sua ligação à caixa do medidor deverá ser feita com condutor de cobre de bitola 10mm²".

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

interatividade

Efetue a seguinte pesquisa com relação ao fator de potência, limite de fornecimento e entrada de energia da sua região.

1. Quais são os direitos e deveres dos consumidores de energia elétrica?
2. Quais são as principais causas do baixo fator de potência?
3. Como melhorar o fator de potência?
4. O que é ramal de entrada?
5. Qual é o limite máximo em kVA, que a rede aérea de distribuição atende em BT?
6. Qual o valor máximo da resistência de aterramento admitido em ES (entrada de serviço) em BT?
7. Qual a melhor localização para uma ES (entrada de serviço)? Em quais locais não deve ser instalada?
8. Quais são as características do ramal de ligação, do ramal de entrada embutido, do ramal subterrâneo e do ramal alimentador?

aplicando conhecimento

Quadro de distribuição

O quadro de distribuição é o centro de distribuição de toda a instalação elétrica, ou seja, é o local onde se instalam os dispositivos de proteção, manobra e comando.

Recebe os condutores que vem do medidor (ramal alimentador). Também dele partem os condutores dos circuitos terminais (pontos de utilização), cuja finalidade é proporcionar as condições ideais de funcionamento das cargas, tais como: iluminação, tomadas, chuveiros, torneira elétrica, aparelho de ar-condicionado, etc.

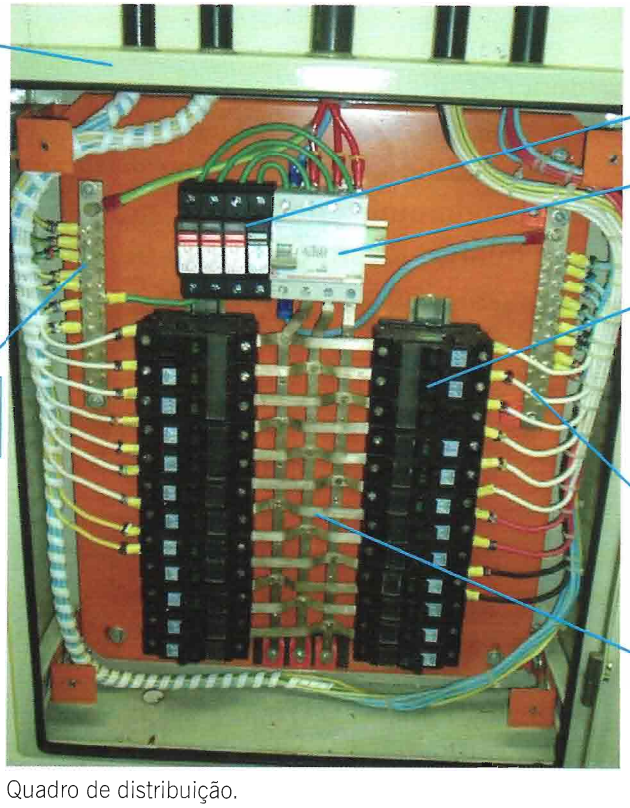
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Constituição do quadro de distribuição

O quadro de distribuição é constituído de diversos elementos:

Estrutura composta de caixa metálica ou de PVC, chapa de montagem dos componentes, isoladores, tampa (espelho) e porta com dobradiça.

Barramento de proteção (PE) – terra.



Quadro de distribuição.

Dispositivos de Proteção:

- Dispositivos de proteção contra surtos (DPS).
- Disjuntores ou interruptores diferenciais (DR); e
- Disjuntores termomagnéticos (DTM) dos circuitos dos pontos de utilização.

Barramento de neutro.

Barramento de interligação das fases.

Localização do quadro de distribuição

O quadro de distribuição (QD) deve ser instalado, observando-se os seguintes critérios:

a) Em locais de fácil acesso de tal forma que possibilite a maior funcionalidade possível da instalação e, ainda, ser provido de identificação do lado externo, legível e não facilmente removível.

b) "Proximidade geométrica das cargas", possibilitando uma simetria entre as cargas da instalação.

c) "Os quadros de distribuição – QDs devem estar próximos aos centros de carga da instalação"; (centro de carga é definido como o ponto ou região onde se verifica a maior concentração de potência).

d) A instalação do quadro deve ser feita em locais seguros, não permitindo o acesso de terceiros. Cuidar para que eles não sejam submetidos a choques mecânicos.

alerta

O QD não deve ser instalado em locais onde existe a possibilidade de, por determinados períodos, ficarem fechados com chave ou, de alguma forma, não seja possível o acesso, como, por exemplo: quartos, sótãos, depósitos, porões e banheiros.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Quantidade de ODs

A quantidade dos quadros parciais devem ser definidas em função dos seguintes critérios:

a) Do número de centros de carga, como por exemplo: Residência unifamilar: Térrea, sobrado, triplex, etc.
b) Do aspecto econômico.
c) Da versatilidade desejada na instalação.
d) Em condomínios deverá ter tantos quadros de distribuição quanto forem o sistema de utilização do prédio (iluminação e tomadas, elevadores, bombas,etc.)

Observação

A NBR 5410:2004 determina que deve ser afixado na parte interna da tampa do QD a seguinte advertência:

1. "Quando um disjuntor ou fusível atua, desligando algum circuito ou a instalação interna, a causa pode ser uma sobrecarga ou curto-circuito. Desligamentos freqüentes são sinais de sobrecarga. Por isso, nunca troque seus disjuntores ou fusíveis por outros de maior corrente, simplesmente. Como regra, a troca de um disjuntor ou fusível por outro de maior corrente requer, antes, a troca dos fios e cabos elétricos, por outros de maior seção (bitola).
2. Da mesma forma nunca desative ou remova a chave automática de proteção contra choques elétricos (dispositivo DR) mesmo em caso de desligamentos sem causa aparente. Se os desligamentos forem freqüentes e, principalmente, se as tentativas de religar a chave não tiverem êxito, significa, muito provavelmente, que a instalação elétrica apresenta anomalias internas que só podem ser identificadas e corrigidas por profissionais qualificados. A desativação ou remoção da chave significa a eliminação de medida protetora contra choques elétricos e risco de vida para os usuários da instalação."

Espaço de reserva

Nos quadros de distribuição deve ser previsto espaço de reserva para ampliações futuras com base no número de circuitos com que o quadro for efetivamente equipado, conforme tabela a seguir.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Quantidade de circuitos efetivamente disponível N.	Espaço mínimo destinado à reserva (em número de circuitos).
Até 6	2
7 a 12	3
13 a 30	4
N > 30	0,15N

Nota: a capacidade de reserva deve ser considerada no cálculo do alimentador do respectivo quadro de distribuição.

Fonte: NBR 5410:2004

Quadro de distribuição – Espaço de reserva.

oficina teórica

1. O que é quadro de distribuição?

2. Quais são os componentes que constituem o quadro de distribuição?

3. Em que locais não se deve instalar o QD?

4. Um quadro de distribuição é constituído por 15 circuitos. Qual a quantidade de espaços de reserva que devem ser deixados?

interatividade

Efetue a seguinte pesquisa com relação ao quadro de distribuição:

a) O que deve ser observado na montagem dos quadros de distribuição?

b) O que diz a NBR 5410:2004, item 6.1.8.3 quanto à instalação dos quadros de distribuição?

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

aplicando conhecimento

Divisão da instalação elétrica em circuitos

Após definir todos os pontos de utilização de energia elétrica da instalação, através da previsão de cargas, calculada a demanda e definido o tipo de fornecimento, procede-se a divisão da instalação em circuitos, conforme a necessidade e em "tantos circuitos quanto necessários, devendo cada circuito ser concebido de forma a poder ser seccionado sem risco de realimentação inadvertida através de outro circuito".

Antes de se proceder a divisão da instalação deve-se verificar a quantidade e a localização dos quadros de distribuição na planta.

Características da divisão da instalação em circuito

A divisão da instalação em circuitos apresenta características muito importantes para a funcionalidade da instalação tornando-a mais versátil, tais como:

- A queda de tensão e a corrente nominal serão menores;
- No dimensionamento é possível utilizar condutores de menor seção e dispositivos de proteção com menor capacidade nominal;
- Para cada circuito de utilização deve ser previsto um dispositivo de proteção;
- Na execução da instalação facilita a enfiação dos condutores e as ligações nos terminais dos equipamentos.

Circuito elétrico

É o conjunto de condutores e equipamentos ligados ao mesmo dispositivo de proteção. É composto, basicamente, dos seguintes elementos: fonte, comando (disjuntores e interruptores), dispositivos de proteção, condutores e carga.

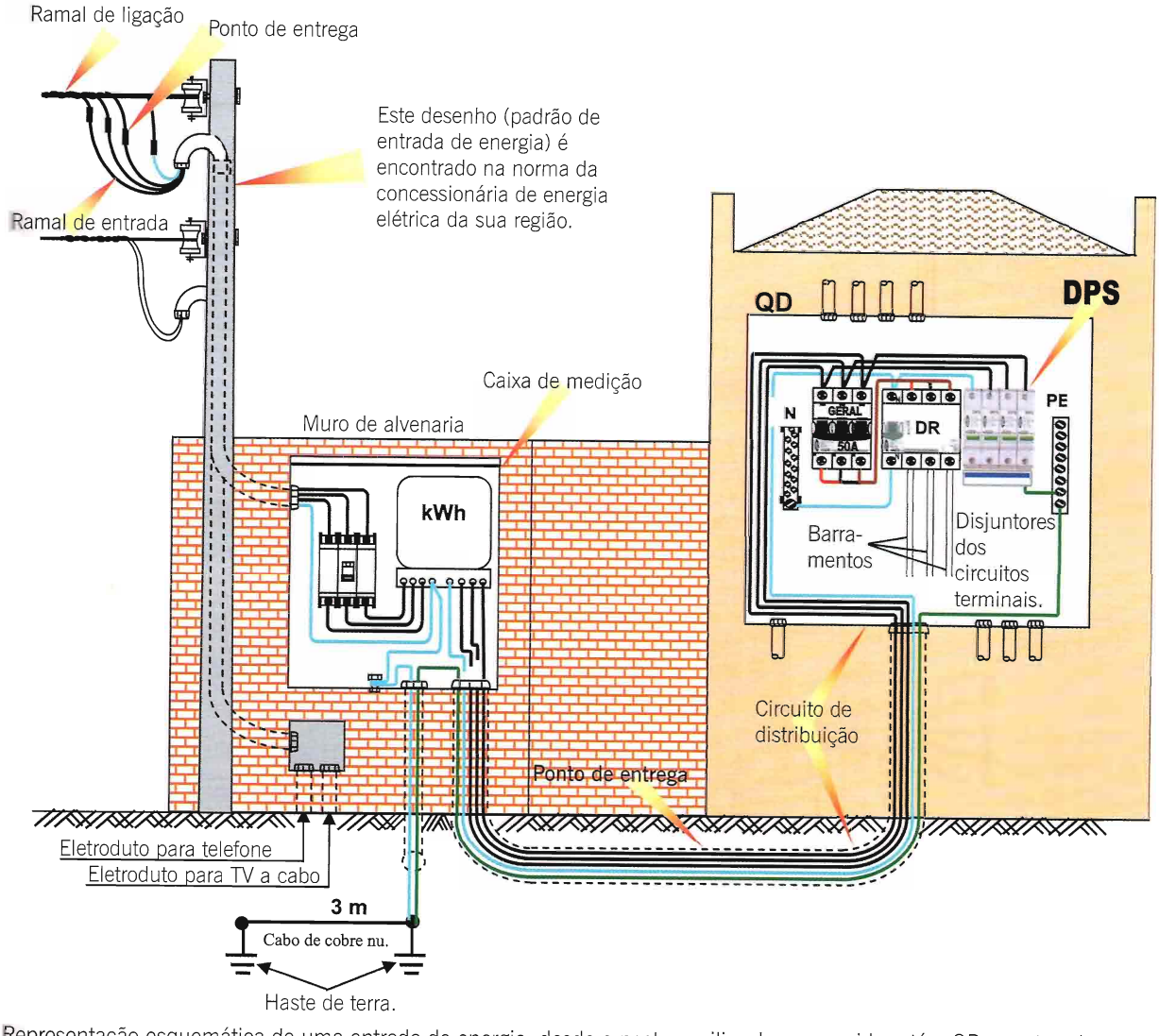
Numa instalação elétrica existem dois tipos de circuitos:

a) circuito de distribuição que atende a várias cargas e tem como origem o Quadro de Medição (QM);

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

b) circuito do ponto de utilização ou circuito terminal que tem como origem o quadro de distribuição e alimentam diretamente lâmpadas e pontos de tomadas (TUGs e TUEs).

As figuras abaixo mostram com clareza esses dois tipos de circuitos.



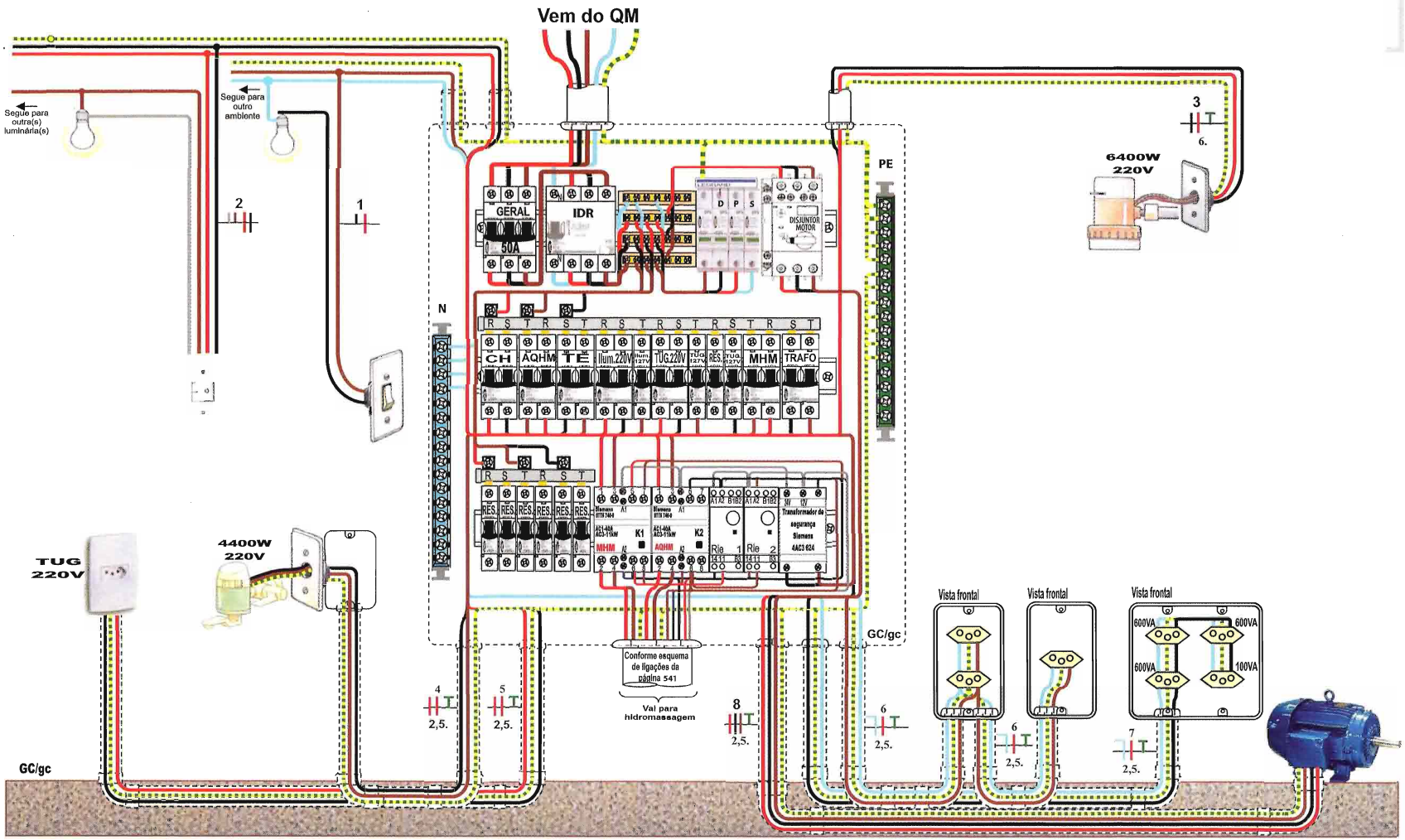
Fonte: autores.

Representação esquemática de uma entrada de energia, desde o poste auxiliar do consumidor até o QD, mostrando, inclusive, o circuito de distribuição.

Nota

Todos os condutores: ponto de entrega, ponto de entrada, aterramento, disjuntor termomagnético e caixa de medição devem seguir o que determina as normas das concessionárias de energia elétrica e, também, em função da categoria de atendimento ou tipo de fornecimento.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br



Distribuição de circuitos a partir do quadro de distribuição.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Critérios para a divisão da instalação em circuitos

Os circuitos terminais devem ser individualizados pela função dos equipamentos de utilização que alimentam. Em particular, devem ser previstos circuitos terminais distintos para iluminação e tomadas.

Iluminação e tomadas

- Devem ser previstos circuitos independentes para equipamentos com corrente nominal superior a 10 A. E, também, deve ser previsto circuitos exclusivos para cada TUE (Tomada de Uso Específico).
- Prever circuitos individuais (tanto quanto forem necessários) para pontos de tomadas de cozinha, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos.
- Prever circuitos individuais (tanto quanto forem necessários) de pontos de tomadas para os demais cômodos ou dependência (isto é, fora aqueles listados no item anterior.
- A potência máxima para cada circuito deve limitar-se:
  a) Circuitos para iluminação: 1.270VA em 127V e 2.200VA em 220V.
  b) Circuitos de TUGs: 2.100VA em 127V e 4.000VA em 220V.
  c) Circuitos de TUEs: Um circuito para cada TUE, podendo ser ligadas tanto em 127V como em 220V, conforme a necessidade ou as determinações do fabricante.
- Nos circuitos de pontos de tomadas de cozinha, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço lavanderias e locais análogos, as potências dos circuitos podem ser conforme determina a norma. Em geral, o limite pode chegar a 2.100VA, que corresponde até seis pontos de tomadas de 600VA + 600VA + 600VA + 100VA + 100VA + 100VA = 2.100VA. Se forem previstos sete ou mais pontos de tomadas, a potência será de 600VA + 600VA + 100VA + 100VA + 100VA + 100VA + 100VA = 1.700VA (9.5.2.2.2).

alerta

"As cargas devem ser distribuídas entre as fases, de modo a obter-se o maior equilíbrio possível" (NBR 5410: 2004, item 4.2.5.6).

alerta

Cargas com potências elevadas devem ser ligadas em 220V, para facilitar o equilíbrio de cargas nas fases, quando do cálculo da demanda da instalação

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

oficina teórica

1. Quais são as características que se obtém com a divisão da instalação em circuitos?

2. O que é um circuito elétrico?

3. O que é circuito de distribuição?

4. O que é circuito do ponto de utilização ou circuito terminal?

5. Qual é a potência máxima para os circuitos de iluminação, TUGs e TUEs?

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

aplicando conhecimento

Cálculo da demanda

O cálculo da demanda em unidades habitacionais, como residências, apartamentos, hotéis, motéis, etc., pode ser calculada pela seguinte expressão:

$$D_{inst.} = (Ilum. + TUG)xfd_1 + TUEfd_2$$

Onde:

$D_{inst.}$ = Demanda da instalação, em (VA).

Ilum. = Potência do(s) circuito(s) de iluminação em (VA).

TUG = Potência do(s) circuito(s) de Tomada de Uso Geral em (VA).

TUE = Potência do(s) circuito(s) de Tomada(s) de Uso Específico, como: CH (Chuveiro), TE (Torneira Elétrica); MO (Micro-ondas); MLR (Máquina de lavar roupa); MSR (Máquina de secar roupa); AC (Ar-condicionado); AQHM (Aquecedor da Hidromassagem); MHM (Motor da Hidromassagem); AQP (Aquecedor de passagem); AQAC (Aquecedor de acumulação), etc. em (VA).

fd_1 e fd_2 = Fatores de demanda conforme tabelas.

Fatores da demanda

A seguir apresentamos as tabelas com os fatores de demanda retirados da CT64 do COBEI (Comitê Brasileiro de Eletricidade, Eletrônica, Iluminação e Telecomunicações).

O fator de demanda pode ser obtido pelas seguintes tabelas:

Fatores de demanda para iluminação e tomadas de uso geral – TUGs.

Linha	Potência (VA)	fd_1 (%)
1	0 a 1000	86
2	1.001 a 2.000	75
3	2.001 a 3.000	66
4	3.001 a 4.000	59
5	4.001 a 5.000	52
6	5.001 a 6.000	45
7	6.001 a 7.000	40
8	7.001 a 8.000	35
9	8.001 a 9.000	31
10	9.001 a 10.000	27
11	Acima de 10.000	24

Tabela de fatores de demanda.

alerta

Este é apenas um dos métodos utilizados para o cálculo da demanda (D), sendo que pode variar conforme exigência da concessionária de energia regional e dos critérios adotados pelo projetista. Mesmo que o projetista tenha os seus próprios métodos, todos devem estar em conformidade com a norma brasileira e atendendo as concessionárias de Energia elétrica de cada estado ou região.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Fatores de demanda para tomadas de uso específico – TUEs – Hidromassagem.

Número de circuitos de TUEs	fd_2 (%)	Número de circuitos de TUEs	fd_2 (%)
1	100	11	49
2	100	12	48
3	84	13	46
4	76	14	45
5	70	15	44
6	65	16	43
7	60	17	41
8	57	18 – 19 - 20	40
9	54	21 – 22 - 23	39
10	52	24 e 25	38

Tabela de fatores de demanda.

Quando os valores são tabelados, geralmente o fator de potência já está incluso, como exemplo a lavadora de louça que tem uma potência entre 1.000VA a 1.800VA, dependendo das dimensões da máquina. Se a máquina tem um motor interno de 1,5cv, 220V, rendimento (η)= 76% e fator de potência (FP)= 86%. Assim, a potência que virá na placa da máquina de lavar será:

$$S = \frac{P}{FP x \eta}$$

Onde:

S = Potência aparente, em volt-ampère (VA)

P = Potência ativa, em watts (W)

cv = 736W

FP = Fator de potência (%).

η = Rendimento do motor(%).

$$S = \frac{1,5x736}{0,86x0,76} \Rightarrow S = 1.689,1VA$$

Portanto, o valor indicado na placa da lavadora de louça é 1.700VA ou 1,7kVA. Caso tenha dúvida, sempre pegue os valores máximos da tabela.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

oficina prática

Sendo dada as características de um consumidor, conforme abaixo, vamos determinar a demanda e classificar esse consumidor de acordo com tipo de fornecimento determinado pela norma da concessionária local.

Quantidade	Especificação das cargas	Potência nominal (VA)	Potência total (VA)
15	Lâmpadas incandescentes.	100	1.500
10	Tomadas.	100	1.000
8	Tomadas.	600	4.800
3	Chuveiros.	5.400	16.200
1	Torneira elétrica.	4.400	4.400
1	Máquina de lavar louça.	2.000	2.000
1	Microondas.	1.500	1.500
1	Máquina de lavar roupa.	1.800	1.800
1	Máquina de secar roupa.	5.000	5.000
3	Ar-condicionado.	3.350	10.050
1	Hidromassagem.	6.600	6.600
1	Aquecedor de passagem.	6.000	6.000
Carga instalada (VA)			**60.850**
Demanda (VA)			**27.188**

$$D_{inst.} = (Ilum. + TUG) x fd_1 + TUE x fd_2$$

Para a iluminação e tomadas de uso geral (TUGs) somamos e enquadramos os valores na tabela da página 305 "Fatores de demanda para iluminação e tomadas de uso geral - TUGs".

$D_1 = (Ilum. + TUG) x fd_1$ ⇨ $D_1 = (1.500 + 1.000 + 4.800) x fd_1$ ⇨ $D_1 = 7.300 \times 0{,}35$ ⇨ $\mathbf{D_1 = 2.555VA}$.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

alerta

O fator de demanda para tomadas de uso específico – TUE é dado em função do número de equipamento. Para esse consumidor temos 13 (treze) TUEs, logo o fator de demanda $fd_2 = 0,46$.

Para tomadas de uso específico (TUEs), somamos os valores e enquadramos na tabela da página 303 "Fatores de demanda para número de circuitos de tomada de uso específico - TUEs".

D_2 = TUEs x fd_2 ⇨

D_2 = (16.200+4.400+2.000+1.500+1.800+5.000+10.050+ +6.600+6.000) x fd_2 ⇨

D_2 = 53.550 x 0,46 ⇨ **D_2 = 24.633VA**

Com os dados obtidos concluímos o cálculo da demanda desse consumidor, ou seja:

$D_{inst.}$=(Ilum.+TUG)xfd_1+TUExfd_2 ⇨ $D_{inst.}$= 2.555 + 24.633 ⇨

$D_{inst.}$= 27.188VA ou $D_{inst.}$= 27,2kVA

Consultando a tabela Limitações das Categorias de Atendimento e a tabela Dimensionamento da Entrada de Energia, páginas 284 e 285, (consulte as tabelas da concessonária da sua região), vamos determinar a categoria de atendimento ou tipo de fornecimento e demais dados necessários para a especificação do consumidor. De posse dos resultados obtidos referente ao cálculo acima, bem como a previsão de cargas e demanda, vamos agora preencher a tabela seguinte com as características principais desse consumidor.

Categoria de atendimento: 41		
Demanda da categoria: 38 kVA;	Demanda da instalação: 27,2kVA	
Condutores		
Ramal de ligação Cobre: 16mm²; Alumínio: 2AWG ou 25mm².	**Ramal de Entrada** Cobre: Fases: 35mm² Neutro: 25mm².	**Aterramento** Cobre: 16mm² Aço-cobre: 4AWG.
Caixas-padrão Tipo: CN - Medidor.	**Disjuntor** I = 100A Tripolar.	**Eletroduto** PVC: 40mm (1.1/4") Aço-carbono: 33mm.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

oficina teórica

Quantidade	Especificação das cargas	Potência nominal (VA)	Potência total (VA)
15	Lâmpadas incandescentes.	100	1.500
8	Lâmpadas incandescentes.	60	480
12	Tomadas.	100	1.200
8	Tomadas.	600	4.800
2	Chuveiros.	5.400	10.800
1	Torneira elétrica.	4.400	4.400
1	Máquina de lavar louça.	2.000	2.000
1	Microondas.	1.500	1.500
1	Máquina de lavar roupa.	1.800	1.800
1	Máquina de secar roupa.	2.000	2.000
Carga Instalada (VA)			
Demanda (VA)			

$$D_{inst.} = (Ilum. + TUG) x fd_1 + TUE x fd_2$$

$D_1 = (Ilum. + TUG) x fd_1 \Rightarrow D_1 = (____ + ____ + ____) \times fd_1 \Rightarrow$

$D_1 = ____ \times ____ \Rightarrow \mathbf{D_1 = ____ VA.}$

$D_2 = TUE's \times fd_2 \Rightarrow D_2 = (____ + ____ + ____ + ____ +$

$+ ____ + ____) \times fd_2 \Rightarrow D_2 = ____ \times ____ \Rightarrow \mathbf{D_2 = ____ VA}$

$D_{inst.} = (Ilum. + TUG) x fd_1 + TUE x fd_2 \Rightarrow D_{inst.} = ____ + ____ \Rightarrow$

$\mathbf{D_{inst.} = ____ VA \text{ ou } D_{inst.} = ____ kVA}$

Classificação do consumidor

Categoria de atendimento:		
Demanda da categoria: kVA;	Demanda da instalação: kVA	
Condutores		
Ramal de ligação Cobre: mm²; Alumínio: AWG ou mm²	**Ramal de Entrada** Cobre: Fases: mm² Neutro: mm²	**Aterramento** Cobre: mm² Aço-cobre: AWG.
Caixas-padrão Tipo: - Medidor	**Disjuntor** I = polar	**Eletroduto** PVC: mm ( ) Aço-carbono: mm

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

capítulo 2

Dimensionamento da instalação elétrica e conexões de condutores

Fazendo uma comparação do sistema elétrico com o sistema hidráulico verificamos que a quantidade de água está diretamente relacionada ao diâmetro do cano. Menor diâmetro, menor quantidade de água e maior diâmetro, maior é a quantidade e facilidade com que a água flui pelo cano.

Algo semelhante acontece com o condutor elétrico. Inicialmente, a corrente elétrica que circula no condutor, sob a influência de uma força eletromotriz - fem (tensão elétrica) produz um aquecimento, devido ao "atrito" dos elétrons no seu interior. No entanto, existe um limite máximo de aquecimento suportável pelo condutor, caso seja ultrapassado esse limite poderá ocorrer a deterioração do material isolante que poderá provocar choques elétricos, curto-circuito e incêndio.

Portanto, para que seja evitado aquecimento acima do limite suportável dos condutores elétricos é necessário que o dimensionamento seja feito conforme a carga que está alimentando e de acordo com a norma.

Fonte: Prysmian

Tipos de condutores elétricos.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

A seção dos condutores deve ser determinada de forma a que sejam atendidos, no mínimo, os seguintes critérios:

a) Seção mínima;
b) Capacidade de condução de corrente (ampacidade);
c) Queda de tensão;
d) Proteção contra sobrecargas;
e) Proteção contra curto-circuitos; e
f) Proteção contra choques elétricos.

Neste capítulo estudaremos somente os três primeiros critérios.

aplicando conhecimento

Seção mínima dos condutores fase

Condutor fase

A seção mínima dos condutores fase, em circuitos CA, e dos condutores vivos, em circuitos CC, não devem ser inferiores ao valores dados pela tabela abaixo.

Tipo de linha		Utilização do circuito	Seção mínima do condutor (mm①)	Material
Instalações fixas em geral.	Condutores e cabos isolados.	Circuito de iluminação.	1,5 16	Cobre Alumínio
		Circuito de força②.	2,5 16	Cobre Alumínio
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle.	0,5③	Cobre
	Condutores nus.	Circuito de força.	10 16	Cobre Alumínio
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle.	4	Cobre
Linhas flexíveis com cabos isolados.		Para um equipamento específico.	Como especificado na norma do equipamento.	
		Para qualquer outra aplicação.	0,75④	Cobre
		Circuitos a extrabaixa tensão para aplicações especiais.	0,75	Cobre

① Seções mínimas ditadas por razões mecânicas.
② Os circuitos de tomadas de corrente são considerados circuitos de força.
③ Em circuitos de sinalização e controle destinados a equipamentos eletrônicos é admitida uma seção mínima de 0,1mm².
④ Em cabos multipolares flexíveis contendo sete ou mais veias é admitida uma seção mínima de 0,1mm².

Fonte: NBR 5410:1004

Seção mínima dos condutores.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Condutor neutro

O condutor neutro, num sistema elétrico de distribuição secundária (BT), tem por finalidade o equilíbrio e a proteção desse sistema elétrico.

A norma NBR 5410:2004 determina:

1. O condutor neutro não pode ser comum a mais de um circuito.
2. O condutor neutro de um circuito monofásico deve ter a mesma seção do condutor de fase.
3. Com a presença das correntes de terceira harmônica:
   a) Circuitos trifásicos com neutro (3F+N), mesmo equilibrados:
      a.1 - Quando a taxa de terceira harmônica e seus múltiplos for superior a 15% e não superior a 33%, o condutor neutro deve ser igual à dos condutores de fase.
      a.2 - Quando a taxa de terceira harmônica e seus múltiplos for superior a 33%, pode ser necessário um condutor neutro com seção superior à dos condutores de fase.
   b) Circuitos com duas fases e neutro (2F+N):
      b.1 - Se a taxa de terceira harmônica e seus múltiplos não for superior a 33%, o condutor neutro deve ser igual ao condutor de fase.
      b.2 Se a taxa de terceira harmônica e seus múltiplos for superior a 33%, pode ser necessário um condutor neutro com seção superior à dos condutores fase.

→ Nota

- Os níveis das correntes harmônicas, citadas em "a.1" e "b.1", são encontrados em circuitos que alimentam luminárias com lâmpadas de descarga, incluindo as fluorescentes.
- Os níveis de correntes harmônicas, citadas em "a.2" e "b.2", são encontrados, p.ex., em circuitos que alimentam computadores ou outros equipamentos de tecnologia de informação.
- Dimensionamento do condutor neutro: Se os níveis da "terceira harmônica das correntes de fase e do comportamento imposto à corrente de neutro pelas condições de desequilíbrio em que o circuito pode vir a operar, conforme as condições citadas em "a.2" e "b.2"". Dimensionamento da Seção do condutor neutro quando o conteúdo

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

de terceira harmônica das correntes de fase for superior a 33%.

A seção do condutor neutro pode ser determinada calculando-se a corrente no neutro da seguinte forma:

a) $I_N = f_h I_p$ b) $I_p = \sqrt{I_1^2 + I_i^2 + I_j^2 + \ldots + I_n^2}$

Onde:

I_N = Corrente no neutro em função da terceira harmônica, em ampère (A).

I_p = Corrente de projeto do circuito, valor eficaz total, em ampère (A). A Norma trata como I_B.

I_1 = valor eficaz da componente fundamental, ou componente de 60Hz;

I_i, I_j,... I_n, valores eficazes das componentes harmônicas de ordem i, j, ... n presentes na corrente de fase; e

f_h = é o fator retirado da tabela abaixo. Na falta de uma estimativa mais precisa da taxa de terceira harmônica esperada, recomenda-se a adoção de um f_h cujo valores se encontram na última linha (≥ 66%).

Taxa de terceira harmônica.	f_h	
	Circuito trifásico com neutro.	Circuito com duas fases e neutro.
33% a 35%	1,15	1,15
36% a 40%	1,19	1,19
41% a 45%	1,24	1,23
46% a 50%	1,35	1,27
51% a 55%	1,45	1,30
56% a 60%	1,55	1,34
61% a 65%	1,64	1,38
≥ 66%	1,73	1,41

Fonte: NBR 5410:2004

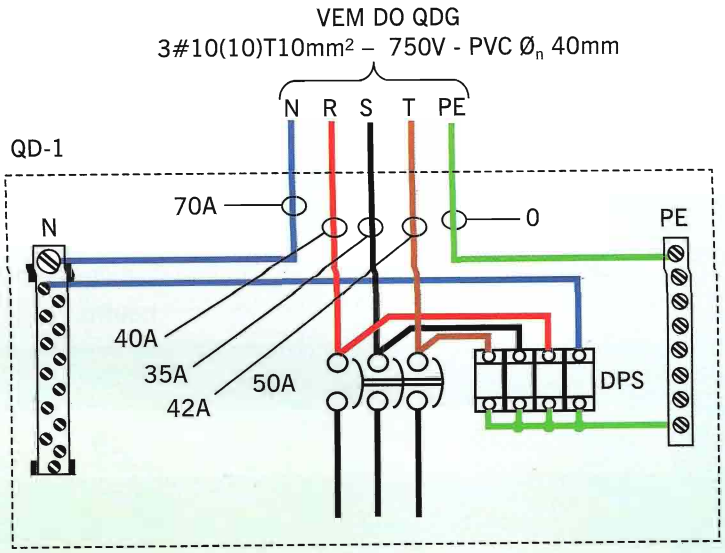
Fator f_h para a determinação da corrente de neutro.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

4. Em circuitos trifásicos com neutro, caso os condutores de fase sejam superiores a 25mm², a seção do condutor neutro pode ser inferior à dos condutores de fase, porém nunca inferior aos indicados na tabela da página 313, quando as três condições seguintes forem atendidas simultaneamente:
   a) O circuito for, presumivelmente, equilibrado em serviço normal;
   b) A corrente das fases não contiver uma taxa de terceira harmônica e múltiplos superior a 15%; e
   c) O condutor neutro for protegido contra sobrecorrentes (veja unidade 4 capítulo 3)

Dimensionamento do condutor neutro sob a influência das correntes de harmônica.

Um quadro de distribuição trifásico apresenta aquecimento no condutor de neutro e tem as seguintes características após a medição das correntes:



O condutor neutro 10mm², pela tabela da página 322, 750V, isolação de PVC e eletroduto embutido em alvenaria, com temperatura ambiente 30°C, B1, coluna 7, suporta (Ic)= 50A.

Observamos que o disjuntor é de 50A e as correntes das fases estão dentro do limite da proteção, ou seja, abaixo de 50A. Através de medições constata-se que a corrente no condutor de neutro está acima da capacidade de condução de corrente do condutor, ou seja, I_{neutro}=70A. Este acréscimo de corrente é devido à corrente de harmônica. Para tanto, deve-se calcular a nova bitola do condutor de neutro.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Caso não seja possível a medição da corrente de harmônica, adota-se o valor máximo da tabela da página 311 ou seja, $f_h = 1,73$.

$$I_n = f_h \times I_p \Rightarrow I_n = 1,73 \times 50 \Rightarrow I_n = 86,5A$$

Pela tabela da página 326, Coluna 7, B1, encontramos Ic = 89A, que equivale a um condutor de 25mm².

Portanto, o condutor seção 10mm² do neutro deverá ser substituído para um condutor (cabo) de seção 25mm².

Seção dos condutores de fase (mm¹) ①	Seção reduzida do condutor neutro (mm²) ②
S ≤ 25	S
35	25
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185

① As condições de utilização desta tabela são dadas no item 4 da página 312; e
② Os valores são aplicáveis quando os condutores de fase e o condutor neutro forem do mesmo metal.

Fonte: NBR 5410:2004

Seções mínimas do condutor neutro②.

Identificação dos condutores

"As linhas elétricas devem ser dispostas ou marcadas de modo a permitir sua identificação quando da realização de verificações, ensaios, reparos ou modificações na instalação". Além disso, a correta identificação dos condutores, codificando-os por cores, facilita e agiliza a execução da instalação.

"Por questões de segurança, não deve ser usada a cor de isolação exclusivamente amarela onde existir o risco de confusão com a dupla coloração verde-amarela, cores exclusivas do condutor de proteção".

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Condutor neutro.	"Qualquer condutor isolado utilizado como condutor neutro deve ser identificado conforme essa função. Em caso de identificação por cor, deve ser usada a cor azul-clara na isolação do condutor isolado ou da veia do cabo multipolar, ou na cobertura do cabo unipolar".
Condutor de proteção (PE).	"Qualquer condutor isolado utilizado como condutor de proteção (PE) deve ser identificado de acordo com essa função. Deve ser usada dupla coloração verde-amarela ou a cor verde (cores exclusivas da função de proteção), na isolação do condutor isolado ou da veia do cabo multipolar, ou na cobertura do cabo unipolar".
Condutor com a função PEN.	"Qualquer condutor utilizado como condutor PEN deve ser identificado de acordo com essa função. Deve ser usada a cor azul-claro, com anilhas verde-amarelo nos pontos visíveis ou acessíveis, na isolação do condutor isolado ou da veia do cabo multipolar, ou na cobertura do cabo unipolar".
Condutor(es) fase(s) e retorno(s)	Qualquer que seja o tipo de condutor que seja utilizado como condutor(es) fase(s) ou condutor(es) de retorno(s), pode ser identificado por qualquer cor, com exceção das cores utilizadas no casos acima.

Tabela de padronização de cores.

Capacidade de condução de corrente

A capacidade de condução de corrente (ampacidade) leva em consideração os efeitos térmicos provocados nos componentes do circuito pela passagem da corrente elétrica em condições normais (corrente de projeto – Ip), que depende da natureza do material constituinte e do meio (maneira de instalar o condutor).

A NBR 5410:2004 indica, por meio das tabelas de capacidade de condução de corrente e submetidas aos fatores de correção eventuais a corrente máxima admissível para cada tipo, seção e maneira de instalar (Tipos de linhas elétricas-Tabela seguinte), para que o condutor, durante períodos prolongados em funcionamento normal a temperatura máxima para serviço contínuo, não ultrapasse os valores da tabela de temperaturas características dos condutores.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Método de instalação número	Método de referência a utilizar para a capacidade de condução de corrente(1)	Descrição
1	A1	Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante(2).
2	A2	Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante(2).
3	B1	Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vezes o diâmetro do eletroduto.
4	B2	Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vezes o diâmetro do eletroduto.
5	B1	Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede.
6	B2	Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede.
7	B1	Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria.
8	B2	Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria.
11	C	Cabos unipolares ou cabo multipolar sobre parede ou espassado desta menos de 0,3 vezes o diâmetro do cabo.
11A	C	Cabos unipolares ou cabo multipolar fixado diretamente no teto.
11B	C	Cabos unipolares ou cabo multipolar afastado do teto mais de 0,3 vezes o diâmetro do cabo.
12	C	Cabos unipolares ou cabo multipolar em bandeja não perfurada, perfilado ou prateleira 3).
13	E(multipolar) F(unipolares)	Cabos unipolares ou cabo multipolar em bandeja perfurada, na horizontal ou vertical 4).

Fonte: NBR 5410:2004

Tipos de linhas elétricas.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Método de instalação número	Método de referência a utilizar para a capacidade de condução de corrente[1]	Descrição
14	E(multipolar) F(unipolares)	Cabos unipolares ou cabo multipolar sobre suportes horizontais, eletrocalha aramada ou tela.
15	E(multipolar) F(unipolares)	Cabos unipolares ou cabo multipolar afastado(s) da parede mais de 0,3 vezes o diâmetro do cabo.
16	E(multipolar) F(unipolares)	Cabos unipolares ou cabo multipolar em leito.
17	E(multipolar) F(unipolares)	Cabos unipolares ou cabo multipolar suspenso(s) por cabo de suporte, incorporado ou não.
18	G	Condutores nus ou isolados sobre isoladores.
21	1,5 De ≤ V < 5 De B2 5 De ≤ V < 50 De B1	Cabos unipolares ou cabos multipolares em espaço de construção[5], sejam eles lançados diretamente sobre a superfície do espaço de construção, sejam instalados em suportes ou condutos abertos (bandeja, prateleira, tela ou leito) dispostos no espaço de construção[5] [6].
22	1,5 De ≤ V < 20 De B2 V ≥ 20 De B1	Condutores isolados em eletroduto de seção circular em espaço de construção [5] [7].
23	B2	Cabos unipolares ou cabo multipolar em eletroduto de seção circular em espaço de construção [5] [7].
24	1,5 De ≤ V < 20 De B2 V ≥ 20 De B1	Condutores isolados em eletroduto de seção não-circular em espaço de construção [5].
25	B2	Cabos unipolares ou cabo multipolar em eletroduto de seção não-circular ou eletrocalha em espaço de construção [5].

Fonte: NBR 5410/2004

Tipos de linhas elétricas.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Método de instalação número	Método de referência a utilizar para a capacidade de condução de corrente[1]	Descrição
26	1,5 De ≤ V < 5 De B2 5 De ≤ V < 50 De B1	Condutores isolados em eletroduto de seção não-circular embutido em alvenaria [6].
27	B2	Cabos unipolares ou cabo multipolar em eletroduto de seção não-circular embutido em alvenaria.
31 32	B1	Condutores isolados ou cabos unipolares em eletrocalha sobre parede em percurso horizontal ou vertical.
31A 32A	B2	Cabo multipolar em eletrocalha sobre parede em percurso horizontal ou vertical.
33	B1	Condutores isolados ou cabos unipolares em canaleta fechada embutida no piso.
34	B2	Cabo multipolar em canaleta fechada embutida no piso.
35	B1	Condutores isolados ou cabos unipolares em eletrocalha ou perfilado suspensa(o).
36	B2	Cabo multipolar em eletrocalha ou perfilado suspensa(o).
41	1,5 De ≤ V < 20 De B2 V ≥ 20 De B1	Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular contido em canaleta fechada com percurso horizontal ou vertical [7].
42	B1	Condutores isolados em eletroduto de seção circular contido em canaleta ventilada embutida no piso.
43	B1	Cabos unipolares ou cabo multipolar em canaleta ventilada embutida no piso.
51	A1	Cabo multipolar embutido diretamente em parede termicamente isolante [2].
52	C	Cabos unipolares ou cabo multipolar embutido(s) diretamente em alvenaria sem proteção mecânica adicional.

Fonte: NBR 5410:2004

Tipos de linhas elétricas.

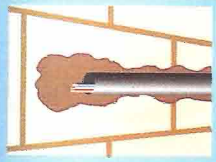
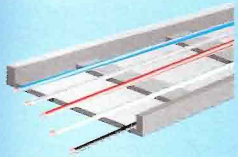
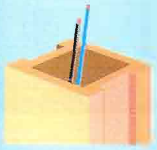
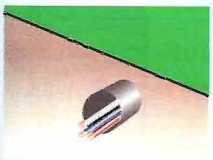
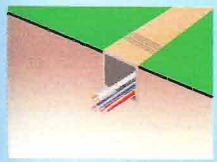
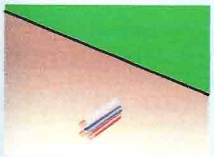
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Método de instalação número	Método de referência a utilizar para a capacidade de condução de corrente[1]	Descrição
53	C	Cabos unipolares ou cabo multipolar embutido(s) diretamente em alvenaria com proteção mecânica.
61	D	Cabo multipolar em eletroduto (de seção circular ou não) ou em canaleta não-ventilada enterrado(a).
61A	D	Cabos unipolares em eletrodutos (de seção não-circular ou não em canaleta não ventilada enterrado(a) [8].
63	D	Cabos unipolares ou cabo multipolar diretamente enterrado(s), com proteção mecânica adicional [9].
71	A1	Condutores isolados ou cabos unipolares em moldura.
72 72A	B1 B2	72 – Condutores isolados ou cabos unipolares em canaleta provida de separações sobre parede. 72A – Cabo multipolar em canaleta provida de separações sobre parede.
73	A1	Condutores isolados em eletroduto, cabos unipolares ou cabo multipolar embutido(s) em caixilho de porta.
74	A1	Condutores isolados em eletroduto, cabos unipolares ou cabo multipolar embutido(s) em caixilho de janela.
75 75A	B1 B2	75 – Condutores isolados ou cabos unipolares em canaleta embutida em parede. 75A – Cabo multipolar em canaleta embutida em parede.

Fonte: NBR 5410:2004

Tipos de linhas elétricas.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

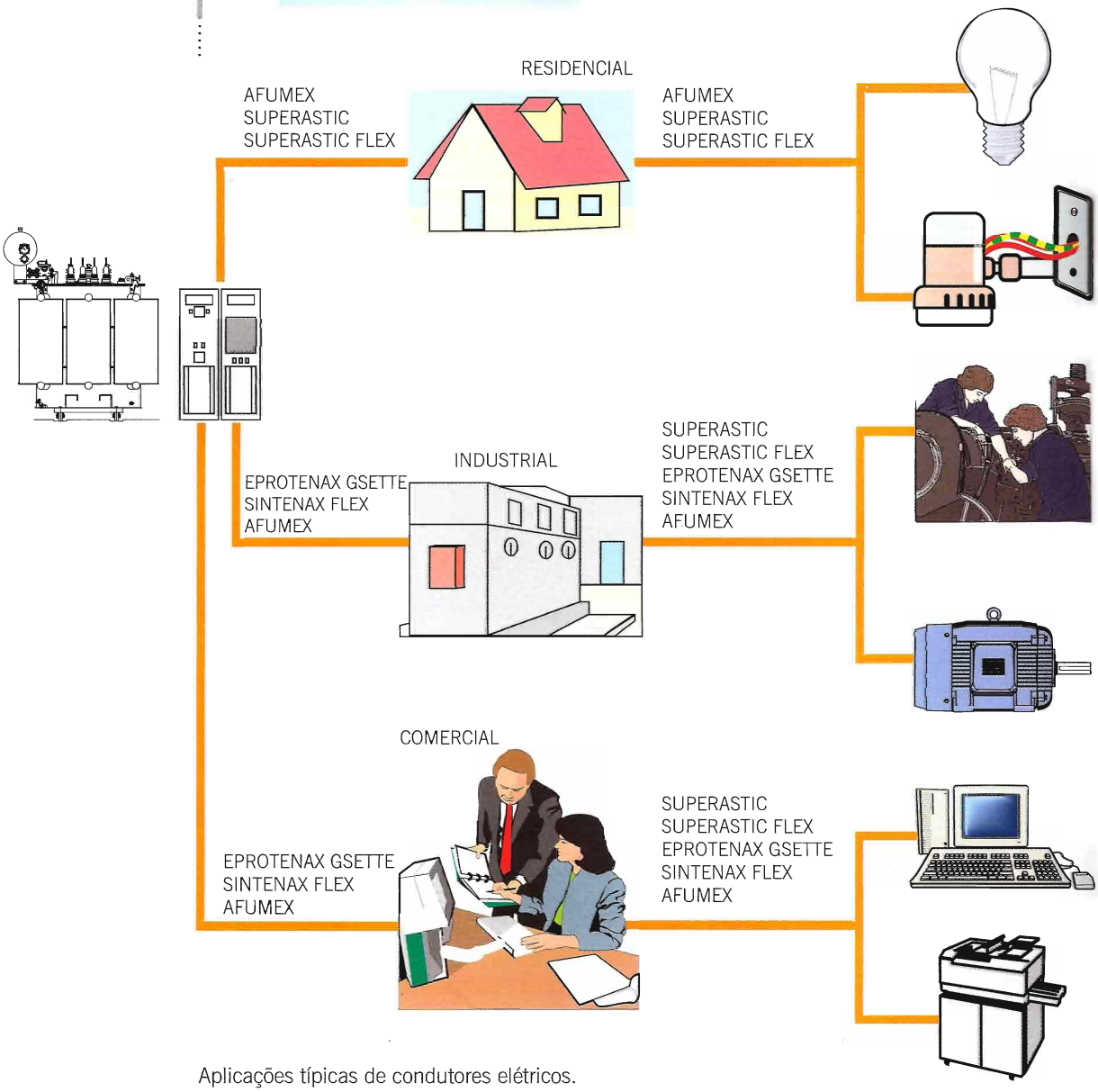
Tipos de linhas elétricas	Cabos recomendados			
	Cabo superastic flex Cabo superastic Fio superastic	Cabo sintenax flex Cabo sintenax	Cabo eprotenax GSETTE	Cabo afumex 0,6/1kv
 Eletroduto aparente Eletroduto em alvenaria	✓	✓	✓	✓
Eletrocalha	✓	✓	✓	✓
 Bandeja leito	não-permitido	✓	✓	✓
Suporte	não-permitido	✓	✓	✓
 Espaço de construção	não-permitido	✓	✓	✓
 Eletroduto enterrado	não-permitido	✓	✓	✓
 Canaleta no solo	não-permitido	✓	✓	✓
 Diretamente enterrado	não-permitido	✓	✓	✓

Fonte: Prysmian

Tipos de linhas elétricas e exemplo de utilização de condutores elétricos.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Fios e cabos elétricos



Aplicações típicas de condutores elétricos.

Número de condutores carregados

Entende-se por condutor carregado aquele que efetivamente é percorrido pela corrente elétrica no funcionamento normal do circuito. Os condutores fase e neutro são, neste caso, considerados como condutores carregados. O número de condutores carregados a ser considerado é aquele indicado na tabela a seguir:

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Esquema de condutores vivos do circuito	Número de condutores carregados a ser adotado	Exemplo de aplicação
Monofásico a dois condutores.	2	Circuitos de distribuição (Iluminação, tomadas, etc.)
Monofásico a três condutores.	2	Circuitos alimentadores de transformadores monofásicos com tap (derivação) central no secundário.
Duas fases sem neutro.	2	Circuitos de distribuição de aparelhos de ar-condicionado, chuveiros elétricos, ligados entre F-F=220V.
Duas fases com neutro.	3	Alimentadores gerais de quadros bifásicos.
Trifásico sem neutro.	3	Circuitos de distribuição para banco de capacitores, motores trifásicos, etc.
Trifásico com neutro.	3 ou 4	Alimentadores gerais de quadros trifásicos.

Fonte: NBR 5410:2004

Número de condutores carregados a ser considerado, em função do tipo de circuito.

Nota

- "Em circuitos trifásicos com neutro, quando a circulação de corrente no neutro não for acompanhada de redução correspondente na carga dos condutores de fase (circuito desequilibrado), o neutro deve ser computado como condutor carregado". É o que acontece quando a corrente nos condutores de fase contém componentes harmônicas de ordem três e seus múltiplos numa taxa superior a 15%. Deve-se considerar como 4 condutores carregados e a determinação da capacidade de condução de corrente dos condutores deve ser afetada do "fator de correção devido ao carregamento do neutro". Neste caso, aplica-se em caráter geral o fator 0,86, independentemente do método de instalação, é aplicável, então, às capacidades de condução de corrente válidas para três condutores carregados.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Consultando uma das tabelas a seguir e na coluna correspondente os dados obtidos anteriormente, encontramos a seção do condutor, que deve ser aquela que, por excesso, atenda ao valor da corrente, em função das características da instalação do circuito.

Condutores: cobre e alumínio - **Isolação**: PVC
Temperatura no condutor: 70°C
Temperatura de referência do ambiente: 30°C(ar), 20°C(solo)

Seções nominais mm²	Métodos de referência (indicados na tabela que começa na página 315).											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de Condutores Carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	7	7	7	7	9	8	9	8	10	9	12	10
0,75	9	9	9	9	11	10	11	10	13	11	15	12
1	11	10	11	10	14	12	13	12	15	14	18	15
1,5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	29	24
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	38	31
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	47	39
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	63	52
16	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	81	67
25	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96	104	86
35	99	89	92	83	125	110	111	99	138	119	125	103
50	119	108	110	99	151	134	133	118	168	144	148	122
70	151	136	139	125	192	171	168	149	213	184	183	151
95	182	164	167	150	232	207	201	179	258	223	216	179
120	210	188	192	172	269	239	232	206	299	259	246	203
150	240	216	219	196	309	275	265	236	344	299	278	230
185	273	245	248	223	353	314	300	268	392	341	312	258
240	321	286	291	261	415	370	351	313	461	403	361	297
300	367	328	334	298	477	426	401	358	530	464	408	336
400	438	390	398	355	571	510	477	425	634	557	478	394
500	502	447	456	406	656	587	545	486	729	642	540	445
630	578	514	526	467	758	678	626	559	843	743	614	506
800	669	593	609	540	881	788	723	645	978	865	700	577
1000	767	679	698	618	1012	906	827	738	1125	996	792	652

Fonte: NBR 5410:2004

Capacidade de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C, e D, com excessão das seções nominais dos condutores de alumínio.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Condutores: cobre e alumínio - **Isolação**: EPR ou XLPE
Temperatura no condutor: 90°C
Temperatura de referência do ambiente: 30°C(ar), 20°C(solo)

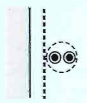
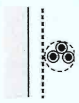
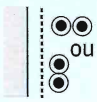
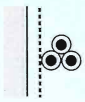
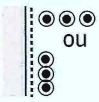
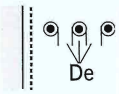
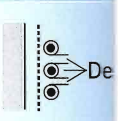
Seções nominais mm²	Métodos de referência (indicados na tabela da página 315).											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	10	9	10	9	12	10	11	10	12	11	14	12
0,75	12	11	12	11	15	13	15	13	16	14	18	15
1	15	13	14	13	18	16	17	15	19	17	21	17
1,5	19	17	18,5	16,5	23	20	22	19,5	24	22	26	22
2,5	26	23	25	22	31	28	30	26	33	30	34	29
4	35	31	33	30	42	37	40	35	45	40	44	37
6	45	40	42	38	54	48	51	44	58	52	56	46
10	61	54	57	51	75	66	69	60	80	71	73	61
16	81	73	76	68	100	88	91	80	107	96	95	79
25	106	95	99	89	133	117	119	105	138	119	121	101
35	131	117	121	109	164	144	146	128	171	147	146	122
50	158	141	145	130	198	175	175	154	209	179	173	144
70	200	179	183	164	253	222	221	194	269	229	213	178
95	241	216	220	197	306	269	265	233	328	278	252	211
120	278	249	253	227	354	312	305	268	382	322	287	240
150	318	285	290	259	407	358	349	307	441	371	324	271
185	362	324	329	295	464	408	395	348	506	424	363	304
240	424	380	386	346	546	481	462	407	599	500	419	351
300	486	435	442	396	628	553	529	465	693	576	474	396
400	579	519	527	472	751	661	628	552	835	692	555	464
500	664	595	604	541	864	760	718	631	966	797	627	525
630	765	685	696	623	998	879	825	725	1122	923	711	596
800	885	792	805	721	1158	1020	952	837	1311	1074	811	679
1000	1014	908	923	826	1332	1173	1088	957	1515	1237	916	767

Capacidade de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C, e D, com excessão das seções nominais dos condutores de alumínio.

Fonte: NBR 5410:2004

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Condutores: cobre e alumínio - **Isolação**: PVC
Temperatura no condutor: 70°C
Temperatura de referência do ambiente: 30°C

Seções nominais dos condutores mm²	Métodos de referência (indicados na tabela da página 315).						
	Cabos multipolares		Cabos unipolares①				
	Dois condutores carregados	Três condutores carregados	Dois condutores carregados justapostos	Três condutores carregados, em trifólio	Três condutores Carregados no mesmo plano		
					Justapostos	Espaçados	
						Horizontal	Vertical
	Método E	Método E	Método F	Método F	Método F	Método G	Método G
							
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
			Cobre				
0,5	11	9	11	8	9	12	10
0,75	14	12	14	11	11	16	13
1	17	14	17	13	14	19	16
1,5	22	18,5	22	17	18	24	21
2,5	30	25	31	24	25	34	29
4	40	34	41	33	34	45	39
6	51	43	53	43	45	59	51
10	70	60	73	60	63	81	71
16	94	80	99	82	85	110	97
25	119	101	131	110	114	146	130
35	148	126	162	137	143	181	162
50	180	153	196	167	174	219	197
70	232	196	251	216	225	281	254
95	282	238	304	264	275	341	311
120	328	276	352	308	321	396	362
150	379	319	46	356	372	456	419
185	434	364	463	409	427	521	480
240	514	430	546	485	507	615	569
300	593	497	629	561	587	709	659
400	715	597	754	656	689	852	795
500	826	689	868	749	789	982	920
630	958	798	1005	855	905	1138	1070
800	1118	930	1169	971	1119	1325	1251
1000	1292	1073	1346	1079	1296	1528	1448

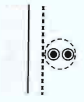
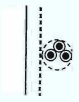
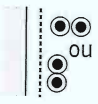
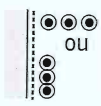
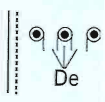
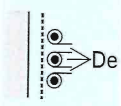
① Ou ainda, condutores isolados, quando o método de instalação permitir.

Fonte NBR 5410/2004

Capacidade de Condução de Corrente, em ampères, para os métodos de referência E, F, e G, com excessão das seções nominais dos condutores de alumínio.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Condutores: cobre e alumínio - **Isolação**: EPR ou XLPE
Temperatura no condutor: 90°C
Temperatura de referência do ambiente: 30°C

Seções nominais dos condutores mm²	Métodos de referência (Indicados na tabela da página 315).						
	Cabos multipolares		Cabos unipolares①				
	Dois condutores carregados	Três condutores carregados	Dois condutores carregados justapostos	Três condutores carregados, em trifólio	Três condutores carregados no mesmo plano		
					Justapostos	Espaçados	
						Horizontal	Vertical
	Método E	Método E	Método F	Método F	Método F	Método G	Método G
							
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
			Cobre				
0,5	13	12	13	10	10	15	12
0,75	17	15	17	13	14	19	16
1	21	18	21	16	17	23	19
1,5	26	23	27	21	22	30	25
2,5	36	32	37	29	30	41	35
4	49	42	50	40	42	56	48
6	63	54	65	53	55	73	63
10	86	75	90	74	77	101	88
16	115	100	121	101	105	137	120
25	149	127	161	135	141	182	161
35	185	158	200	169	176	226	201
50	225	192	242	207	216	275	246
70	289	246	310	268	279	353	318
95	352	298	377	328	342	430	389
120	410	346	437	383	400	500	454
150	473	399	504	444	464	577	527
185	542	456	575	510	533	661	605
240	641	538	679	607	634	781	719
300	741	621	783	703	736	902	833
400	892	745	940	823	868	1085	1008
500	1030	859	1083	946	998	1253	1169
630	1196	995	1254	1088	1151	1454	1362
800	1396	1159	1460	1252	1328	1696	1595
1000	1613	1336	1683	1420	1511	1958	1849

① Ou ainda, condutores isolados, quando o método de instalação permitir.

Fonte: NBR 5410:2004

Capacidade de Condução de Corrente, em ampères, para os métodos de referência E, F, e G, com excessão das seções nominais dos condutores de alumínio.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Temperaturas características dos condutores

A tabela abaixo apresenta as características quanto à variação de temperatura dos diversos materiais utilizados como isolação dos condutores para instalações elétricas.

Tipo de material	Temperatura de operação em regime contínuo (°C)	Temperatura de sobrecarga (°C)	Temperatura de curto-circuito (°C)
Policloreto de Vinila (PVC) até 300mm²	70	100	160
Policloreto de Vinila (PVC) maior que 300mm²	70	100	140
Borracha etileno – propileno (EPR)	90	130	250
Polietileno reticulado (XLPE)	90	130	250

Fonte: NBR 5410:2004

Temperaturas características dos condutores.

Fator de correção de temperatura (FCT)

"O valor da temperatura ambiente a ser utilizado é a temperatura do meio onde os condutores serão instalados considerando-os carregados".

O fator de correção de temperatura (da tabela abaixo) são aplicáveis quando a temperatura ambiente e do solo forem diferentes de 30°C e 20°C, respectivamente.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Temperatura °C	Isolação			
	PVC	EPR ou XLPE	PVC	EPR ou XLPE
	Ambiente		do Solo	
10	1,22	1,15	1,10	1,07
15	1,17	1,12	1,05	1,04
20	1,12	1,08	1,00	1,00
25	1,06	1,04	0,95	0,96
30	1,00	1,00	0,89	0,93
35	0,94	0,96	0,84	0,89
40	0,87	0,91	0,77	0,85
45	0,79	0,87	0,71	0,80
50	0,71	0,82	0,63	0,76
55	0,61	0,76	0,55	0,71
60	0,50	0,71	0,45	0,65
65	-	0,65	-	0,60
70	-	0,58	-	0,53
75	-	0,50	-	0,46
80	-	0,41	-	0,38

Fonte: NBR 5410:2004

Fatores de correção para temperaturas ambientes diferentes de 30°C para cabos não-enterrados e de 20°C (Temperatura do solo) para linhas subterrâneas- FCT.

Fatores de correção de agrupamento (FCA)

O fator de correção de agrupamento (FCA) é aplicável a vários circuitos, quando instalados num mesmo eletroduto, calha, bloco alveolado, bandeja, agrupados sobre uma superfície, ou ainda para cabos em eletrodutos enterrados, ou cabos diretamente enterrados no solo.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Ref.	Forma de agrupamento dos condutores	Número de circuitos ou de cabos multipolares												Tabelas dos métodos de referência
		1	2	3	4	5	6	7	8	9 a 11	12 a 15	16 a 19	≥ 20	
1	Em feixe: ao ar livre ou sobre superfície; embutidos; em conduto fechado	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	pág. 322 a 325 (métodos A a F)
2	Camada única sobre parede, piso, ou em bandeja não-perfurada ou prateleira	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70				pág. 322 e 323 (método C)
3	Camada única no teto	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
4	Camada única em bandeja perfurada	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				pág. 324 e 325 (métodos E e F)
5	Camada unida em leito, suporte	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				

Fonte: NBR 5410:2004

Fatores de correção para agrupamento de circuitos ou cabos multipolares.

Nota

- Esses fatores são aplicáveis a grupos homogêneos de cabos, uniformemente carregados.
- Quando a distância horizontal entre cabos adjacentes for superior ao dobro de seu diâmetro externo, não é necessário aplicar nenhum fator de redução.
- O número de circuitos ou cabos com o qual se consulta a tabela refere-se:
  - À quantidade de grupos de dois ou três condutores isolados ou cabos unipolares, cada grupo constituindo um circuito (supondo-se um só condutor por fase, isto é, sem condutores em paralelo), e/ou
  - À quantidade de cabos multipolares que compõem o agrupamento, qualquer que seja essa composição (só condutores isolados, só cabos unipolares, só cabos multipolares ou qualquer combinação).

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

- Se o agrupamento for constituído, ao mesmo tempo, de cabos bipolares e tripolares, deve-se considerar o número total de cabos como sendo o número de circuitos e, de posse do fator de agrupamento resultante, a determinação das capacidades de condução de corrente, nas tabelas das p[aginas 322 a 325, deve ser então efetuada:
  - Na coluna de dois condutores carregados, para os cabos bipolares; e
  - na coluna de três condutores carregados, para os cabos tripolares.
- Um agrupamento com N condutores isolados, ou N cabos unipolares, pode ser considerado composto tanto de N/2 circuitos com dois condutores carregados quando de N/3 circuitos com três condutores carregados.
- Os valores indicados são médios para a faixa usual de seções nominais, com dispersão geralmente inferior a 5%.

		Quantidade de circuitos trifásicos ou de cabos multipolares por camada				
		2	3	4 ou 5	6 a 8	9 e mais
Quantidade de camadas	2	0,68	0,62	0,60	0,58	0,56
	3	0,62	0,57	0,55	0,53	0,51
	4 ou 5	0,60	0,55	0,52	0,51	0,49
	6 a 8	0,58	0,53	0,51	0,49	0,48
	9 e mais	0,56	0,51	0,49	0,48	0,46

Fonte: NBR 5410:2004

Fatores de correção aplicáveis a agrupamentos consistindo em mais de uma camada de condutores. – Métodos de referência C (Tabelas páginas. 322 e 323), E e F (Tabelas das páginas 324 e 325).

Nota

- Os fatores são válidos independente da disposição da camada, se horizontal ou vertical.
- Sobre condutores agrupados em uma única camada, ver tabela da página 328 (linhas 2 a 5 da tabela).
- Se forem necessários valores mais precisos, deve-se recorrer à ABNT NBR 11301:1990.

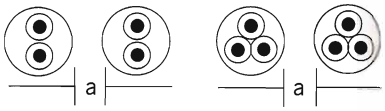
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Número de circuitos	Distância entre cabos① (a)				
	Nula	Um diâmetro de cabo	0,125m	0,25m	0,5m
2	0,75	0,80	0,85	0,90	0,90
3	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85
4	0,60	0,60	0,70	0,75	0,80
5	0,55	0,55	0,65	0,70	0,80
6	0,50	0,55	0,60	0,70	0,80

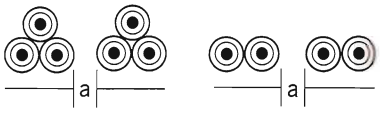
Fatores de agrupamento para linhas com cabos diretamente enterrados.

①

Cabos multipolares



Cabos unipolares



Fonte: NBR 5410:2004

alerta

① Os valores indicados são aplicáveis para uma profundidade de 0,7m e uma resistividade térmica do solo de 2,5Kxm/w. São valores médios para as seções de condutores constantes nas tabelas das páginas 322 e 323. Os valores médios arredondados podem apresentar erro de até ± 10% em certos casos. Se forem necessários valores mais precisos, deve-se recorrer à ABNT NBR 11301:1990.

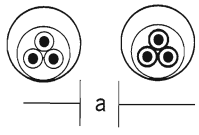
② Deve-se atentar para as restrições e problemas que envolvem o uso de condutores isolados ou cabos unipolares em eletrodutos metálicos quando se tem um único condutor por eletroduto.

Cabos multipolares em eletrodutos – Um cabo por eletroduto				
Número de circuitos	Espaçamento entre eletrodutos (a)			
	Nulo	0,25m	0,5m	1,0m
2	0,85	0,90	0,95	0,95
3	0,75	0,85	0,90	0,95
4	0,70	0,80	0,85	0,90
5	0,65	0,80	0,85	0,90
6	0,60	0,80	0,80	0,80
Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto② – Um condutor por eletroduto				
Número de circuitos (grupos de dois ou três condutores)	**Espaçamento entre eletrodutos (a)**			
	Nulo	**0,25m**	**0,5m**	**1,0m**
2	0,80	0,90	0,90	0,95
3	0,70	0,80	0,85	0,90
4	0,65	0,75	0,80	0,90
5	0,60	0,70	0,80	0,90
6	0,60	0,70	0,80	0,90

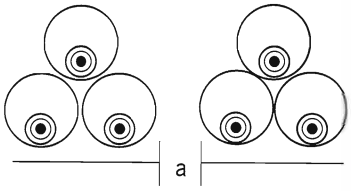
Fatores de agrupamento para linhas em eletrodutos enterrados.

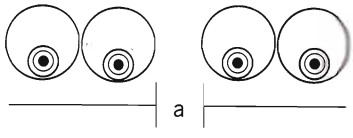
(a)

Cabos multipolares



Cabos unipolares





Fonte: NBR 5410:2004

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Fator de agrupamento

A norma NBR 5410:2004, determina que os Fatores de Correção de Agrupamento dos circuitos (FCA) indicados nas tabelas das páginas 328 a 330 são válidos para grupos de condutores semelhantes, igualmente carregados. Condutores "semelhantes" são aqueles cuja capacidade de condução de corrente baseiam-se na mesma temperatura máxima para serviço contínuo e cujas seções nominais estão contidas no intervalo de três seções normalizadas sucessivas. Quando os condutores de um grupo não preencherem essa condição, os fatores de agrupamento aplicáveis devem ser obtidos recorrendo-se a qualquer das duas alternativas seguintes:"

a) Cálculo caso a caso, utilizando, a norma ABNT NBR 11301:1990; ou

b) Caso não seja viável um cálculo mais específico, pode ser adotado o fator F da expressão:

$$F = \frac{1}{\sqrt{n}}$$

Onde:
F = Fator de correção.
n = Número de circuitos ou de cabos multipolares.

→ Exemplo

Em uma instalação elétrica constituída por quatro circuitos, sendo: circuitos monofásicos, bifásicos e trifásicos, alimentados por cabos unipolares, justapostos (unidos) em uma camada única em bandeja perfurada. Se os cabos cujas seções nominais estiverem contidas no intervalo de três seções normalizadas sucessivas (como por exemplo: 6mm², 10mm² e 16mm²), o fator obtido na tabela da página 328 da NBR, ref. 4, será 0,77.

Se, no entanto, a seção nominal dos condutores de um dos circuitos não for sequencial, por exemplo: 4mm² e 25mm², o fator será:

$$F = \frac{1}{\sqrt{n}} \Rightarrow F = \frac{1}{\sqrt{4}} \Rightarrow F = \frac{1}{2} \Rightarrow \boxed{F = 0{,}5}$$

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Queda de tensão

A queda de tensão não deve ser superior aos limites estabelecidos pela NBR 5410:2004, cuja finalidade é não prejudicar o funcionamento dos equipamentos de utilização conectados aos circuitos da instalação.

A queda de tensão, desde a origem até o ponto mais afastado de qualquer circuito de utilização está contemplada na tabela abaixo:

Denominação	Percentual (%)
a) A partir dos terminais secundários do transformador MT/BT, no caso de transformador de propriedade da(s) unidade(s) consumidora(s).	7
b) A partir dos terminais secundários do transformador MT/BT da empresa distribuidora de eletricidade, quando o ponto de entrega for aí localizado.	7
c) A partir do ponto de entrega, nos demais casos de ponto de entrega com fornecimento em tensão secundária de distribuição.	5
d) A partir dos terminais de saída do gerador, no caso de grupo gerador próprio.	7
e) Queda de tensão nos circuitos terminais.	4

Fonte: NBR 5410:2004

Limites de queda de tensão.

Nota

- "Os limites de queda de tensão acima são válidos quando a tensão nominal dos equipamentos de utilização previstos for coincidentes com a tensão nominal da instalação".
- "Nos casos das alíneas a), b) e d), quando as linhas principais da instalação tiverem um comprimento superior a 100m, as quedas de tensão podem ser aumentadas de 0,005% por metro de linha superior a 100m, sem que, no entanto, essa suplementação seja superior a 0,5%".
- Para circuitos de motores, com o objetivo de "evitar perturbações que comprometam a rede de distribuição, a própria instalação e o funcionamento das demais cargas por ela alimentadas, devem ser observados: " a) as restrições impostas pela empresa distribuidora de energia elétrica à partida de motores; b) os limites de queda de tensão nos demais pontos de utilização, durante a partida do motor, deve ser conforme

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

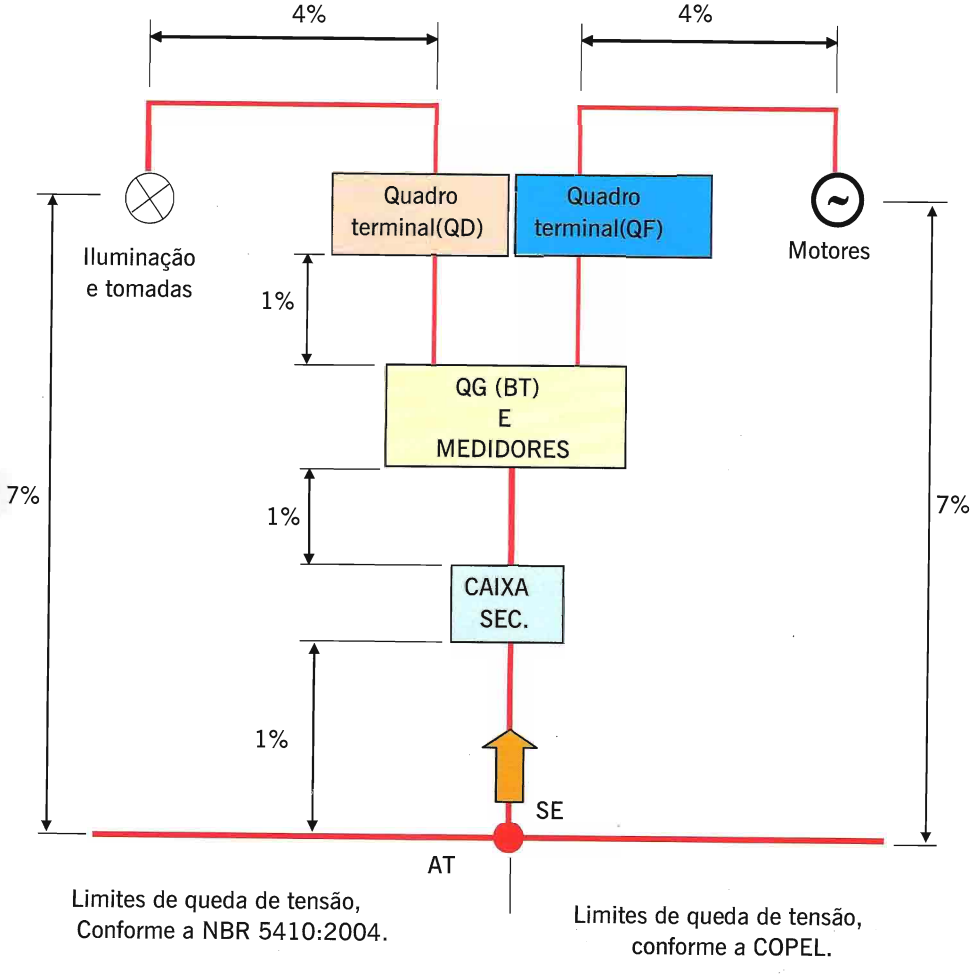
os itens a) a d) da tabela da página 332 Para satisfazer essas condições a) e b), pode ser necessário empregar dispositivo que limite a corrente na partida do motor.

- O dimensionamento dos condutores que alimentam motores deve ser tal que: a) em regime permanente, as quedas de tensão nos terminais do motor e em outros pontos de utilização, deve ser de acordo com os itens a) a d) da tabela anterior. b) Durante a partida do motor, a queda de tensão no dispositivo de partida não ultrapasse 10% da tensão nominal. OBS.: 1) Em determinadas situações, é possível uma queda de tensão superior a 10% da tensão nominal, desde que o tempo de aceleração do motor não seja prolongado; 2) Adotar fator de potência 0,3 para o cálculo da queda de tensão do motor com rotor bloqueado.

alerta

Para o cálculo da queda de tensão num circuito, deve ser utilizada a corrente de projeto do circuito.
1. A corrente de projeto inclui as componentes de harmônicas.
2. Para circuitos de motores, ver 6.5.1.2.1, 6.5.1.3.2 e 6.5.1.3.3 da NBR 5410:2004.

A figura abaixo mostra detalhes de queda de tensão vistos na tabela da página anterior.



www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Métodos para o cálculo da queda de tensão

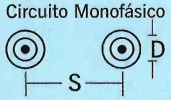
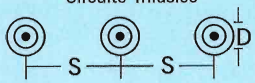
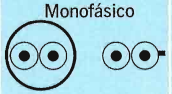
Queda de tensão unitária	Queda de tensão trecho a trecho
$\Delta V_{unit.} = \frac{e(\%) x V_n}{Ip x \ell}$	$\Delta e(\%) = \frac{\Delta V_{unit.} x I_p x \ell x 100}{V_n}$
Onde: $\Delta V_{unit.}$ = Queda de tensão unitária, em volt por ampère x quilômetro (V/Axkm). **e(%)** = Queda de tensão máxima admissível no trecho, em percentual (%)- (Ver figura página 333). ℓ = Comprimento do trecho, em quilômetro (km). **Ip** = Corrente de projeto, em ampère (A). v_n = Tensão nominal, em volt (V) – (127V – Sistema COPEL). V_n = Tensão nominal, em volt (V) – (220V-Sistema COPEL).	**Onde:** $\Delta e(\%)$ = Queda de tensão máxima admissível no trecho, em percentual (%). Ip = Corrente de projeto, em ampère (A). $\Delta V_{unit.}$ =Queda de tensão unitária, em volt por ampère x quilômetro (V/Axkm). ℓ = Comprimento do trecho, em quilômetro (km). v_n = Tensão nominal, em volt (V) – (127V – Sistema COPEL). V_n = Tensão nominal, em volt (V) – (220V-Sistema COPEL).

Roteiro para o dimensionamento pela queda de tensão

a) Tipo de isolação do condutor
b) Método de instalação
c) Material do eletroduto (magnético ou não-magnético)
d) Tipo de circuito (monofásico ou trifásico)
e) Tensão do circuito (v ou V)
f) Temperatura ambiente
g) Cálculo da corrente de projeto
h) Fator de potência
i) Comprimento do trecho ou do circuito, em km
j) Queda de tensão por trecho (percentual)
k) Escolha do condutor

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Tabela de queda de tensão unitária em V/AxKm.

Seção Nominal mm²	Eletroduto e calha (5) (mat. magnético)		Eletroduto e calha (5) (mat. não-magnétco)				Instalação ao ar livre (3)																	
							Cabos Sintenax, Voltenax e Voltalene																	
	Pirastic Super Pirastic - Flex Super		Pirastic Super Pirastic - Flex Super				Cabos Unipolares (4)														C. UniTripolar		C. TriTetrapolar	
	Circ. Monofásico e Trifásico		Circ. Monofásico		Circ. Trifásico		Circuito Monofásico 						Circuito Trifásico 						Circuito Trifásico		Circuito Monofásico 		Circuito Trifásico	
							S=10 cm		S=20 cm		S=2D		S=10 cm		S=20 cm		S=2D		(2)		(2)			
	FF= 0,80	FF= 0,95	FF= 0,80	FF= 0,95	FF= 0,80	FF= 0,95	FF= 0,80	FF= 0,95	FF= 0,80	FF= 0,95	FF= 0,80	FF= 0,95	FF= 0,80	FF= 0,95	FF= 0,80	FF= 0,95	FF= 0,80	FF= 0,95	FF= 0,80	FF= 0,95	FF= 0,80	FF= 0,95	FF= 0,80	FF= 0,95
1,5	23	27,4	23,3	27,6	20,2	23,9	23,6	27,8	23,7	27,8	23,4	27,6	20,5	24,0	20,5	24,1	20,3	24,0	20,2	23,9	23,3	27,6	20,2	23,9
2,5	14	16,8	14,3	16,9	12,4	14,7	14,6	17,1	14,7	17,1	14,4	17,0	12,7	14,8	12,7	14,8	12,5	14,7	12,4	14,7	14,3	16,9	12,4	14,7
4	9,0	10,5	8,96	10,6	7,79	9,15	9,3	10,7	9,3	10,7	9,1	10,6	8,0	9,3	8,1	9,3	7,9	9,2	7,8	9,2	9,0	10,6	7,8	9,1
6	5,87	7,00	6,03	7,07	5,25	6,14	6,3	7,2	6,4	7,2	6,1	7,1	5,5	6,3	5,5	6,3	5,3	6,2	5,2	6,1	6,0	7,1	5,2	6,1
10	3,54	4,20	3,63	4,23	3,17	3,67	3,9	4,4	3,9	4,4	3,7	4,3	3,4	3,8	3,4	3,8	3,2	3,7	3,2	3,7	3,6	4,2	3,1	3,7
16	2,27	2,70	2,32	2,68	2,03	2,33	2,6	2,8	2,6	2,8	2,4	2,7	2,2	2,4	2,3	2,5	2,1	2,4	2,0	2,3	2,3	2,7	2,0	2,3
25	1,50	1,72	1,51	1,71	1,33	1,49	1,73	1,83	1,80	1,86	1,59	1,76	1,52	1,59	1,57	1,62	1,40	1,53	1,32	1,49	1,50	1,71	1,31	1,48
35	1,12	1,25	1,12	1,25	0,98	1,09	1,33	1,36	1,39	1,39	1,20	1,29	1,17	1,19	1,22	1,22	1,06	1,13	0,98	1,09	1,12	1,25	0,97	1,08
50	0,86	0,95	0,85	0,94	0,76	0,82	1,05	1,04	1,11	1,07	0,93	0,97	0,93	0,91	0,96	0,94	0,82	0,85	0,75	0,82	0,85	0,93	0,74	0,81
70	0,64	0,67	0,62	0,67	0,55	0,59	0,81	0,76	0,87	0,80	0,70	0,71	0,72	0,67	0,77	0,70	0,63	0,62	0,55	0,59	0,62	0,67	0,54	0,58
95	0,50	0,51	0,48	0,50	0,43	0,44	0,65	0,59	0,71	0,62	0,56	0,54	0,58	0,52	0,64	0,55	0,50	0,47	0,43	0,44	0,48	0,50	0,42	0,43
120	0,42	0,42	0,40	0,41	0,36	0,36	0,57	0,49	0,63	0,52	0,48	0,44	0,51	0,43	0,56	0,46	0,43	0,39	0,36	0,36	0,40	0,41	0,35	0,35
150	0,37	0,35	0,35	0,34	0,31	0,30	0,50	0,42	0,56	0,45	0,42	0,38	0,45	0,37	0,51	0,40	0,38	0,34	0,31	0,30	0,35	0,34	0,30	0,30
185	0,32	0,30	0,30	0,29	0,27	0,25	0,44	0,36	0,51	0,39	0,37	0,32	0,40	0,32	0,46	0,35	0,34	0,29	0,27	0,25	0,30	0,29	0,26	0,25
240	0,29	0,25	0,26	0,24	0,23	0,21	0,39	0,30	0,45	0,33	0,33	0,27	0,35	0,27	0,41	0,30	0,30	0,24	0,23	0,21	0,26	0,24	0,22	0,20
300	0,27	0,22	0,23	0,20	0,21	0,18	0,35	0,26	0,41	0,29	0,30	0,23	0,32	0,23	0,37	0,26	0,28	0,21	0,21	0,18	0,23	0,20	0,20	0,18
400	0,24	0,20	0,21	0,17	0,19	0,15	0,32	0,22	0,37	0,26	0,27	0,21	0,29	0,20	0,34	0,23	0,25	0,19	0,19	0,15	-	-	-	-
500	0,23	0,19	0,19	0,16	0,17	0,14	0,28	0,20	0,34	0,23	0,25	0,18	0,26	0,18	0,32	0,21	0,24	0,17	0,17	0,14	-	-	-	-
630	0,22	0,17	0,18	0,13	0,16	0,12	0,26	0,17	0,32	0,21	0,24	0,16	0,24	0,16	0,29	0,19	0,22	0,15	0,16	0,12	-	-	-	-
800	0,21	0,16	0,17	0,12	0,15	0,11	0,23	0,15	0,29	0,18	0,22	0,15	0,22	0,14	0,27	0,17	0,21	0,14	0,15	0,11	-	-	-	-
1000	0,21	0,16	0,16	0,11	0,14	0,10	0,21	0,14	0,27	0,17	0,21	0,14	0,20	0,13	0,25	0,16	0,20	0,13	0,14	0,10	-	-	-	-
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25

Fonte: Prysmian

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

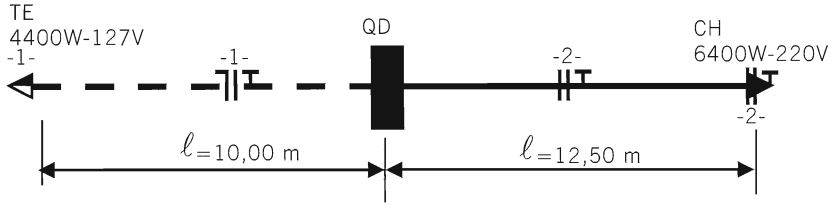
Tabela de queda de tensão unitária em V/Axkm.

Instalação ao ar livre (3)																					
Cabos Eprotenax e Eproprene																					
Cabos Unipolares (4)														C. UniTripolar		C. TriTetrapolar		DUPLAST AF		TRIPLAST AF Circ. Trifásico	
Circuito Monofásico (S, D)						Circuito Trifásico (S, S, D)						Circuito Trifásico (2)		Circuito Monofásico (2)		Circuito Trifásico					
S=10 cm		S=20 cm		S=2D		S=10 cm		S=20 cm		S=2D											
FF= 0,80	FF= 0,95	FF= 0,80	FF= 0,95	FF= 0,80	FF= 0,95	FF= 0,80	FF= 0,95	FF= 0,80	FF= 0,95	FF= 0,80	FF= 0,95	FF= 0,80	FF= 0,95	FF= 0,80	FF= 0,95	FF= 0,80	FF= 0,95	FF= 0,80	FF= 0,95	FF= 0,80	FF= 0,95
23,8	28,0	23,9	28,0	23,6	27,9	20,7	24,2	20,7	24,3	20,5	24,1	20,4	24,1	23,5	27,8	20,3	24,1	23,3	27,6	20,8	24,2
14,9	17,4	15,0	17,5	14,7	17,3	12,9	15,1	13,0	15,1	12,8	15,0	12,7	15,0	14,6	17,3	12,7	15,0	14,3	16,9	12,9	14,9
9,4	10,9	9,5	10,9	9,2	10,8	8,2	9,5	8,2	9,5	8,0	9,4	7,9	9,3	9,1	10,8	7,9	9,3	8,96	10,5	8,37	9,45
6,4	7,3	6,4	7,3	6,2	7,2	5,5	6,3	5,6	6,3	5,4	6,2	5,3	6,2	6,1	7,1	5,3	6,2	6,02	7,07	5,64	6,34
3,9	4,4	4,0	4,4	3,7	4,3	3,4	3,8	3,5	3,8	3,3	3,7	3,2	3,7	3,6	4,2	3,2	3,7	-	-	-	-
2,58	2,83	2,64	2,86	2,42	2,74	2,25	2,46	2,31	2,48	2,12	2,39	2,05	2,35	2,34	2,70	2,03	2,34	-	-	-	-
1,74	1,85	1,81	1,88	1,61	1,77	1,53	1,61	1,58	1,64	1,41	1,55	1,34	1,51	1,52	1,73	1,32	1,50	-	-	-	-
1,34	1,37	1,40	1,41	1,21	1,30	1,18	1,20	1,23	1,23	1,06	1,14	0,99	1,10	1,15	1,26	0,98	1,09	-	-	-	-
1,06	1,05	1,12	1,09	0,94	0,99	0,94	0,92	0,99	0,95	0,83	0,87	0,76	0,83	0,86	0,95	0,75	0,82	-	-	-	-
0,81	0,77	0,88	0,80	0,70	0,71	0,72	0,68	0,78	0,70	0,63	0,63	0,56	0,59	0,63	0,67	0,54	0,58	-	-	-	-
0,66	0,59	0,72	0,62	0,56	0,54	0,59	0,52	0,64	0,55	0,50	0,48	0,43	0,44	0,48	0,50	0,42	0,44	-	-	-	-
0,57	0,49	0,63	0,53	0,48	0,45	0,51	0,44	0,56	0,46	0,43	0,40	0,36	0,36	0,40	0,41	0,35	0,35	-	-	-	-
0,50	0,42	0,57	0,46	0,42	0,38	0,45	0,38	0,51	0,41	0,39	0,34	0,32	0,31	0,35	0,35	0,30	0,30	-	-	-	-
0,44	0,36	0,51	0,39	0,38	0,32	0,40	0,32	0,46	0,35	0,34	0,29	0,27	0,26	0,30	0,29	0,26	0,25	-	-	-	-
0,39	0,30	0,45	0,33	0,33	0,27	0,35	0,27	0,41	0,30	0,30	0,24	0,23	0,21	0,26	0,24	0,22	0,21	-	-	-	-
0,35	0,26	0,41	0,29	0,30	0,24	0,32	0,24	0,37	0,26	0,28	0,21	0,21	0,18	0,23	0,20	0,20	0,18	-	-	-	-
0,31	0,23	0,38	0,26	0,27	0,21	0,29	0,21	0,34	0,23	0,25	0,19	0,19	0,16	-	-	-	-	-	-	-	-
0,28	0,20	0,34	0,23	0,25	0,18	0,26	0,18	0,32	0,21	0,24	0,17	0,17	0,14	-	-	-	-	-	-	-	-
0,26	0,17	0,32	0,21	0,24	0,16	0,24	0,16	0,29	0,19	0,22	0,15	0,16	0,12	-	-	-	-	-	-	-	-
0,23	0,15	0,29	0,18	0,22	0,15	0,22	0,14	0,27	0,17	0,21	0,14	0,15	0,11	-	-	-	-	-	-	-	-
0,21	0,14	0,27	0,17	0,21	0,14	0,21	0,13	0,25	0,16	0,20	0,13	0,14	0,10	-	-	-	-	-	-	-	-
26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Exemplos

1. Dimensionar o condutor com as características abaixo, tendo como dados: FP= 1, isolação de PVC, eletroduto de PVC embutido em alvenaria, temperatura ambiente= 30°C, comprimento do trecho do chuveiro é 12,50m e da torneira elétrica é de 10,00m.



Circuito 1 = 4400W
Tensão = 127V
Circuito 2 = 6400W
Tensão = 220V

Solução

A - Critério da seção mínima
(Tabela da página 309)
Circuitos de pontos de tomadas – **Condutor seção mínima 2,5mm².**

B - Critério da capacidade de condução de corrente

Circuito 1	Circuito 2
$S = \frac{P}{FP} \rightarrow S = \frac{4400}{1} \rightarrow S = 4400VA$	$S = \frac{P}{FP} \rightarrow S = \frac{6400}{1}$ $S = 6400VA$
$I_p = \frac{S}{v} \rightarrow I_p = \frac{4400}{127} \rightarrow I_p = 34,65A$	$I_p = \frac{S}{V} \rightarrow I_p = \frac{6400}{220} \rightarrow I_p = 29,1A$
(Tabela página 322 (Ic) - Coluna 6). (valor imediante superior a 34,65A) Ic=41A - seção 6 mm²	(Tabela página 322 (Ic) - Coluna 6). (valor imediante superior a 29,1A) Ic=32A - seção 4mm²

C - Critério da Queda de Tensão
$\Delta V_{unit.}$ = V/Axkm = (Tabela página 335, Coluna 5) - e(%) = (Figura página 333 ≤4%)

$$\Delta e(\%) = \frac{\Delta V_{unit.} x I_p x \ell x 100}{V_n} (\leq 4\%)$$

Utilizar sempre a análise das quedas, fp≥0,92 conforme determina a norma brasileira.

$\Delta e(\%) = \frac{7,07x34,65x0,010x100}{127} \rightarrow \Delta e(\%) = 1,93\%$	$\Delta e(\%) = \frac{10,6x29,1x0,0125x100}{220} \rightarrow \Delta e(\%) = 1,75\%$

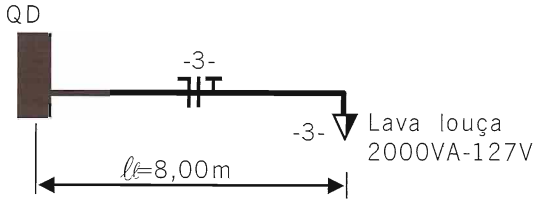
Escolha do condutor – Seção dos condutores adotados

Para o **circuitos 1 e 2**, a queda de tensão é inferior a 4%. Conforme critérios A e B (acima), verificamos que as seções dos condutores calculados para os circuitos correspondentes, permanecem a mesma. Portanto, adota-se as bitolas calculadas.

A seção para o neutro, fase e proteção (PE) é 6,0mm².	**A seção para as fases e proteção (PE) é 4,0mm².**

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

2. Dimensionar o condutor com as características abaixo, tendo como dados: FP= 1, isolação de PVC, eletroduto de PVC embutido em alvenaria, temperatura ambiente= 30°C, comprimento do trecho da lava louça é 8m.



Circuito 3 = 2.200VA
Tensão = 127V

Solução

A - Critério da seção mínima

Circuitos de pontos de tomadas – Condutor seção mínima 2,5mm².
(Tabela da página 309)

B - Critério da capacidade de condução de corrente

$$I_p = \frac{S}{V} \rightarrow I_p = \frac{2000}{127} \rightarrow I_p = 15{,}75A$$

(Tabela página 322)
(Ic) - Coluna 6 - Ic=17,5A - Seção 1,5mm²

C - Critério da queda de tensão

ΔVunit. = V/Axkm = (Tabela página 335, Coluna 5) - e(%)= (Figura página 333) ≤4%

Método da queda de tensão unitária

$$\Delta V_{unit.} = \frac{e(\%) x V_n}{I_p x \ell}$$

$$\Delta V_{unit.} = \frac{0{,}04x127}{15{,}75x0{,}008} \rightarrow \Delta V_{unit.} = \frac{5{,}08}{0{,}126} \rightarrow$$

$$\rightarrow \Delta V_{unit.} = 40{,}32V/Axkm \rightarrow$$ **Seção 1,5mm²**

Método da queda de tensão no trecho

Seção 1,5mm².

$$\Delta e(\%) = \frac{\Delta V_{unit.} x I_p x \ell x 100}{V_n} (\leq 4\%)$$

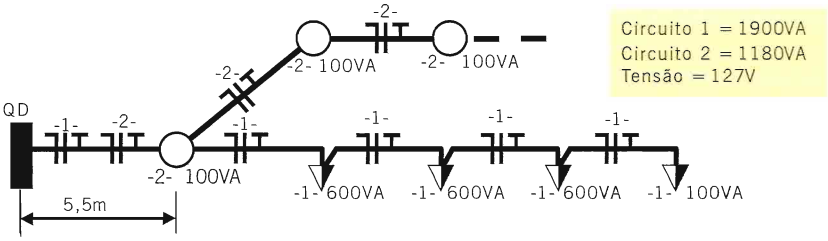
$$\Delta e(\%) = \frac{27{,}6x15{,}75x0{,}008x100}{127} \rightarrow \Delta e(\%) = 2{,}74\%$$

Escolha do condutor – Seção dos condutores adotados

Para esse circuito, observa-se que pelo critério da capacidade de condução de corrente e, também, para ambos os métodos de queda de tensão a seção dos condutores seria de 1,5mm². No entanto, o critério que prevalece neste exemplo é o da seção mínima para tomadas, ou seja:
Seção para o neutro, fase e proteção (PE) - 2,5mm²

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

3. Dimensionar o condutor com as características abaixo, tendo como dados: FP= 1, isolação de PVC, eletroduto de PVC embutido em alvenaria, temperatura ambiente= 30°C, comprimento do trecho é 5,5m.



Solução

A – Critério da seção mínima (Tabela página 309)

Circuitos de pontos de tomadas– Condutor seção mínima 2,5mm².	Circuitos de iluminação – Condutor seção mínima 1,5mm².

B - Critério da capacidade de condução de corrente

Circuito 1	**Circuito 2**
$I_p = \frac{S}{v} \rightarrow I_p = \frac{1900}{127} \rightarrow$	$I_p = \frac{S}{V} \rightarrow I_p = \frac{1180}{127} \rightarrow$
I_p= 14,96A	I_p= 9,29A
(Tabela página 322)	**Tabela página 322**
(Ic) - Coluna 6 - Seção 1,5mm².	**(Ic)** - Coluna 6 - Seção 0,75mm².
Ic=17,5A - seção 1,5mm²	Ic=11A - seção 0,75mm²

C - Critério da queda de tensão

$\Delta V_{unit.}$ = V/Axkm = (página 335, Coluna 5) - e(%)= (Figura página 333) ≤4%

$$\Delta e(\%) = \frac{\Delta V_{unit.} x I_p x \ell x 100}{V_n} (\leq 4\%)$$

$\Delta e(\%) = \frac{27,6x14,96x0,0055x100}{127} \rightarrow$	$\Delta e(\%) = \frac{27,6x9,29x0,0055x100}{127} \rightarrow$
Δe(%)= 1,79%	Δe(%)= 1,11%

Escolha do condutor – Seção dos condutores adotados

Para os circuitos 1 e 2 observa-se que pelo critério da capacidade de condução de corrente e, também, para ambos os métodos de queda de tensão, a seção dos condutores seria de 1,5mm² e 0,75mm² respectivamente. No entanto, o critério que prevalece neste exemplo é o da Seção Mínima, conforme critério A acima, ou seja:

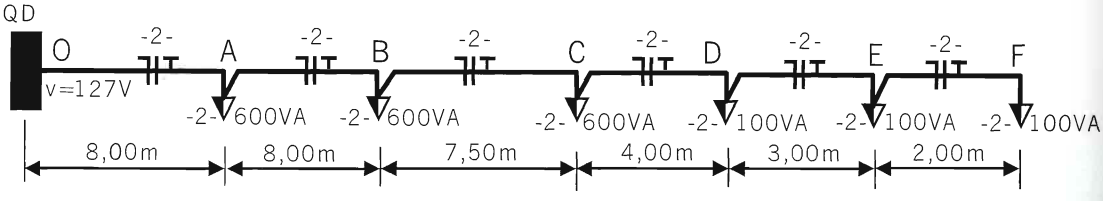
A seção para o neutro, fase e proteção (PE) é 2,5mm².	**A seção para o neutro, fase e proteção (PE) é 1,5mm².**

alerta

Lembramos que a seção final dos condutores será definida por ocasião do dimensionamento do dispositivo de proteção, ou seja, os disjuntores.
Para o cálculo da queda de tensão dos circuitos, quando as distâncias dos trechos entre cargas forem consideradas pequenas pode-se eventualmente utilizar apenas a distância do quadro (QD) até o primeiro ponto de carga, das respectivas cargas.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

4. Dimensionar o condutor com as características abaixo tendo como dados: FP= 1, isolação de PVC, eletroduto de PVC embutido em alvenaria (método de instalação 7), temperatura ambiente= 30°C e tipo de circuitos: F+N, 2cc.



Solução

Circuito 2 = 2100VA
Tensão = 127V

A – Critério da seção mínima (Tabela página 309)

Circuitos de pontos de tomadas– Condutor seção mínima 2,5mm².

B - Critério da capacidade de condução de corrente

$$I_p = \frac{S}{V} \rightarrow I_p = \frac{2100}{127} \rightarrow I_p = 16{,}54A$$

De acordo com a Tabela 322 - **(Ic)** - Coluna 6 (B1 – 2cc) – encontramos o valor 17, 5A (valor imediatamente superior a 16,54A) e obtemos a seção 1,5mm². Porém, a seção mínima para tomadas é 2,5 mm², inicia-se os cálculos por essa seção.

alerta

Este processo é utilizado para o cálculo da queda de tensão, considerando-se as distâncias entre todos os pontos de cargas dos circuitos.

C - Critério da queda de tensão trecho a trecho

Procedimento:

Trecho 0 – A

$$\Delta e(\%) = \frac{\Delta V_{unit.} \times I_p \times \ell 100}{V_n} \rightarrow \Delta e(\%) = \frac{16{,}54 \times 16{,}9 \times 0{,}008 \times 100}{127} \rightarrow$$

$$\boxed{\Delta e(\%) = 1{,}76\%}$$

E assim sucessivamente calcula-se para cada trecho os valores da queda de tensão e vai lançando os valores na tabela a seguir, somando-se os valores acumulados (Δe%). Caso na soma total o valor for superior a 4%, você deverá iniciar todos os cálculos, considerando-se a próxima bitola do condutor

Para seção 2,5mm² - Coluna 5

Trecho	P (W)	Ip (A)	l (km)	Seção do condutor (mm²)	ΔV_{unit} (V/A.km)	Δe(trecho) (%)	Δe(acum.) (%)
0 - A	2100	16,54	0,008	2,5	16,9	1,76	1,76
A - B	1500	11,81	0,008	2,5	16,9	1,26	3,02
B - C	900	7,09	0,0075	2,5	16,9	0,71	3,73
C - D	300	2,36	0,004	2,5	16,9	0,13	3,86
D - E	200	1,57	0,003	2,5	16,9	0,06	3,92
E - F	100	0,79	0,002	2,5	16,9	0,02	3,94<4%

A seção dos condutores a serem adotados para neutro, fase e proteção serão de 2,5mm².

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

paralelo

Considerações sobre condutores elétricos

1. A NBR 5410:2004, estabelece locais onde as instalações elétricas aparentes (em leitos, bandejas, suportes, espaços de construção, etc.) devem utilizar cabos Afumex (cabos livres de halogênios, com baixa emissão de fumaça e gases tóxicos).
"Em áreas comuns, em áreas de circulação e em áreas de concentração de público, em locais BD2, BD3 e BD4, as linhas elétricas embutidas devem ser totalmente imersas em material incombustível, enquanto as linhas aparentes e as linhas no interior de paredes ocas ou de outros espaços de construção devem atender a uma das seguintes condições:
   a) No caso de linhas constituídas por cabos fixados em paredes ou em tetos, os cabos devem ser não-propagantes de chama, livres de halogênio e com baixa emissão de fumaça e gases tóxicos;
   b) No caso de linhas constituídas por condutos abertos, os cabos devem ser não-propagantes de chama, livres de halogênios e com baixa emissão de fumaça e gases tóxicos. Já os condutos, caso não sejam metálicos ou de outro material incombustível, devem ser não-propagantes de chama, livres de halogênios e com baixa emissão de fumaça e gases tóxicos;
   c) No caso de linhas em condutos fechados, os condutos que não sejam metálicos ou de outro material incombustível devem ser não-propagantes de chama, livres de halogênio e com baixa emissão de fumaça e gases tóxicos. Na primeira hipótese (condutos metálicos ou de outro material incombustível), devem ser usados condutores e cabos apenas não-propagantes de chama; na segunda, devem ser usados cabos não-propagantes de chama, livres de halogênio e com baixa emissão de fumaça e gases tóxicos".
2. Utilizar preferencialmente condutores (cabos) flexíveis, em substituição aos condutores rígidos, especialmente a partir de 2,5mm². Os condutores flexíveis apresentam as seguintes vantagens:

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

a) Reduz tempo de instalação quando comparado aos rígidos;
b) Facilidade de manuseio, instalação e manutenção;
c) Facilidade de retirar cabos das caixas e bobinas;
d) Reduz possibilidade de defeitos superficiais nas passagens por eletrodutos;
e) Facilidade de manuseio nas mudanças de "layout";
f) Segurança para instalação em determinadas alturas (profissional trabalha em escadas ou andaimes);
g) As conexões com condutores flexíveis devem ser feitas com terminais apropriados;
h) Instalações elétricas aparentes, com canaletas de PVC utilize condutores flexíveis.

3. Os condutores são divididos em 5 categorias, sendo as mais conhecidas as Classe 1-Fio rígido; Classe 2-Cabo rígido e Classe 5-Condutor flexível. Por exemplo, para a seção de 10mm² temos: Classe 1- Fio sólido – um único fio; Classe 2 – Cabo rígido – 7 fios e Classe 5 – cabo flexível – mínimo de 72 fios.

Código	Classificação	Características	Aplicações e exemplos①
BD1	Normal	Baixa densidade de ocupação. Percurso de fuga breve.	Edificações residenciais com altura inferior a 50m e edificações não-residenciais com baixa densidade de ocupação e altura inferior a 28m.
BD2	Longa	Baixa densidade de ocupação. Percurso de fuga longo.	Edificações residenciais com altura superior a 50m e edificações não-residenciais com baixa densidade de ocupação e altura superior a 28m.
BD3	Tumultuada	Alta densidade de ocupação. Percurso de fuga breve.	Locais de afluência de público (teatros, cinemas, lojas de departamentos, escolas, etc.); edificações não-residenciais com alta densidade de ocupação e altura inferior a 28m.
BD4	Longa e tumultuada	Alta densidade de ocupação. Percurso de fuga longo.	Locais de afluência de público de maior porte (shopping centers, grandes hotéis e hospitais, estabelecimento de ensino ocupando diversos pavimentos de uma edificação, etc.); edificações não-residenciais com alta densidade de ocupação e altura superior a 28m.

① As aplicações e exemplos destinam-se apenas a subsidiar a avaliação de situações reais, fornecendo elementos mais qualitativos do que quantitativos. Os códigos locais de segurança contra incêndio e pânico podem conter parâmetros mais estritos. Ver também ABNT NBR 13570.

Fonte: NBR 5410:2004

Condições de fuga das pessoas em emergências.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

oficina teórica

Assinale a única alternativa correta:

1. O fator de correção de agrupamento (FCA) para cinco circuitos instalados em eletroduto é:
   a) ( ) 0,65 b) ( ) 0,6
   c) ( ) 0,55 d) ( ) 0,7
2. O fator de correção de temperatura (FCT) para condutores com isolação de PVC submetidos a uma temperatura de 15°C será...
   a) ( ) 1,06 b) ( ) 1,22
   c) ( ) 1,17 d) ( ) 1,12
3. Qual é a seção mínima para condutores dos circuitos de iluminação?
   a) ( ) 1,0mm² b) ( ) 2,5mm²
   c) ( ) 0,75mm² d) ( ) 1,5mm²
4. Qual é a seção do condutor neutro, sabendo-se que a seção dos condutores fase, num circuito trifásico é de 240mm²?
   a) ( ) 240mm² b) ( ) 95mm²
   c) ( ) 120mm² d) ( ) 150mm²
5. Qual é a seção do condutor de proteção (PE) se a seção dos condutores fase é de 70mm² ?
   a) ( ) 35mm² b) ( ) 70mm²
   c) ( ) 50mm² d) ( ) 25mm²
6. A queda de tensão desde o QD, segundo a NBR 5410:2004, até o ponto mais afastado deve ser de no máximo...
   a) ( ) 7% b) ( ) 2%
   c) ( ) 5% d) ( ) 4%
7. A queda de tensão a partir do ponto de entrega, com fornecimento em tensão secundária de distribuição deve ser no máximo...
   a) ( ) 6% b) ( ) 5%
   c) ( ) 7% d) ( ) 4%
8. Complete as frases abaixo com os conceitos que tornem a frase correta.
   a) Em nenhuma circunstância, o condutor de _____ poderá ser comum a vários _____.
   b) Os circuitos de _____ de corrente são considerados circuitos de _____ .

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

alta tensão

Um circuito de iluminação apresenta as seguintes características: S=1240VA, v=127V, temperatura ambiente 30°C, eletroduto de PVC embutido em alvenaria, distância média do trecho é de 6,5m Determinar o condutor adequado para alimentar este circuito.

interatividade

Efetue a seguinte pesquisa com relação ao fator de potência, limite de fornecimento e entrada de energia:

1. Qual é a densidade, ponto de fusão e ponto de ebulição dos condutores de cobre e alumínio?
2. Qual o grau de pureza mínima para o cobre eletrolítico e do alumínio?
3. Quais são as formas geométricas dos condutores elétricos? Descreva cada um deles.
4. De acordo com a NBR 6880, quais as classes de encordoamento na fabricação dos condutores elétricos?
5. Qual a diferença entre isolação e isolamento?
6. Quais os materiais empregados na isolação de condutores elétricos? Elabore uma tabela explicando cada um deles.
7. O que é blindagem? E quais são os tipos de blindagem?

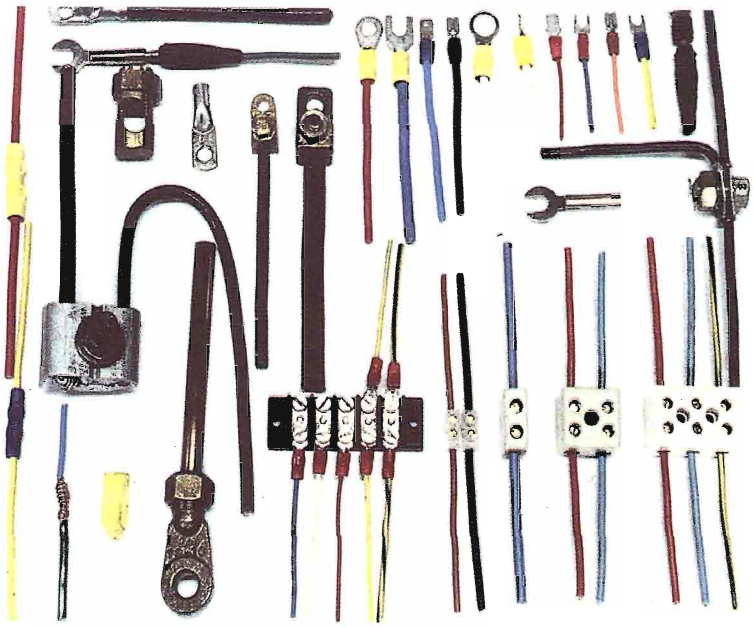
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

aplicando conhecimento

Condutores elétricos: conexão elétrica

Conexão elétrica significa estabelecer uma ligação entre dois ou mais pontos discretos permitindo a continuidade do fluxo de elétrons, corrente elétrica. Nas instalações elétricas em geral, as conexões são indispensáveis e fundamentais para o funcionamento correto dos circuitos.

"As conexões de condutores entre si e com outros componentes da instalação devem garantir a continuidade elétrica durável, adequada proteção e suportabilidade mecânica".



Arquivo dos autores

Tipos de conectores e terminais.

A NBR 5410:2004, determina as condições que devem ser consideradas na seleção dos meios de conexão:

a) O material dos condutores, incluindo sua isolação;
b) A quantidade de fios e o formato dos condutores;
c) A seção dos condutores;
d) O número de condutores a serem conectados conjuntamente.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Nota

- É aconselhável evitar o uso de conexões soldadas em circuitos de energia. Se tais conexões forem utilizadas, elas devem ter resistência à fluência e a solicitações mecânicas compatíveis com a aplicação.

"As conexões devem ser acessíveis para verificação, ensaios e manutenção, exceto nos seguintes casos:

a) emendas de cabos enterrados; e

b) emendas imersas em compostos ou seladas.

A conexão elétrica pode ser efetuada utilizando-se dos seguintes procedimentos: com conectores, terminais, emendas de condutores entre si e olhal.

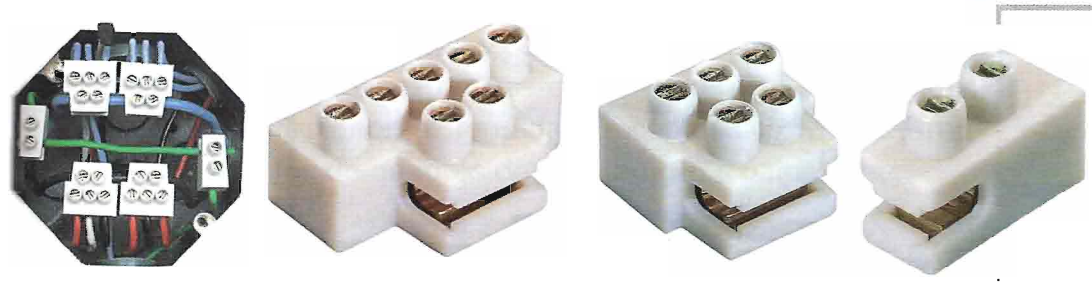
Conectores e terminais

São dispositivos que têm a finalidade de interligar os condutores com equipamentos, com barramentos e condutores entre si.

Fonte: Intelli

Linha de conectores e terminais.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br



Fonte: Taschibra

Conector derivador.

Emendas de condutores entre si

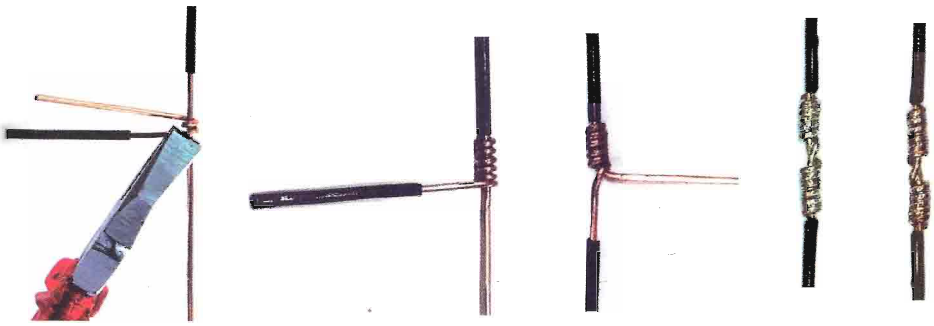
Esta operação consiste em unir dois ou mais condutores cuja finalidade é prolongar ou derivar esses mesmos condutores.

Arquivo dos autores

Diversos tipos de emendas com aplicação de solda.

As emendas de condutores entre si podem ser realizadas de três formas, de acordo com a necessidade, a saber:

a) Emenda em prolongamento: Este tipo de emenda tem por finalidade unir dois condutores para dar prolongamento aos mesmos, para restabelecer a continuidade elétrica do circuito. Recomendada a sua utilização em linhas abertas.



Arquivo do autor

Seqüência de emenda em prolongamento com condutores rígidos.

alerta

Certifique-se de que todos os dispositivos utilizados para conexão sejam aprovados e regulamentados pelo Inmetro.

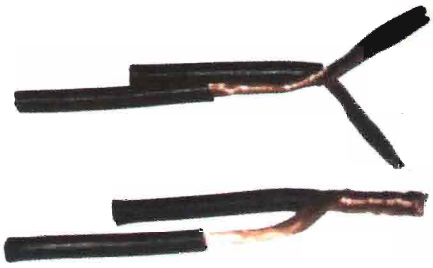
alerta

Remover o material isolante em 50 vezes o diâmetro do condutor rígido; 10 e 20 vezes, respectivamente, para os condutores flexíveis. Para os condutores rígidos devem ser dadas 6 voltas para cada lado.

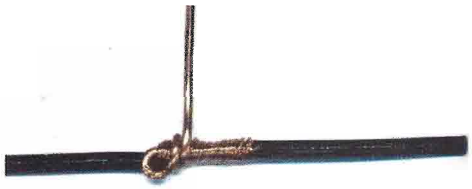
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

alerta

As emendas de condutores entre si é recomendada até a seção de 10mm². A partir de 16mm² utilize outros meios, tais como: conectores, luvas de emendas, etc.



Emenda em prolongamento com condutores flexíveis.



Emenda em prolongamento com condutores rígidos e flexíveis.

b) Emenda em derivação: Quando se deseja tomar a energia elétrica de uma rede para derivar a um dispositivo ou a outro circuito, utiliza-se este tipo de emenda.

alerta

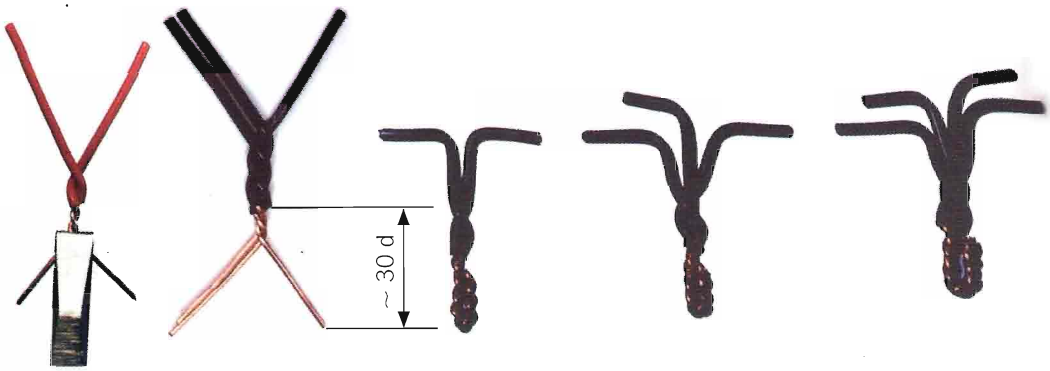
Ao remover a camada isolante, cuidado para não danificar o condutor. Caso seja utilizado canivete, cuidado para não se ferir. Jamais utilize estilete para executar esta operação.

a) Derivação simples.

b) Derivação com trava.

c) Derivação com condutores rígido e flexível.

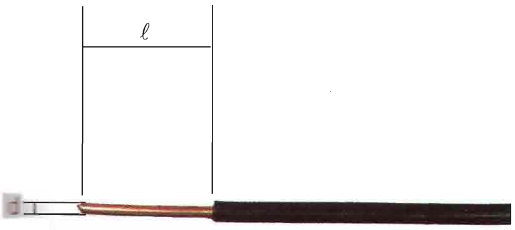
c) Emenda tipo rabo de rato ou condutores torcidos: Este tipo de emenda é utilizada em caixas de derivação ou de passagem. Esta operação tem por finalidade prolongar ou derivar os condutores para atender uma necessidade específica. É a emenda utilizada em instalações embutidas.



Emendas tipo condutores torcidos. Início e formato final.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

d) Olhal: Tem por finalidade conectar condutores rígidos diretamente aos bornes ou nas conexões de dispositivos, tais como: interruptores, tomadas, receptáculos, disjuntores, barramentos de quadros de distribuição e painéis, etc.



$\ell = 2\pi R_P + d_C$

Onde:

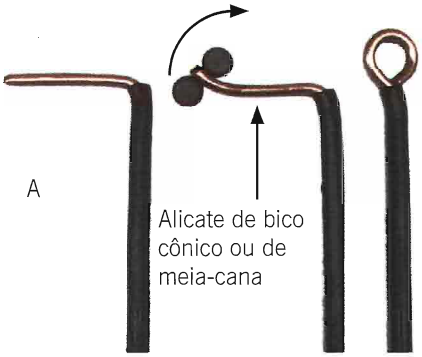
ℓ = Comprimento da circunferência do olhal, em mm.

R_P = Raio do parafuso, em mm.

d_C = Diâmetro do condutor, em mm.

$\pi = 3{,}14...$

Procedimento para efetuar um olhal.



Arquivo do autor

alerta

O olhal deve ser posicionado conforme o sentido de aperto do parafuso.

Seção nominal (mm^2)	Diâmetro nominal do condutor rígido – d- (mm)	Diâmetro nominal do condutor flexível – d- (mm)
0,5	0,78	0,87
0,75	0,95	1,05
1,0	1,11	1,25
1,5	1,36	1,50
2,5	1,74	1,95
4,0	2,20	2,50
6,0	2,70	3,05
10,0	3,50	4,00
16,0	4,41	5,70

Diâmetro nominal de condutores rígidos e flexíveis (d).

Procedimento para soldar e isolar emendas de condutores entre si

Depois de efetuada as emendas conforme a necessidade e o seguimento das recomendações acima citadas procede-se a soldagem e em seguida a isolação da emenda.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

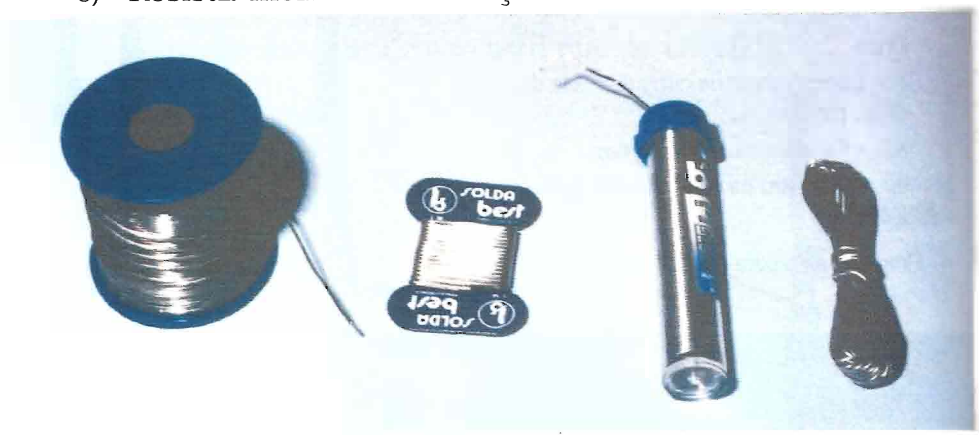
Soldagem: Consiste da aplicação de uma liga (mistura) de dois materiais: o estanho e o chumbo, e conforme a proporção pode ser utilizada para a realização de diversos tipos de trabalhos, tais como: Eletricidade, funilaria, etc.

Na aplicação de serviços em eletricidade, na soldagem de emendas de condutores elétricos é possível obter as seguintes propriedades:

a) Boas condições de condutibilidade elétrica (bom contato elétrico);
b) Impedir o processo de oxidação;
c) Resistir melhor aos esforços mecânicos.

alerta

"É vedada a aplicação de solda a estanho na terminação de condutores, para conectá-los a bornes ou terminais de dispositivos ou equipamentos elétricos" (NBR 5410: 2004, item 6.2.8.10).



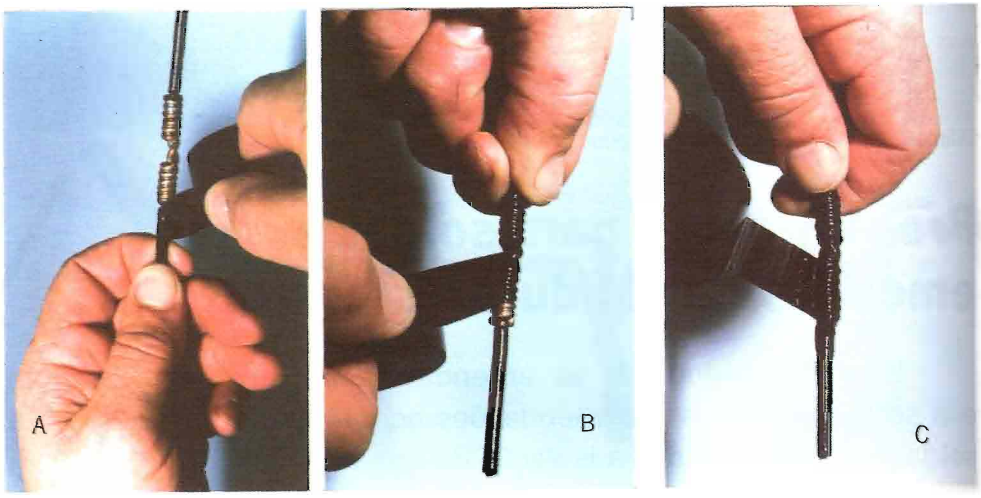
Diversos formatos de solda para aplicação em serviços com eletricidade.

alerta

Deve-se aplicar duas camadas de fita isolante para a recomposição da isolação do condutor.

Isolar emendas de condutores entre si

Esta operação consiste em aplicar uma camada de material isolante cuja finalidade é restabelecer as condições de isolação ou cobertura de cabos elétricos em emendas e acabamentos nas instalações elétricas em geral.



Seqüência de aplicação de fita isolante plástica.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Arquivo do autor

Fita isolante plástica.

Fonte: Prysmian

Fita isolante de borracha (autofusão).

Arquivo do autor

Aplicação de isolante termocontrátil.

Arquivo do autor

Aplicação de isolante líquido.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

interatividade

1. Cite as recomendações que devem ser observadas na execução de conexões.
2. O que são conexões bimetálicas? Qual o item da norma que enfatiza sobre este tema?
3. Quais são os acessórios para condutores elétricos?
4. O que é solda? Para que serve?
5. Quais são os cuidados que devem ser tomados ao efetuar a soldagem?
6. Quais são as condições de aplicação da soldagem?
7. Na norma NBR 5410:2004, item 6.2.8.10, diz que "é vedada a aplicação de soda na terminação de condutores...? Por quê?
8. Quais são os tipos de materiais isolantes utilizados na isolação de emendas de condutores elétricos em geral? Explique cada um deles.
9. Como são classificados os soldadores elétricos?

oficina teórica

Assinale a alternativa correta:

a) Qual é a temperatura de fusão da solda fraca?

( ) 160°C ( ) 170°C

( ) 150°C ( ) 177°C

b) Qual é a proporção de chumbo e estanho na composição da solda fraca?

( ) 67% chumbo e 33% estanho;
( ) 50% chumbo e 50% estanho;
( ) 33% chumbo e 67% estanho;
( ) 43% chumbo e 57% estanho.

c) Para que finalidade são feitas as soldagens em emendas de condutores elétricos?

( ) Para preencher os espaços vazios entre as espiras da emenda;
( ) Para que a emenda fique mais resistente;
( ) Soldagem das emendas não é fundamental;
( ) Para obter bom contato elétrico, boa resistência mecânica e evitar a oxidação.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

d) Isolar condutores significa:

( ) Restabelecer as condições de isolação dos condutores elétricos;
( ) Passar uma camada de fita isolante sobre o condutor;
( ) Camuflar a emenda para que não fique visível;
( ) Melhorar o contato elétrico das 5 emendas dos condutores elétricos.

e) Coloque um "V" ou "F" nos parênteses à esquerda, conforme os conceitos sejam considerados verdadeiros ou falsos.

( ) A isolação da extremidade do condutor pode ser removida com canivete.
( ) A soldagem pode ser feita com a ponta do ferro de soldar não muito quente.
( ) Não se deve lixar fios estanhados.
( ) Ao isolar a emenda, deve-se cuidar para que cada volta da fita isolante recubra metade da vota anterior.
( ) Para uma boa soldagem, os elementos a soldar não precisam estar limpos.
( ) A emenda deve ter o maior contato possível com o ferro de soldar durante a soldagem.
( ) Para uma boa soldagem, a solda deve "escorrer" sobre a emenda.
( ) O desoxidante mais usado é o breu ou pastas ácidas para soldar.
( ) Para uma boa isolação, basta aplicar apenas uma camada de fita isolante sobre a emenda.

laboratório

Material necessário

Quant.	Unid.	Especificação
1	m	Condutor rígido de 2,5mm².
0,5	m	Condutor flexível de 1,5mm².
1	pç.	Canivete.
1	pç.	Alicate universal.
1	pç	Alicate de bico chato.
2	m	Solda de 1mm.
1	rl	Fita isolante.
1	pç	Alicate para terminais .
div	div	Terminais tipo forquilha, olhal, pino, snap on.
1	pcr	Luva de vaspa.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

alerta

1. Use as ferramentas corretamente.
2. A solda sempre deve ser feita logo após efetuada a emenda.
3. Diâmetro (d) (vide tabela da página 351).

alerta

Ao remover a isolação com o auxílio do canivete, cuidado para não danificar ou cortar o condutor.

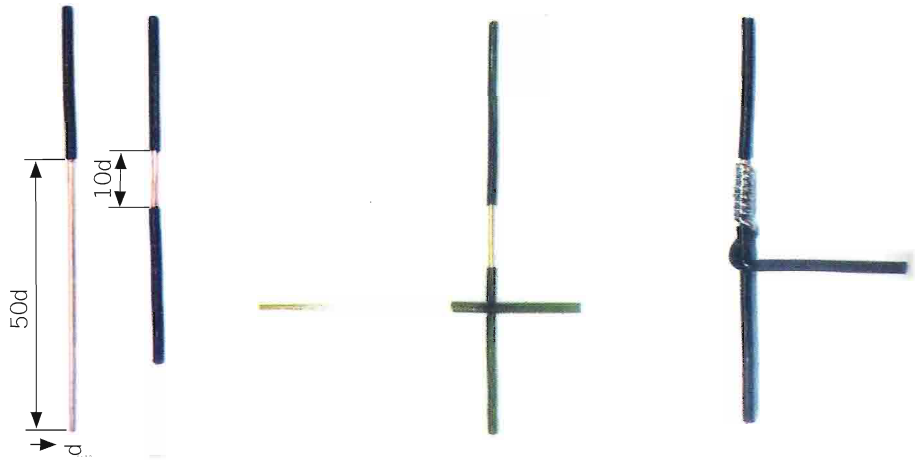
Efetue as ementas

1. Pegue pedaços de condutores com seção de no máximo 4,0mm² e efetue as seguintes emendas:

Recomendação: Antes de iniciar esta atividade, observe as figuras e leia as informações que vêm logo abaixo da cada tipo de emenda.

Prolongamento com condutores rígidos e com condutores flexíveis

Derivação simples



www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Derivação com trava

Arquivo do autor

Condutores torcidos (Rabo de rato) – com dois, três e quatro condutores.

Arquivo do autor

alerta

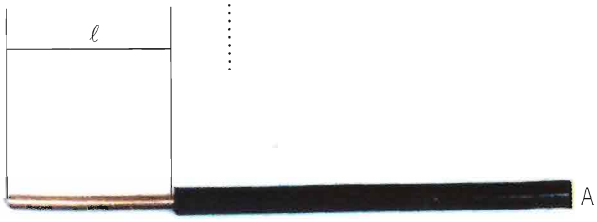
Uma emenda de qualidade deve conter pelo menos seis voltas ou espiras bem apertadas, devidamente soldadas e isoladas com pelo menos duas camadas de fita isolante de boa qualidade. Emendar não é simplesmente engatar condutores.

alerta

A isolação das emendas pode ser feita com isolante termocontrátil.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Olhal



$\ell = 2\pi R_P + d_C$

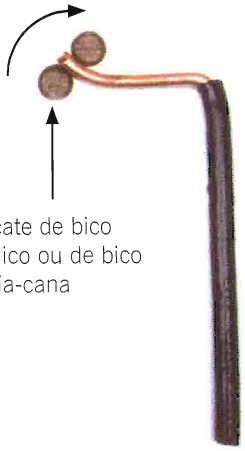
Onde:

ℓ = Comprimento da circunferência do olhal, em mm.

R_P = Raio do parafuso, em mm.

d_C = Diâmetro do condutor, em mm.

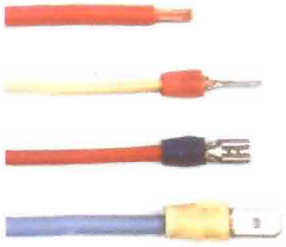
$\pi = 3{,}14...$

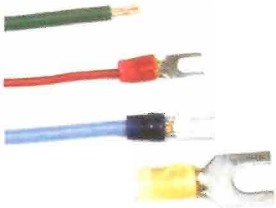


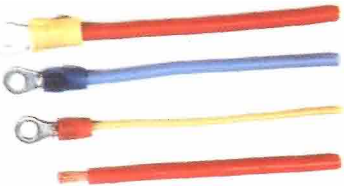
Arquivo do autor

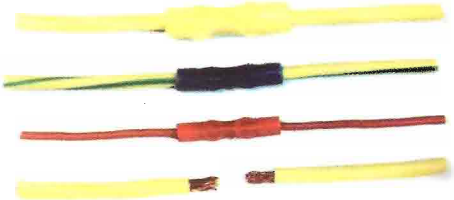
2. Providencie alguns tipos de terminais e emendas pré-isolados, conforme a figura abaixo, e pedaços de condutores flexíveis de seção 1,0mm², 1,5mm² e 2,5mm² e efetue as tarefas conforme as figuras abaixo.

Arquivo do autor









alerta

O olhal deve ser fixado observando-se o sentido do aperto do parafuso.

alerta

Utilize a abertura do alicate que corresponde ao diâmetro do terminal ou emenda. Exerça o máximo de compressão possível no alicate para melhor contato elétrico.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

capítulo 3

Proteção em instalações elétricas

A instalação elétrica quer seja residencial, comercial, ou industrial estará sempre sujeita a determinadas ações, muitas vezes involuntárias e incontroláveis, podendo ocasionar acidentes. É importante, portanto, garantir a funcionalidade do sistema sob quaisquer condições de operação. O dispositivo de proteção tem como função proporcionar a segurança na rede elétrica que evita acidentes provocados por alterações da corrente devido a possíveis falhas, manobras inadvertidas ou uso incorreto da instalação. Por isso, é fundamental a existência de um sistema de proteção eficiente, para evitar qualquer tipo de dano à instalação, bem como prejuízos advindos de interrupção do fornecimento.

Fonte: Pial-Legrand e Siemens

Aparelhos de proteção em instalações elétricas.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

aplicando conhecimento

Proteção dos circuitos

Os circuitos elétricos são constituídos, dentre outros elementos, de condutores e equipamentos. O dispositivo de proteção, parte integrante e fundamental do circuito, tem por função proteger os condutores e equipamentos automaticamente antes de provocar qualquer dano aos mesmos.

Os dispositivos de proteção são classificados em proteção contra sobrecorrentes (sobrecarga e curto-circuito); e proteção contra choques elétricos.

Os dispositivos de proteção contra sobrecorrentes são equipamentos elétricos que têm como finalidade permitir o controle, conduzir e interromper correntes em condições normais de operação dos circuitos e, também interromper as correntes anormais.

São capazes de proteger os circuitos contra as correntes de sobrecargas e/ou correntes de curto-circuito.

Vamos analisar alguns conceitos importantes que fazem parte dos dispositivos de proteção.

Corrente nominal

A corrente nominal é a maior corrente conduzida pelo disjuntor de modo permanente sob a tensão nominal. Neste caso, não há elevação de temperatura acima do valor especificado e o disparador de tempo longo não é acionado. Usualmente, é a corrente mínima e necessária para o funcionamento de uma carga.

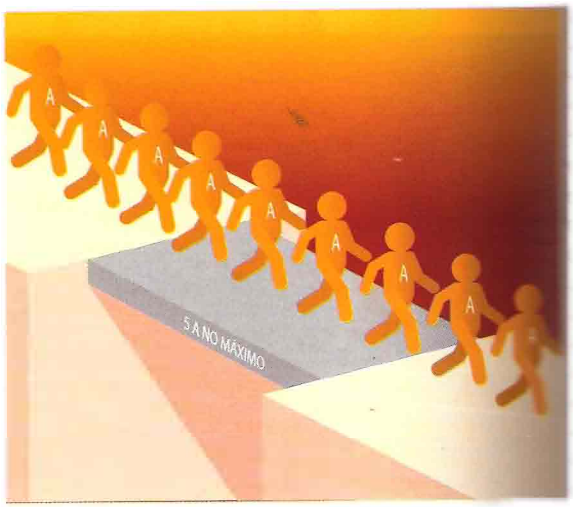


Ilustração da corrente nominal.

Sobrecorrente

São correntes cujos valores excedem aos valores da corrente nominal. As sobrecorrentes têm origem numa solicitação de corrente que ultrapassa aos valores determinados no projeto elétrico (sobrecarga) ou por falta elétrica (curto-circuito).

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Correntes de sobrecarga

É uma sobrecorrente sem que haja falta elétrica, de longa duração e de valor pouco acima da corrente nominal e que provoca a operação do disparo térmico de um disjuntor termomagnético. Normalmente, as sobrecargas são provocadas por imprudência do usuário ou do profissional.

Fonte: Schneider/Procobre

Ilustração da corrente de sobrecarga.

Corrente de curto-circuito

É uma sobrecorrente de alta intensidade, proveniente de falhas graves (falha de isolação para a terra, para o neutro, ou entre fases distintas) e produzem correntes elevadíssimas.

É uma corrente com valor muitas vezes superior à capacidade de condução de corrente do condutor.

Fonte: Schneider/Procobre

Ilustração da corrente de curto-circuito.

Corrente de projeto

É a corrente máxima prevista em um circuito, em condições normais de funcionamento. É a corrente utilizada para o dimensionamento dos condutores (corrente máxima e queda de tensão) e dispositivo de proteção.

alerta

A corrente de sobrecarga poderá causar danos à isolação do condutor que poderá provocar o curto-circuito e como conseqüência resultar no incêndio.

Corrente de ruptura, capacidade de ruptura ou de interrupção

É o valor da corrente de interrupção presumida que o dispositivo de proteção é capaz de interromper, sob uma tensão dada em condições estabelecidas pela norma. Significa o maior valor da corrente de curto-circuito que o dispositivo é capaz de interromper, sem soldar os contatos ou explodir. O valor da capacidade de interrupção, em kA, é um dado de placa dos dispositivos de proteção, garantido pelo fabricante, conforme ensaios normalizados.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Quanto ao tipo de proteção, usamos os seguintes dispositivos:

- sobrecarga: Relés térmicos ou bimetálicos, utilizados para proteção de motores elétricos.
- curto-circuito: Fusíveis, disjuntores magnéticos.
- sobrecarga e curto-circuito: Disjuntores termomagnéticos.
- choques elétricos e perigos de incêndios: Disjuntores diferenciais residuais (DR), que podem ser providos de dispositivo termomagnético acoplado.
- sobretensões: Pára-raios tipo Franklin, pára-raio de distribuição tipo válvula, relés de sobretensão e DPS-Dispositivo de Proteção contra Surto.

Dispositivos de proteção

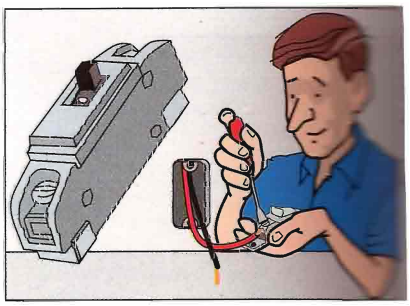
Disjuntor termomagnético

O disjuntor termomagnético é um dispositivo mecânico que por longos períodos permanece na condição estável de funcionamento e repentinamente é solicitado a interromper correntes dezenas ou centenas de vezes maior que a corrente nominal e no menor tempo possível.

Cumpre três funções básicas:

a) Manobra manual

Permite abrir e fechar os circuitos, "operando-o como um interruptor, seccionando somente o circuito necessário para uma eventual manutenção" ou instalação de novos equipamentos.



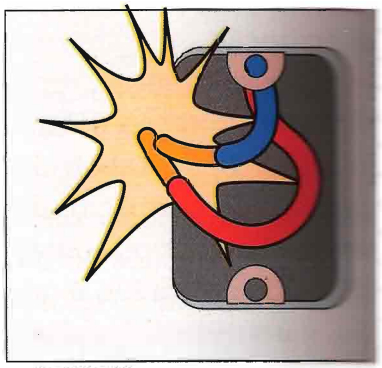
Montagem de equipamento.

b) Proteger a fiação ou mesmo os aparelhos

Contra as correntes de sobrecarga por meio do seu disparador ou dispositivo térmico.

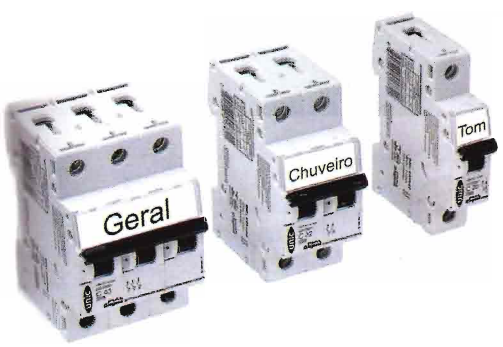
c) Proteger a fiação

Contra as correntes de curto-circuito por meio do seu disparador ou dispositivo magnético.



Curto-circuito.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br



Fonte: Pial-Legrand/ UNIC-Bolton e DIN

Fonte: Pial-Legrand/ UNIC-Bolton e DIN

Disjuntores termomagnéticos.

O disjuntor termomagnético é constituído de diversos componentes, tais como:

1. Disparador magnético bobinado;
2. Suporte (mecanismo de disparo independente da alavanca);

3/4. Eletrodo;

5. Cavalete;
6. Caixa isolante em poliamida reforçada;
7. Mola de regulagem magnética;
8. Acelerador;

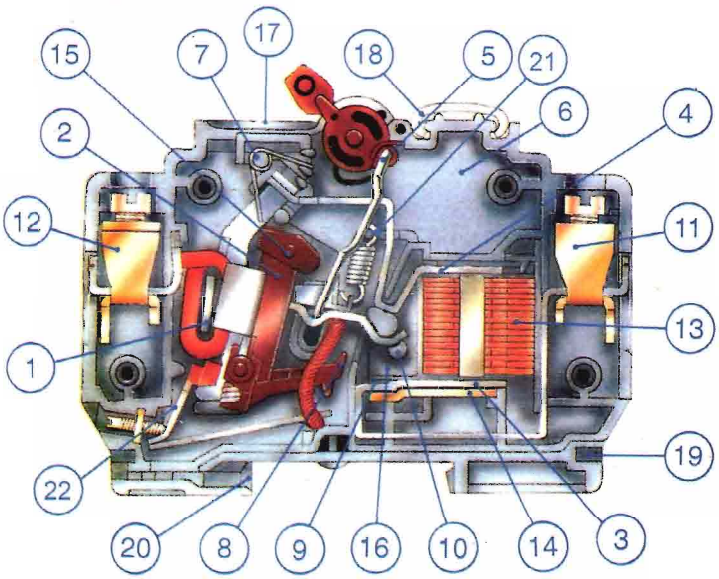
9/10. Pastilhas de contato em material sinterizado (liga de prata);

11/12. Terminais protegidos com aperto elástico para cabos ou barras;

13. Câmara de extinção com nove lâminas deionizantes;
14. Plaqueta de reforço magnético;
15. Acoplamento interno nos bipolares e tripolares;
16. Plaqueta de isolação térmica e dielétrica;
17. Identificação indelével;
18. Porta – etiqueta;

19/20. Dupla fixação;

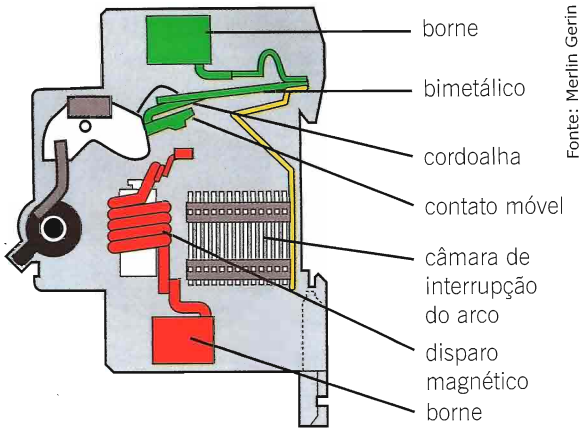
21. Mola da alavanca de manobra;
22. Elemento de disparo térmico.



Fonte: Pial-Legrand.

Vista interna do disjuntor UNIC-Bolton.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

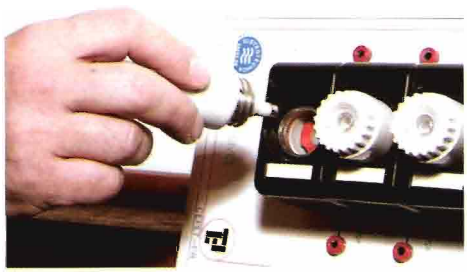


Fonte: Merlin Gerin

Vista interna do disjuntor tipo DIN.

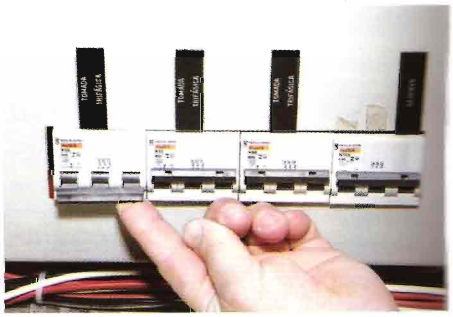
Características do disjuntor termomagnético

- Os disjuntores termomagnéticos têm a mesma função dos fusíveis. Entretanto, se queimar é preciso substituí-lo. Caso ocorra o desligamento é só religá-lo.



Sandro Mesquita

Se queimar é preciso substituí-lo.



Caso ocorra o desligamento é só religá-lo.

alerta

Antes da substituição ou do religamento verifique a causa que levou à queima do fusível e ao desligamento do disjuntor.

- Os disjuntores termomagnéticos de caixa moldada são os mais utilizados em instalações elétricas prediais de baixa tensão.
- De construção compacta, são montados em caixa de material isolante (Poliamida e poliéster), servindo para suportar e abrigar suas partes componentes.
- Possuem dispositivo de acionamento manual e são equipados com disparadores contra sobrecarga (disparador térmico) e contra curto-circuito (disparador magnético).
- Os disjuntores mais sofisticados são providos de ajuste para atuação dos disparadores eletromagnéticos e térmicos e disparadores de subtensão (bobina de mínima).

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

- Para a especificação correta do disjuntor termomagnético, o projetista deve levar em consideração os seguintes itens: a) Número de pólos; b) Corrente nominal (A); c) Tensão nominal (V); d) Freqüência (Hz); e) Capacidade de interrupção (kA); f) Faixa de ajuste do disparador magnético (opcional); e g) Faixa de ajusto do disparador térmico (Opcional).
- Os disjuntores termomagnéticos são montados em Quadros de Distribuição (QDs).

Proteção contra sobrecorrente

Todo circuito terminal deve ser protegido contra sobrecorrentes por dispositivo que assegure o seccionamento simultâneo de todos os condutores de fase:

Nota

- Isso significa que o dispositivo de proteção deve ser multipolar, quando o circuito for constituído de mais de uma fase. Dispositivos unipolares montados lado a lado, apenas com suas alavancas de manobra acopladas, não são considerados dispositivos multipolares.

Tabela de capacidade, de atuação e não-atuação dos disjuntores termomagnéticos

Norma de referência		NBR 5361:1998		
Freqüência		50/60Hz		
Correntes nominais (A)	Unipolares	10 15 20 25 30 35 40 50 60 70 90 100		
	Bipolares/Tripolares	10 15 20 25 30 35 40 50 60 70 90 100		
Limiar de atuação magnética	10 a 70A	5 a 20 In (Curva C)		
	90 a 100A	10 a 20 In (Curva D)		
Número de pólos		1	2	3
Capacidade de interrupção (kA) e Tensão de funcionamento(V~)	127V~	5,0	-	-
	220V~	3,0	5,0	5,0
	380V~	-	3,0	3,0

Características elétricas dos disjuntores UNIC - Bolton.

Fonte: Pial-Legrand

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Norma de referência		NBR NM 60898		
Freqüência		50/60Hz		
Correntes nominais (A)	Unipolares	10 16 20 25 32 40 50 63		
	Bipolares/Tripolares	10 16 20 25 32 40 50 63		
Limiar de atuação magnética	10 a 63A	5 a 10 In (Curva C)		
Número de pólos		1	2	3
Capacidade de interrupção (kA) e Tensão de funcionamento(V~)	127V~	5,0	-	-
	220V~	3,0	5,0	5,0
	380V~	-	3,0	3,0

Características elétricas dos disjuntores UNIC Din.

	Unipolar, bipolar e tripolar
Corrente nominal (A)	5SX - 0,5 1 2 4 6 10 13 16 20 25 32 40 50 63 70 80[1)] 5SP[2)] – 63 80 100 125
1) 80A – Somente com disparador de curto-circuito. 2)Unipolar, bipolar, tripolar e tretrapolar.	

Disjuntores termomagnéticos 5SX e 5SP - Siemens (Curva B e C).

Tipo de disparador térmico	Corrente nominal ou de ajuste In (A)	Corrente convencional de não-atuação	Corrente convencional de atuação	Tempo convencional (h)	Temperatura ambiente de referência
De acordo com a IEC 947					
Não-compensado	In ≤ 63	1,05	1,35	1	20°C ou 40°C salvo indicação em contrário
	In > 63	1,05	1,25	2	
Compensado	In ≤ 63	1,05	1,30	1	+ 20°C
		1,05	1,40	1	- 5°C
		1,00	1,30	1	+ 40°C
	In > 63	1,05	1,25	2	+ 20°C
		1,05	1,35	2	- 5°C
		1,00	1,25	2	+ 40°C
De acordo com a NBR 5361					
	In ≤ 50	1,05	1,35	1	+ 25°C
	In > 50	1,05	1,35	2	

Correntes convencionais de atuação, de não-atuação e tempos convencionais para disjuntores termomagnéticos.

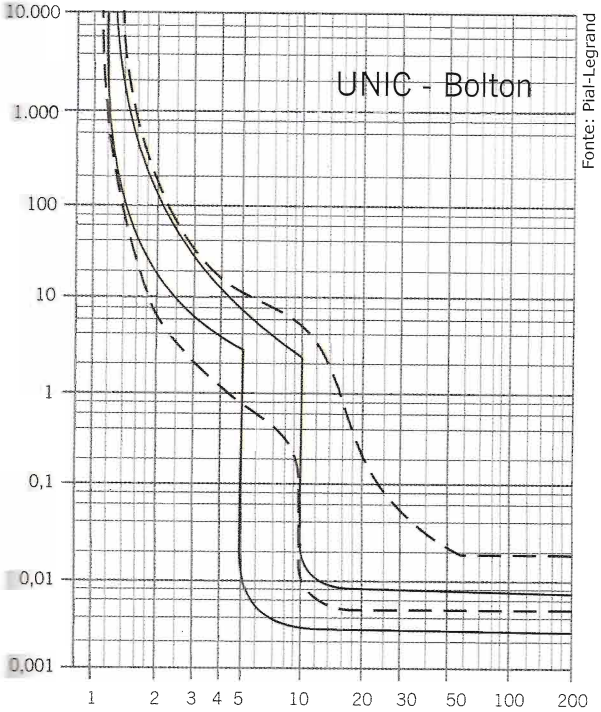
alerta

A temperatura de referência para disjuntores termomagnéticos padrão norte-americano é geralmente de 25°C ou 40°C, e para o padrão europeu é de 20°C ou 40°C.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Curva de atuação (disparo) dos disjuntores termomagnéticos

Curvas para disjuntores UNIC – Bolton e DIN

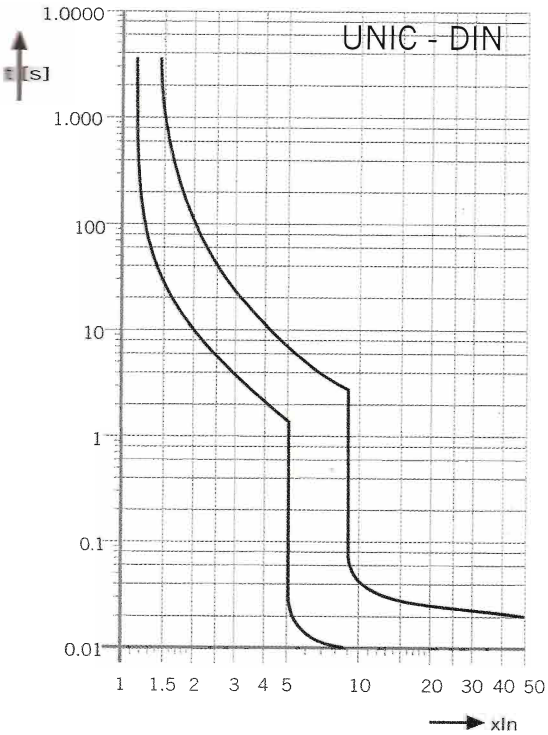


——— Característica de atuação com partida a frio a uma temperatura ambiente de 20°C. Disjuntores de 10 a 70A.

– – – – – Característica de atuação com partida a frio a uma temperatura ambiente de 40°C. Disjuntores de 90 e 100A.

I = Corrente efetiva.

In = Corrente nominal do disjuntor.



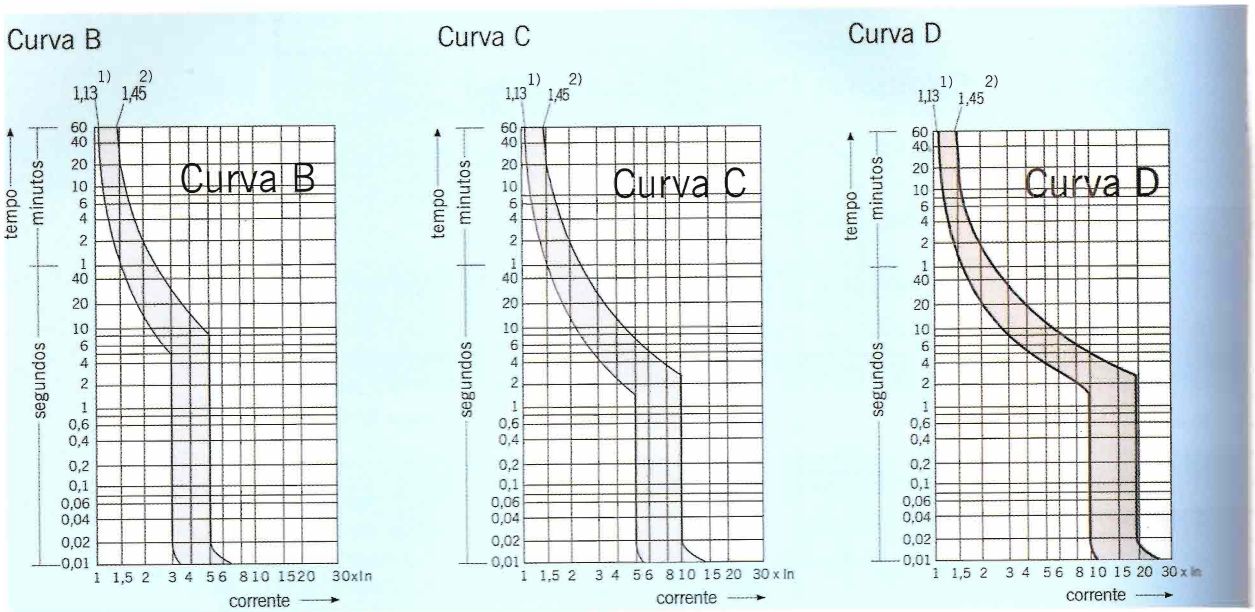
——— Característica de atuação com partida a frio a uma temperatura ambiente de 30°C. Disjuntores de 10 a 63A.

I = Corrente efetiva.

In = Corrente nominal do disjuntor.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Curvas dos disjuntores Siemens



1. Corrente convencional de não-atuação (Int).
2. Corrente convencional de atuação (It).

As normas ABNT NM 60898:2004, NBR IEC 60898 e IEC 60898 definem para o disparo instantâneo, em geral magnético, as faixas de atuação B, C e D.

Curva	Tipos de circuitos e cargas	Faixa de disparo
A	Proteção limitada para semicondutores; Proteção de circuitos de medição com transformadores; e proteção de circuitos com cabos longos.	Denominada de curva padrão 2 In a 3 In
B	Cargas sensíveis, eletrônicas ou resistivas em circuitos exclusivos com linhas extensas.	3 In a 5 In
C	Cargas genéricas em instalações residenciais ou similares e/ou eletrodomésticos em geral.	5 In a 10 In
D	Cargas genéricas com corrente elevada no fechamento, como por exemplo, cargas indutivas (motores).	10 In a 20 In

Nas instalações elétricas "as cargas apresentam comportamentos diferentes, de acordo com as características de partida ou mesmo alterações nas correntes durante o funcionamento. Portanto, o profissional deve estar atento a estas características técnicas das cargas, quando da definição dos dispositivos de proteção".

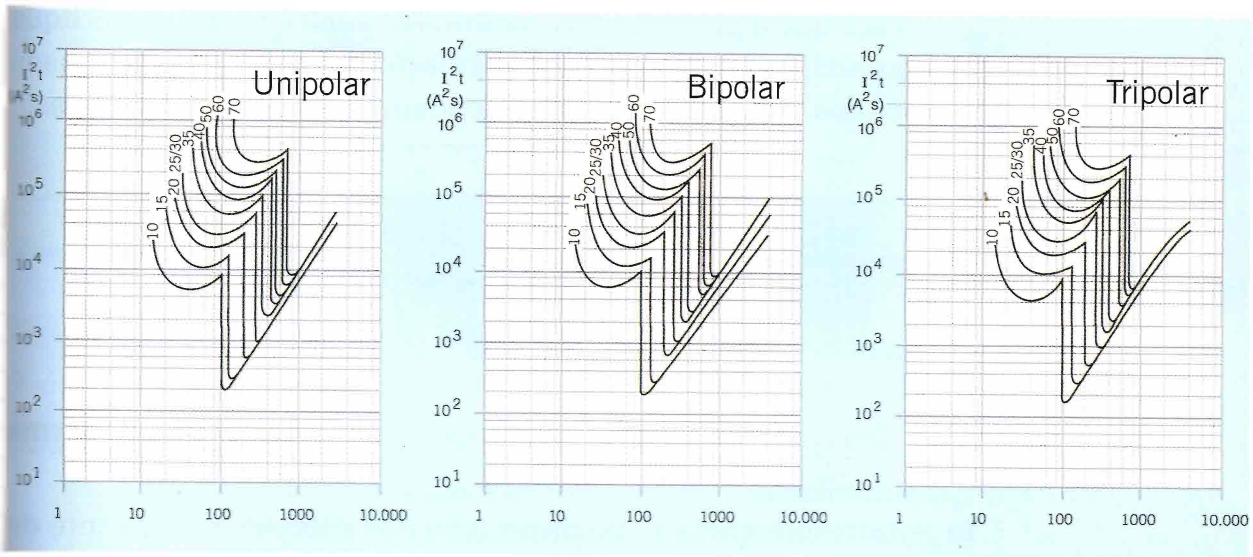
"Especificação incorreta da curva de disparo magnético pode provocar atuações indesejadas dos disjuntores, interrompendo

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

alimentações em momentos inadequados, provocando insatisfação do usuário, podendo, inclusive, causar danos à instalação e equipamentos".

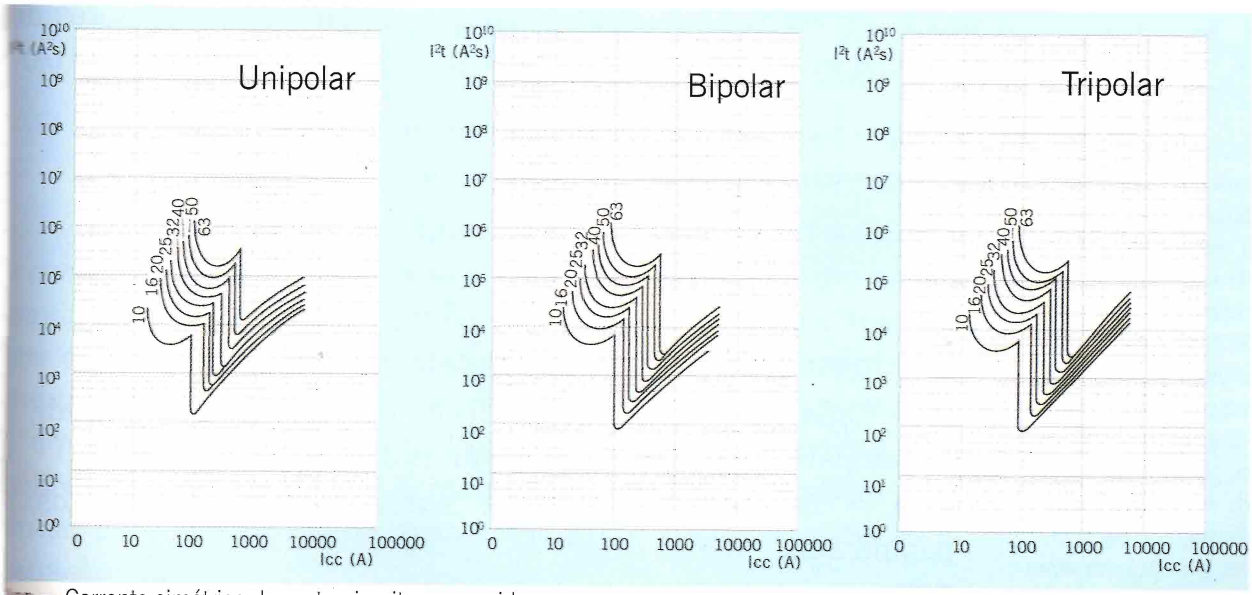
Curvas características I²t (Integral de Joule)

Curvas características I²t (Integral de Joule) – Disjuntores UNIC – Bolton



Fonte: Pial-Legrand

Curvas características I²t (Integral de Joule) – Disjuntores UNIC – DIN



Fonte: Pial-Legrand

Icc = Corrente simétrica de curto-circuito presumida.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Dimensionamento de disjuntores

A NBR 5410:2004 impõe condições que devem ser cumpridas para que haja uma perfeita coordenação entre os condutores vivos de um circuito e o dispositivo que os protege contra correntes de sobrecarga e contra curtos-circuitos.

Proteção contra correntes de sobrecarga

Para que a proteção dos condutores contra sobrecargas fique assegurada, as características de atuação do dispositivo destinado a provê-los devem ser tais que atendam as seguintes condições:

a) $I_p \leq I_n \leq I_z$ ← Ic

b) $I_2 \leq 1{,}45 x I_z$ ← Ic

Onde:

Ip = Corrente de projeto do circuito, em ampère (A). A norma trata como I_B.

In = Corrente nominal do dispositivo de proteção (ou corrente de ajuste, para dispositivos ajustáveis), nas condições previstas para sua instalação, em ampère (A), tabelas das páginas 363 e 364.

Iz = Capacidade de condução de corrente dos condutores, nas condições previstas para a sua instalação, submetidos aos fatores de correção eventuais das tabelas páginas 322 a 325 em ampère (A).

A condição b) é aplicável quando for possível assumir que a temperatura limite de sobrecarga dos condutores (ver página 327) não venha a ser mantida por um tempo superior a 100h durante 12 meses consecutivos, ou por 500h ao longo da vida útil do condutor. Quando isso não ocorrer, a condição da alínea b) deve ser substituída por: $I_2 \leq Iz$.

Iz = Ic x FCA x FCT

Onde:

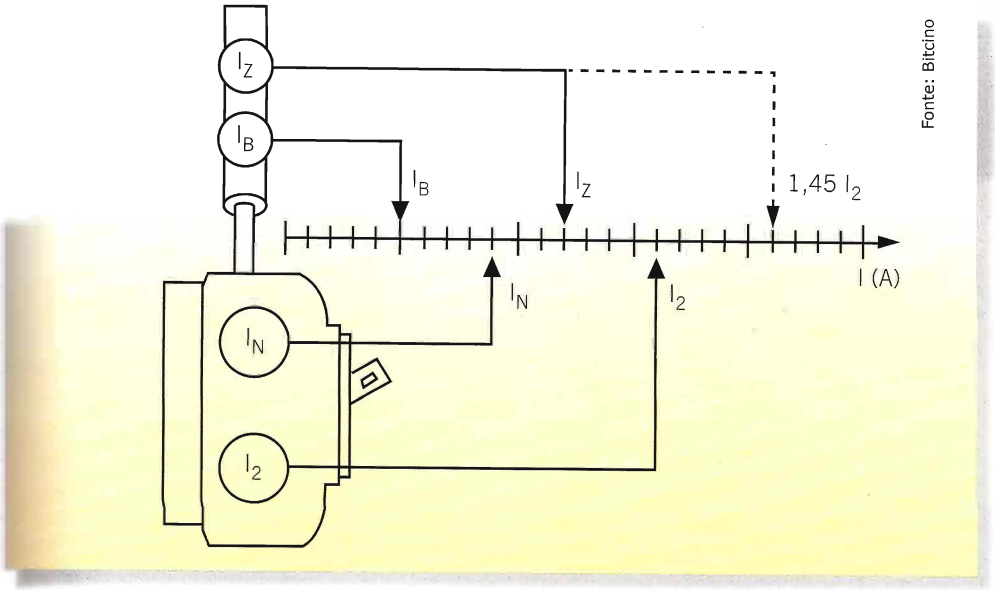
Iz = Corrente corrigida, em ampères (A).

Ic = Capacidade limite de condução de corrente do condutor, em ampères (A), tabelas das páginas 322 a 325.

FCA = Fator de Correção de Agrupamento dos circuitos, página 328.

FCT = Fator de Correção de Temperatura (página 327).

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br



Condições de atuação contra sobrecarga (NBR 5410:2004).

As correntes características do conjunto condutores-dispositivos de proteção devem atender às seguintes condições:

a) A corrente nominal do dispositivo de proteção, In, não deve ser inferior à corrente de projeto do circuito, I_B; assim evita-se a atuação do dispositivo quando o circuito funciona normalmente.

b) A corrente nominal do dispositivo de proteção, In, não deve ser superior à capacidade de condução de corrente, Iz, dos condutores; assim o disjuntor deve ficar "sobrecarregado" quando ocorrer uma sobrecarga no circuito.

c) A corrente de projeto do circuito, I_B, não deve ser superior à capacidade de condução de corrente dos condutores, Iz.

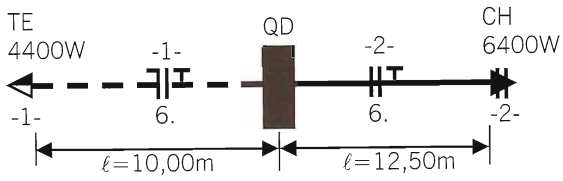
Quando o circuito é sobrecarregado de 45%, isto é, quando a corrente é igual a 1,45 vezes a capacidade de condução de corrente Iz, o dispositivo de proteção deve atuar em uma hora (ou em duas horas, para os dispositivos maiores). Essa condição é imposta pela norma para garantir a atuação do dispositivo e evitar o aquecimento prejudicial dos condutores. Observa-se que para sobrecorrentes inferiores à indicada, o disjuntor também deve atuar, porém num tempo mais longo (fora das características de atuação).

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Exemplos

1. Dimensionar os disjuntores para os circuitos de torneira elétrica e chuveiro conforme características abaixo, que corresponde ao exercício 1 da página 337.

Os disjuntores devem ser dimensionados em função da capacidade máxima admissível pelos condutores.



Circuito 1 = 4400W I_p=34,65A
Tensão = 127V
Circuito 2 = 6400W I_p=29,1A
Tensão = 220V

Solução

D – Dimensionamento dos disjuntores

FCA = 1,0 – Tabela página 328 – 1 circuito no eletroduto. FCT= 1,0(30ºC) (Tabela página 327).
In = Tabela página 363.

Circuito 1

A seção para o Neutro, Fase e Proteção (PE) é 6mm².
Ic = 41A – Seção 6mm²

Iz = Ic x FCA x FCT ➢ Iz = 41 x 1,0 x 1,0
Iz = 41A

Circuito 2

A seção para as Fases e Proteção (PE) é 4mm².
Ic = 32A – seção 4mm²

Iz = Ic x FCA x FCT ➢ Iz = 32 x 1,0 x 1,0
Iz = 32A

Correção de temperatura para disjuntor em função de estar dentro do QD
(Sem ventilação) - 30ºC + 10ºC = 40ºC ➢ FCT = 0,87 (Tabela página 327)

$$I_{disjuntor} = \frac{I_p}{FCT} \rightarrow I_{disjuntor} = \frac{34,65}{0,87} \rightarrow I_{disjuntor} = 39,8A$$

$I_p \leq In \leq Iz$
$34,65A \leq 39,8A \leq 41A$
$34,65A \leq 40A \leq 41A$

Para o circuito 1, tanto o disjuntor como a seção dos condutores a inequação é plenamente atendida, portanto...

Disjuntor termomagnético unipolar de 40A.
Seção dos condutores Neutro, Fase e Proteção (PE) 6mm².

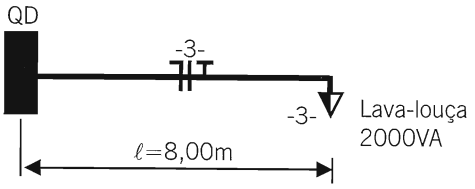
$$I_{disjuntor} = \frac{I_p}{FCT} \rightarrow I_{disjuntor} = \frac{29,1}{0,87} \rightarrow I_{disjuntor} = 33,5A$$

$I_p \leq In \leq Iz$
$29,1A \leq 33,5A \leq 32A$
$29,1A \leq 35A \leq 32A$

Com esse disjuntor e seção do condutor 4 mm², a inequação não é atendida. Portanto, deve-se proceder o recálculo do circuito para seção dos condutores imediatamente superior.
... 41A... Seção dos condutores 6mm².
Iz= Ic x FCA x FCT Iz=41x1,0x1,0
Iz= 41A
Ip ≤ In ≤ Iz
29,1A ≤ 35A ≤ 41A
Para o Circuito 2 adota-se...
Disjuntor termomagnético bipolar de 40A.
Seção dos condutores fases e proteção (PE) 6mm².

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

2. Dimensionar o disjuntor para um circuito da lavadora de louças, conforme características abaixo, que corresponde ao exercício 2 da página 338.



Circuito 3 = 2000VA I_p=15,75A
Tensão = 127V

Solução:

D – Dimensionamento dos disjuntores

FCA = 1,0 – Tabela página 338 – 1 circuito no eletroduto. FCT= 1,0(30ºC) (Tabela página 327).
In = Tabela página 363.

Circuito 3

Seção dos condutores do circuito 3 é 2,5mm² para o Neutro, Fase e Proteção (PE).
Ic = 24A – seção 2,5mm²

Cálculo da Capacidade de condução de corrente (Iz)
Iz = Ic x FCA x FCT ➢ Iz = 24 x 1,0 x 1,0 ➢ Iz = 24A

Correção de temperatura para disjuntor em função de estar dentro do QD.

(Sem ventilação) ➢ 30ºC + 10ºC = 40ºC ➢ FCT = 0,87
(Tabela página 327)

$I_{disjuntor} = \frac{I_p}{FCT}$ ➢ $I_{disjuntor} = \frac{15,75}{0,87}$ ➢

$I_{disjuntor}$ = 18,1A

$I_p \leq In \leq Iz$
16,54A ≤ 18,1A ≤ 24A
16,54A ≤ 20A ≤ 24A

(Com ventilação) - 30ºC – FCT = 1,0
(Tabela página 327)

$I_{disjuntor} = \frac{I_p}{FCT}$ ➢ $I_{disjuntor} = \frac{15,75}{1,0}$ ➢

$I_{disjuntor}$ = 15,75A

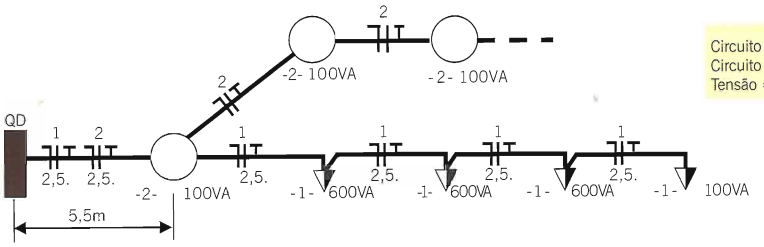
$I_p \leq In \leq Iz$
15,75A ≤ 15,75A ≤ 24A
15,75A ≤ 20A ≤ 24A

Para o circuito 3, tanto para o QD ventilado como sem ventilação, o disjuntor bem como a seção dos condutores a inequação é plenamente atendida, portanto...

Disjuntor termomagnético unipolar de 20A.
Seção dos condutores Neutro, Fase e Proteção (PE) 2,5mm².

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

3. Dimensionar os disjuntores para proteger os circuitos de iluminação e tomadas de uso geral (TUG) conforme características abaixo, que corresponde ao exercício 3 da página 339.



Circuito 1 = 1900VA I_p=14,96A
Circuito 2 = 1180VA I_p=9,29A
Tensão = 127V

Solução:

D – Dimensionamento dos disjuntores

FCA = 0,8 – Tabela página 328 – 2 circuito no eletroduto. FCT= 1,0(30ºC) Tabela página 327.

In = Tabela página 363.

Circuito 1	Circuito 2
Circuitos de pontos de tomadas	Circuitos de iluminação
Condutor seção mínima 2,5mm².	Condutor seção mínima 1,5mm².
Ic = 24A - seção 2,5mm²	Ic = 17,5A - seção 1,5mm²
Iz = Ic x FCA x FCT ➢ Iz = 24 x 0,8 x 1,0	Iz = Ic x FCA x FCT ➢Iz = 17,5 x 0,8 x 1,0
Iz = 19,2A	Iz = 14A

Correção de temperatura para disjuntor em função de estar dentro do QD (Sem ventilação) - 30ºC + 10ºC = 40ºC ➢ FCT = 0,87 (página 327)

$I_{disjuntor} = \frac{I_p}{FCT}$ ➢ $I_{disjuntor} = \frac{14,96}{0,87}$ ➢	$I_{disjuntor} = \frac{I_p}{FCT}$ ➢ $I_{disjuntor} = \frac{9,29}{0,87}$ ➢
$I_{disjuntor}$ = 17,2A	$I_{disjuntor}$ = 10,7A
$I_p \leq In \leq Iz$	$I_p \leq In \leq Iz$
14,96A ≤ 17,2A ≤ 19,2A	9,29A ≤ 10,7A ≤ 14A
14,96A ≤ 20A ≤ 19,2A	9,29A ≤ 15A ≤ 14A
Para o circuito 1, tanto o disjuntor como a seção dos condutores a inequação é plenamente atendida, portanto...	Para o circuito 2, tanto o disjuntor como a seção dos condutores a inequação não é plenamente atendida, portanto, deve-se proceder o recálculo para a seção do condutor imediatamente superior.
Disjuntor termomagnético unipolar de 20A.	Ic = 24A – seção 2,5mm²
Seção dos condutores Neutro, Fase e Proteção (PE) 2,5mm².	Iz = Ic x FCA x FCT Iz = 24 x 0,8 x 1
	Iz = 19,2A
	$I_p \leq In \leq Iz$ 9,29A ≤ 15A ≤ 19,2A
	Para o circuito 2 adota-se Disjuntor termomagnético de 15A seção dos condutores fase, neutro e proteção (PE) 2,5mm².

alerta

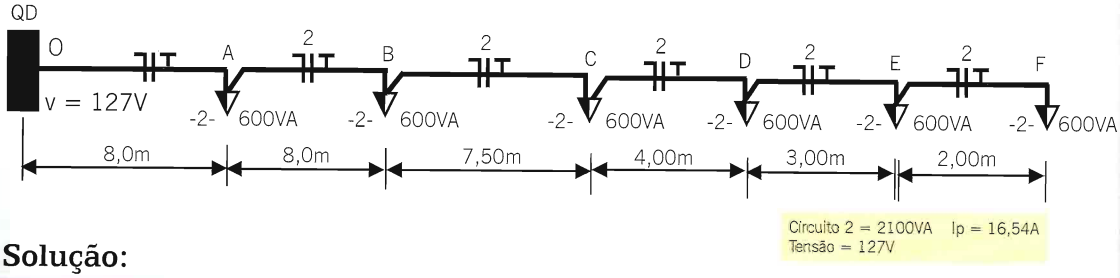
Está sendo utilizada uma determinada tabela para o dimensionamento de disjuntores. Caso seja utilizada outra tabela, deverão serem seguidos os dados de valores de corrente dos disjuntores ali constantes.

alerta

Observa-se que o circuito 2 devido ao agrupamento, passou a utilizar a seção dos condutores para 2,5mm². Neste caso seria conveniente e mais econômico separar os circuitos, cada um em seu eletroduto, a partir do DQ.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

4. Dimensionar o disjuntor para um circuito de tomadas de uso geral – (TUGs), conforme características abaixo, que corresponde ao exercício número 4 da página 340.



Solução:

D – Dimensionamento dos disjuntores

FCA = 1,0 (Tabela página 328) 1 circuito no eletroduto. FCT= 1,0(30ºC) (Tabela página 327).

In = Tabela página 363.

Circuito 2

Seção dos condutores do circuito 2 é 2,5mm².

Ic = 24A – seção 2,5mm²

Cálculo da capacidade de condução de corrente (Iz)

Iz = Ic x FCA x FCT ➢ Iz = 24 x 1,0 x 1,0 ➢ Iz = 24A

Correção de temperatura para disjuntor em função de estar dentro do QD (Sem ventilação) - 30ºC + 10ºC = 40ºC – FCT = 0,87 (Tabela página 327)

$$I_{disjuntor} = \frac{I_p}{FCT} \rightarrow I_{disjuntor} = \frac{16,54}{0,87} \rightarrow I_{disjuntor} = 19A$$

$I_p \leq In \leq Iz$

16,54A ≤ 19A ≤ 24A

16,54A ≤ 20A ≤ 24A

Para o circuito 2, o disjuntor bem como a seção dos condutores a inequação é plenamente atendida, portanto...

Disjuntor termomagnético unipolar de 20A.

Seção dos condutores Neutro, Fase e Proteção (PE) 2,5mm².

oficina teórica

1. Calcular o valor do disjuntor e a seção dos condutores para um circuito de pontos, tomadas de uso geral (TUGs), cuja potência é 1800VA, tensão 127V e para um circuito de ar-condicionado cuja potência é 3350VA, tensão 220V. Para ambos os circuitos, os condutores são com isolação de PVC e instalados num

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

mesmo eletroduto de PVC embutido em alvenaria. A temperatura ambiente é 30°C e a distância média, a partir do QD é de 10m.

Solução

A - Critério da seção mínima (Tabela página 309).

Circuitos de pontos de tomadas
Condutor seção mínima _____

Circuitos de ar-condicionado
Condutor seção mínima _____

B - Critério da Capacidade de condução de corrente

Circuito pontos de tomadas –TUGs

$I_p = \frac{S}{v} \rightarrow I_p = \frac{1800}{127} \rightarrow$ _____

Tabela página 322 - (Ic) - Coluna 6 - Seção _____

Circuito de ar-condicionado

$I_p = \frac{S}{V} \rightarrow I_p = \frac{3350}{220} \rightarrow$ _____

Tabela página 324 (Ic) - Coluna 6 - Seção _____

C - Critério da Queda de Tensão

ΔVunit. = V/Axkm = Tabela página 335, Coluna 5 - e(%)= Figura página 333 (≤4%)

$$\Delta e(\%) = \frac{\Delta V_{unit.} x I_p x \ell x 100}{V_n} (\leq 4\%)$$

Escolha do condutor

A seção para o neutro, fase e proteção (PE) é_____

A seção para as fases e proteção (PE) é _____

D – Dimensionamento dos disjuntores

FCA = 0,8 – Tabela página 328 – 2 circuito no eletroduto. FCT= 1,0(30°C)Tabela página 327.

In = Tabela página 363.

Iz = Ic x FCA x FCT ➤ _____ ➤ _____

Correção de temperatura para disjuntor em função de estar dentro do QD

(Sem ventilação) - 30°C + 10°C = 40°C – FCT = 0,87 (Tabela página 327)

$I_{disjuntor} = \frac{I_p}{FCT} \rightarrow$ _____ ➤ _____

$I_p \leq In \leq Iz$

$I_{disjuntor} = \frac{I_p}{FCT} \rightarrow$ _____ ➤ _____

$I_p \leq In \leq Iz$

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Para ambos os circuitos, com esse disjuntor e seção do condutor 2,5mm² a inequação não é atendida. Portanto, deve-se proceder o recálculo do circuito para seção dos condutores imediatamente superior.

_____ Seção dos condutores _____.

Iz= Ic x FCA x FCT ➤ _____ ➤ _____

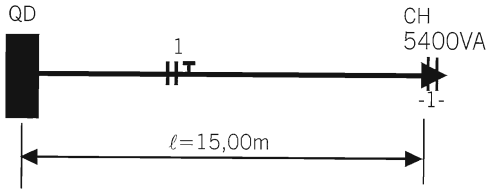
$I_p \leq In \leq Iz$

Para o Circuito de TUGs adota-se...
Disjuntor termomagnético _____.
Seção dos Condutores Neutro, Fase e Proteção (PE) _____.

$I_p \leq In \leq Iz$

Para o Circuito de TUGs adota-se...
Disjuntor termomagnético _____.
Seção dos Condutores Fases e Proteção (PE) _____.

2. Dimensionar o valor do disjuntor e a seção dos condutores para um chuveiro de 5400VA-220V (Fase e Fase-Sistema Copel), sendo os condutores com isolação de PVC, instalados em eletroduto de PVC embutido em alvenaria, temperatura ambiente 30°C, sabendo que a distância a partir do QD é de 15m.



Circuito 1 = 5400VA
Tensão = 200V

Solução

A - Critério da seção mínima (Tabela página 309).

_____

B - Critério da capacidade de condução de corrente

$I_p = \frac{S}{V}$ ➤ $I_p = \frac{1800}{127}$ ➤ _____

Tabela página 322 - (Ic) - Coluna 6 - Seção Ic = _____ - seção - _____.

C - Critério da queda de tensão

$\Delta V_{unit.}$ = V/Axkm = Tabela página 335, Coluna 5 - e(%)= Figura página 333 (≤4%)

$$\Delta e(\%) = \frac{\Delta V_{unit.} x I_p x \ell x 100}{V_n} (\leq 4\%)$$ ➤ _____ ➤ _____

Escolha do condutor

_____

_____

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

D – Dimensionamento dos disjuntores

FCA = 0,8 – Tabela página 328 – 2 circuito no eletroduto. FCT= 1,0(30ºC)Tabela página 327.

In = Tabela página 363.

_____ ➢ _____ ➢ _____

Correção de temperatura para disjuntor em função de estar dentro do QD

(Sem ventilação) - 30ºC + 10ºC = 40ºC – FCT = 0,87 (Tabela página 327)

$I_{disjuntor} = \frac{I_p}{FCT}$ ➢ $I_{disjuntor}$ = _____ ➢ _____

$I_p \leq In \leq Iz$

_____

_____

_____

_____

_____

interatividade

Efetue a seguinte pesquisa com relação aos dispositivos de proteção:

1. Quais são as prescrições fundamentais que a norma NBR 5410:2004 determina a respeito das proteções em instalações elétricas?
2. O que são disparadores térmicos e magnéticos?
3. Explique o funcionamento de um disjuntor termomagnético?
4. Cite as características dos disjuntores quanto ao número de pólos e quanto à tensão de operação.

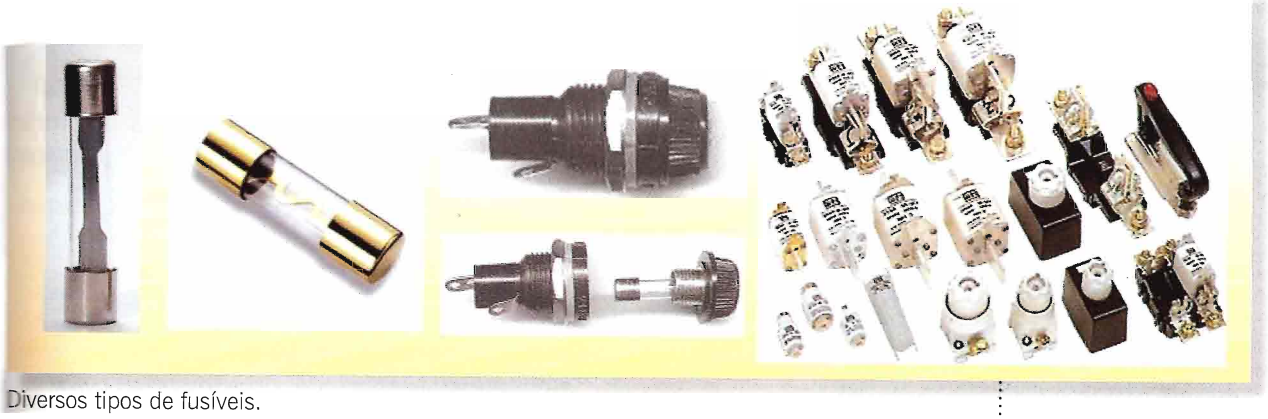
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

aplicando conhecimento

Fusíveis

Os fusíveis são dispositivos que protegem os circuitos contra danos causados por sobrecorrentes (correntes de sobrecargas e correntes de curto-circuito). De todos os dispositivos de proteção é o mais simples construtivamente.

O fusível é um pedaço de fio geralmente de cobre ou estanho que queima ou "funde" quando a corrente ultrapassa um determinado valor.



Diversos tipos de fusíveis.

Considerações sobre os fusíveis

- São de operação simples e segura;
- São, geralmente, de baixo custo;
- São unipolares, podendo causar danos em motores, caso o circuito não disponha de proteção contra falta de fase;
- Não permitem efetuar manobras, sendo normalmente usados com chaves;
- Não permitem ajustes, o que somente pode ser conseguido com a mudança de tamanho (corrente nominal) ou do tipo de fusível;
- Não permite "rearme", no caso de atuação deve ser substituído;
- Se constituem, essencialmente, num dispositivo de proteção contra curto-circuito;
- Não são recomendados para a proteção contra sobrecorrentes leves e moderadas.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Os fusíveis podem ser classificados segundo a:

a) tensão de alimentação: baixa tensão ou alta tensão;

b) característica de desligamento: efeito rápido e retardado;

- Rápidos (fast blow): destinam-se a circuitos onde não ocorre variação considerável de corrente entre a fase de partida e a de regime normal de funcionamento, cujo tempo de fusão é na ordem de centésimos de segundo. Ex.: Cargas resistivas, cargas que funcionam com semicondutores.
- retardados (slow blow): Destinam-se a circuitos onde a corrente de partida é várias vezes superior à corrente nominal. Ex.: Motores, reatores, etc.

O retardamento é obtido por um acréscimo de massa na parte central do elo, onde este apresenta menor seção condutora, e onde conseqüentemente se dará a fusão.

Este acréscimo de massa absorve durante um curto período de tempo parte do calor que se desenvolve na seção reduzida do elo, retardando a elevação da temperatura, cujo valor limite superior é a temperatura de fusão do metal usado no elo.

c) categoria de utilização: gL/gG, aM e gR/aR.
gL/gG – Proteção de instalações elétricas em geral.
gM ou aM – Proteção de motores.
gR ou aR – Proteção de dispositivos eletrônicos.

Significado das letras:
Primeira letra: faixa de interrupção
g – Curva para sobrecarga e curto-circuito.
a – Apenas para curto-circuito.
Segunda letra: categoria de utilização.
L/G – Proteção de cabos em geral.
M – Proteção de motores.
R - Ação ultra-rápida.

alerta

É ato ilícito, o uso de artifícios para substituir os fusíveis, pois agindo-se deste modo pode-se provocar danos incalculáveis: se eles estão queimando com freqüência, alguma coisa está errada. Procure a causa.

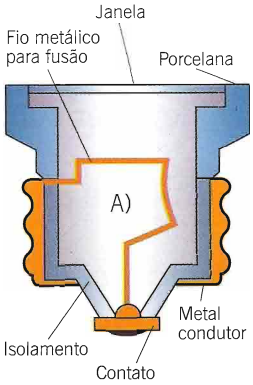
alerta

Na medida do possível, substitua os fusíveis tipo rolha, cartucho ou faca, com invólucro de papelão, por fusíveis mais seguros com invólucro de porcelana.

Tipos de fusíveis

Os tipos de fusíveis para baixa tensão podem ser: a) Rolha; b) Cartucho; c) Faca; d) Sitor (para proteção de semicondutores).

A)



A)

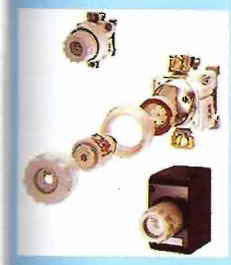
B)

C)

D)

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Tabelas de fusíveis



	Tamanho	In (A) Diazed	In (A) Silized
	D II	2 4 6 10 16 20 25	16 20 25 30
	D III	35 50 63	35 50 63
	D IVH	80* 100*	80 100
	* Somente reposição.		
Tensão nominal.	Diazed=500Vca/220Vcc Silized=500Vca/500Vcc		
Capacidade de interrupção nominal.	Diazed=70kA até 500Vca 100kA até 220Vcc Silized= 50kA até 500Vca 8kA até 500Vcc		

Fonte: Siemens

Tabela: Fusíveis Diazed e Silized.

Neozed

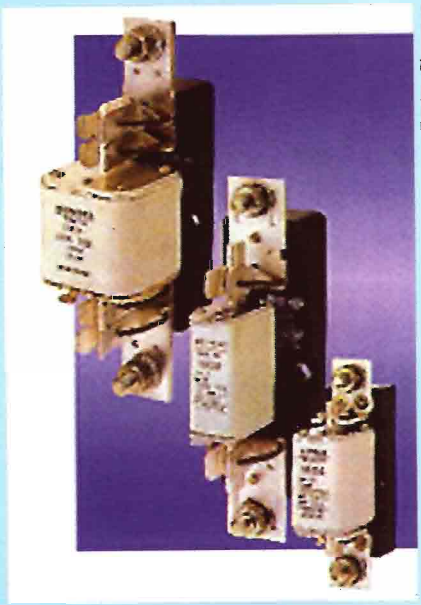
Minized
Unipolar
Bipolar
Tripolar

	Tamanho	In (A) Neozed	In (A) Minized
	D 01	2 4 6 10 16	2 4 6 10 16 AC-22 16A – 63A AC-23 10A – 50A
	D 02	20 25 35 50 63	20 25 35 50 AC-22=63A AC-23=50A
Tensão nominal	Neozed=400Vca/250Vcc Minized=400Vca		
Capacidade de interrupção nominal.	Neozed=50kA até 400Vca 8kA até 250Vcc		
Corrente presumida de curto-circuito.	Minized = 50kA.		

Fonte: Siemens

Tabela: Fusíveis Neozed e Minized.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br



Fonte: Siemens

Tamanho	In (A)	Tamanho	In (A)
000	6	2	224
	10		250
	16		315
	20		355
	25		400
	32		
	40		
	50		
	63		
	80		
	100		
00	125	3	400
	160		500
			630
1	40	4	800
	50		1000
	63		1250
	80		
	100		
	125		
	160		
	200		
	224		
	250		

Vn = 500Vca/250Vcc

Capacidade de interrupção nominal: 120kA-500Vca; 100kA-250Vcc.

Tabela: Fusíveis NH.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Fonte: Siemens

Fonte: Siemens

Dimen. (mm)	Cilíndrico In (A)		Cilíndrico ultra-rápido In (A)	
10 x 38	1	12	3	16
	2	16	5	20
	4	20	6	25
	6	251)	8	32
	8	321)	10	
	10		12	
14 x 51	2	16	1	15
	4	20	2	20
	6	25	3	25
	8	32	4	30
	10	40	5	32
	12	501)	6	40
			10	50
22 x 58	8	32	20	80
	10	40	25	100
	12	50	32	
	16	63	40	
	20	80	50	
	25	1001)	63	
Cat. utilização	gG/aM		aR	
Tensão nominal(V)	500 Vca		Para proteção de semicondutores	
Capacidade de interrupção nominal	100 kA		~50kA	

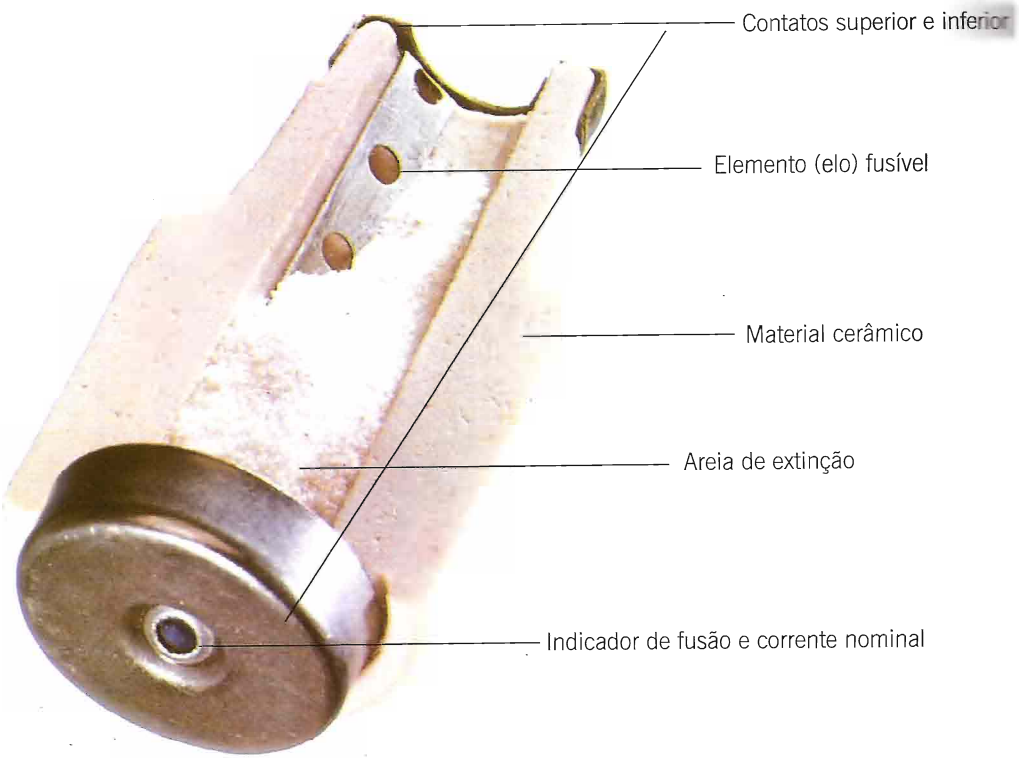
Fonte: Siemens

Tabela: Fusíveis cilíndricos e cilíndricos ultra-rápidos.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Composição do elo de fusão

O "elo de fusão" ou "elemento fusível" é um fio ou uma lâmina, geralmente de cobre eletrolítico, prata, estanho, chumbo ou ligas, inserido no interior de um invólucro de vidro e de porcelana ou esteatita, hermeticamente fechado. Veja um exemplo.

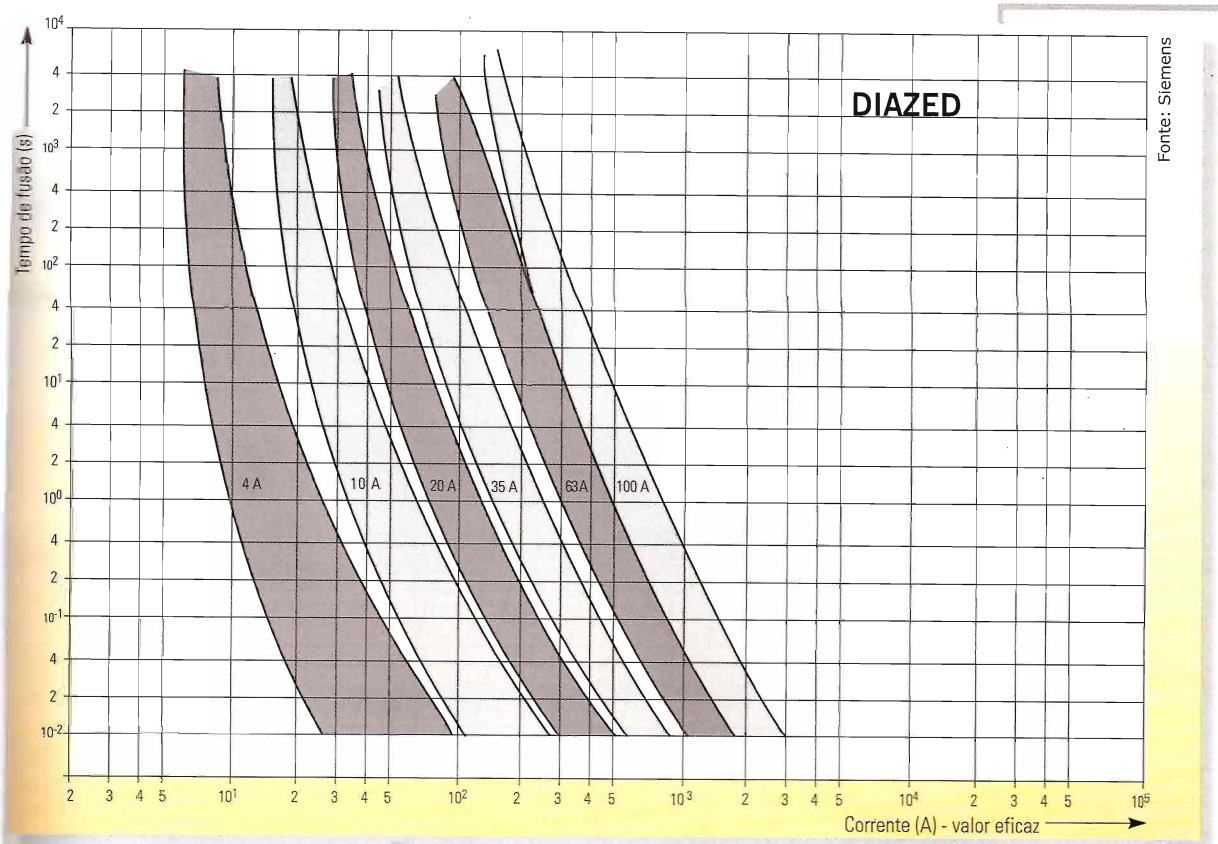


Constituição do fusível Diazed.

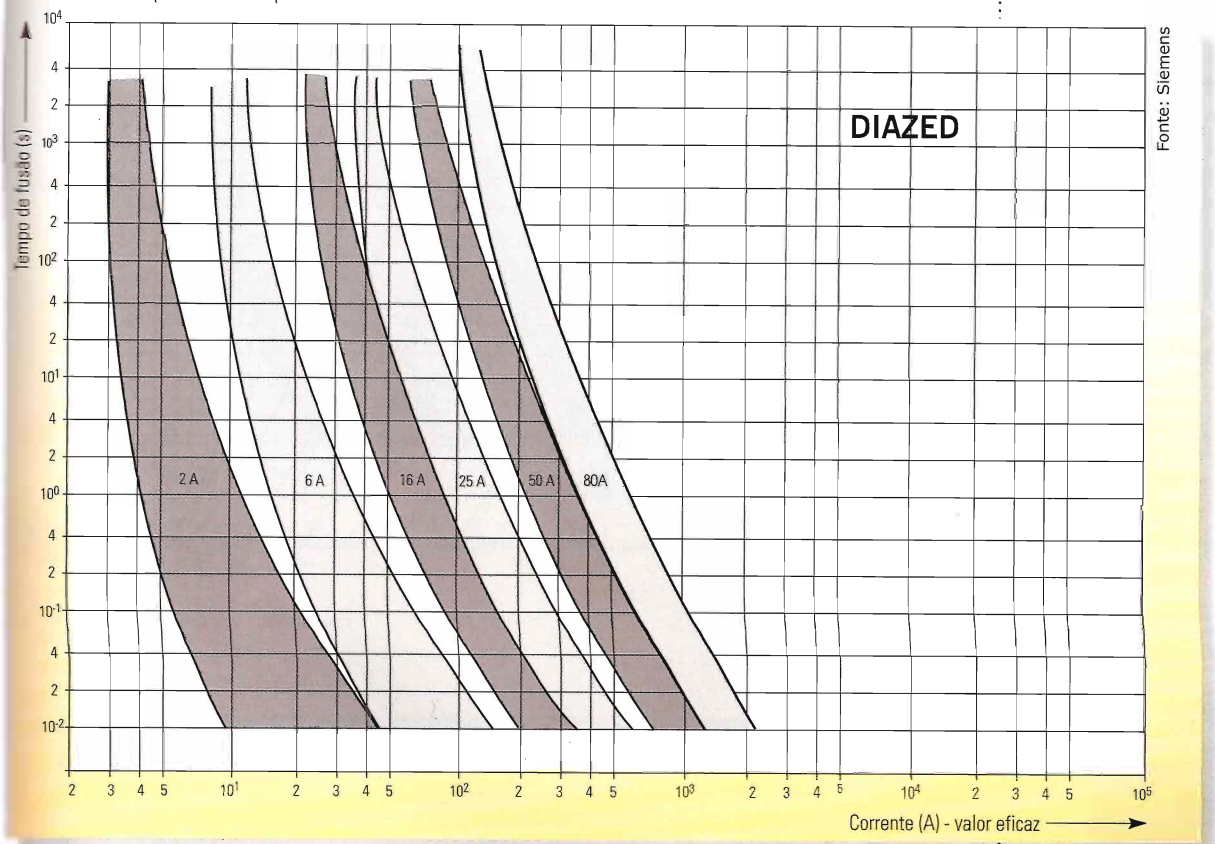
Curva característica tempo-corrente de fusíveis

A curva tempo-corrente tem por finalidade fornecer o tempo despendido por um dispositivo de proteção deixe de operar em função das condições do circuito, ou seja, quanto maior for a corrente que circula pelo dispositivo menor tempo levará para atuar.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

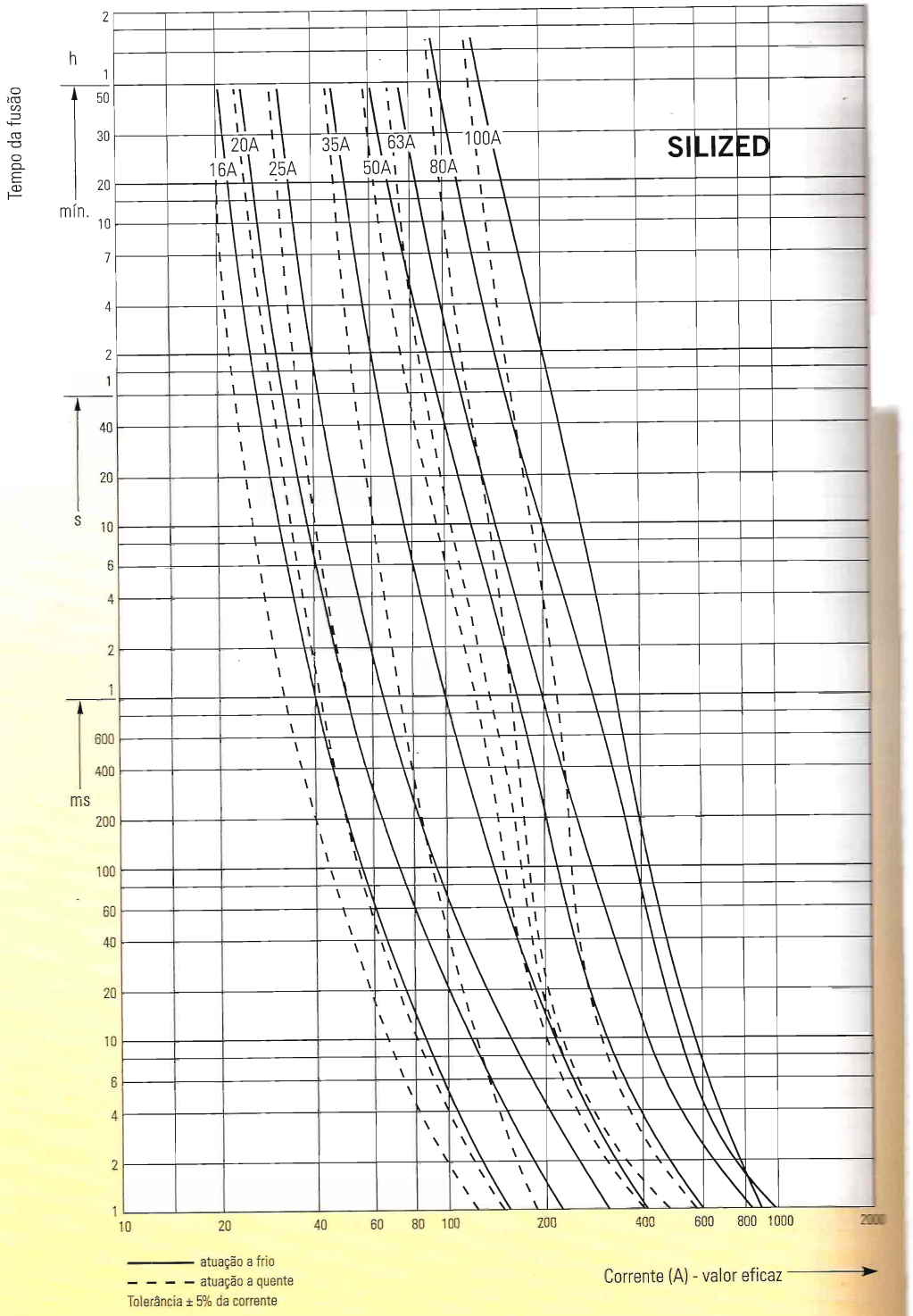


Curva tempo-corrente para fusíveis Diazed.



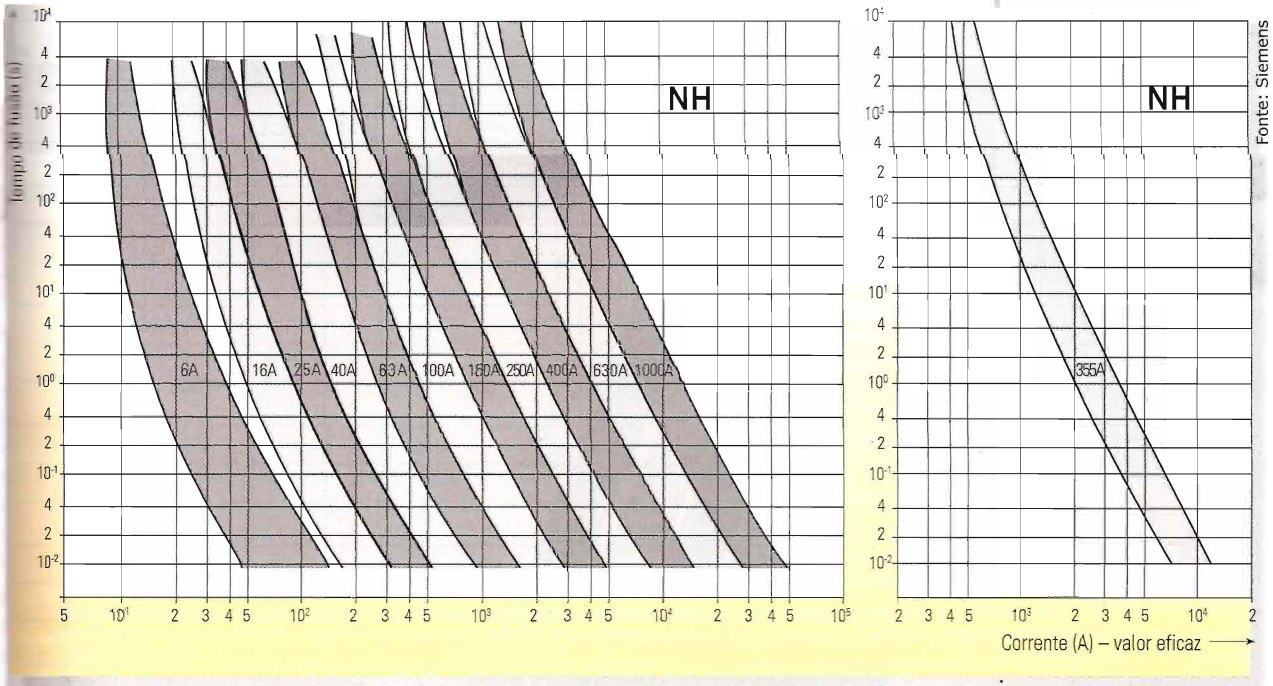
Curva tempo-corrente para fusíveis Diazed.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

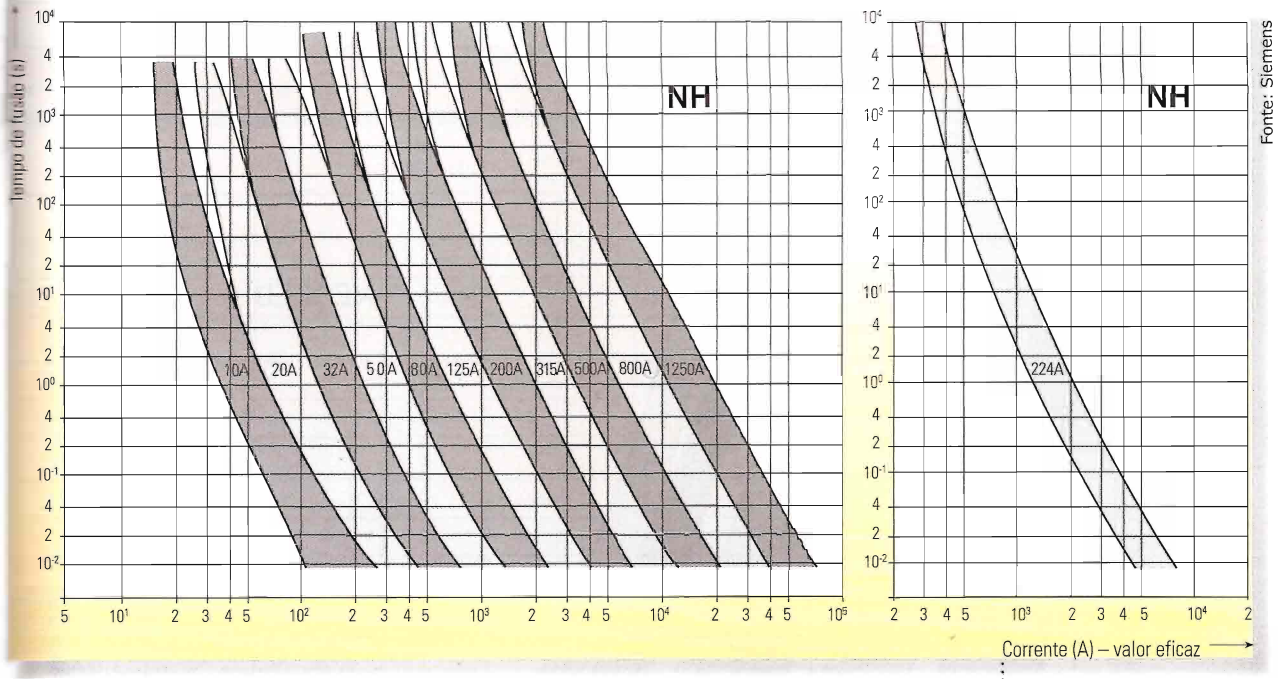


Curva tempo-corrente para fusíveis Silized.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

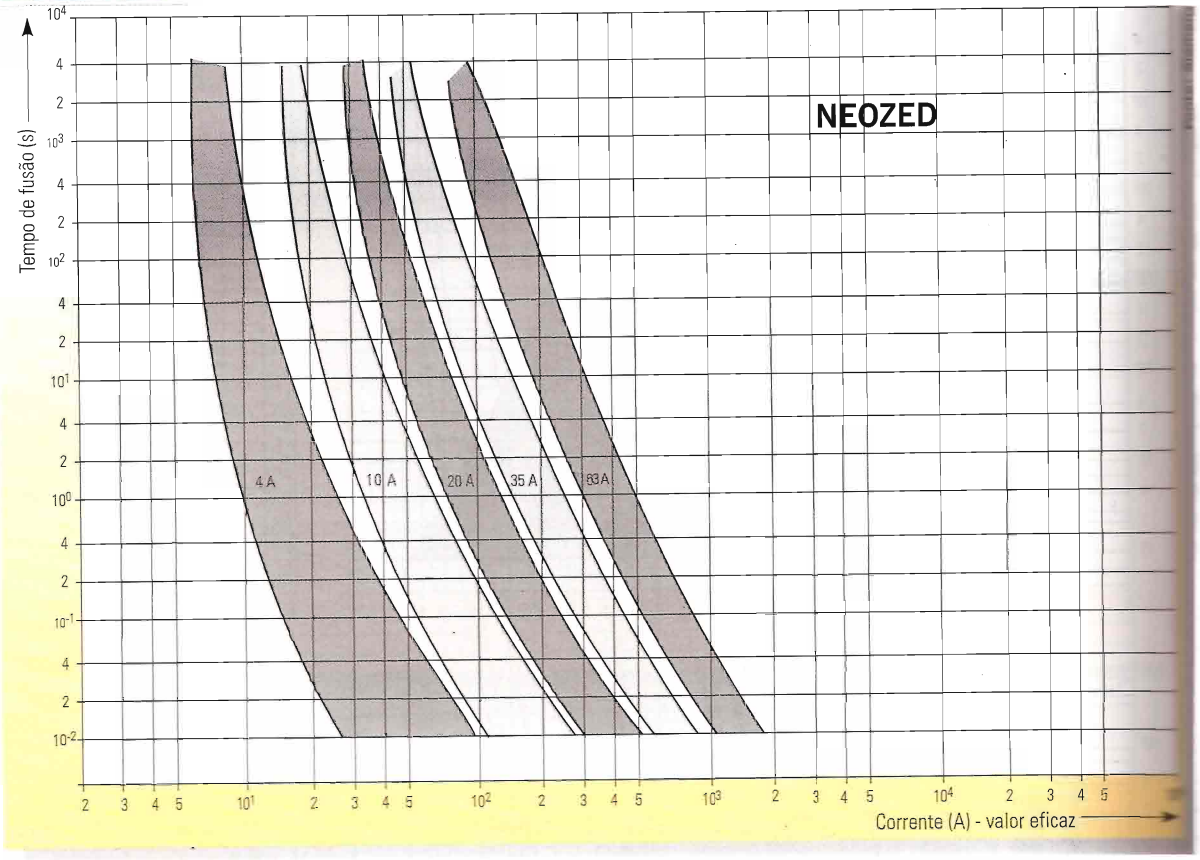


Curva-tempo-corrente fusíveis NH

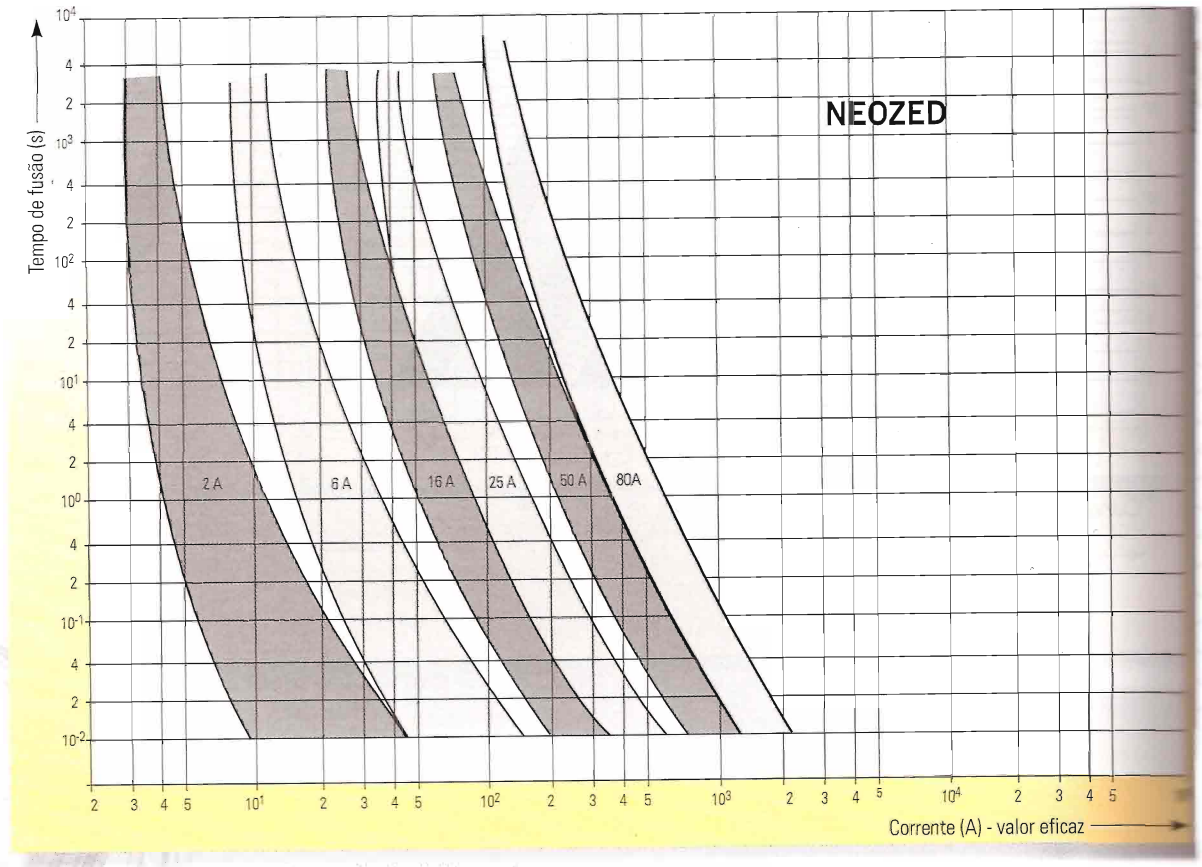


Curva tempo-corrente para fusíveis NH.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br



Curva tempo-corrente para fusíveis Neozed.

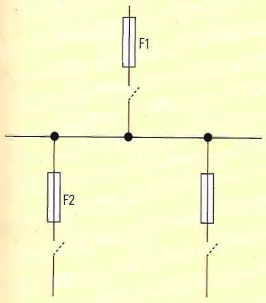


Curva tempo-corrente para fusíveis Neozed.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Seletividade

DIAZED

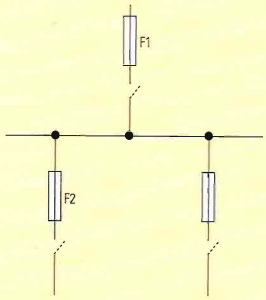


Fonte: Siemens

Fusíveis

Montante F1	Jusante F2
100 A	63 A
80 A	50 A
63 A	35 A
50 A	25 A
35 A	20 A
25 A	16 A
20 A	10 A
16 A	6 A
10 A	4 A
6 A	2 A

NH



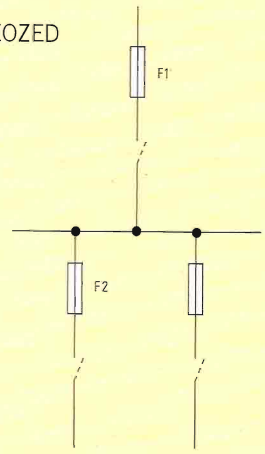
Fonte: Siemens

Fusíveis

Montante F1	Jusante F2
1250 A	800 A
1000 A	630 A
800 A	500 A
630 A	400 A
500 A	315 A
400 A	250 A
315 A	200 A
250 A	160 A
200 A	125 A
160 A	100 A
125 A	80 A
100 A	63 A
80 A	50 A
63 A	40 A
50 A	32 A
40 A	25 A
32 A	20 A
25 A	16 A
20 A	10 A
16 A	6 A
10 A	4 A 1)
6 A	2 A 1)

Fusíveis Diazed

NEOZED



Fonte: Siemens

Fusíveis

Montante F1	Jusante F2
100 A 1)	63 A
80 A 1)	50 A
63 A	35 A
50 A	25 A
35 A	20 A
25 A	16 A
20 A	10 A
16 A	6 A
10 A	4 A
6 A	2 A

Fusíveis Diazed / NH

oficina teórica

1. Um fusível Diazed de 35A suporta uma corrente de 100A durante quanto tempo?

_____

_____

_____

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

2. Um fusível Diazed de 4A deve atuar após 10s. Qual é a corrente que circula por ele?

3. Tendo-se um fusível NH de 50A, se circular por ele uma corrente de 100A em quanto tempo ele irá atuar?

4. Para que, em 20s, um fusível NH atue, circula por ele uma corrente de 200A. Qual é este fusível?

5. Temos um fusível NH de 50A. Quando a corrente chegar a 200A em quanto tempo ele irá atuar?

6. Temos um fusível de 20A e queremos verificar para uma corrente de curto-circuito de 100A, quais os tempos de fusão para o fusível Diazed e para o fusível Silized?

7. Para que, em 60s, um fusível Diazed atue, circula por ele uma corrente de 60A. Qual é este fusível?

interatividade

Efetue a seguinte pesquisa com relação aos dispositivos de proteção-fusível:

1. Quais são as características elétricas importantes na escolha do fusível?
2. Quais são os acessórios para fusíveis Diazed e NH? Descreva cada um deles.
3. Quais as precauções a serem tomadas na substituição de fusíveis?
4. Qual o significado da palavra Diazed e NH?
5. Quais são as características de desligamento dos fusíveis?
6. Quais são os códigos de cores dos fusíveis diazed, neozed e silized conforme capacidade de corrente?
7. Quais são as precauções que devem ser tomadas na substituição de fusíveis?

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

aplicando conhecimento

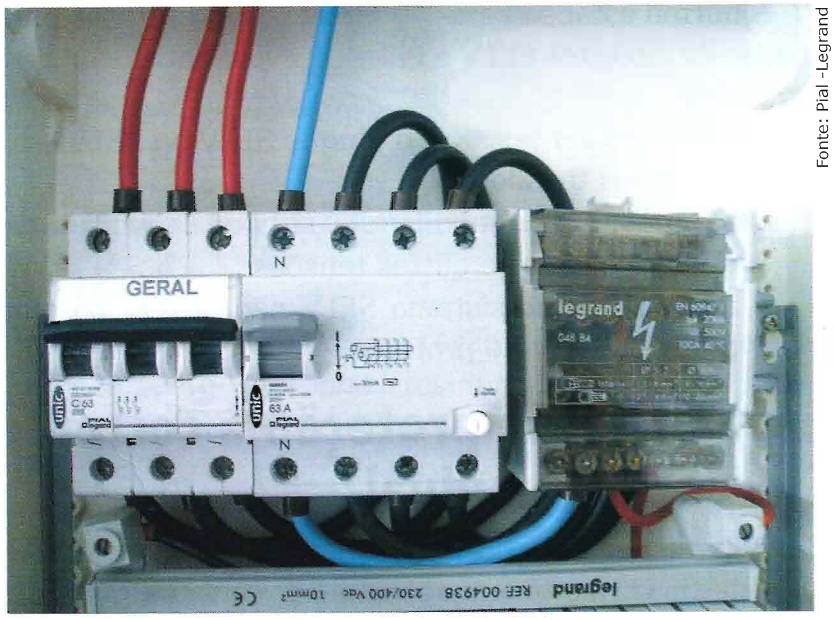
Proteção contra choques elétricos

A NBR 5410:2004, apresenta o princípio fundamental que norteia as medidas sobre a proteção contra choques elétricos. Esse princípio, segundo a norma, se traduz em duas premissas indissociáveis:

a) partes vivas perigosas não devem se acessíveis;
b) massas ou partes condutivas acessíveis não devem oferecer perigo, seja em condições normais, seja, em particular, em caso de alguma falha que as tornem acidentalmente vivas.

Com a finalidade de atender plenamente o princípio fundamental, a norma apresenta dois tipos de proteção de caráter geral:

a) básica: "meio destinado a impedir contato com partes vivas perigosas em condições normais";
b) supletiva: "meio destinado a suprir a proteção contra choques elétricos quando massas ou partes condutivas acessíveis tornam-se acidentalmente vivas".



Fonte: Pial -Legrand

Dispositivos de proteção.

alerta

"Os conceitos de 'proteção básica' e de 'proteção supletiva' correspondem aos conceitos de 'proteção contra contatos diretos' e de 'proteção contra contatos indiretos'" (NBR 5410:2004).

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

De acordo com a norma, medida de proteção contra choques elétricos "é sinônimo de provimento o conjunto de proteção básica e proteção supletiva".

As medidas determinadas pela norma são:

- equipotencialização e seccionamento automático de alimentação;
- isolação dupla ou reforçada;
- uso de separação elétrica individual;
- limitação de tensão: SELV e PELV.

Nota

- SELV (do inglês "separated extra-low voltage"): "Sistema de extrabaixa tensão que é eletricamente separado da terra, de outros sistemas e de tal modo que a ocorrência de uma única falta não resulta em risco de choque elétrico".
- PELV (do inglês "protected extra-low voltage"): "Sistema de extrabaixa tensão que não é eletricamente separado da terra, mas que preenche, de modo equivalente, todos os requisitos de um SELV".

A proteção de caráter específico é determinada na norma de proteção adicional. As medidas de proteção adicional são a eqüipotencialização suplementar; e o uso de dispositivo diferencial-residual de alta sensibilidade.

A norma estabelece alguns critérios quanto aos plugues e às tomadas de circuitos SELV e PELV e devem satisfazer as seguintes prescrições:

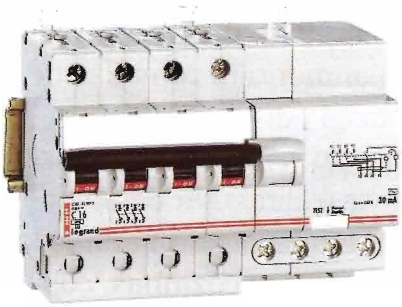
a) não deve ser possível o plugue SELV ou PELV em tomadas de outras tensões;
b) a tomada SELV ou PELV deve impedir a introdução de plugues referentes a outras tensões;
c) as tomadas do sistema SELV não devem possuir contato para condutor de proteção.

Dispositivo de proteção à corrente diferencial-residual

Dispositivo de seccionamento mecânico (ou associação de dispositivos) é destinado a provocar a abertura de contatos, quando a corrente diferencial-residual atinge um valor dado em condições especificadas.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

O disjuntor diferencial-residual é um dispositivo que protege os condutores do circuito contra sobrecarga e contra curto-circuito; e as pessoas contra choques elétricos.



Fonte: Pial-Legrand

Disjuntor diferencial termomagnético DX.

O interruptor diferencial residual é um dispositivo que liga e desliga, manualmente, o circuito; e protege as pessoas contra choques elétricos.

Fonte: Pial-Legrand

Interruptor diferencial IDR.

Dispositivo diferencial-residual de alta sensibilidade

"O uso de dispositivos de proteção a corrente diferencial-residual com corrente diferencial-residual nominal $I_{\Delta n}$ igual ou inferior a 30mA é reconhecido como proteção adicional contra choques elétricos".

"A proteção adicional provida pelo uso de dispositivo diferencial-residual de alta sensibilidade visa casos como os de falha de outros meios de proteção e de descuido ou imprudência do usuário".

alerta

"O termo 'dispositivo' não deve ser entendido como significando um produto particular, mas sim qualquer forma possível de se implementar a proteção diferencial-residual. São exemplos de tais formas: o interruptor, o disjuntor ou tomada com proteção diferencial incorporada, os blocos e módulos de proteção diferencial-residual acopláveis a disjuntores, os relés e transformadores de corrente que se podem associar a disjuntores, etc".

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

A Norma NBR 5410:2004, determina a obrigatoriedade do uso de dispositivo diferencial-residual de alta sensibilidade nos seguintes locais:

a) Os circuitos que sirvam a pontos de utilização situados em locais contendo banheira ou chuveiro;
b) Os circuitos que alimentem tomadas de corrente situadas em áreas externas à edificação;
c) Os circuitos de tomadas de corrente situadas em áreas internas que possam vir a alimentar equipamentos no exterior;
d) Os circuitos que, em locais de habitação, sirvam a pontos de utilização situados em cozinhas, copas-cozinhas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e demais dependências internas molhadas em uso normal ou sujeitas a lavagens.

Os circuitos que, em edificações não-residenciais, sirvam a pontos de tomadas situados em cozinhas, copas-cozinhas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e, no geral, em áreas internas molhadas em uso normal ou sujeitas a lavagens.

Observação

1. A exigência de proteção adicional por DR de alta sensibilidade se aplica às tomadas com corrente nominal até 32 A.
2. A exigência não se aplica a circuitos ou setores da instalação concebidos em esquemas IT, visando garantir a continuidade de serviço, como por exemplo, na alimentação de salas cirúrgicas ou de serviços de segurança.
3. Admite-se a exclusão, na alínea d), dos pontos que alimentam aparelhos de iluminação posicionados a uma altura igual ou superior a 2,50 m.
4. Quando o risco de desligamento de congeladores por atuação intempestiva da proteção, associado à hipótese de ausência prolongada de pessoas, significar perdas e/ou conseqüências sanitárias relevantes, recomenda-se que as tomadas de corrente previstas para a alimentação de tais equipamentos sejam protegidas por dispositivos DR com característica de alta imunidade a perturbações transitórias, que o próprio circuito de alimentação do congelador seja sempre que possível independente e que caso exista outro dispositivo DR a montante de alta imunidade, seja garantida seletividade entre os dispositivos.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Alternativamente, ao invés de dispositivo DR, a tomada destinada ao congelador pode ser protegida por separação elétrica individual, recomendando-se que também aí o circuito seja independente e que caso haja dispositivo DR a montante, este seja de um tipo imune a perturbações transitórias.

5. A proteção dos circuitos pode ser realizada individualmente, por ponto de utilização ou por circuito ou por grupo de circuitos.

Nos sistemas SELV e PELV em que os circuitos SELV ou PELV são, total ou parcialmente, partes vivas acessíveis, a tensão nominal do circuito SELV ou PELV não deve ser superior a:

a) 25V, valor eficaz, em corrente alternada, ou 60V em corrente contínua sem ondulação, se o sistema for usado na situação 1 definida no anexo C da NBR 5410 : 2004; ou

b) 12V, valor eficaz, em corrente alternada, ou 30V em corrente contínua sem ondulação, se o sistema for usado na situação 2 definida no anexo C, da NBR : 5410 : 2004.

Condições de influência externa (Tabelas 19 e 20 da NBR 5410:2004	Situação	Natureza da corrente	
		Alternada, 15Hz – 1000Hz	Contínua sem ondulação [1)]
BB1, BB2	Situação 1	50	120
BC1, BC2, BC3	Situação 1	50	120
BB3	Situação 2	25	60
BC4	Situação 2	25	60
BB4	Situação 3	12	30

Notas

1. Alguns exemplos da situação 2:
   - áreas externas (jardins, feiras, etc.;
   - canteiros de obras;
   - estabelecimentos agropecuários;
   - áreas de acampamentos (campings) e de estacionamento de veículos especiais, reboques e trailers);
   - volume 1 de banheiros e piscinas;
   - compartimentos condutivos;
   - dependências interiores molhadas em uso normal.
2. Um exemplo da situação 3, que corresponde aos casos de corpo imerso, é o volume zero de banheiros e piscinas.

Uma tensão contínua "sem ondulação" é convencionalmente definida como apresentando uma taxa de ondulação não superior a 10% em valor eficaz; o valor de crista máximo não deve ultrapassar 140V, para um sistema em corrente contínua sem ondulação com 120V nominais, ou 70V para um sistema em corrente contínua sem ondulação com 60V nominais.

Situações 1, 2 e 3 e valores da tensão de contato limite VL (V).

Fonte: NBR 5410:2004

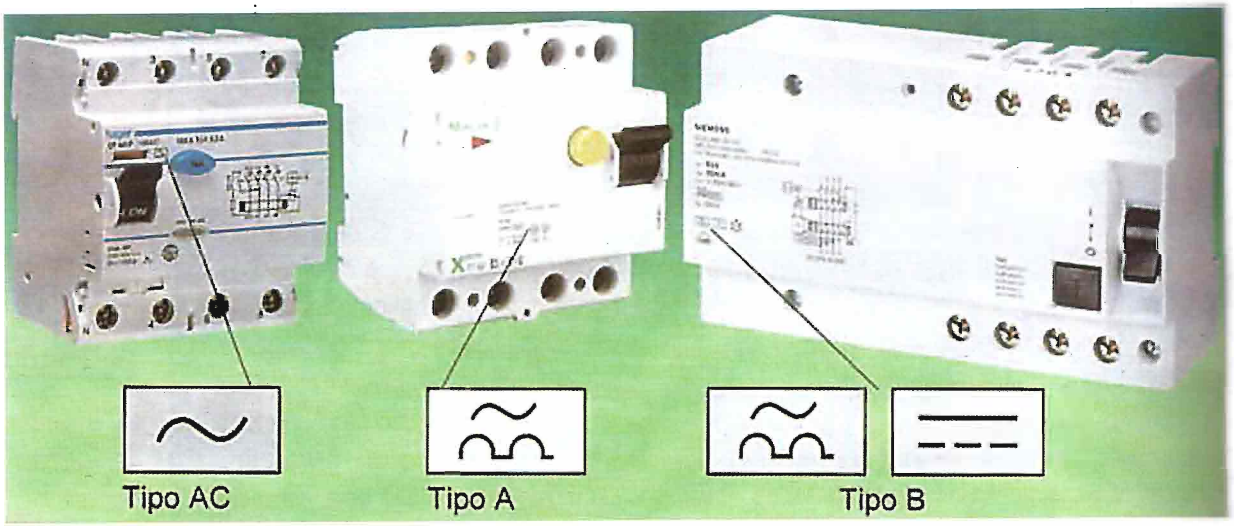
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Tipos e aplicações

Em circuitos de corrente contínua só devem ser usados dispositivos DR capazes de detectar correntes diferenciais-residuais contínuas. Eles devem ser capazes, também, de interromper as correntes do circuito tanto em condições normais quanto em situações de falta. Neste caso, utiliza-se os dispositivos DR do tipo B.

Em circuitos de corrente alternada nos quais a corrente de falta pode conter componente contínua só devem ser utilizados dispositivos DR capazes de detectar também correntes diferenciais com essas características. Neste caso, utiliza-se os dispositivos DR do tipo A.

Em circuitos de corrente alternada nos quais não se prevêem correntes de falta que não sejam senoidais, podem ser utilizados dispositivos DR capazes de detectar apenas correntes diferenciais-residuais senoidais. Tais dispositivos podem ser utilizados também na proteção de circuitos que possuam, a jusante, dispositivos DR capazes de detectar as correntes de falta não-senoidais que os circuitos por eles protegidos possam apresentar. Neste caso, utiliza-se os dispositivos DR do tipo AC.

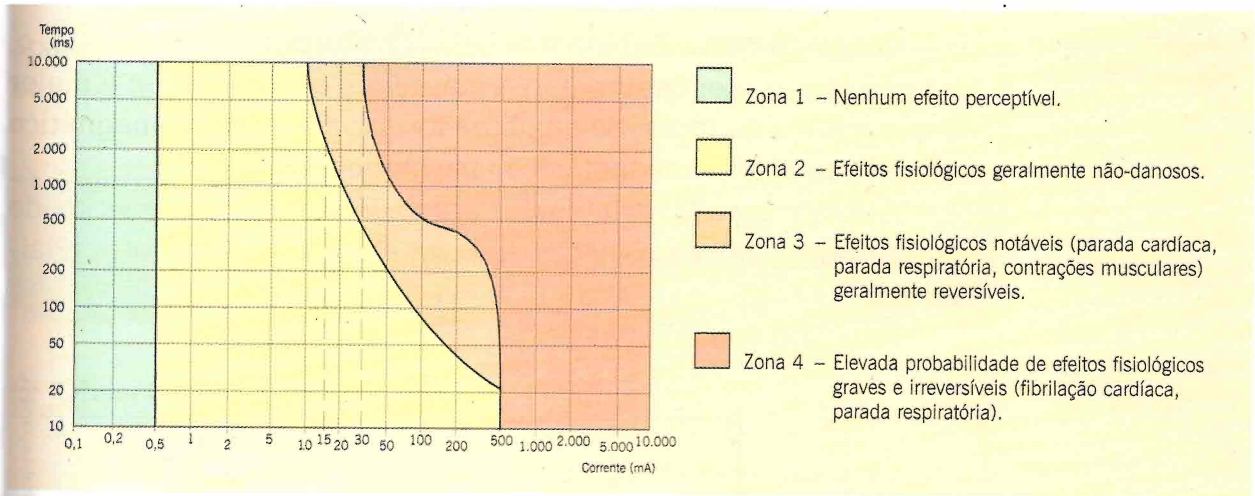


Diversos tipos de dispositivos DR.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Curvas zonas de risco

Analise os efeitos da corrente alternada sobre as pessoas a partir da curva.

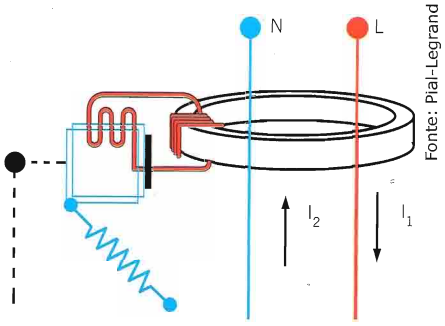


Fonte: Pial-Legrand

Curvas zonas de risco.

Funcionamento do dispositivo DR

O núcleo magnético trabalha como um transformador. O primário mede todas as correntes no circuito sendo monitorado, o secundário alimenta o relé sensor de corrente. Se houver uma fuga ou falta de corrente, o somatório vetorial das correntes não é zero e resulta em uma corrente residual. Sobre o limiar prefixado $I_{\Delta n}$, o relé sensor de corrente controla a abertura dos contatos principais do dispositivo de interrupção associado (interruptor ou disjuntor).



Fonte: Pial-Legrand

DR (fase + neutro. Princípio da corrente diferencial-residual.)

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

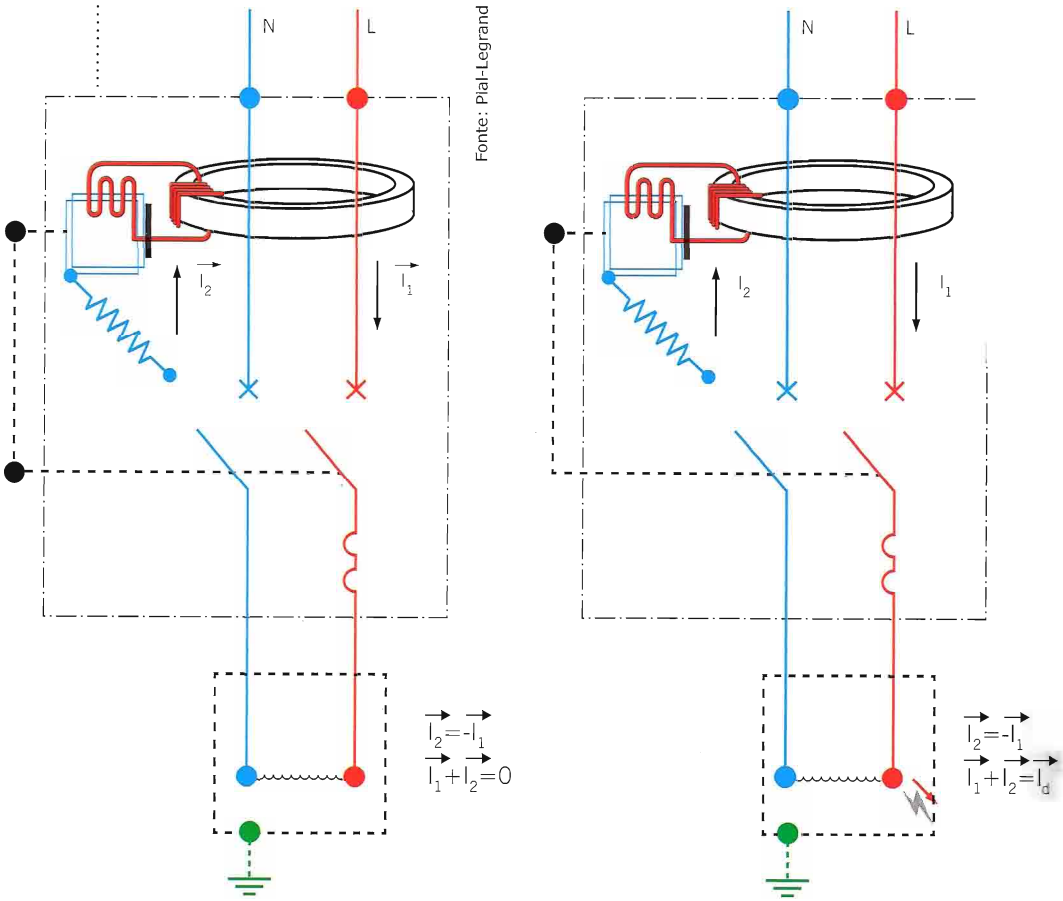
O relé sensor de corrente consiste de uma bobina magnetizada (contanto que nenhuma fuga de corrente esteja presente) que mantém o contato na posição fechada.

Este contato é fixo em um eixo e é sujeito à força de uma mola.

Contanto que a bobina não seja ativada por uma corrente, o ímã permanente opõe uma força mantendo o contato que é maior do que a força da mola. Se a bobina for ativada, o fluxo magnético induzido se opõe à magnetização permanente.

A força gerada pela mola, então, aciona o movimento do contato que controla o mecanismo de abertura do contato. (Pial-Legrand).

Princípio operacional



Fonte: Pial-Legrand

O valor da corrente que sai (fase) é igual ao valor da corrente de retorno (neutro). Se não houver nenhuma corrente residual, nenhum fluxo magnético é criado no núcleo, sendo assim, a bobina do relé sensor de corrente não está excitada. Os contatos permanecem fechados. O dispositivo trabalha normalmente.

O valor da corrente que sai (fase) é diferente do valor da corrente de retorno (neutro). A corrente residual causa um fluxo magnético no núcleo, que gera uma corrente que excitará o relé de corrente. Desligando o dispositivo DR.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

O dispositivo DR deve ser instalado em série com os disjuntores termomagnéticos de um quadro de distribuição (QD). Em geral, ele é instalado depois do disjuntor principal e antes dos disjuntores de distribuição.

Para facilitar a detecção do defeito, aconselha-se proteger cada aparelho com dispositivo diferencial. Caso isto não seja viável deve-se separar por grupos que possuam características semelhantes.

alerta

O barramento de neutro deve ser isolado da estrutura metálica do quadro de distribuição (QD).

Exemplo

Circuito de tomadas, circuitos de iluminação, etc. (GEindustrial)

Observação

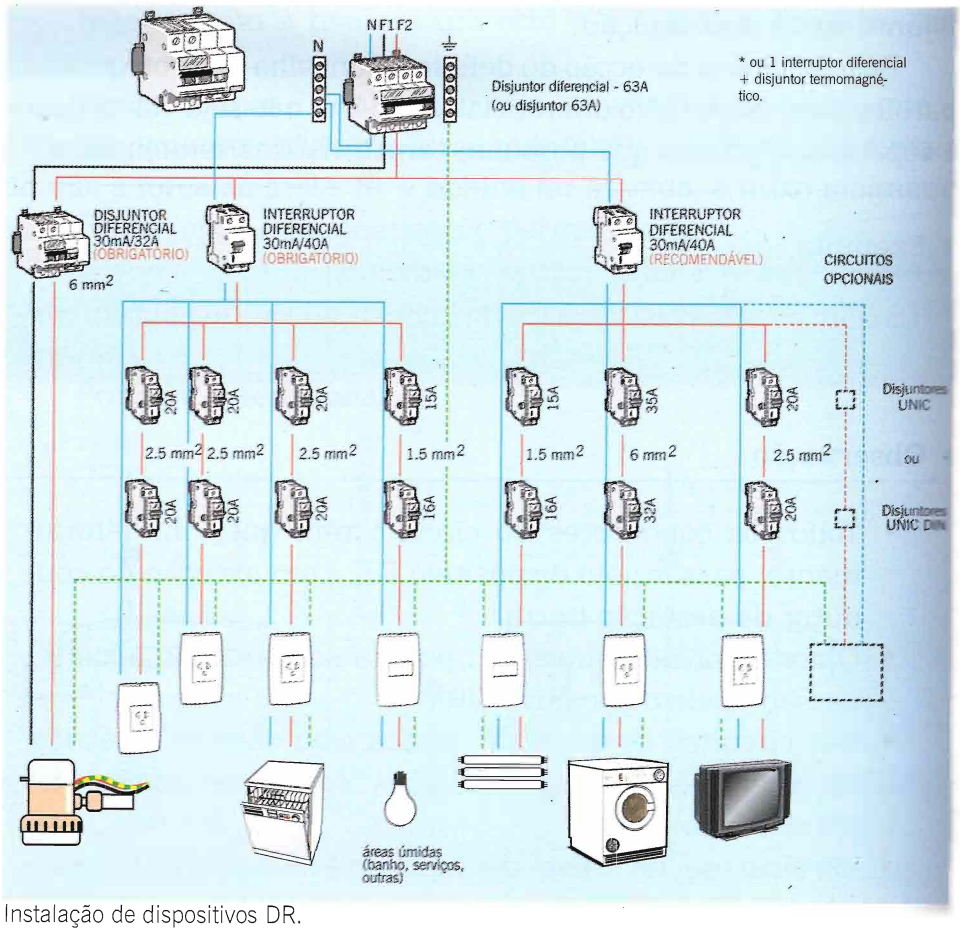
- Todos os condutores do circuito têm que, obrigatoriamente, passar pelo dispositivo DR, com exceção do condutor de proteção (terra).
- O condutor de neutro não poderá ser aterrado após ter passado pelo dispositivo DR.
- Nos circuitos de torneira elétrica e/ou chuveiro elétrico, recomenda-se que os mesmos sejam de resistência blindada/isolada.
- Verificar se na caixa de equipamentos como torneira e/ou chuveiro elétrico tem a seguinte observação: uso compatível com DR.

A sensibilidade do dispositivo DR varia de 30 mA a 500 mA e deve ser dimensionado com cuidado, pois existem perdas para terra inerentes à própria qualidade da instalação.

- Proteção básica: 30mA. Contato direto com partes energizadas pode ocasionar fuga de corrente elétrica, através do corpo humano, para terra.
- Proteção supletiva: 100mA a 300mA. No caso de uma falta interna em algum equipamento ou falha de isolação, peças de metal podem tornar-se "vivas" (energizadas).

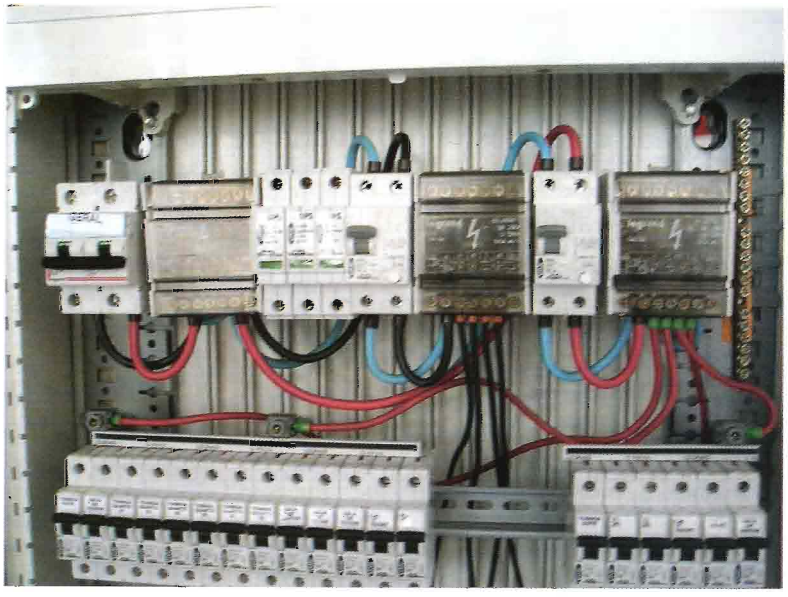
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

- Proteção contra incêndio: 500mA. Corrente para terra com este valor podem gerar arcos/faíscas e provocar incêndio.



Instalação de dispositivos DR.

As seções nominais dos condutores e as correntes nominais dos disjuntores, e interruptores diferenciais residuais devem ser dimensionadas conforme prescrito na norma de instalações elétricas de baixa tensão NBR 5410:2004, sendo que esses temas já foram estudados anteriormente.



Fonte: Pial-Legrand

Quadro de distribuição com disjuntores termomagnéticos, DPS e dispositivo DR.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Execução	IΔn (mA)	In (A)	Proteção de curto-circuito Fusíveis1)	Disjuntores1)
Bipolar 220/127VCA (Fase e Neutro ou Fase e Fase)	10	16	63A	16A
	30 100 300	25	63A	25A
		40	63A	40A
		63	100A	63A
		80	100A	80A
		100	125A	100A
		125	125A	125A
Tetrapolar 220/127VCA 380/220VCA (3 Fases e Neutro ou (2 Fases e Neutro)	30 300	25	100A	25A
		40	100A	40A
		63	100A	63A
		80	100A	80A
		125	125A	125A
	30 K 2)	25	100A	25A
		40	100A	40A
		63	100A	63A
	100 300 S 3)	40	100A	40A
		63	100A	63A
		125	125A	125A
	500	25	100A	25A
		40	100A	40A
		63	100A	63A
		125	125A	125A
	500 S 3)	125	125A	125A
	1000 S 3)	63	100A	63A
Tetrapolar 500VCA (3 Fases e Neutro)	30 300	25	63A	25A
		40	63A	40A
		63	63A	63A

Tabela: Tipos e capacidade de dispositivos diferenciais-residuais. Tipos: AC e A.

Tipos de dispositivo DR (Tipo AC, A e B)

Tipo AC

Detecta correntes residuais alternadas e são normalmente utilizados em instalações elétricas residenciais, comerciais e prediais, como também em instalações elétricas industriais de características similares.

Tipo A

Detecta correntes residuais alternadas e contínuas pulsantes; este tipo de dispositivo é aplicável em circuitos que contenham recursos eletrônicos que alterem a forma de onda senoidal.

Tipo B

Detecta correntes residuais alternadas, contínuas pulsantes e contínuas puras; este tipo de dispositivo é aplicável em circuitos de corrente alternada normalmente trifásicos que possuam, em sua forma de onda, partes senoidais, meia-onda ou ainda formas de ondas de corrente contínua, geradas por cargas como: equipamentos eletromédicos, entre outros.

Fonte: Siemens

Execução	IΔn (mA)	In (A)	Proteção de curto-circuito Fusíveis1)	Disjuntores1)
Tetrapolar 220/127VCA 380/220VCA (3 Fases e Neutro ou (2 Fases e Neutro)	30 K 2) 300 K 2)	25	100A	25A
		40	100A	40A
		63	100A	63A
		80	100A	80A
	300 S 3)	63	100A	63A
		80	100A	80A

Tabela: Tipos e capacidade de dispositivos diferenciais-residuais. Tipo: B.

1) Corrente máxima de interrupção até 10kA.
2) Com curto-retardo de tempo no disparo (short-time delay) para atender transitórios de falha e seletividade.
3) Com retardo de tempo para atender a seletividade e coordenação da Proteção.

Seção dos condutores para Dispositivos DR bipolares
Cabo fl exível com terminal: (1x) 16 mm2 para correntes nominais de 16 A, 25 A e 40 A
Cabo fl exível com terminal: (1x) 25 mm2 para correntes nominais de 63 A e 80 A.
Seção dos condutores para Dispositivos DR tetrapolares
Cabo fl exível com terminal: (1x) 25 mm2 p/ correntes nominais de 25 A, 40 A, 63 A e 80 A
Cabo fl exível com terminal: (1x) 50 mm2 para correntes nominais de 125 A

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

oficina prática

1. O que são proteção básica e supletiva e a que conceitos estão relacionadas com relação à norma NBR 5410:1997? (em relação à norma atual)

2. Quais são as quatro medidas de proteção contra choques elétricos que a norma determina?

3. Explique o que é sistema SELV e PELV.

4. Quais são as duas medidas de proteção adicional?

5. Quais são os critérios quanto aos plugues e tomadas para o sistema SELV e PELV?

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

6. Qual o valor da tensão nominal do circuito SELV ou PELV das partes vivas acessíveis?

7. Que tipos de circuitos são utilizados os dispositivos DR tipo AC, Tipo A e Tipo B?

8. Quais são os tipos de DR, quanto à sensibilidade, encontrado no comércio?

9. Qual a sensibilidade do dispositivo DR que deve ser utilizado para a proteção básica, proteção supletiva e proteção contra incêndio?

10. Quais são as recomendações para a instalação do dispositivo DR?

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

interatividade

Efetue a seguinte pesquisa com relação à proteção contra choques elétricos:

1. O que é proteção adicional?
2. O que é corrente de falta?
3. Explique sucintamente onde são utilizados os dispositivo DR.
4. Quais são os itens importantes que devem ser observados para a especificação técnica de um dispositivo DR?

aplicando conhecimento

Relé sobrecarga

O relé de sobrecarga é um dispositivo que tem a finalidade de proteger, controlar ou comandar um circuito elétrico, atuando sempre pelo efeito térmico provocado pela corrente elétrica e proteção contra falta de fase.

São utilizados, principalmente, na proteção de motores elétricos constituindo uma proteção contra sobrecarga. Os relés bimetálicos de sobrecarga são acoplados em série a contatores eletromagnéticos.

Quanto ao princípio de funcionamento pode ser: térmico ou bimetálico e eletrônico.

Fonte: Siemens

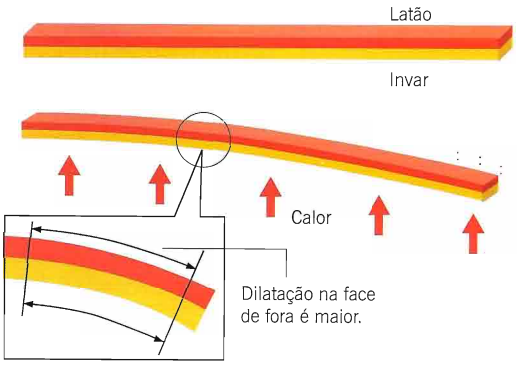
Relé de sobrecarga eletrônico.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

O funcionamento do relé de sobrecarga bimetálico baseia-se no princípio da dilatação linear de dois materiais diferentes quando acoplados rigidamente.

O material de maior coeficiente de dilatação é denominado componente ativo enquanto o de menor coeficiente é denominado componente passivo.

A curvatura de um bimetal numa dada temperatura depende da diferença entre os dois coeficientes e tende sempre para o lado do material de menor coeficiente.

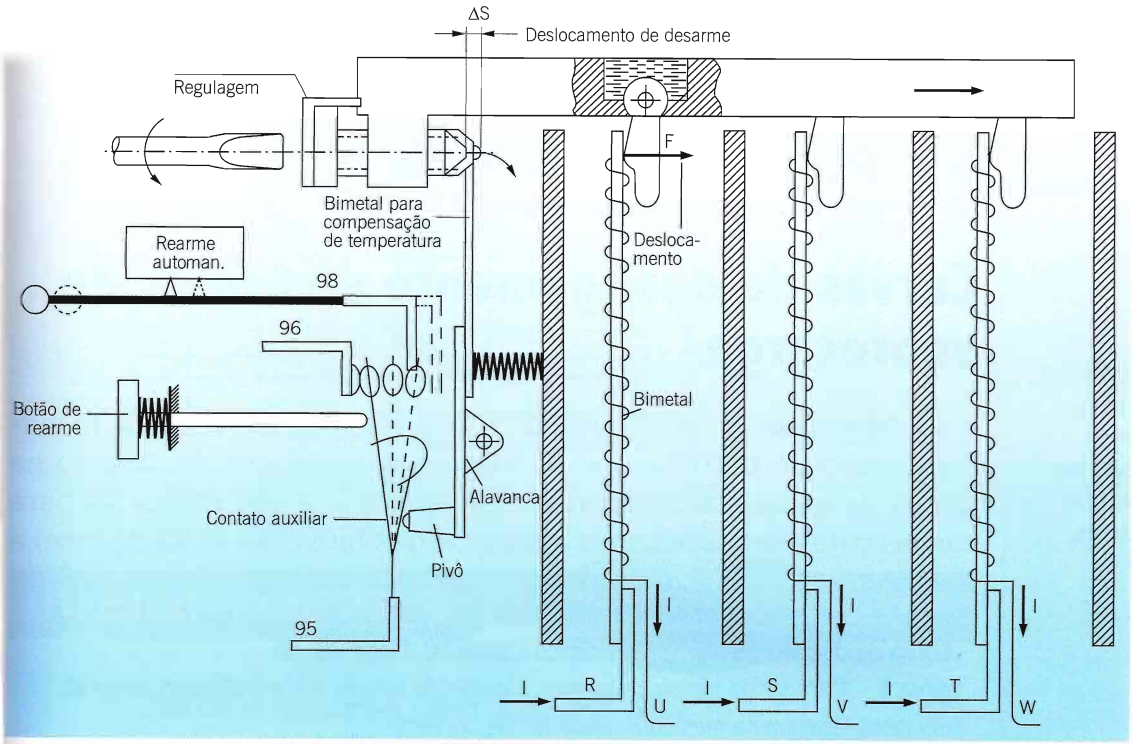


Funcionamento do bimetal.

Fonte: www.feiradaciencia.com.br

O relé de sobrecarga bimetálico pode ser dividido em dois circuitos fundamentais:

- Circuito principal ou de potência; e
- Circuito auxiliar ou de comando.



Fonte: WEG

Ilustração dos componentes de um relé de sobrecarga bimetálico.

No circuito principal a corrente do motor circula através de lâminas bimetálicas e de resistências auxiliares que envolvem estes bimetais. Estas resistências variam de acordo com a faixa de operação do relé.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

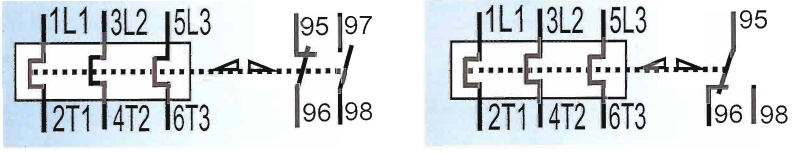
A corrente nominal aquece os bimetais provocando uma deformação não suficiente para desarmar o relé.

Quando ocorre uma sobrecarga, esta se reflete num aumento de corrente fazendo com que os bimetais se desloquem desarmando o relé.

A interligação dos dois circuitos é feita por uma alavanca mecânica acionada pelos bimetais.

O circuito auxiliar é composto de:

- Contato do tipo reversor, por onde circula a corrente de comando (alimentação da bobina do contator);
- Botão de regulagem tipo "came" através do qual é feito o ajuste de corrente;
- Botão de rearme que tanto pode ser acionado manualmente como pode ser fixado em posição de rearme automático através de dispositivo de trava; e
- Bimetal de compensação de temperatura que proporciona ao relé operar, de -20 a 60°C, sobre uma mesma curva de desarme. Este bimetal desloca-se conforme a temperatura ambiente de forma favorável ou desfavorável à regulagem do came.



Representação esquemática do relé de sobrecarga.

alerta

Características técnicas tanto para os relés bimetálicos como eletrônicos devem ser consultados os catálogos dos fabricantes.

Curvas de desligamento dos relés de sobrecarga

As curvas de desligamentos dos relés de sobrecarga fornecem a relação entre tempo de disparo e a corrente de disparo na forma de múltiplos de corrente de ajuste Ic e são indicadas para cargas trifásicas simétricas e para cargas bifásicas (falta de fase) a partir do estado a frio do relé.

Curva de disparo de um relé eletrônico Classe 10, Clase 20, etc.

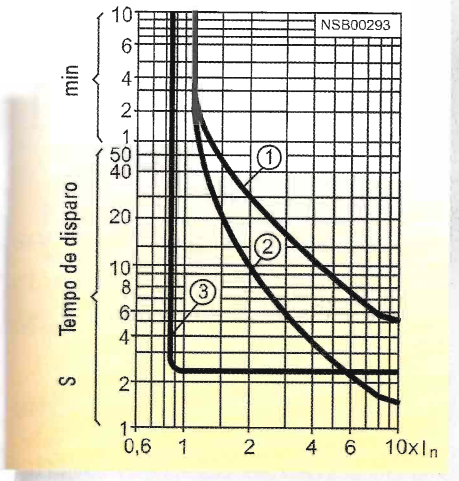
Curva 1 – Para carga trifásica simétrica a partir do estado a frio é válida quando as três fases estejam na mesma intensidade de corrente.

Curva 2 – O relé, após um longo período de carga com corrente Ic, terá seu tempo de atuação reduzido a aproximadamente 30% em relação à curva de disparo para carga trifásica simétrica.

Curva 3 – Através do desligamento rápido, de acordo com a curva de disparo para carga bifásica (falta de fase) a partir do estado a frio, o aquecimento da carga é minimizado.

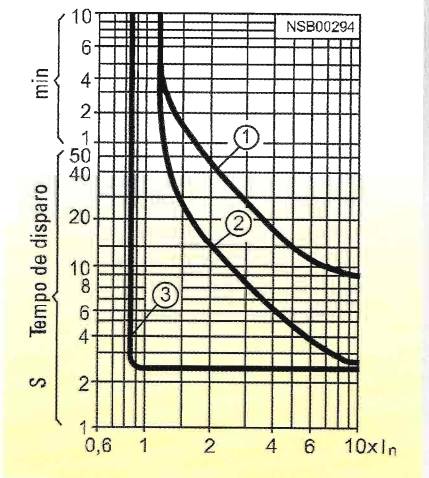
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Curva de disparo para classe de disparo CLASSE 10



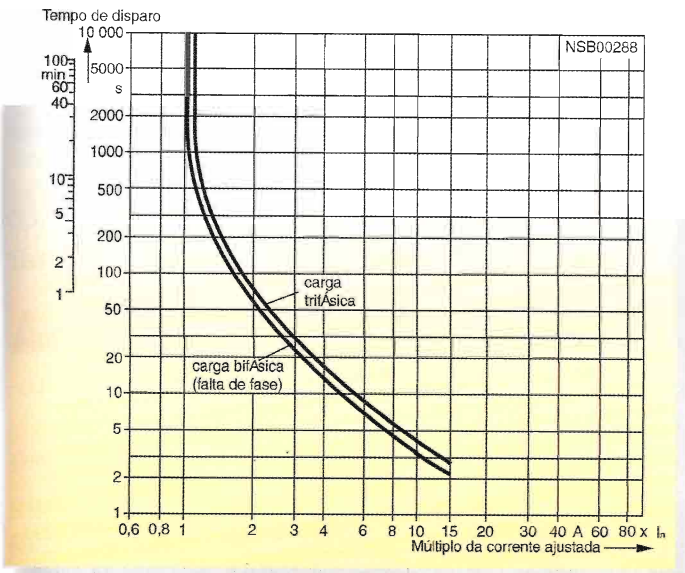
Múltiplo da corrente ajustada.

Curva de disparo para classe de disparo CLASSE 20



Múltiplo da corrente ajustada.

Fonte: Siemens



Curva característica de disparo, própria para relé de sobrecarga bimetálico.

Curvas de disparos de relés de sobrecarga eletrônicos e bimetálicos.

interatividade

Efetue a seguinte pesquisa com relação a relé de sobrecarga:

1. Explique o funcionamento do relé de sobrecarga se vier a faltar uma fase.
2. Como deve ser ligado o relé a um circuito monofásico ou em corrente contínua?
3. Quais os materiais utilizados na fabricação dos elementos bimetálicos do relé de sobrecarga?

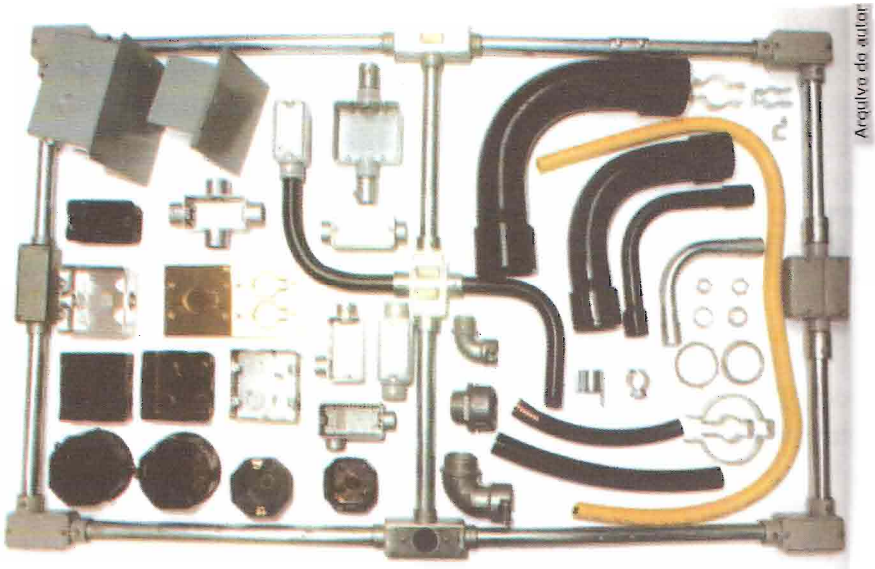
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

capítulo 4

Eletrodutos e acessórios para instalações elétricas

O eletroduto ou conduto elétrico é o elemento da linha elétrica destinado a conter os condutores elétricos e têm por finalidade proteger os condutores contra determinadas ações externas, tais como:

- Proteção contra ações mecânicas, químicas, elétricas e térmicas;
- Proteção do meio contra perigos de incêndio, resultantes do superaquecimento dos condutores ou de arcos voltaicos;
- Proporcionar aos condutores um revestimento metálico aterrado (no caso de eletrodutos metálicos), a fim de evitar o perigo de choque; e
- Proporcionar um percurso para a terra (no caso de eletrodutos metálicos), funcionando como condutor de proteção (em condições especificadas).



Arquivo do autor

Eletrodutos, acessórios para eletrodutos e caixas de passagem.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

aplicando conhecimento

Tipos de eletrodutos

Os eletrodutos utilizados em instalações elétricas, fabricados segundo o material, para atender as mais diversas aplicações, são classificados em: Metálicos rígidos (aço e alumínio), PVC rígidos, Metálicos flexíveis e PVC flexíveis.

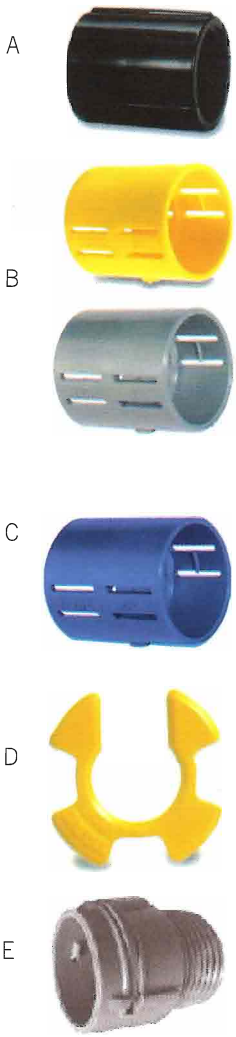
Segundo a IEC (International Electrotechnical Comission), em: rígidos, curváveis, transversalmente elásticos e flexíveis.

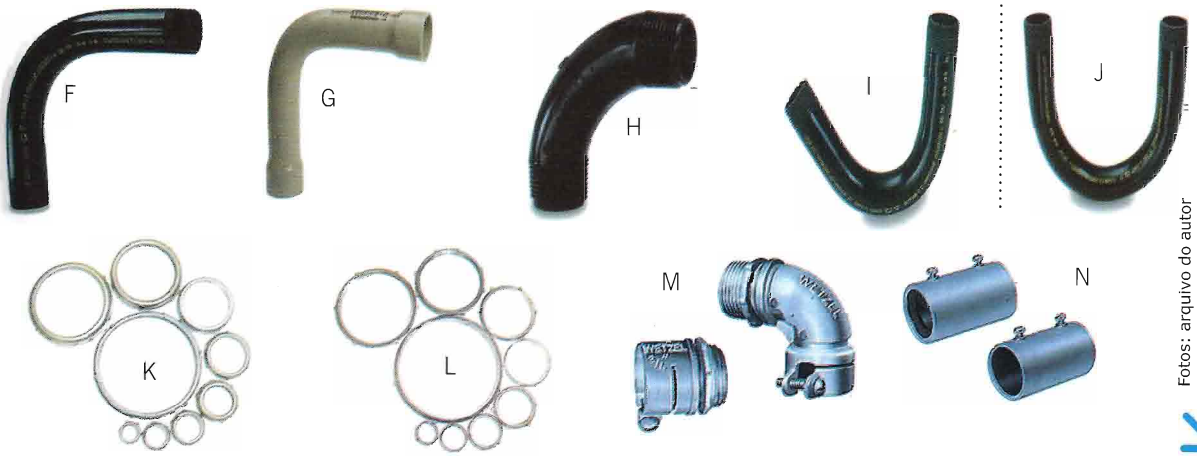
Outra característica importante a ser observada no eletroduto de aço é com relação ao diâmetro. Deve ser especificado conforme o "diâmetro nominal" (Dn) e não pela rosca.

A marcação do eletroduto metálico deve ser feita através de etiqueta, onde deve constar de forma legível e indelével, no mínimo as seguintes informações: 1. eletroduto rígido (com ou sem costura); 2. nome ou símbolo do fabricante; 3. norma NBR (5598, 5624 ou 13057, etc.); 4. diâmetro nominal; e "Made in Brazil" (caso de exportação).

Acessórios para eletrodutos

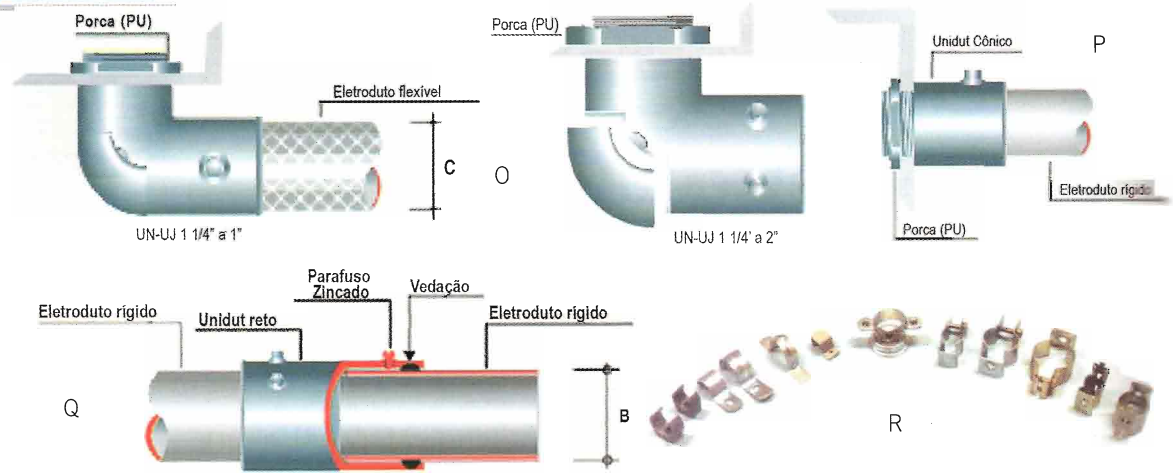
Para a montagem de uma rede de eletrodutos são necessários diversos acessórios, os quais podem ser utilizados para emendar eletrodutos (luvas), mudar de direção (curvas), fixá-los às caixas (adaptadores, buchas e contra-buchas ou porcas). A seguir apresentamos os principais acessórios:





Fotos: arquivo do autor

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br



Acessórios: **A**-Luva para eletrodutos de PVC rígido-Tigre; **B**-Luva para eletroduto flexível-Leve e pesado-Tigre; **C**-Luva para eletroduto flexível pesado-Wetzel; **D**-Distanciador-Tigre; **E**-Adaptador-Wetzel; **F**-Curva 90° Longo-Tigre; **G**-Curva soldável-Tigre; **H**-Curva 90° Curto-Tigre; **I**-Curva 135°; **J**-Curva 180°; **K**-Bucha; **L**-Contra-bucha, Arruela ou porca; **M**-Adaptador curvo e reto-Wetzel; **N**-Luva-Wetzel; **O**-Adaptador curvo UNIDUT-Daisa; **P**-Adaptador reto-Daisa; **Q**-Luva-Daisa; **R**-Diversos tipos de abraçadeiras.

Tipos de eletrodutos: **A**-PVC flexível-Leve-Tigre; **B**-PVC flexível-pesado-Tigre; **C**-PVC flexível-pesado-Wetzel; **D**-PVC rígido-roscável; **E**-PVC rígido-bombeiro-Wetzel; **F**-Fibra de vidro-Cogumelo; **G**-Metálico rígido-Confercon e Elecon; **H**-Metálico flexível-Sealtubos; **I**-PEAD-Kanalex; **J**-PVC rígido-soldável.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

O eletroduto de PVC rígido (Cloreto de Polivinila) deve ser especificado conforme a norma NBR 6150:1980. A norma prevê a utilização de eletroduto rosqueável ou soldável, e de acordo com as classes: A ou B.

Nas instalações elétricas em geral o mais utilizado é o rosqueável classe B, que possui espessura de parede maior do que o da classe A.

De acordo com a tabela 3 da NBR 6150:1980, o eletroduto classe A possui pressão mínima de ruptura de 2,5MPa e o classe B de 1,5MPa.

O eletroduto de PVC deve trazer marcado, de forma bem visível e indelével:

a) Marca do fabricante;

b) Diâmetro nominal;

c) Classe (A ou B); e

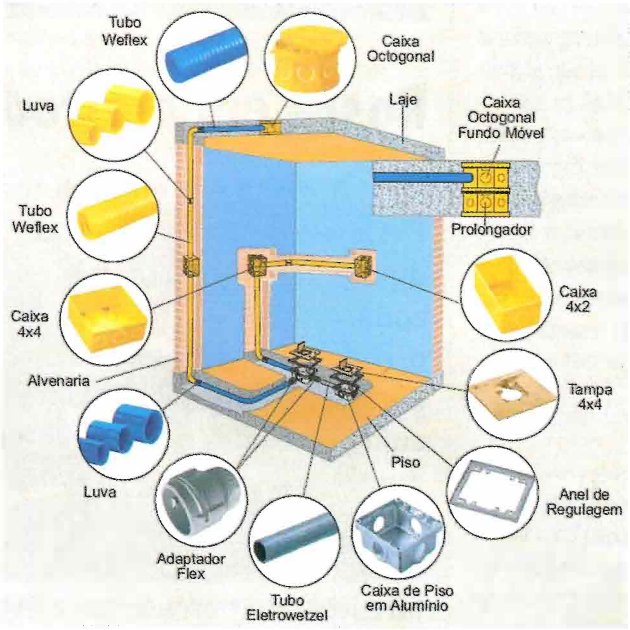
d) Eletroduto de PVC rígido.

Na linha de eletrodutos de PVC, existe o eletroduto de PVC flexível (sem cobertura), muito utilizado nas instalações elétricas residenciais, prediais e comerciais, devido à facilidade de manuseio e instalação.

No entanto, até o presente momento não existe norma técnica da ABNT a respeito desse tipo de eletroduto, sendo que por questões de praticidade e segurança e, também, para a sua correta especificação e utilização, deve ser citada a norma IEC 614, que trata sobre este tipo de eletroduto. A NBR 5410:2004, item 6.1.11.1.1 e nota e 6.2.11.1.2, 6.2.11.1.3 e 6.2.11.1.4 fornece informações sobre os eletrodutos.

O eletroduto de aço é especificado de acordo com as seguintes normas: NBR 5597:1995; NBR 5598:1993; NBR 5624:1993 e NBR 13057:1993.

Esse eletroduto apresenta características diferentes entre si, em função da espessura da parede, tipo de rosca e acabamento superficial. Deve ser fornecido com luva em uma das extremidades e proteção mecânica e anticorrosiva em outra.



Fonte: Wetzel

Exemplo de aplicação de eletrodutos e acessórios.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Bitolas de eletrodutos de Aço Carbono, alumínio, PVC rígido e PVC flexível.

Bitola	Dni	Aço Carbono Pesado		Aço Carbono Leve				Alumínio			PVC rígido				L	PVC flexível			
D (Ref.)	(mm)	De (mm)	e (mm)	De (mm)	e(P) (mm)	e(M) (mm)	e(L) (mm)	De (mm)	Di (mm)	e (mm)	Dn (mm)	Di (mm)	e (mm)	S (mm²)	(m)	Dn (mm)	De (mm)	Di (mm)	L (m)
3/8"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	12,8	1,8	128,7	3,0	16*	16	11,7	50
½"	15	21,3	2,25	20,70	1,50	1,06	0,70	21,34	15,80	2,77	20	16,4	2,2	211,2	3,0	20*	20	15,4	50
¾"	20	26,9	2,25	25,40	1,50	1,06	0,70	26,67	20,93	2,87	25	21,3	2,3	356,3	3,0	25*	25	19,0	50
1"	25	33,7	2,65	31,75	1,50	1,06	0,70	33,40	26,64	3,38	32	27,5	2,7	593,9	3,0	32*	32	24,0	25
1.1/4"	32	42,4	2,65	41,27	2,00	1,06	0,90	42,16	35,05	3,56	40	36,1	2,9	1023,5	3,0	30**	41,3	31,0	500
1.1/2"	40	48,3	3,00	47,60	2,25	1,20	0,90	48,26	40,89	3,68	50	41,4	3,0	1346,1	3,0	-	-	-	-
2"	50	60,3	3,00	58,74	2,25	1,20	1,06	60,33	52,50	3,91	60	52,8	3,1	2189,6	3,0	50**	62,5	50,0	100
2.1/2"	65	73,0	3,75	76,20	2,65	1,50	1,20	76,10+ 73,03#	69,76 62,71	3,17 5,16	75	67,1	3,8	3536,2	3,0	-	-	-	-
3"	80	88,9	3,75	87,00	2,65	1,80	1,50	88,90	77,93	5,49	85	79,6	4,0	4976,4	3,0	75**	88,5	75,0	100
3.1/2"	90	101,6	3,75	-	-	-	-				-	-	-	-	3,0	-	-	-	-
4"	100	114,3	3,75	113,0	2,65	1,80	1,50	114,30	102,26	6,02	110	103,1	5,0	8348,5	3,0	100**	124,5	102,5	100
5"	125	-	-	-	-	-	-	141,30	128,19	6,55	-	-	-	-	3,0	125**	155,5	128,8	50
6"	150	-	-	-	-	-	-	168,28	154,05	7,11	-	-	-	-	3,0	150**	190,8	155,6	50

1. Dn=Diâmetro nominal; De=Diâmetro externo; Di=Diâmetro interno; e=Espessura da Parede; (P)=Pesado; (M)=Médio; (L)=Leve; **2.** +=Rosca BSP; #=Rosca NPT; **3.** * Eletrodutos de PVC flexíveis Tigreflex; ** Eletrodutos de PEAD (Polietileno de Alta Densidade) Kanalex-KL; **4.** S=Seção aproximada em função do diâmetro interno do eletroduto.

Conversão mm/polegada

Diâmetro nominal NBR 6150 classe B								
mm	16	20	25	32	40	50	60	75
pol	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2

Rosca em eletrodutos rígidos

alerta

No eletroduto corretamente roscado, a rosca não tem rebarba, o filete apresenta-se liso e bem uniforme.

A rosca em eletrodutos rígidos quer sejam metálicos ou de PVC, são fundamentais para a montagem de uma rede de eletrodutos, pois constantemente são necessários emendá-los entre si, conectá-los a curvas para mudança de direção e conectá-los às caixas de passagem ou de derivação, painéis, quadros de distribuição, cujo objetivo é permitir a passagem dos condutores.

Os eletrodutos devem ser fixados às caixas por meio de buchas e contra-buchas (arruelas ou porcas), para evitar que se soltem por ocasião dos trabalhos de alvenaria, concretagem, etc.

Eletroduto de PVC.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Procedimento para fazer rosca em eletroduto rígido

Arquivo do autor

As figuras abaixo mostram os passos para fazer rosca em eletrodutos rígidos:

"As extremidades devem ser cortadas perpendiculares ao eixo longitudinal do eletroduto, sem apresentar rebarbas, e com bordas internas levemente chanfradas".

É necessário escarear externamente o eletroduto para facilitar a entrada do cossinete. O eletroduto corretamente escareado apresenta o aspecto ao lado.

Arquivo do autor

Cortar perpendicularmente, escarear e remover rebarbas do eletroduto.

Colocar a tarraxa a 90° em relação ao eletroduto. O lado chanfrado do cossinete deve ficar voltado para o lado do guia.

Arquivo do autor

Girar a tarraxa no sentido horário com movimentos para a esquerda e para a direita.

Quando a parte externa do cossinete estiver rente à extremidade do eletroduto a rosca está concluída.

Fotos: arquivo do autor

Remover a tarraxa e limpá-la com auxílio de um pincel. Não soprar.

alerta

1. Ao fazer roscas em eletrodutos de PVC não use óleos ou graxas.
2. Para escarear use lima bastarda meia-cana e para remover rebarbas use lixa 60 ou 80 ou rebarbador.
3. Em eletrodutos rígidos metálicos: a) Usar tarraxa simples de cossinete ajustável ou universal; b) Colocar algumas gotas de óleo à medida que for fazendo a rosca; c) Após concluída a rosca proteger contra corrosão e o material utilizado não ataque a camada isolante do condutor.

alerta

O eletroduto deve ser fixado firmemente na morsa para canos, para que não gire no momento da elaboração da rosca.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

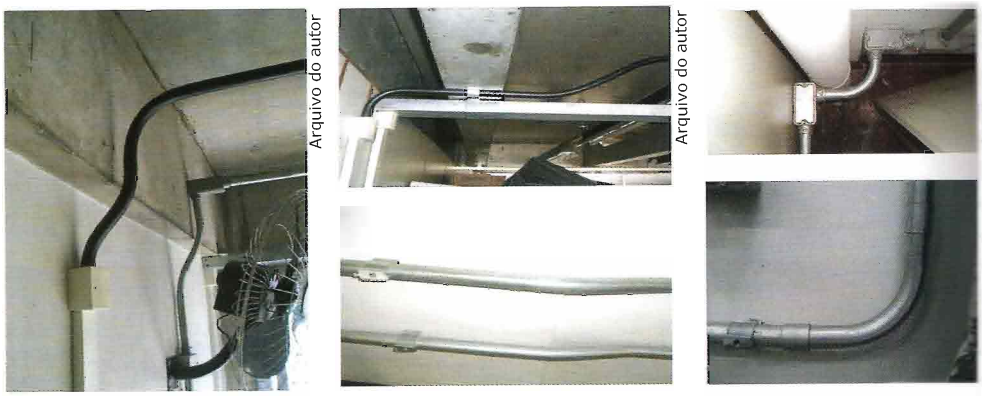
Curvar eletroduto rígido

alerta

Recomenda-se que as curvas feitas na obra, em eletrodutos de PVC, sejam para até no máximo 25mm de diâmetro nominal ou ¾". Sempre que possível providencie curvas pré-fabricadas.

Curvar eletrodutos ou tubos de PVC ou metálicos rígidos é uma operação necessária numa instalação elétrica, cuja finalidade é adequar o percurso do traçado da rede de eletroduto conforme projetado.

A curva é necessária quando se deseja contornar vigas, pilares, uma superfície com uma curvatura eventual, interligações de eletroduto do teto com eletroduto na parede, e parede e piso, etc.



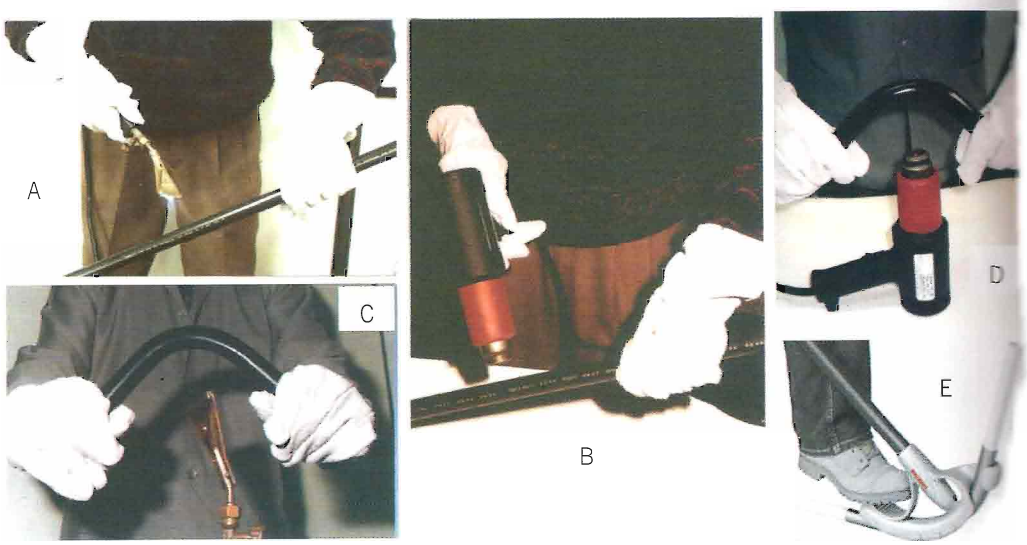
Arquivo do autor

Arquivo do autor

Vários tipos e aplicação de curvas.

Procedimento para se fazer curva em eletroduto rígido

As figuras abaixo mostram de maneira seqüencial o procedimento para se fazer uma curva em eletroduto rígido de PVC e metálico.



Seqüência para se fazer curvas em eletrodutos de PVC e metálico.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Para curvar eletroduto de PVC ou metálico proceda da seguinte forma:

1. Verifique o local exato do tubo ou eletroduto que deve ser curvado, marcando com dois traços.
2. Com o auxílio do maçarico ou soprador térmico, aqueça o eletroduto de PVC proporcionalmente no local marcado, girando e movimentando longitudinalmente o eletroduto. A fonte de calor deve ser suave para que, simplesmente, amoleça o PVC, conforme figura A e B.
3. Assim que o PVC estiver suficientemente mole comece a curvar o eletroduto sem forçar. Neste momento deve-se apenas moldar a curva, conforme figura C e D.
4. No caso de tubos ou eletrodutos metálicos, a curva deve ser feita com auxílio de um dobra-tubos apropriado, conforme figura E. Devem ser curvados a frio, pois o calor pode danificar a proteção de esmalte ou zinco, podendo oxidar-se.

alerta

1. Use luvas para executar esta operação com segurança.
2. Ao curvar o eletroduto tome cuidado para não provocar estrangulamento da seção.
3. Ao aquecer, procure não danificar a camada brilhante que reveste o eletroduto e não amoleça demasiadamente.
4. Tome o máximo de cuidado ao lidar com o maçarico, de tal forma que a chama fique o mais longe possível do botijão.

Considerações sobre eletrodutos

- É vedado o uso, como eletroduto, de produtos que não sejam expressamente apresentados e comercializados como tal. Esta proibição inclui, por exemplo, produtos comercializados por seus fabricantes como "mangueiras".
- "Nas instalações elétricas em geral só são admitidos eletrodutos não-propagantes de chama".
- "Só são admitidos em instalação embutida os eletrodutos que suportem os esforços de deformação características da técnica construtiva utilizada".
- "Em qualquer situação, os eletrodutos devem suportar as solicitações mecânicas, químicas, elétricas e térmicas a que forem submetidos nas condições da instalação".
- "Nos eletrodutos só devem ser instalados condutores isolados, cabos unipolares ou cabos multipolares. Isso não exclui o uso de eletrodutos para proteção mecânica, por exemplo, de condutores de aterramento".
- As dimensões internas dos eletrodutos e respectivos acessórios de ligação devem permitir instalar e retirar facilmente os condutores ou cabos após a instalação dos eletrodutos e acessórios. Para isso, é necessário que:

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Arquivo do autor

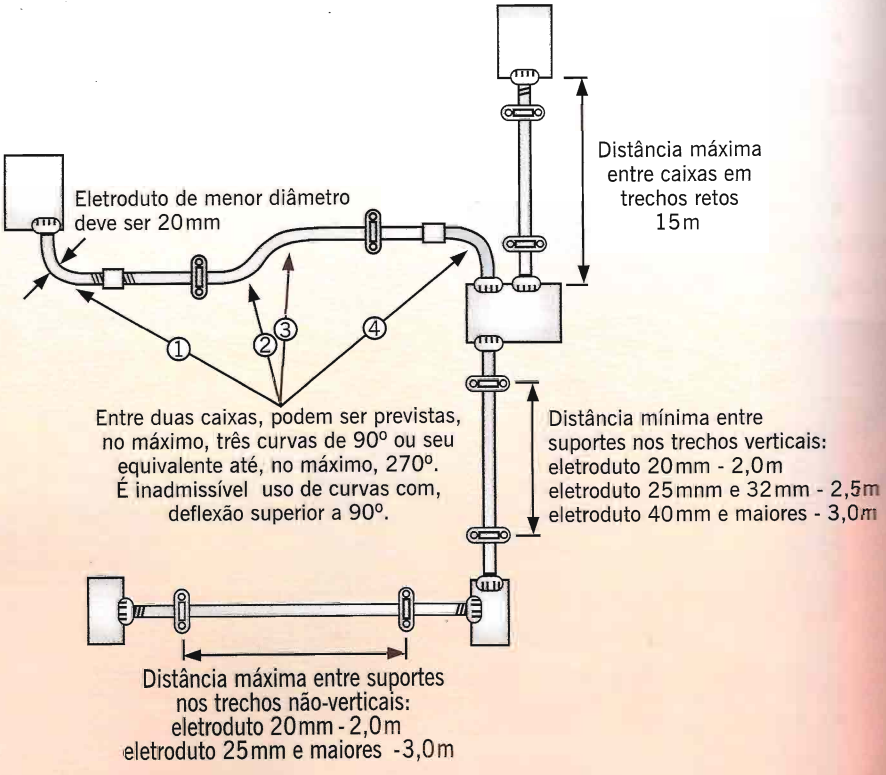
40% - ocupação máxima

a) a taxa máxima de ocupação em relação à área útil da seção transversal dos eletrodutos, não deve ser superior a:
   - 53% no caso de um condutor;
   - 31% no caso de dois condutores;
   - 40% no caso de três ou mais condutores.

b) os trechos contínuos (sem interposição de caixas ou equipamentos) retilíneos de tubulação não devem exceder 15m de comprimento para linhas internas às edificações e 30m para as linhas em áreas externas às edificações. Se nos trechos incluírem curvas, essa distância deve ser reduzida de 3m para cada curva de 90°.

Nota

Caso não seja possível a colação de caixa intermediária, conforme alínea b), o comprimento do trecho contínuo pode ser aumentado, desde que seja utilizado um eletroduto de tamanho imediatamente superior para cada 6m, ou fração.



Em cada trecho de tubulação, entre duas caixas, entre extremidades, ou extremidade e caixa, podem ser previstas no

alerta

Para os eletrodutos de PVC, a distância máxima entre os suportes deve ser a metade da distância em relação aos eletrodutos metálicos.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

máximo três curvas de 90° ou seu equivalente até no máximo 270°. Em nenhuma hipótese devem ser previstas curvas com deflexão superior a 90°.

Os eletrodutos embutidos em concreto armado devem ser colocados de modo a evitar deformação durante a concretagem, devendo ainda ser fechadas as caixas e bocas dos eletrodutos com peças apropriadas para impedir a entrada de argamassas ou nata de concreto durante a concretagem.

As junções dos eletrodutos embutidos devem ser efetuadas com auxílio de acessórios estanques em relação aos materiais de construção.

Nas juntas de dilatação, os eletrodutos rígidos devem ser seccionados, o que pode exigir certas medidas compensatórias, como, por exemplo, o uso de luvas flexíveis ou cordoalhas destinadas a garantir a continuidade elétrica de um eletroduto metálico.

Quando necessário, os eletrodutos rígidos isolantes devem ser providos de juntas de expansão para compensar as variações térmicas.

A enfiação dos condutores só deve ser iniciada depois que a montagem dos eletrodutos for concluída, não restar nenhum serviço de construção suscetível de danificá-los e a linha for submetida a uma limpeza completa.

Para facilitar a enfiação dos condutores, podem ser utilizados:

a) guias de puxamento que, entretanto, só devem ser introduzidos no momento da enfiação dos condutores e não durante a execução das tubulações;

b) talco, parafina ou outros lubrificantes que não prejudiquem a isolação dos condutores.

Nota

Os guias de puxamento só devem ser introduzidos após finalizadas as tubulações, e não durante sua execução.

Utilize sempre eletrodutos rígidos em locais de trânsito de veículos ou sujeitos a grandes esforços.

Ao fazer roscas, não deixar rebarbas internas, pois isso pode dificultar a passagem dos condutores, podendo inclusive danificar a isolação.

Os eletrodutos metálicos não devem ser utilizados em ambientes com excessiva concentração de umidade ou produtos corrosivos.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Instalação dos condutores nos eletrodutos: "Os cabos multipolares só devem conter os condutores de um mesmo circuito.

"Admite-se que os condutos fechados (eletrodutos, canaletas, etc.) contenham condutores de mais de um circuito nos seguintes casos:"

Quando as quatro condições seguintes forem simultaneamente atendidas:

- "os circuitos pertencem à mesma instalação, isto é, se originarem do mesmo dispositivo geral de manobra e proteção";
- "as seções nominais dos condutores de fase estivem contidas dentro de um intervalo de três valores normalizados sucessivos";
- "todos os condutores tiverem a mesma temperatura máxima para serviço contínuo"; e
- "todos os condutores forem isolados para mais alta tensão nominal presente"; ou "no caso dos circuitos de força, de comando e/ou sinalização de um mesmo equipamento".

oficina teórica

1. Preencha as frases abaixo para adequar o conceito:

a) O eletrodutos rígidos de PVC ou metálicos são encontrados no comércio em barras de _____ metros(m), com ϕn e referência de rosca

b) ___(_____); ___(_____); ___(_____); ___(_____); ___(_____); ___(___); ___(_____); ___(___); ___(___) são os diâmetros nominais, em milímetro e em polegadas, dos eletrodutos de PVC rígidos encontrados no comércio.

c) ___(_____); ___(_____); ___(___); ___(_____); ___(_____); ___(___); ___(_____); ___(___); ___(_____); ___(___); ___(___); _____(___) são os diâmetros nominais, em milímetro e em polegadas, dos eletrodutos metálicos rígidos encontrados no comércio.

d) Os eletrodutos rígidos roscáveis devem ser fixados às caixas de derivação ou de passagem por meio de _____ e _____ ou _____.

e) Nas instalações elétricas em geral, o diâmetro nominal mínimo de eletroduto a ser utilizado é _____ de diâmetro nominal.

f) ___ é a deflexão máxima para as curvas conforme determina a NBR 5410: 2004.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

2. Como são classificados os eletrodutos utilizados em instalações elétricas?

3. Após efetuado o corte, qual o procedimento que se deve tomar antes de se fazer a rosca no eletroduto?

4. Para se fazer roscas em eletroduto de PVC é necessário utilizar algum tipo de óleo ou lubrificante?

5. Quais os cuidados que devem ser tomados na execução de roscas em eletrodutos metálicos?

6. Até que diâmetro de eletroduto é recomendável fazer curvas manualmente?

7. Qual é a taxa máxima de ocupação em relação à área útil da seção transversal dos eletrodutos?

8. Qual é o comprimento máximo do trecho de eletroduto em linha reta, permitido pela NBR 5410:2004?

9. Se nos trechos de eletrodutos incluírem curvas, a distância deve ser reduzida em quantos metros para cada curva de 90°?

10. Quais as finalidades da utilização da bucha e da contra-bucha?

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Dimensionamento de eletrodutos

1. Determinar a seção total ocupada pelos condutores, conforme tabela página 419, utilizando a seguinte equação:

$$S_t = \sum\left(\frac{\pi.D^2}{4}\right) \quad \text{ou} \quad S_t = \sum(Se)$$

Onde:

St = Seção total ocupada pelos condutores no eletroduto, em milímetro quadrado (mm^2).

D = Diâmetro externa do condutor, em milímetro (mm).

π = 3,1415...

Se = Seção externa do condutor, em milímetro quadrado (mm^2).

Conhecendo-se St, determina-se o diâmetro externo do eletroduto (mm), pela sua área útil, consultando a tabela página 419.

2. Determinar o comprimento máximo do trecho de eletroduto, para a interligação das caixas, utilizando-se a seguinte expressão:

$$\ell_{máx.} = 15 - (3xN)$$

Onde:

$\ell_{máx.}$ = Comprimento máximo entre duas caixas, em metros (m).

N = Número de curvas de 90° existentes no trecho (0 a 3).

3. Determinar o número de aumentos de diâmetro caso a distância entre as caixas de passagem seja superior a 15m ou 30m e não permita a colocação de caixas intermediárias, utiliza-se a seguinte expressão:

$$A = \frac{\ell_{real} - \ell_{máx.}}{6}$$

Onde:

A = Aumentos de diâmetros nominais do eletroduto.

ℓreal = Comprimento real do trecho, em metros (m).

$l_{máx}$ = comprimento máximo do trecho (m)

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Seção nominal do condutor (mm²)	750 V						1000 V		
	Pirastic antiflan				Pirastic-flex antiflan		Energibrás		
	Diâmetro externo (mm)		Seção ou área total (mm²)		Diâmetro externo (mm)	Área total (mm²)	Diâmetro condutor Nu (mm)	Diâmetro externo (mm²)	Área total (mm²)
	Fios	Cabos	Fios	Cabos	Fios	Cabos			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
1,5	2,8	3,0	6,2	7,1	3,0	7,1	1,57	5,17	21,0
2,5	3,4	3,7	9,1	10,7	3,6	10,2	2,02	5,62	24,8
4	3,9	4,2	11,9	13,8	4,2	13,8	2,56	6,56	33,8
6	4,4	4,8	15,2	18,1	4,7	17,3	3,14	7,14	40,0
10	5,6	5,9	24,3	27,3	6,1	29,2	4,05	8,25	53,4
16	6,5	6,9	33,2	37,4	7,8	47,8	5,13	9,33	68,3
25	8,5		56,7		9,6	72,4	6,4	11,2	98,5
35	9,5		71		10,9	93,3	7,56	12,4	120,7
50	11,0		95,0		13,2	136,8	9,15	14,6	167,3
70	13,0		133		15,0	176,7	10,85	16,3	208,6
95	15,0		177		-	-	12,6	18,6	271,6
120	16,5		214		-	-	14,2	20,4	326,7
150	18,0		255		-	-	15,9	22,5	397,4
185	20,0		314		-	-	17,6	24,8	482,8
240	23,0		416		-	-	20,2	28,0	615,4
300	26,0		530		-	-	22,5	30,9	749,5
400	28,5		638		-	-	25,9	34,9	956,1
500	32,0		804		-	-	28,9	38,6	1169,6

Fonte: Prysmin e Energibrás

Dimensões totais dos condutores isolados, para 750V e 1000V.

Referência de rosca	Diâmetro nominal (mm)	Diâmetro interno (mm)	Espessura parede (mm)	Área total aprox. (mm²)	Área útil (mm²) 1 cabo (53%)	Área útil (mm²) 2 cabos (31%)	Área útil (mm²) ≥ 3 cabos (40%)
1	2	3	4	5	6	7	8
1/2"	20	16	2,2	201,1	106,6	62,3	80,4
3/4"	25	21	2,6	346,4	183,6	107,4	138,6
1"	32	26,8	3,2	564,1	299,0	174,9	225,6
1.1/4"	40	35,0	3,6	962,1	509,9	298,3	384,8
1.l/2"	50	39,8	4,0	1244,1	659,4	385,7	497,6
2"	60	50,2	4,6	1979,2	1049,0	613,6	791,7
2.1/2"	75	64,1	5,5	3227,0	1710,3	1000,4	1290,8
3"	85	75,6	6,2	4488,8	2379,1	1391,5	1795,5

Eletrodutos de PVC rígido rosqueável.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Seção nominal (mm²)	Número de condutores no eletroduto								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Tamanho nominal do eletroduto								
1,5	16	16	16	16	16	16	20	20	20
2,5	16	16	16	20	20	20	20	25	25
4	16	16	20	20	20	25	25	25	25
6	16	20	20	25	25	25	25	32	32
10	20	20	25	25	32	32	32	40	40
16	20	25	25	32	32	40	40	40	40
25	25	32	32	40	40	40	50	50	50
35	25	32	40	40	50	50	50	50	60
50	32	40	40	50	50	60	60	60	70
70	40	40	50	50	60	60	75	75	75
95	40	50	60	60	75	75	75	85	85
120	50	50	60	75	75	75	85	85	-
150	50	60	75	75	85	85	-	-	-
185	50	75	75	85	85	-	-	-	-
240	60	75	85	-	-	-	-	-	-

Ocupação máxima dos eletrodutos de PVC por condutores de mesma seção.

Seção nominal (mm²)	Número de condutores no eletroduto								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Tamanho nominal do eletroduto (mm)								
1,5	16	16	16	16	16	16	20	20	20
2,5	16	16	16	20	20	20	20	25	25
4	16	16	20	20	20	25	25	25	25
6	16	20	20	25	25	25	25	31	31
10	20	20	25	25	31	31	31	31	41
16	20	25	25	31	31	41	41	41	41
25	25	31	31	41	41	41	47	47	47
35	25	31	41	41	41	47	59	59	59
50	31	41	41	47	59	59	59	75	75
70	41	41	47	59	59	59	75	75	75
95	41	47	59	59	75	75	75	88	88
120	41	59	59	75	75	75	88	88	88
150	47	59	75	75	88	88	100	100	100
185	59	75	75	88	88	100	100	113	113
240	59	75	88	100	100	113	113	-	-

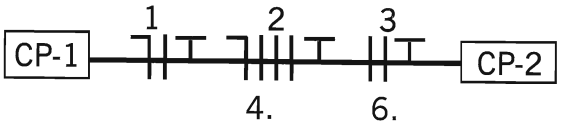
Ocupação máxima dos eletrodutos de aço por condutores de mesma seção.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Exemplo

Dimensionar os eletrodutos para interligar as caixas CP-1 e CP-2, conforme desenhos abaixo, sabendo-se que serão utilizados eletrodutos de PVC rígidos, e condutores de cobre, tipo Antiflam, com isolação de PVC. Segundo a NBR 5410: 2004, todos os circuitos devem conter condutor de proteção (PE), sendo que o condutor de proteção pode ser comum a vários circuitos.

circuito 1-1,5mm²

1) 

a) Calcular a seção total (St)

$St = (N_1 \times S_{e1}) + (N_2 \times S_{e2}) + (N_3 \times S_{e3})$ ➤ $S_t = (3 \times 6{,}2) + (5 \times 11{,}9) + (3 \times 15{,}2)$

➤ $S_t = 18{,}6 + 59{,}5 + 45{,}6$ ➤ $S_t = 123{,}7mm^2$

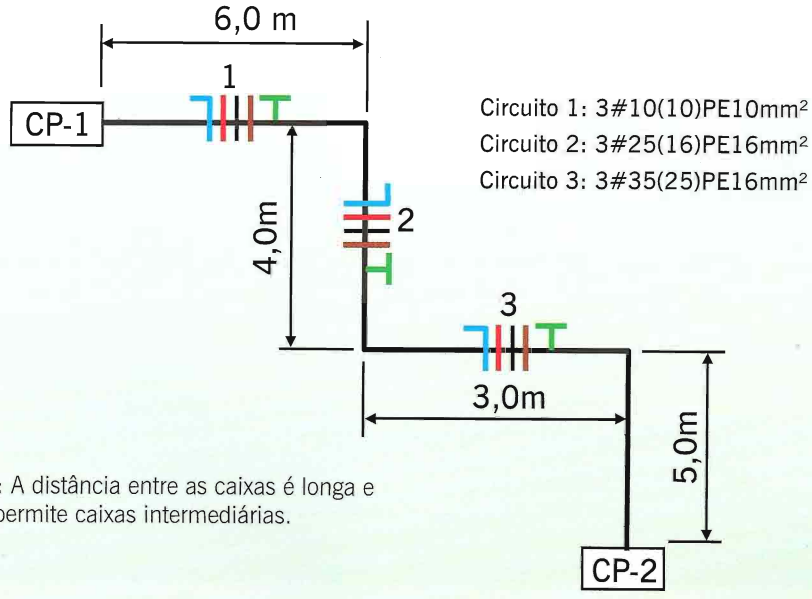
b) Escolha do eletroduto

Consultando a tabela página 419 área útil – coluna 40 %, com $S_t = 123{,}7mm^2$, encontramos por acréscimo $138{,}6mm^2$.

ELETRODUTO DE PVC DE $Ø_n$ 25mm ou ¾".

c) Comprimento máximo do trecho

$\ell_{máx.} = 15 - (3 \times N)$ ➤ $\ell_{máx.} = 15 - (3 \times 0)$ ➤ $\ell_{máx.} = 15m$

2) 

Nota: A distância entre as caixas é longa e não permite caixas intermediárias.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

a) Calcular a seção total (St)

$$S_t = \Sigma\left(\frac{\pi x D^2}{4}\right)$$

$$S_t = N_1 x\left(\frac{\pi x D_1^2}{4}\right) + N_2 x\left(\frac{\pi x D_2^2}{4}\right) + N_3 x\left(\frac{\pi x D_3^2}{4}\right)$$

$$S_t = 5x\left(\frac{3{,}14x5{,}6^2}{4}\right) + 3x\left(\frac{3{,}14x8{,}5^2}{4}\right) + 2x\left(\frac{3{,}14x6{,}9^2}{4}\right) + 3x\left(\frac{3{,}14x9{,}5^2}{4}\right) + 1x\left(\frac{3{,}14x8{,}5^2}{4}\right) + 1x\left(\frac{3{,}14x6{,}9^2}{4}\right)$$

$$S_t = (5 \text{ x } 24{,}6) + (3 \text{ x } 56{,}7) + (2 \text{ x } 37{,}4) + (3 \text{ x } 71) + 56{,}7 + 37{,}4$$

$$S_t = 123 + 170{,}1 + 74{,}8 + 213 + 56{,}7 + 37{,}4 \;\rightarrow\; \boxed{S_t = 675\text{mm}^2}$$

b) Escolha do eletroduto:

Consultando a tabela da página 419, área útil – coluna 40%, com S_t = 675mm², encontramos 791,7mm², por acréscimo.

ELETRODUTO DE PVC DE Øn 60mm ou 2".

c) Devido ao comprimento do trecho e número de curvas, teremos:

- Comprimento real = 18,0m
- Número de curvas = 3
- Comprimento máximo será:

$$\ell_{máx.} = 15 - (3 \text{ x } N) \rightarrow \ell_{máx.} = 15 - (3 \text{ x } 3) \rightarrow \ell_{máx.} = 15 - 9 \rightarrow \boxed{\ell_{máx.} = 6\text{m}}$$

- Calcular o número de aumentos de diâmetro:

$$A = \frac{\ell_{real} - \ell_{máx.}}{6} \rightarrow A = \frac{18{,}00 - 6{,}00}{6} \rightarrow A = 2{,}0$$

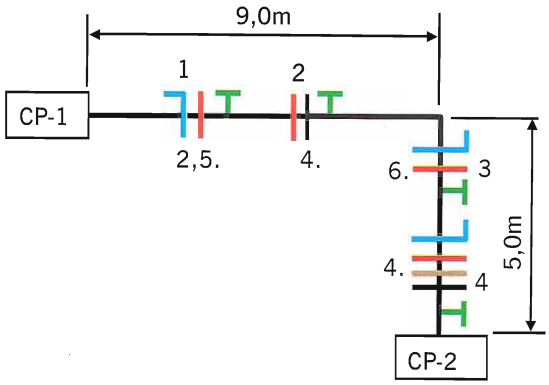
Concluímos que com esse resultado devemos utilizar um eletroduto com dois diâmetros imediatamente superiores a 60mm ou 2", ou seja:

Eletroduto a ser adotado será: PCV $Ø_n$ 85mm ou 3".

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

oficina teórica

1. Dimensionar o eletroduto para interligar duas caixas de passagem, CP-1 e CP-2, cujas características são apresentadas no esquema abaixo, sabendo-se que será utilizado eletroduto de PVC rígido e condutores de cobre, tipo Antiflam, com isolação de PVC 70°.



a) Calcular a seção total (St)

b) Escolha do eletroduto

c) Comprimento máximo do trecho

d) Devido ao comprimento do trecho e número de curvas, teremos que calcular o número de aumentos de diâmetro:

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

laboratório

Material necessário

Quant.	Unid.	Especificação
30	cm	Eletrodutos de PVC rígido 25mm (3/4) de diâmetro nominal.
1	cj	Tarraxa para eletrodutos de PVC com cossinete de 25mm. (3/4)
1	pç	Arco de Serra, com lâmina de 32 dentes por polegada.
1	fl	Lixa 80
1	pç	Lima bastarda meia-cana
1	pç	Bancada com morsa para cano.
1	Par	Luvas de raspa.

Efetue as atividades práticas

Corte de eletroduto.

1. Corte um pedaço de eletroduto de PVC rígido, de mais ou menos 0,30m, com diâmetro nominal de 25mm (3/4"), utilizando-se dos procedimentos já vistos para essa atividade.

2. Em seguida faça a rosca em ambas as extremidades, conforme a atividade anterior, e elabore a curva de 90°, com maçarico ou soprador térmico, observando criteriosamente as informações dadas anteriormente.

Rosca em eletroduto.

Curva em eletroduto com maçarico.

Curva em eletroduto com soprador térmico.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

paralelo

Caixas de derivação

As caixas de derivação ou de passagem são acessórios que fazem parte da constituição de uma rede ou linha de eletrodutos e permitem realizar todas as soluções de um sistema de instalação, quer seja aparente ou de embutir. As caixas devem ser empregadas para:

1. Facilitar a enfiação dos condutores da instalação elétrica;
2. Pontos de entrada e saída de condutores, exceto na passagem de condutores de linha aberta para eletroduto cuja extremidade deve ser protegida com bucha;
3. Pontos de emendas e derivação de condutores;
4. Pontos de luz no teto ou na parede (arandelas);
5. Instalação ou fixação de interruptores, pontos de tomadas de corrente, pulsadores, luminárias, etc;
6. Dividir a tubulação em trechos não maiores ao especificado no item b página 414 (Considerações sobre eletrodutos) facilitando a passagem dos condutores em trechos mais longos;
7. Pontos de telefone em paredes e no piso;
8. Instalação de interfones ou porteiros eletrônicos;
9. Sonorização;
10. Sistema de alarme;
11. Pontos de antenas de TV e TV a cabo;
12. Pontos para rede de computadores;

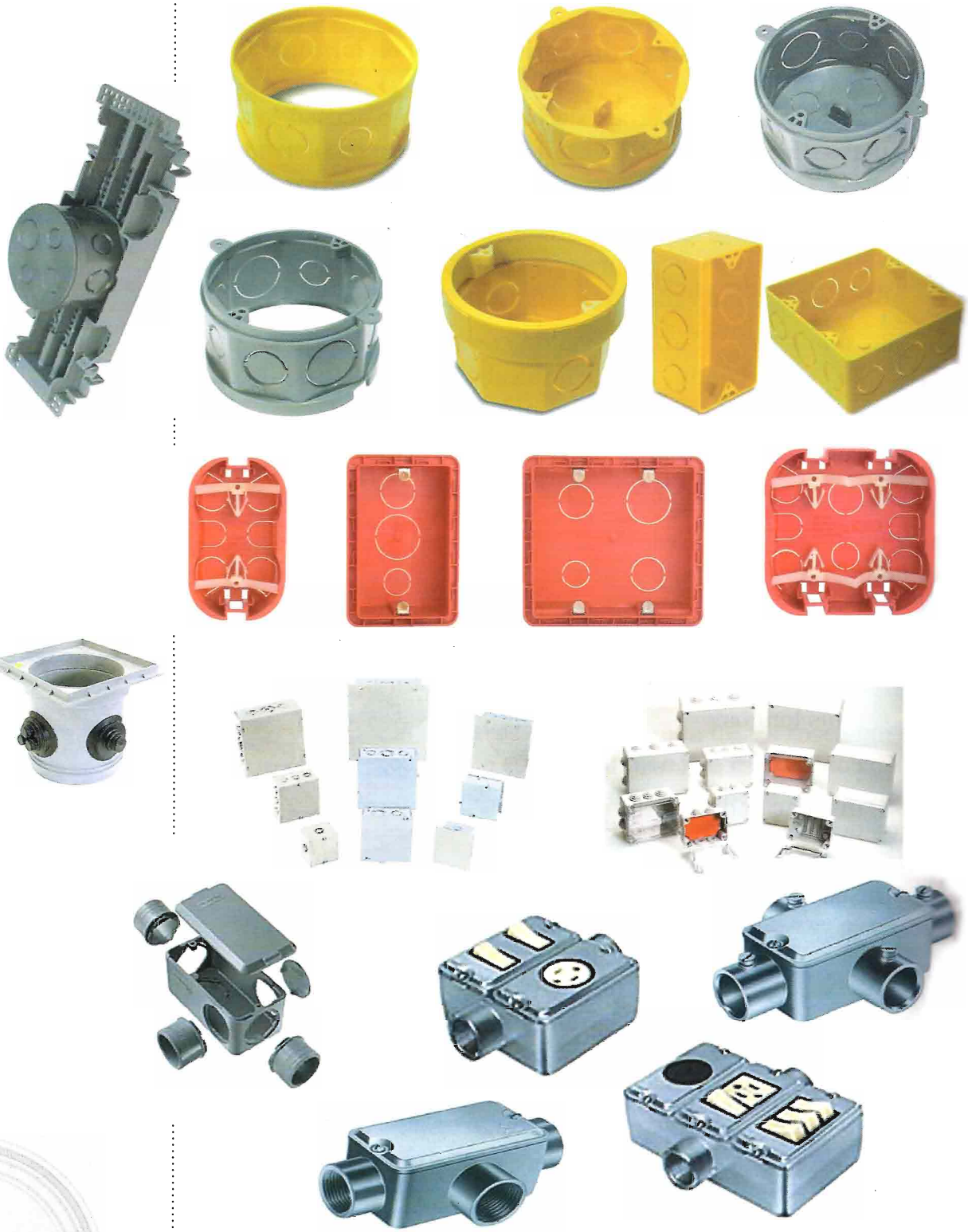
As caixas devem ser colocadas em locais de fácil acesso e providas de suas respectivas tampas.

Quanto à forma de colocação ou instalação, podem ser: de embutir e aparente ou de sobrepor.

As caixas quer sejam de embutir ou aparente, existem uma variedade enorme de modelos para os mais diversos fins, permitindo atender as mais diversas possibilidades de instalação.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

As figuras a seguir mostram alguns dos modelos que podem ser encontrados nas lojas do ramo.



Tipos de caixas de derivação ou de passagem utilizadas em instalações elétricas.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Observações

1. "A localização das caixas deve ser de modo a garantir que elas sejam facilmente acessíveis. Elas devem ser providas de tampas ou, são para alojar interruptores, tomadas de corrente e congêneres, fechadas com os espelhos que completam a instalação desses dispositivos. As caixas de saída para alimentação de equipamentos podem ser fechadas com as placas destinadas à fixação desses equipamentos". "Admite-se ausência de tampa em caixas de derivação ou de passagem instaladas em forros ou pisos falsos, desde que essas caixas efetivamente só se tornem acessíveis com a remoção das placas do forro ou do piso falso e que se destinem exclusivamente a emenda e/ou derivação de condutores, sem acomodar nenhum dispositivo ou equipamento".
2. "Os condutores devem formar trechos contínuos entre as caixas, não se admitindo emendas e derivações senão no interior das caixas. Condutores emendados ou cuja isolação tenha sido danificada e recomposta com fita isolante ou outro material não devem ser enfiados em eletrodutos".
3. As caixas de derivação ou de passagem podem ser de PVC ou de chapa de aço nº 16 ou 18.
4. As caixas de aço, usar preferencialmente as estampadas, que podem ser zincadas a fogo, esmaltadas ou galvanizadas.
5. As caixas para instalação no piso devem ser de alumínio injetado ou estampado com tampas de latão removíveis e reguláveis e podem ser simples, duplas e triplas.
6. As caixas para os pontos de iluminação no teto devem ser octogonais com fundo móvel.
7. Todas as caixas devem ser providas de "orelhas" ou "abas" com furos para a fixação dos dispositivos (interruptores, tomadas, etc.). As caixas octogonais devem conter pelo menos quatro orelhas ou quatro abas, sendo duas voltadas para fora e duas para dentro.
8. Os espelhos, placas ou tampas só devem ser colocadas após concluído os trabalhos de acabamento da obra.
9. As caixas subterrâneas podem ser de alvenaria com tampa de concreto e, se for o caso, com tampa lacrável.
10. Nas instalações internas deve-se evitar o uso de caixas de passagem, sem que nesta seja alojado um equipamento.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

11. As caixas de passagem situadas em locais de fácil acesso devem ter meios que impeçam que pessoas inabilitadas tenham acesso a elas.
12. Devem ser usados no máximo cinco lados da caixa octogonal (102x102x51mm – 4x4x2" ou 102x102x102mm - 4x4x4").
13. Nas arandelas de banheiro, utilizar caixa de passagem retangular (51x102mm-2x4").
14. Ao adquirir qualquer tipo de caixa, verifique a qualidade do material, as dimensões, as furações das orelhas, etc.

oficina teórica

1. Qual é o tipo de caixa de passagem destinado aos pontos de luz no teto?

2. Cite pelo menos 5 aplicações das caixas de passagem.

3. Qual a situação em que não é necessário a colocação de tampa em caixas de derivação ou de passagem?

4. É permitido emenda de condutores no interior dos eletrodutos?

5. Quais as características das caixas de derivação ou de passagem para ser instaladas no piso?

6. Como devem ser as caixas subterrâneas?

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

aplicando conhecimento

Redes de eletrodutos

Compreendem-se como redes de eletrodutos a interligação dos eletrodutos de uma instalação elétrica, quer sejam de embutir ou aparente, com as caixas de passagem ou de derivação. A execução da instalação da rede de eletrodutos deve obedecer a um projeto elaborado por um profissional. Deve-se levar em conta, também, que os condutores e equipamentos devem ser previstos, no mínimo, para os seguintes sistemas:

- elétrico, para fornecimento de luz e força;
- de comunicação interna, por interfones, porteiros eletrônicos, circuitos fechado de TV;
- de comunicação externa (telefones);
- de alarmes para segurança das pessoas e do patrimônio;
- de sonorização de sinais de rádio, TV e TV a cabo;
- de lógica, para rede de computadores;
- iluminação de emergência.

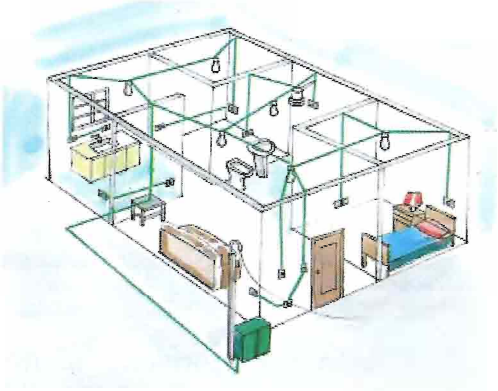
alerta

Cada tipo de instalação deve ser executado em rede de eletroduto exclusivo. A elaboração do projeto elétrico deve ser conforme determina a ABNT-NBR 5410: 2004, as especificações do fabricante e de acordo com as necessidades do cliente.

Instalação dos eletrodutos

As informações apresentadas até o momento servem como base tecnológica para a especificação do tipo mais adequado de eletroduto, bem como as características e recomendações técnicas para a sua utilização em instalações elétricas.

Agora vamos apresentar alguns procedimentos que devem ser tomados para a execução de uma rede de eletrodutos.

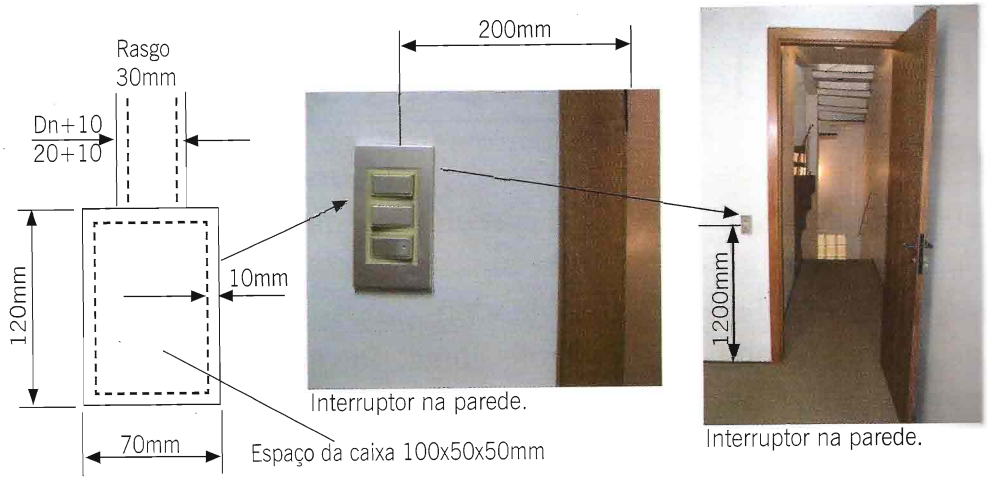


Fonte: Procobre

Exemplo de rede de eletrodutos para o sistema elétrico de luz e força.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

1. Posição dos interruptores: Os interruptores devem ser instalados próximos às colunas das portas, do lado oposto ao sentido de abertura.



Interruptor na parede.

Espaço da caixa 100x50x50mm

Interruptor na parede.

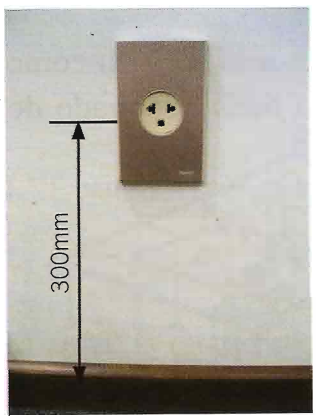
alerta

Ao cortar a parede, a talhadeira deve ser posicionada em ângulo de 45° em relação à parede. Deve-se trabalhar com a talhadeira num plano inferior ao dos olhos para evitar acidentes. Usar luvas, máscara para evitar inalar o pó e óculos de segurança.

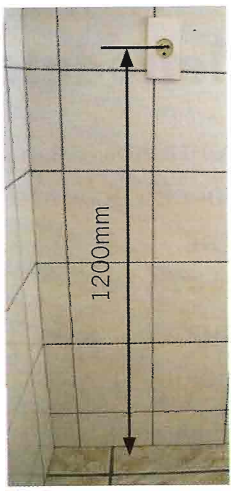
2. Posição das tomadas: Os pontos de tomadas de corrente, colocados em locais convenientes e de acordo com o que determina a norma NBR 5410:2004, devem ser instalados nas seguintes situações:
   - Tomada baixa 0,30m
   - Tomada a meia-altura..... 1,20m
   - Tomada alta (chuveiro, iluminação de emergência, etc.)..... 2,00 a 2,20m.

alerta

As medidas referem-se à altura do piso acabado.



Tomada na parede.



Tomada na parede.

Ligação de chuveiro.

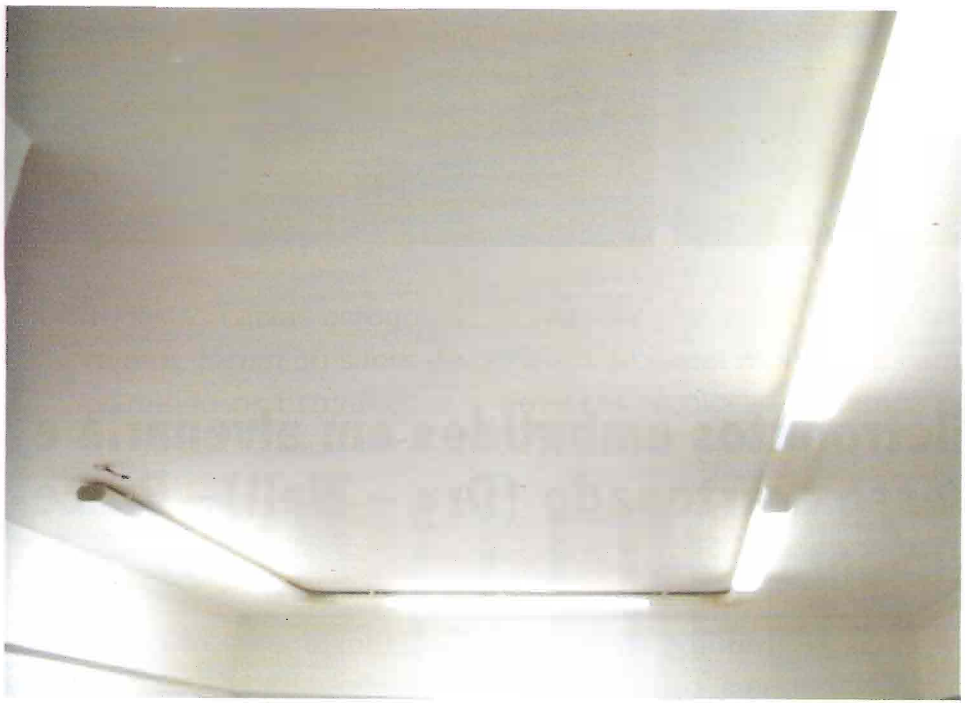
3. Posição dos pontos de luz no teto: A primeira atividade a ser feita é a marcação dos pontos onde serão afixadas as caixas octogonais fundos móveis, conforme determina o Projeto Elétrico. Essa atividade deve ser feita da seguinte forma:

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Em forros de madeira ou PVC: A marcação é feita de forma indireta, ou seja, marca-se no piso o(s) ponto(s) de luz e transfere-se, com auxílio de um prumo, para o forro.

Em laje mista ou pré-moldada: A marcação do(s) ponto(s) de luz deve ser feito na parte superior. Se for laje mista ou de concreto armado, diretamente no assoalho. Caso seja laje pré-moldada remove-se um dos tijolos e coloca-se o suporte da caixa, o qual pode ser de madeira ou de PVC.

Após a marcação dos pontos procede-se a fixação das caixas, fixando-as pelas "orelhas" ou "abas" externas com a boca voltada para baixo. Remove-se a tampa superior.



Vicente & Corban Design

Pontos de luz no texto

4. Posição das arandelas: Denominam-se arandelas os pontos de luz nas paredes. Denominada também, como luminária de parede. Deve-se prever a instalação de arandelas nos seguintes locais: banheiros; hall; áreas externas, garagens, etc.

A altura da(s) arandela(s) do banheiro deve ser instalada na parte superior do espelho, se for uma arandela, ou duas arandelas uma de cada lado em relação ao centro do espelho ou conforme as características do espelho e do banheiro.

Em outros locais, são geralmente instaladas a uma altura de 1,90 a 2,10m do piso acabado.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Para a instalação das arandelas pode ser utilizada caixas retangulares 2x4".

Arandelas na parede.

Eletrodutos embutidos em alvenaria e gesso acartonado (Dry – Wall)– Procedimento

Os eletrodutos devem ser instalados após a colocação das caixas octogonais, conforme recomendações citadas e após a colocação das ferragens, se for o caso.

A fixação dos eletrodutos de PVC rígido às caixas octogonais deve ser feita por meio de buchas e arruelas (contra-buchas ou porcas), apertando-as firmemente.

Na utilização de eletrodutos flexíveis corrugados, em laje e piso, utilizar os reforçados, cor cinza ou azul, para instalações que exigem um esforço mecânico de 750N/5cm e na parede o amarelo, para instalações que exigem um esforço de 320N/5cm. Neste caso, cuidar com a fixação desse tipo de eletroduto às caixas, preferencialmente utilizar adaptadores.

Para emendar eletrodutos de PVC rígido entre si, se for necessário, ou conectá-los às curvas, a junção das duas pontas

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

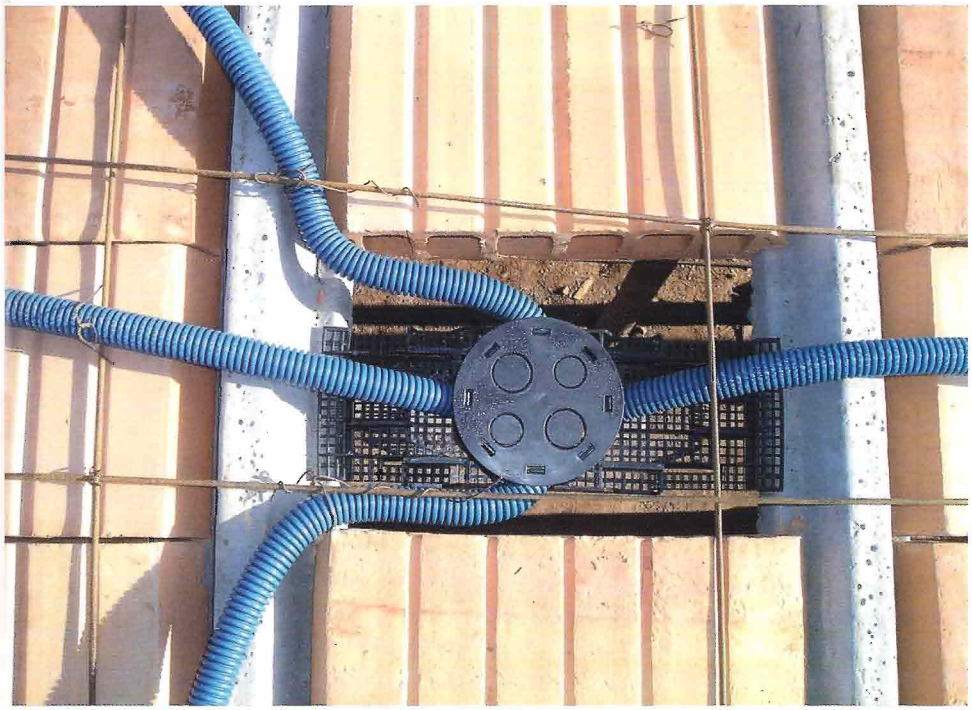
com a luva de emenda deve ser perfeita, sem rebarbas, para facilitar a passagem dos condutores sem danificá-los.

Da mesma forma, ao emendar eletrodutos flexíveis corrugados utilizar luvas de pressão, apropriadas para esse caso. As figuras abaixo ilustram essa atividade:

Arquivo do autor

Emenda de eletroduto flexível e rígido.

- Todas as caixas octogonais devem ser preenchidas com serragem, jornal ou sacos de cimento de papel molhados, comprimindo-os firmemente, e deve ser recolocada a tampa ou fundo nas caixas, como indicado abaixo.



Arquivo do autor

Caixa de passagem com acabamento para concretagem.

alerta

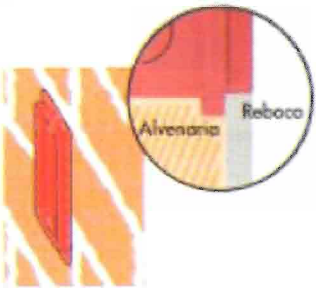
1. A união dos eletrodutos deve ser feito com cuidado para não danificá-los na hora do aperto final.
2. Todos os eletrodutos devem ser amarrados nas ferragens ou nas vigas pré-moldadas, para evitar que se movam no momento da concretagem.

alerta

1. As pontas dos eletrodutos de descida, ou subida, devem ser fechadas e protegidas com papel, rolha, etc. que serão emendados posteriormente para a interligação com as caixas nas paredes ou piso.
2. Fazer uma verificação final de tudo o que foi feito antes da corretagem e se está de acordo com o projeto elétrico. Se houver algum esquecimento após a concretagem nada mais poderá ser feito.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

- Finalizar a rede de eletrodutos, colocando-os nos rasgos previamente efetuados nas paredes, fixando-os com auxílio de pregos ou cunhas de madeira e as respectivas caixas por meio de bucha e arruela (contra-bucha ou porcas), se for eletroduto de PVC rígido ou adaptador se for eletroduto flexível.



Pial-Legrand

Caixa de passagem na parede.

Arquivo do autor

Fitação de eletroduto para reboco.

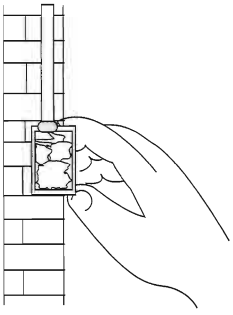
alerta

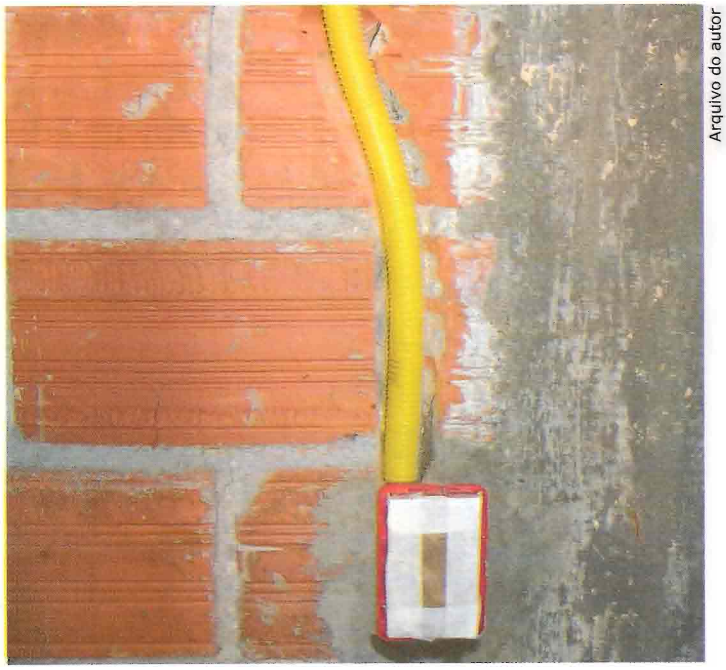
As caixas devem ficar em torno de 10 mm para fora da parede de tijolos (sem reboco). E após o reboco preferencialmente rente à superfície, ou no máximo 6 mm da superfície acabada. Cuidar para que as caixas não fiquem desalinhadas.

- Todas as caixas nas paredes ou piso devem ser preenchidas com papel molhado, para evitar a entrada de argamassa no momento do reboco.

alerta

"O eletricista deve encher os rasgos e observar que todas as caixas (parede, laje e piso) estejam cheias de papel, para que o pedreiro possa rebocar a parede sem perigo de a massa penetrar nas caixas e tubulações".



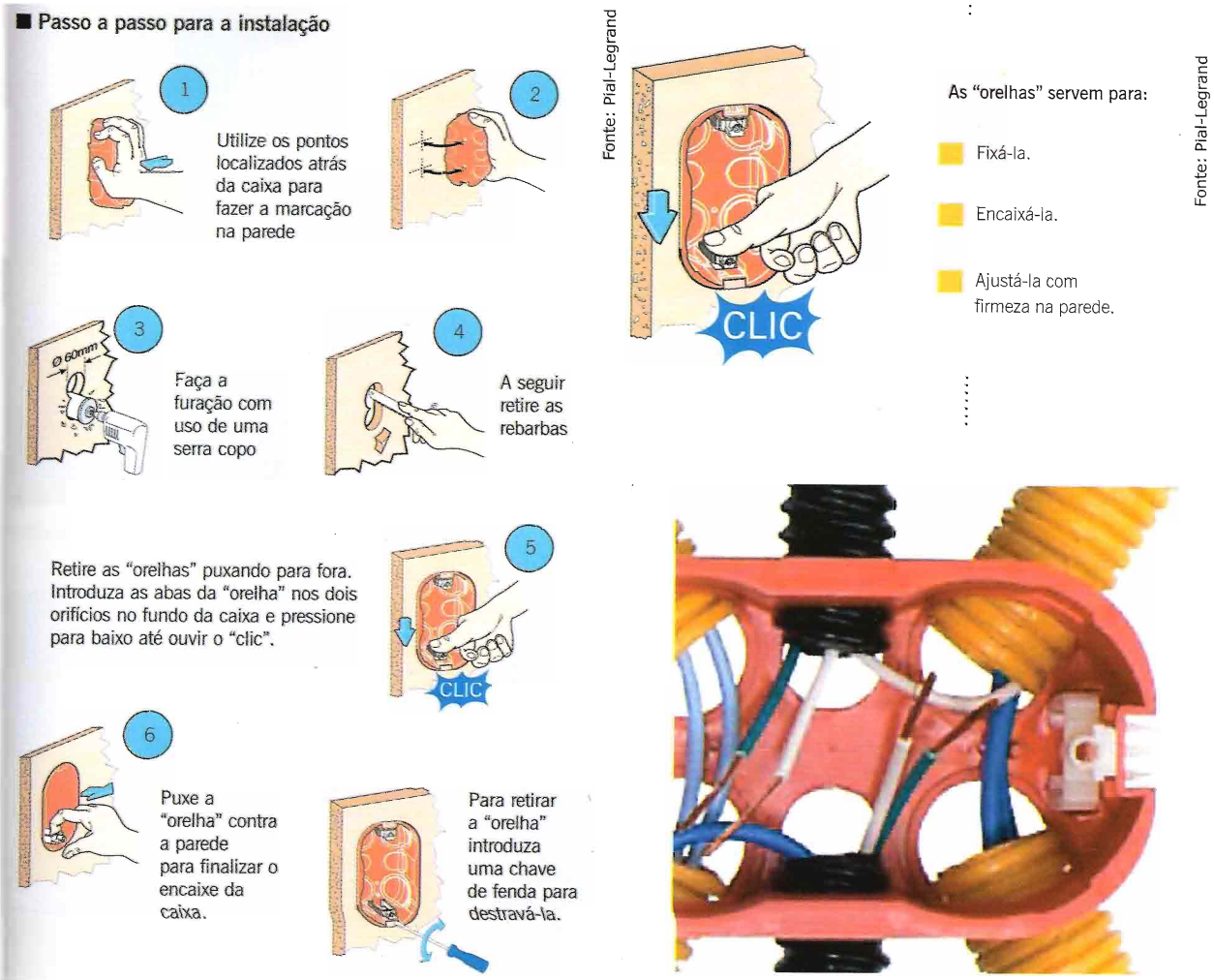


Arquivo do autor

Caixas de passagem com acabamento para reboco.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

- A instalação de eletrodutos e caixas em paredes de gesso acartonado – Dry-Wall deve ser feito segundo as recomendações abaixo:



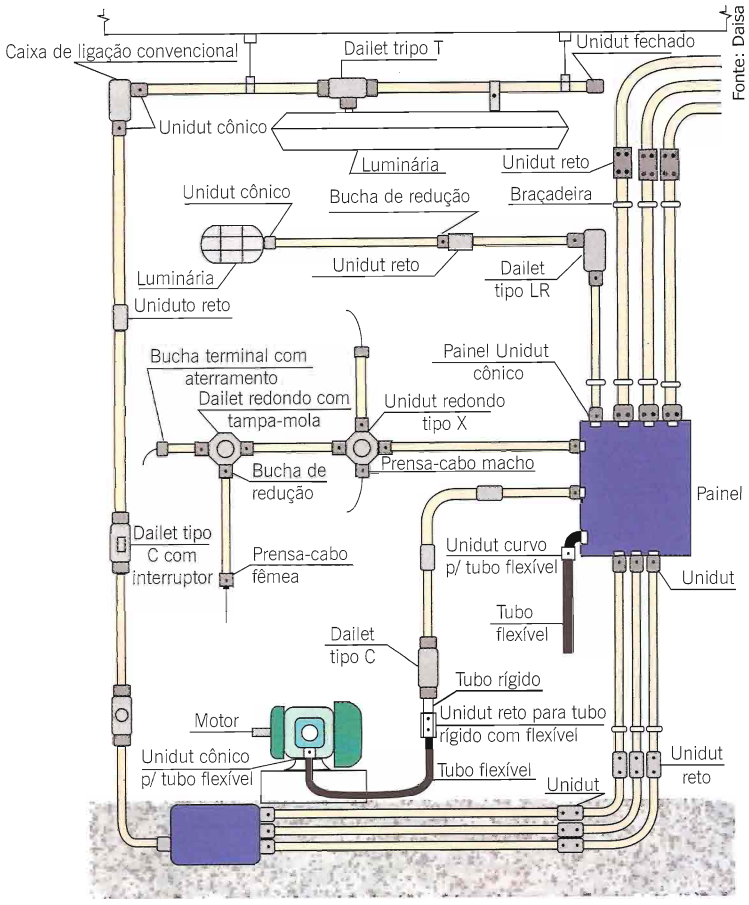
Exemplo de aplicação do sistema Dry-Wall.

Instalações aparentes: eletrodutos, molduras, canaletas, eletrocalhas e leitos

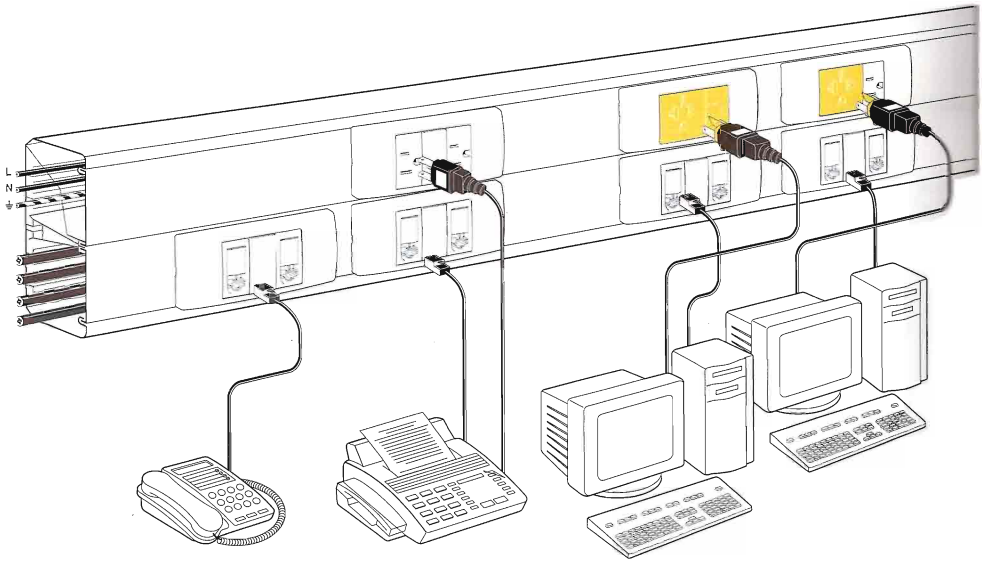
A instalação aparente são, na maioria das vezes, tão necessárias quanto indispensáveis, devido à praticidade de alterações constantes dos "Layout" da instalação de equipamentos, aliando facilidade, segurança, estética, flexibilidade no atendimento as características do local e tipo de instalação. É muito utilizada em indústrias, instalações comerciais, depósitos, oficinas, escola, etc.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Apresentamos abaixo alguns exemplos de instalações aparentes.

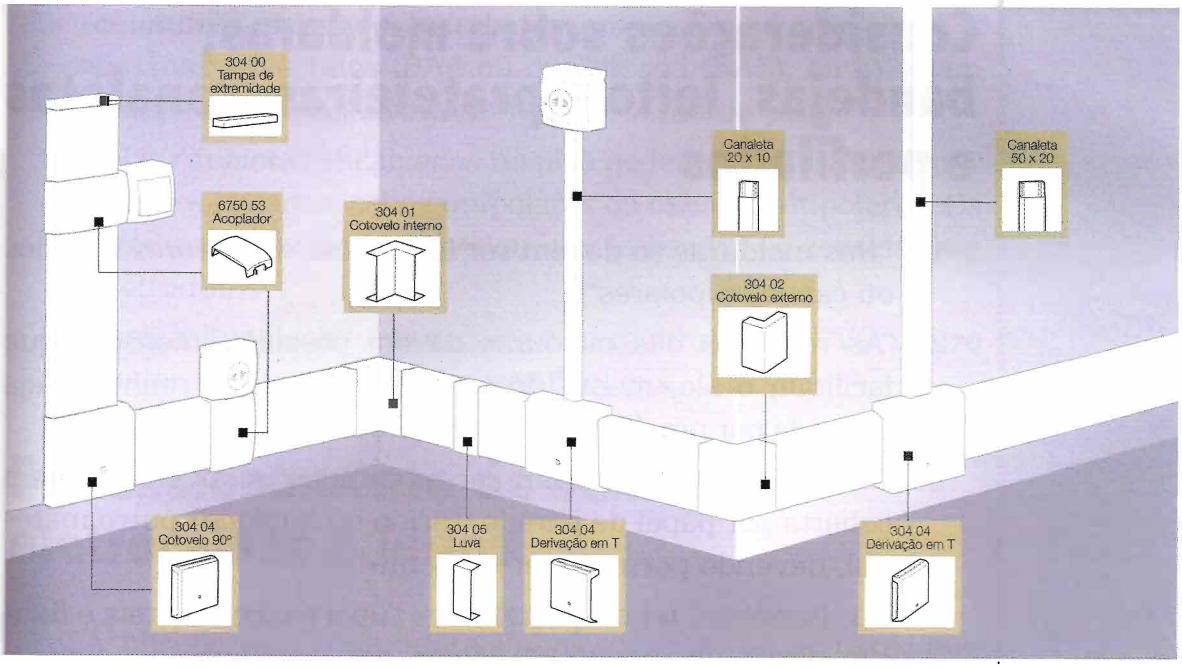


Exemplo de instalação aparente com eletrodutos metálicos e acessórios.



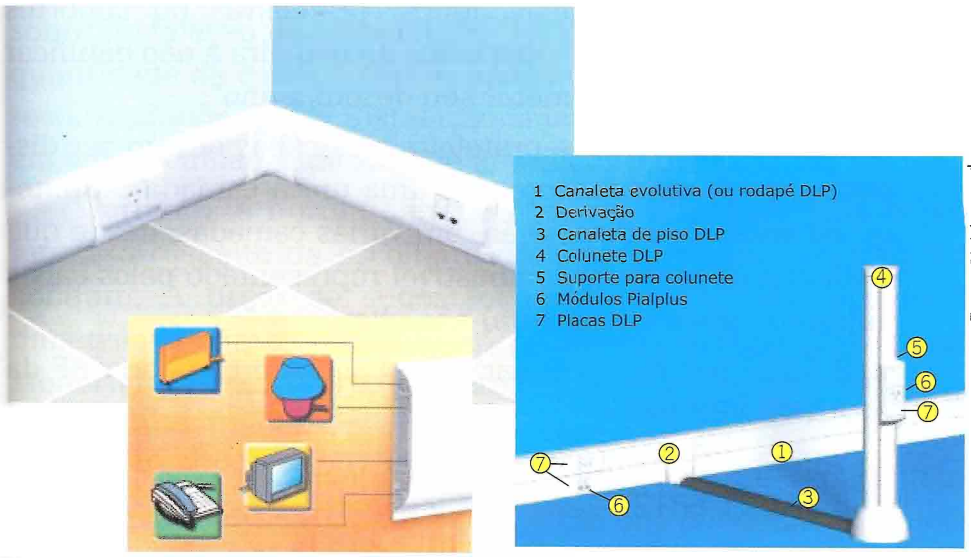
Sistema DLP – Canaleta evolutiva para instalação elétrica e cabeamento estruturado (VDI).

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br



Fonte: Pial-Legrand

Instalação com sistema.



Fonte: Pial-Legrand

Sistema DLP – canaleta rodapé e colunete.

alerta

Devido à grande variedade de canaletas, eletrocalhas, bandejas, etc. existentes, deve-se consultar o catálogo do fabricante para se obter informações detalhadas sobre a instalação correta.

Arquivo do autor

Arquivo do autor

Instalação com perfilado.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Considerações sobre molduras, bandejas, leitos, prateleiras, canaletas e perfilados

1. "Nas molduras só devem ser instalados condutores isolados ou cabos unipolares";
2. "As ranhuras das molduras devem possuir dimensões que facilitam o alojamento dos condutores e cada ranhura seja ocupada por um único e mesmo circuito";
3. "As molduras não devem ser embutidas na alvenaria, nem coberta por papel de parede, tecido ou qualquer outro material, devendo permanecer aparente";
4. Nas bandejas, leitos, prateleiras, suportes horizontais e fixação direta na parede só devem ser instalados condutores cabos unipolares ou cabos multipolares.";
5. "A fixação das bandejas, leitos, prateleiras ou suportes devem ser escolhidos e dispostos de maneira a não danificar os cabos nem comprometer seu desempenho";
6. "Nas bandejas, leitos e prateleiras, os cabos devem ser dispostos, preferencialmente, em uma única camada. Admite-se, no entanto, a disposição em várias camadas, desde que o volume de material combustível representado pelos cabos (isolação, capas e cobertura) não ultrapasse":
   a) 3,5dm^3 por metro linear, para cabos de categoria BF da ANBT NBR 6812;
   b) 7dm^3 por metro linear, para cabos de categoria AF ou AF/R da ABNT 6812.
7. "Nas canaletas instaladas sobre parede, em tetos ou suspensas e nos perfilados, podem ser instalados condutores isolados, cabos unipolares e cabos multipolares. Os condutores isolados só podem ser utilizados em canaletas ou perfilados de paredes não-perfuradas e com tampas que só possam ser removidas com auxílio de ferramenta". Admite-se o uso de condutores isolados em canaletas ou perfilados sem tampa ou com tampa desmontável sem auxílio de ferramenta, ou em canaletas ou perfilados com paredes perfuradas, com ou sem tampa, desde que estes

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

condutos: a) sejam instalados em locais só acessíveis a pessoas advertidas (BA4 ou qualificada (BA5); ou b) sejam instaladas a uma altura mínima de 2,5m do piso;

8. "Nas canaletas encaixadas no piso podem ser utilizados condutores isolados, cabos unipolares ou cabos multipolares. Os condutores isolados só podem ser utilizados se contidos em eletrodutos".
9. Para a instalação em canaletas e molduras de PVC utilize preferencialmente condutores flexíveis.

Dimensionamento de bandejas, eletrocalhas e leitos

A norma, que trata sobre linhas elétricas ao ar livre, que incluem as bandejas (eletrocalhas sem tampa) e leitos, não faz menção sobre a taxa de ocupação, da mesma forma que trata sobre instalação de eletrodutos. Não entra em detalhes sobre a quantidade de cabos a serem instalados neste tipo de condutos, recomendando que a instalação seja feita em única camada ou em várias camadas desde que atendidas o disposto em norma.

Portanto, a norma oferece bastante liberdade para o projetista a respeito da escolha e dimensionamento deste tipo de conduto. A título de sugestão apresentamos um método de dimensionamento, tendo como referência o Guia Eletricidade Moderna da NBR 5410, página 124, que se baseia em quatro pontos fundamentais:

1. Não são estabelecidas premissas quanto ao espaçamento entre os cabos quanto à disposição que poderiam proporcionar um dimensionamento elétrico otimizado dos condutores. Portanto, os cabos poderiam ser admitidos contíguos e, se for o caso, em várias camadas.
2. A seção total de um cabo (S) é considerada igual ao quadrado de seu diâmetro externo (D). Isto é, despreza-se o fator $\pi/4$, para levar em conta os vazios entre os cabos. Assim:

$$S = D_e^2$$

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

3. É considerado um "coeficiente de enchimento" (k), igual a 1,4 para cabos de potência e a 1,2 para cabos de controle; e
4. É considerado um "fator de reserva" (a), dado em porcentagem (quanto não for prevista reserva, a=0). A seção mínima necessária (Sc), para a bandeja ou leito é dada por:

$$S_c = \sum_{1}^{n} S_i x k x \frac{100 + a}{100}$$

Por exemplo:

Dimensionar uma bandeja para 20 cabos unipolares de cobre, com isolação de PVC, 750V, 120mm², admitindo-se, na bandeja, uma reserva de 20%. Do catálogo do fabricante obtemos para o cabo de 16,5mm.

$$S = D_e^2 \rightarrow S = 16{,}5^2 \rightarrow S = 272{,}3mm^2$$

$$S_c = \sum_{1}^{n} S_i x k x \frac{100 x a}{100} \rightarrow S_c = 20x272{,}3x1{,}4x\frac{100+20}{100} \rightarrow Sc = 9.149{,}3mm^2$$

Escolha da bandeja ou leito.

Com esse resultado podemos utilizar uma bandeja, por exemplo, de 200mm x 50mm de altura, totalizando 10.000mm².

Enfiação dos condutores e fixação de equipamentos

Concluída a montagem de toda a rede de condutos, quer sejam eletrodutos embutidos ou aparentes, canaletas, eletrocalhas, perfis de PVC, etc., passa-se as etapas finais da instalação elétrica, que se referem à enfiação dos condutores, conforme e a fixação de equipamentos (interruptores, tomadas, luminárias, etc.).

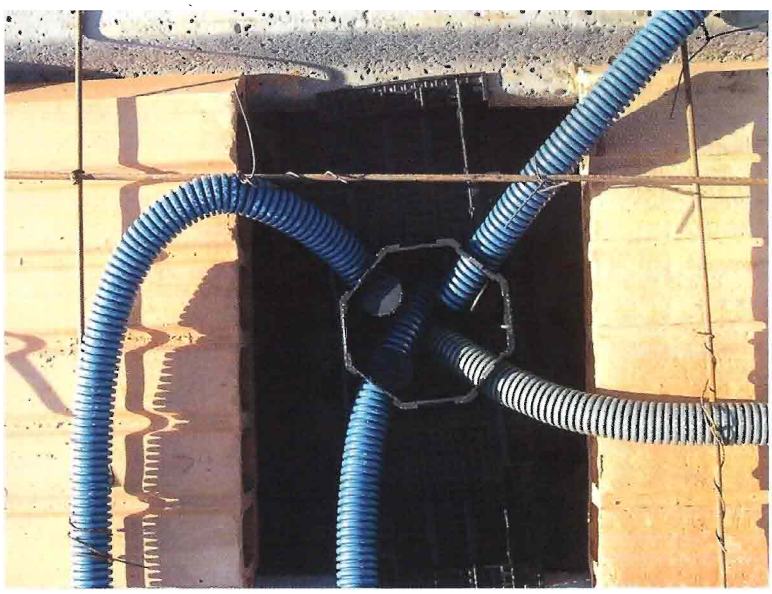
Para que esta atividade seja feita com eficiência é recomendável obedecer as recomendações abaixo:

- Nas instalações embutidas, a enfiação dos condutores deve ser feita após a conclusão do revestimento das paredes, isto é, quando não há mais trabalhos com argamassa, cal fino, azulejos, etc.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

A pintura de paredes ou outros tipos de revestimento devem ser feitos somente após a enfiação dos condutores, e antes da fixação dos equipamentos

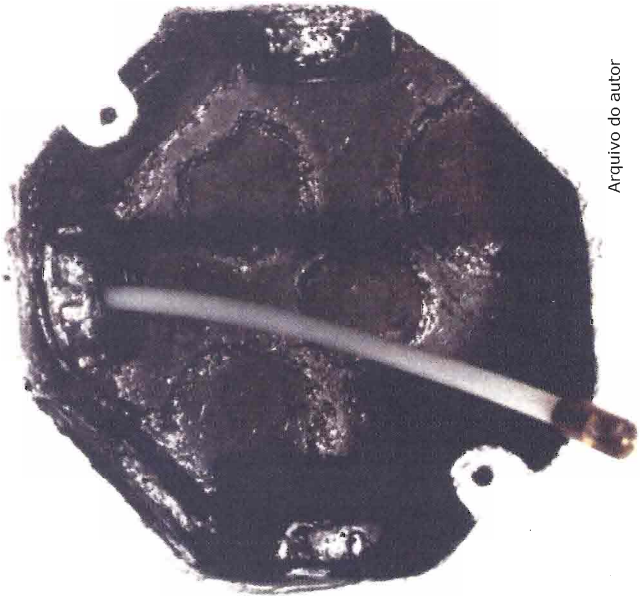
- Deve-se fazer uma boa limpeza interna de todas as caixas com escova, pincel e pano, e ar comprimido se houver disponível na obra.



Sandro Mesquita

Caixas de passagem limpas.

- Após a conclusão de toda a rede de eletrodutos (página 415 itens a e b – Considerações sobre eletrodutos) já é possível passar o guia em cada trecho entre duas caixas. O guia servirá para o puxamento ou enfiação dos condutores. Os guias podem ser: arame galvanizado número 14 ou 16, cabo de aço, fita de aço ou guia de nylon.
- O trabalho de enfiação dos condutores deve ser feito em cada trecho da rede de eletrodutos entre duas caixas por duas pessoas.



Arquivo do autor

Guia em caixa de passagem

alerta

Caso seja utilizado o guia de nylon observar para não aplicar excessivo esforço para não danificá-lo. O guia de nylon, em algumas situações, deve ser utilizado como guia do guia.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

alerta

1. Cuidar para não danificar a isolação no ato do puxamento dos condutores.
2. Deixar pelo menos 15cm de sobra de condutores em cada extremidade das caixas (teto, parede ou piso), para facilitar as ligações com os equipamentos e emendas, se for o caso.
3. Usar luvas para não ferir as mãos no momento do puxamento dos condutores.

alerta

"A instalação e fixação desses dispositivos, assim como outros itens da instalação (interruptor automático de presença, minuteria, campainhas, etc.) devem ser executadas somente após o acabamento final das paredes, ou seja, após o cal fino, pintura, colocação de azulejos ou outros tipos de revestimentos. As placas ou espelhos, bem como aparelhos de iluminação (luminárias, lustres, etc.) no teto ou parede (arandelas), devem ser fixados somente após a pintura onde, evidentemente, for feito esse tipo de acabamento.

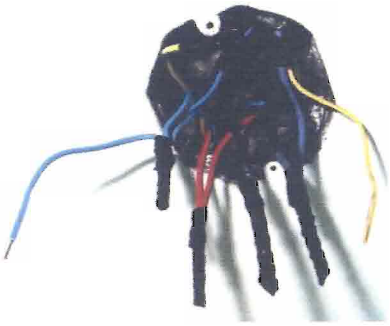
- Com o guia no trecho já é possível passar ou enfiar os condutores. A quantidade de condutores em cada trecho deverá corresponder ao que determina o projeto elétrico.

Enfiação de condutores.

Arquivo do autor

Passagem dos condutores em eletroduto.

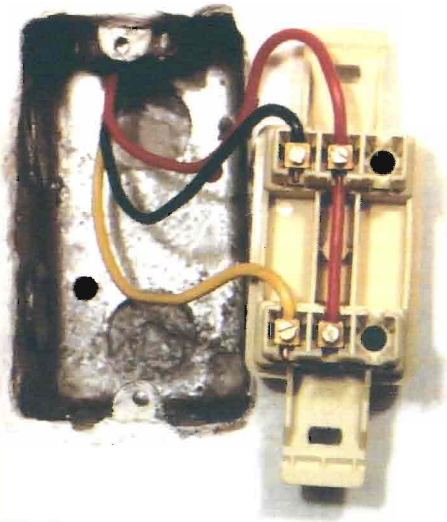
- Assim que forem enfiados todos os condutores, em todos os trechos deve-se fazer as emendas dos mesmos em todas as caixas para proporcionar a continuidade elétrica, observando-se a correta identificação dos circuitos, e as emendas devem ser soldadas e devidamente isoladas, conforme informações vistas anteriormente.



Arquivo do autor

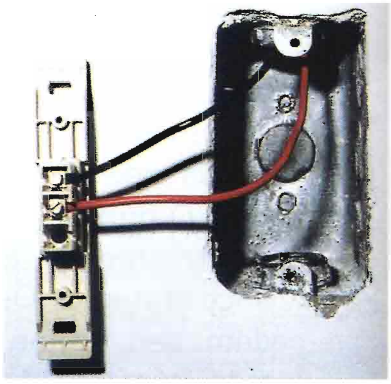
Emenda e isolação dos condutores.

- Fixação dos dispositivos e equipamentos. Fixar interruptores, tomadas, aparelhos de iluminação, chuveiros, torneira elétrica, etc. E, podemos verificar, o aspecto final da instalação.

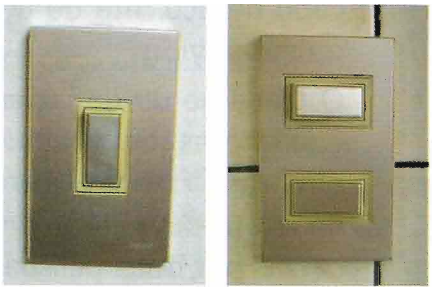


Ligação de interruptor.

Arquivo do autor



Ligação de interruptor.



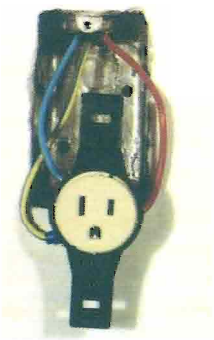
Instalação de interruptores.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Fixação de equipamentos.

Arquivo do autor

Tomada.



Arquivo do autor

Tomada.

Arquivo do autor

Lâmpada com plafonier.

Arquivo do autor

Lâmpada com plafonier e globo.

- Concluída todas as etapas deve-se fazer, primeiramente, uma inspeção visual desde a documentação da instalação propriamente dita. Em seguida deve-se fazer os ensaios de campo da instalação conforme determina a norma NBR 5410:2004. Este item será visto em projetos elétricos.

oficina teórica

1. O que se entende por rede de eletroduto?

2. Deve-se prever rede de eletrodutos para que tipo de sistemas?

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

3. Como devem ser posicionados os interruptores, tomadas e as arandelas?

4. Como deve ser feita a emenda de eletrodutos de PVC rígido e flexível corrugado de PVC?

5. Qual o procedimento que se deve fazer com as caixas octogonais fundo móvel antes da concretagem?

6. Quais as ferramentas utilizadas na montagem de uma rede de eletrodutos de PVC rígido ou de aço-carbono?

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

capítulo único

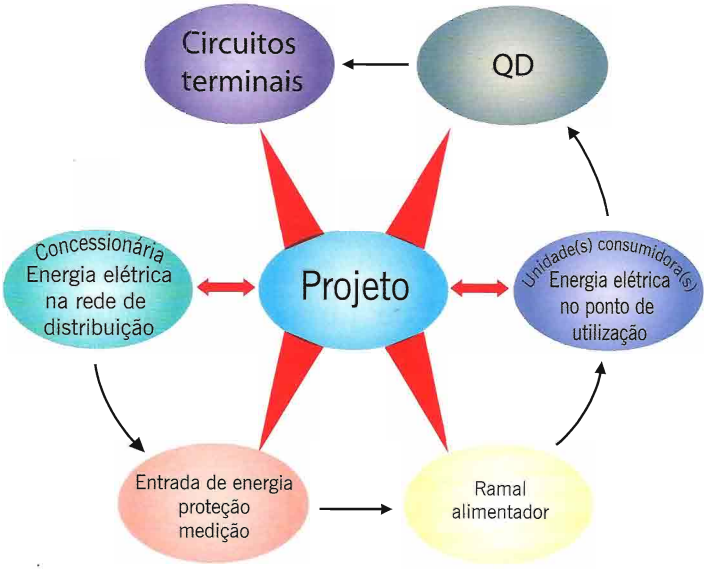
Projeto de instalação elétrica predial

Toda instalação elétrica deve ser executada a partir de um projeto elétrico.

O projeto elétrico tem por finalidade atender a duas situações bem distintas, ou seja, estabelecer uma relação entre a concessionária e a(s) unidade(s) consumidora(s), adequando às necessidades do consumidor com economia e segurança, e em cumprimento às prescrições da norma.

Projeto elétrico é, a princípio, uma espécie de raio X da instalação. É a representação onde se faz a previsão detalhada da instalação, tais como:

- quantificar e determinar os tipos e localização dos pontos de utilização de energia elétrica;
- dimensionar, definir o tipo e o trajeto dos condutores e eletrodutos;
- dimensionar, definir o tipo e a localização dos dispositivos de proteção, de comando, de medição de energia elétrica e demais acessórios (labeee.ufsc); e
- quantificar os materiais necessários para a execução da instalação elétrica.



alerta

A segurança deve estar em primeiro lugar. A instalação elétrica é parte fundamental de qualquer obra, por menor que seja, e o projeto elétrico deve ser feito sempre de acordo com a norma, executado e acompanhado por profissional habilitado e qualificado.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

As vantagens de um projeto elétrico são:

a) segurança da instalação e do usuário;
b) precisão (racionalidade) na execução da instalação, bem como na sua funcionalidade;
c) "obtenção do custo global da obra ou empreendimento com alta precisão, em função dos desenhos de projeto e da lista de material detalhada que, por sua vez, levarão as empresas instaladoras a efetuar uma cotação correta para posterior execução";
d) o custo final do projeto elétrico representa em torno de 5% do valor da obra, não se justificando, portanto, economizar nesta etapa;
e) facilidade para possíveis ampliações, modificações e manutenção da instalação;
f) utilizando componentes de boa qualidade contribui para a conservação de energia elétrica.

Caso não se tenha um projeto elétrico, os custos da instalação ficam mais elevado; pode haver super ou sub-dimensionamento dos circuitos; não existe segurança para a instalação e, principalmente, para o usuário; a instalação é executada sem o cumprimento das normas; há dificuldade na execução da instalação, bem como para ampliação, modificação e manutenção.

aplicando conhecimento

Documentação da instalação

Nota

Definições usadas em projeto elétrico

Consumidor: "entende-se por consumidor a pessoa física ou jurídica ou comunhão de fato ou de direito, legalmente representada, que solicitar à COPEL (ou à Concessionária da região) o fornecimento de energia elétrica e assumir a responsabilidade pelo pagamento das contas e pelas demais obrigações regulamentares e contratuais".

Unidade consumidora: "Instalações de um único consumidor caracterizado pela entrega de energia elétrica em um só ponto, com medição individualizada".

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Entrada de serviço ou entrada de energia: "Conjunto de condutores, equipamentos e acessórios situados entre o ponto de derivação da rede secundária e a medição, inclusive".

Ramal de ligação: "Conjunto de condutores e acessórios situados entre o ponto de derivação da rede secundária e o ponto de entrega".

Ramal de entrada: "Conjunto de condutores, acessórios e equipamentos instalados a partir do ponto de entrega até a medição, inclusive".

"A instalação deve ser executada a partir de projeto específico, que deve conter, no mínimo":

a) plantas (Planta de situação e planta dos pavimentos): Em escala conveniente;
b) esquemas unifilares e outros, quando aplicáveis (Quadro(s) de distribuição-QD, quadro(s) de força-QFs, prumadas, esquema elétrico, antena coletiva e TV a cabo, porteiro eletrônico, etc.);
c) detalhes de montagem, quando necessário (Caixas de passagem, caixa seccionadora, aterramento, pára-raios, entrada de energia-entrada de serviço, centro de medição, convenções-simbologia, etc.);
d) memorial descritivo da instalação (memória de cálculo): descrever sucintamente como a instalação deverá ser executada, apresentando as soluções adotadas e sempre que possível anexar tabelas e desenhos complementares ;
e) especificação dos componentes (descrição, características nominais e normas que devem atender);
f) parâmetros de projeto (correntes de curto-circuito, queda de tensão, fatores de demanda considerados, temperatura ambiente, etc.).

Parâmetros de projeto "são informações técnicas relevantes, referentes aos dados (considerações) que foram utilizados durante a concepção, o dimensionamento e a especificação dos componentes constantes do projeto da instalação elétrica, e necessários para que qualquer outro profissional possa compreender e avaliar as decisões tomadas. São exemplos de tais parâmetros: temperatura ambiente, fatores de correção, fatores de demanda, fatores de reserva, queda de tensão, capacidade de condução de corrente de condutores, corrente de projeto, correntes presumidas de curto-circuito, impedância de percurso da corrente de falta, critérios de proteção, classificação das influências externas, graus de proteção de componentes,

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

equipamentos de utilização, presença de harmônicas, etc.".

Com isso, podemos observar a exigência da norma, de que toda instalação elétrica deve possuir um projeto. "Após concluída a instalação, a documentação indicada acima deve ser revisada e atualizada, de forma a corresponder fielmente ao que foi executado (documentação 'como construído', ou as built)". "Esta atualização pode ser realizada pelo projetista, pelo executor ou por outro profissional, conforme acordado previamente entre as partes".

"As instalações para as quais não se prevê equipe permanente de operação, supervisão e/ou manutenção, composta por pessoal advertido ou qualificado (BA4 ou BA5), devem ser entregues acompanhadas de um manual do usuário, redigido em linguagem acessível a leigos, que contenha, no mínimo, os seguintes elementos".

"São exemplos de tais instalações as de unidades residenciais, de pequenos estabelecimentos comerciais, etc.".

a) Esquema(s) do(s) quadro(s) de distribuição com indicação dos circuitos e respectivas finalidades, incluindo relação dos pontos alimentados, no caso de circuitos terminais;
b) Potências máximas que podem ser ligadas em cada circuito terminal efetivamente disponível;
c) Potências máximas previstas nos circuitos terminais deixados como reserva, quando for o caso;
d) Recomendação explícita para que não sejam trocados, por tipos com características diferentes, os dispositivos de proteção existentes no(s) quadro(s).

alerta

"Deve-se evitar a utilização do termo 'projeto as built'. O mais indicado é denominar 'documentação as built'. Projeto é concepção. E o as built é meramente o registro (fotografia técnica) do que foi executado (e não uma concepção)".

→ Nota

Normas técnicas

As normas técnicas que devem ser consultadas para a elaboração do projeto são:

NBR 5410:2004 – Instalações elétricas de baixa tensão.

NBR 5444:1989 – Símbolos gráficos para instalações elétricas prediais.

NBR 5419:2005 – Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas.

NR-10 – Norma Regulamentadora n.10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade.

NTC 9-01100 – Fornecimento em tensão secundária de distribuição (COPEL), ou norma da concessionária da região.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Critérios para elaboração do projeto

Para a elaboração do projeto, é preciso que sejam estabelecidos alguns critérios, tais como: acessibilidade, flexibilidade (possibilitar possíveis alterações) e reserva de carga (para acréscimo de cargas futuras); Confiabilidade (obedecer normas técnicas para uma perfeita funcionalidade e segurança aos usuários).

As etapas para a elaboração do projeto elétrico são:

1. Anotação de Responsabilidade Técnica ART junto ao CREA local.
2. Carta de solicitação de análise e aprovação da concessionária local (possíveis revisões).
3. Informações preliminares: plantas de situação, projeto arquitetônico, projetos complementares (estrutural, hidráulico, etc.), informações obtidas do proprietário.
4. Quantificação do projeto: levantamento da previsão de cargas (quantidade e potência nominal dos pontos de utilização – iluminação, tomadas (TUGs e TUEs) e cargas especiais (elevadores, bombas, portão automático, etc.).
5. Desenho das plantas: desenho dos pontos de utilização, localização dos Quadros de Distribuição - QDs; Localização dos Quadros de Força-QFs; Divisão da instalação em circuitos terminais; desenho (traçado) dos eletrodutos de circuitos terminais; localização das Caixas de passagem dos pavimentos e da prumada, localização do Quadro Geral de Baixa Tensão (DGBT), Centro de medição, Caixa Seccionadora, Ramal alimentador e Ponto de entrega; desenho dos eletrodutos dos circuitos alimentadores; desenho do esquema vertical-prumada e traçado da fiação dos circuitos alimentadores e dos pontos de utilização.
6. Dimensionamento de todos os componentes do projeto, com base nos dados registrados nas etapas anteriores, mais normas técnicas e dados dos fabricantes: dimensionamento dos condutores, eletrodutos, dispositivos de proteção e dos quadros.
7. Quadros de distribuição de cargas-tabelas; esquemas unifilares ou multifilares dos QDs; Esquemas de força e de comando de motores (QFs).
8. Memorial descritivo: descreve o projeto sucintamente, incluindo dados e documentação do projeto.
9. Memorial de cálculo, contendo os principais cálculos e dimensionamentos: cálculo das previsões de cargas;

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

determinação da provável demanda; dimensionamento de condutores, eletrodutos e dispositivos de proteção.

10. Especificações técnicas e lista de materiais.
11. Documentação "como construído" ou *as built*).

oficina teórica

Projeto elétrico predial

1. Elaboração de um projeto elétrico predial.
   a) Conforme critérios estabelecidos pela norma NBR 5410: 2004, determina-se a quantidade e potências dos pontos de utilização: iluminação (páginas 267) e pontos de tomadas (página 268), da unidade habitacional.
   b) Para o cálculo da iluminação, em função do que determina a norma, utilizamos a tabela abaixo.

Potência de iluminação – Pavimento superior

Ambiente	Dimensões		Potência de iluminação (VA)	Potência total de iluminação no ponto (VA)
	Área (m^2)	Perímetro (m)		
Suíte master	32,13 (a)	26,35	$32,13m^2=6m^2+4m^2+4m^2+4m^2+4m^2+4m^2+4m^2+2,13\ m^2$ 100 60 60 60 60 60 60	460
Sacada da suíte master	2,70	(b)	$2,7m^2$= área até $6m^2$=100VA	100
BWC suíte master	9,27	(b)	$9,27m^2=6m^2+3,27m^2$ (c) (d) + 200 100 +120	320
BWC suíte 2	2,89	(b)	$2,89m^2$= área até $6m^2$=100VA (d)	160
Circulação suíte 2	2,19	(b)	$2,19\ m^2$= área até $6m^2$=100VA	100
Suíte 2	10,89	13,2	$10,89m^2=6m^2+4m^2+0,89m^2$ 100 60	160
Circulação escada	1,97	(b)	$1,97m^2$= área até $6m^2$=100VA	100
Escada	5,65	(b)	$5,65m^2$= área até $6m^2$=100VA	100
Luz de emergência				100
Sala de estar	13,23	14,4	$13,23m^2=6m^2+4m^2+3,23m^2$ 100 60	160
Sacada suíte 2	3,37	(b)	$3,37m^2$= área até $6m^2$=100VA	100
Sacada sala de estar	3,72	(b)	$3.72m^2$= área até $6m^2$=100VA	100

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Potência de iluminação – Pavimento inferior (térreo)

Ambiente	Dimensões		Potência de iluminação (VA)	Potência total de iluminação no ponto (VA)
	Área (m^2)	Perímetro (m)		
Cozinha	11,50 (a)	13,8	$11{,}50m^2=6m^2+4m^2+1{,}50\ m^2$ 100 + 60 + Campainha = 40VA	200
Copa	11,91	13,10	$11{,}91m^2= 6m^2+4m^2+1{,}91\ m^2$ 100 + 60	160
Lavanderia	7,08	11,00	$7{,}08m^2=6m^2+1{,}08m^2$ 100	100
Sala de Jantar	14,66	15,20	$14{,}66m^2= 6m^2+4m^2+4m^2+0{,}66\ m^2$ 100 60 60	220
BWC Suíte	2,88	(b)	$2{,}88m^2=$ área até $6m^2=100VA$ (d)	160
Suíte 1	10,89	13,00	$10{,}89m^2=6m^2+4m^2+0{,}89m^2$ 100 60	160
Circulação Suíte 1	2,19	(b)	$2{,}19m^2=$ área até $6m^2=100VA$	100
Circulação escada	1,97	(b)	$1{,}97m^2=$ área até $6m^2=100VA$	100
Sala de visitas	13,23	15,6	$13{,}23m^2=6m^2+4m^2+3{,}23m^2$ 100 60	160
Hall de entrada	-	(b)	Obs.: Critério do projetista	100
Churrasqueira	12,25	(b)	$12{,}25m^2=6m^2+4m^2+2{,}25m^2$ (g) 100 60 + lâmpada churrasqueira=60VA	220
BWC churrasqueira	1,70	(b)	$1{,}70m^2=$ área até $6m^2=100VA$	100
Abrigo	20,7	(b)	$20{,}7m^2=6m^2+4m^2+4m^2+4m^2+2{,}07\ m^2$ 100 60 60 60	280
Área externa fundos	-	(b)	------	588
Área externa frente		(b)	------	942
Portão eletrônico	-	-	Obs.: Cálculo na planilha de tomadas. (Página 453)	

Arquivo do autor

No cálculo da iluminação, devemos nos ater às seguintes informações:

a) Para atender à nova NBR 5410:2004, a tabela da página 267 mostra de forma simples, como calcular a iluminação dos ambientes.

b) Os ambientes que não constam o cálculo do perímetro, deve-se ao fato de que não é utilizado para o cálculo de tomadas.

c) No banheiro, pelo cálculo obtém-se apenas um ponto no centro do ambiente, mas temos uma parede que apresenta obstáculo à iluminação. Portanto, neste caso, há necessidade de colocarmos mais um ponto de 100VA.

d) Nos banheiros, devemos prever, sobre o espelho, um ou dois pontos de arandelas de 60 VA.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

e) Em unidades habitacionais, considera-se um ponto de iluminação no teto a cada 16m², ou a critério do projetista.

f) A iluminação externa, segundo a NBR 5410:2004, fica a critério do cliente e do projetista. Neste projeto, estão sendo considerados, na área externa-fundos, dois refletores com lâmpadas a vapor metálico de 250W e dois de 400W, na parte da frente, utilizando-se reatores com fator de potência igual a 0,85 (FP= cos ϕ=0,85).

$$I_p = \frac{P_W}{VxFP} \text{ ou } S = \frac{P_W}{FP} \begin{cases} S = \dfrac{250}{0,85} \longrightarrow S = 294VA \\ S = \dfrac{400}{0,85} \longrightarrow S = 471VA \end{cases}$$

Onde:

S = Potência aparente, em volt-ampère (VA).

P = Potência ativa, em watt (W).

FP = cos ϕ = Fator de potência.

V = Tensão elétrica, em volt (V).

g) Internamente, na churrasqueira, deve ser previsto um ponto de iluminação de 60VA, sendo utilizada para ligação condutores tipo EPR ou XLPE para temperatura de 90°C.

alerta

Diferença das potências (294 – 250 = 44VA) é devido ao funcionamento do reator. Sendo assim, quanto mais próximo da unidade o fator de potência, mais eficiente será a instalação, pois as perdas serão menores.

Observação

Para o cálculo de iluminação em ambientes comerciais e industriais, adota-se os procedimentos da norma NBR 5413: 1992, onde leva-se em consideração, a altura das luminárias em relação ao piso, altura do plano de trabalho, a cor das paredes, teto e piso e a iluminância em lux (quantidade de luz) necessária para aquele tipo de atividade. (cálculo luminotécnico)

Nota

Em determinadas situações pode ocorrer que num determinado ponto de iluminação, a potência calculada não se enquadre à potência de valor comercial, como por exemplo: 160VA, 220VA. Esta potência mínima calculada por exigência da norma é a necessária para a iluminação adequada do ambiente.

Como não há no mercado lâmpadas de 160VA ou de 220VA, instala-se mais de uma lâmpada com valores comerciais no ponto, para se chegar à potência desejada.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Tabela de previsão de cargas referente às plantas baixas do sobrado da página 458 (pavimento superior).

Ambiente	Dimensões		Iluminação			TUGs-Tomadas de uso geral			TUEs-Tomadas de uso específico		
	Área (m²)	Perímetro (m)	Qtde.	Potência Unit. (VA)	Potência Total (VA)	Qtde.	Potência Unit. (VA)	Potência Total (VA)	Qtde. e tipo	Potência Unit. (VA)	Potência Total (VA)
	a		b			c			d		
Suíte master	32,13	26,35	2 1	115 230	460	7 3	100 600	2500	2 AC	1700	3400
Sacada da suíte master	2,7	-	1	100	100	1	100	100	-	-	-
BWC suíte master	9,27	-	2 2	100 60	320	1	600	600	1 CH 1MHM 1AQHM	5400 1200 6600	5400 1200 6600
BWC Suíte 2	2,88	-	1 1	100 60	160	1	600	600	1 CH	5400	5400
Circulação suíte 2	2,19	-	1	100	100	1	100	100	-	-	-
Suíte 2	10,89	13,2	1	160	160	3 3	100 600	2100	1 AC	1700	1700
Circulação escada	1,97	-	1	100	100	1	100	100	-	-	-
Escada	5,65	-	1	100	100	-	-	-	-	-	-
Sala de estar	13,23	14,4	1	160	160	3 3	100 600	2100	-	-	-
Sacada suíte 2	3,37	-	1	100	100	1	100	100	-	-	-
Sacada S. estar	3,72	-	1	100	100	1	100	100	-	-	-
Ilum. de emergência.	-	-				1			LE	100	100
TOTAL – Pavimento superior					1.860			8.400			23.800

Arquivo do autor

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Tabela de previsão de cargas referente às plantas baixas do sobrado da página 459 (pavimento térreo)

Ambiente	Dimensões		Iluminação			TUGs-Tomadas de Uso Geral			TUEs-Tomadas de Uso Específico		
	Área (m²)	Perímetro (m)	Qtde.	Potência Unit. (VA)	Potência Total (VA)	Qtde.	Potência Unit. (VA)	Potência Total (VA)	Qtde. e tipo	Potência Unit. (VA)	Potência Total (VA)
	a		b			c			d		
Cozinha	11,50	13,8	1 Camp.	160 40	200	3 3	600 100	2100	1 TE 1 MO 1MLL	4400 1500 2000	4400 1500 2000
Copa	11,91	13,10	1	160	160	1 3	100 600	1900	-	-	-
Lavand.	7,08	11,00	1	100	100	3	600	1800	1MLR 1MSR	1800 5000	1800 5000
Sala de jantar	14,66	15,20	1	220	220	4	100	400	-	-	-
BWC Suíte 1	2,88	-	1 1	100 60	160	1	600	600	1 CH	5400	5400
Suíte 1	10,89	13,00	1	160	160	3 3	100 600	2100	1 AC	1700	1700
Circulação suíte 1	2,19	-	1	100	100	1	100	100	-	-	-
Circulação escada	1,97	-	1	100	100	1	100	100	-	-	-
Sala de visita	13,23	15,6	1	160	160	3 1	100 100	400 e)	-	-	-
Hall de entrada	-	-	1	100	100	-	-	e)	-	-	-
Churrasqueira	12,25	-	1 1	160 60	220	2	100	200	-	-	-
BWC churrasq	1,70	-	1 1	100 60	160	1	600	600	-	-	-
Abrigo	20,7	-	2	140	280	1	100	100	-	-	-
Área ext. fundos	-	-	2	294	588	1	1000	1000	-	-	-
Área ext. frente	-	-	2	471	942	1	1000	1000	-	-	-
Portão eletrônico	-	-	-	-	-	-	-	-	1	Motor 2cv (Pág. 457)	2013
TOTAL – Pavimento térreo					3.650			12.400			23.813

a) Dimensões conforme páginas 458 e 459;
b) Dimensionamento de Iluminação conforme página 267;
c) Dimensionamento de tomadas de uso geral conforme página 268;
d) Dimensionamento de tomadas de uso específico página 268;

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

e) As áreas inferiores a 2,25m² serão locadas no ambiente mais próximo.

Para o cálculo dos pontos de força, devemos observar o seguinte:

- Para o cálculo do ar-condicionado, deve-se calcular a capacidade térmica do ambiente ou tomar como base um valor aproximado que é 12.500BTU (Unidade de Temperatura Britânica) é equivalente a 1TR que atende a aproximadamente 17m², onde sua potência aproximada é de 1700VA.
- A tomada da varanda, ou da sacada, conforme página 269 pode ser instalada o mais próximo do seu acesso.
- Devemos lembrar que os aparelhos de ar-condicionado e os demais equipamentos de uso específico como chuveiro (CH), Torneira Elétrica (TE), etc., é aconselhável que sejam ligados em 220V, para facilitar o equilíbrio das fases dos quadros de distribuição (QDs).
  1) Dimensionamento dos pontos de utilização (Pontos de iluminação e Pontos de tomadas, páginas 267 e 268.
  2) Divisão da instalação em circuitos, página 301.
  3) Cálculo da demanda, página 274.
  4) Dimensões dos ambientes, páginas 458 e 459.
  5) Concluída a divisão da instalação em circuitos dos pontos de utilização ou circuitos terminais, identificar na planta cada ponto de luz ou ponto de tomada e o número do circuito respectivo.

Nota

- Para o cálculo da potência aparente do motor do portão eletrônico de 2cv trifásico, conforme a tabela do fabricante, temos os seguintes dados: P= 2cv, V=220V trifásico, rendimento(η)=0,85 e Fator de potência FP= cos ϕ = 0,86.

$$S = \frac{P_{cv}}{\eta x FP} \rightarrow S = \frac{2x736}{0,85x0,86} \rightarrow S = 2013VA$$

Onde:

S = Potência aparente, em volt-ampère (VA)

P = Potência ativa, em watt (W).

FP = cos ϕ = Fator de potência, em percentual (%).

η = rendimento, em percentual (%).

1cv = 736W.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Representação dos pontos de utilização (iluminação e tomadas) nas plantas baixas.

Após a análise de todos os ambientes e calculados todos os pontos de iluminação e tomadas, conforme páginas 267 e 268, locamos todos esses pontos nas plantas, conforme plantas baixas, páginas 458 e 459.

Observação

alerta

As informações contidas na observação devem constar no projeto notas elétrico e simbologia).

- Eletrodutos não-especificados para telefone e TV a cabo são de diâmetro nominal (Øn) 25mm ou ¾".
- Eletrodutos não-especificados para os circuitos dos pontos de utilização são de diâmetro nominal (Øn) 20mm ou 1/2".
- Condutores não especificados para iluminação são de seção 1,5mm².
- Condutores não-especificados para tomadas (força) são de seção 2,5mm².
- Todos os circuitos devem conter condutor de proteção (PE).
- Todas as conexões devem ser soldadas e isoladas com dupla camada de fita isolante de boa qualidade.
- Todas as terminações de eletrodutos em quadros ou caixas de passagem deverão conter bucha e contra-bucha (arruela) de alumínio para maior proteção do isolamento dos condutores.
- Todas as partes metálicas normalmente sem tensão deverão ser aterradas.
- Todos os pontos de aterramento deverão ser interligados.
- A resistência de aterramento não deverá exceder a 10Ω em qualquer época do ano.
- Toda tubulação vazia deverá conter arame guia.
- Qualquer alteração que se fizer necessária somente poderá ser executada após o consentimento do autor do projeto.
- Utilizar, preferencialmente, condutores flexíveis para seções a partir de 2,5mm².
- Utilizar terminais apropriados para as conexões com condutores flexíveis.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Simbologia

100VA - Lâmpada incandescente.

- Tomada

- Campainha

- Tomada de telefone

- Tomada de antena TV e TV a cabo

- Tomada à prova de umidade, h=0,30m do piso, 1000VA.

a - Interruptor simples de 1 seção

a b - Interruptor simples de 2 seções

a b c - Interruptor simples de 3 seções

a - interruptor paralelo de 1 seção

a b - interruptor paralelo de 2 seções

a b c - interruptor paralelo de 3 seções

- Pulsador ou botão de campainha.

- Iluminação de emergência.

EX - Exaustor.

AC - Ar-condicionado, 1700VA.

CH - Chuveiro elétrico, 5400VA.

TE - Torneira elétrica, 4400VA.

MO - Microondas, 1500VA.

MLR - Máquina de lavar roupa, 1800VA.

MLL - Máquina de lavar louça, 2000VA.

AQHM - Aquecedor da hidromassagem, 6600 VA.

MHM - Motor da hidromassagem, 1200VA.

- Eletroduto para telefone no piso.

- Eletroduto para antena de TV e TV a cabo no piso.

- Eletroduto para elétrica embutido na parede e teto.

- Eletroduto para elétrica embutido no piso e solo.

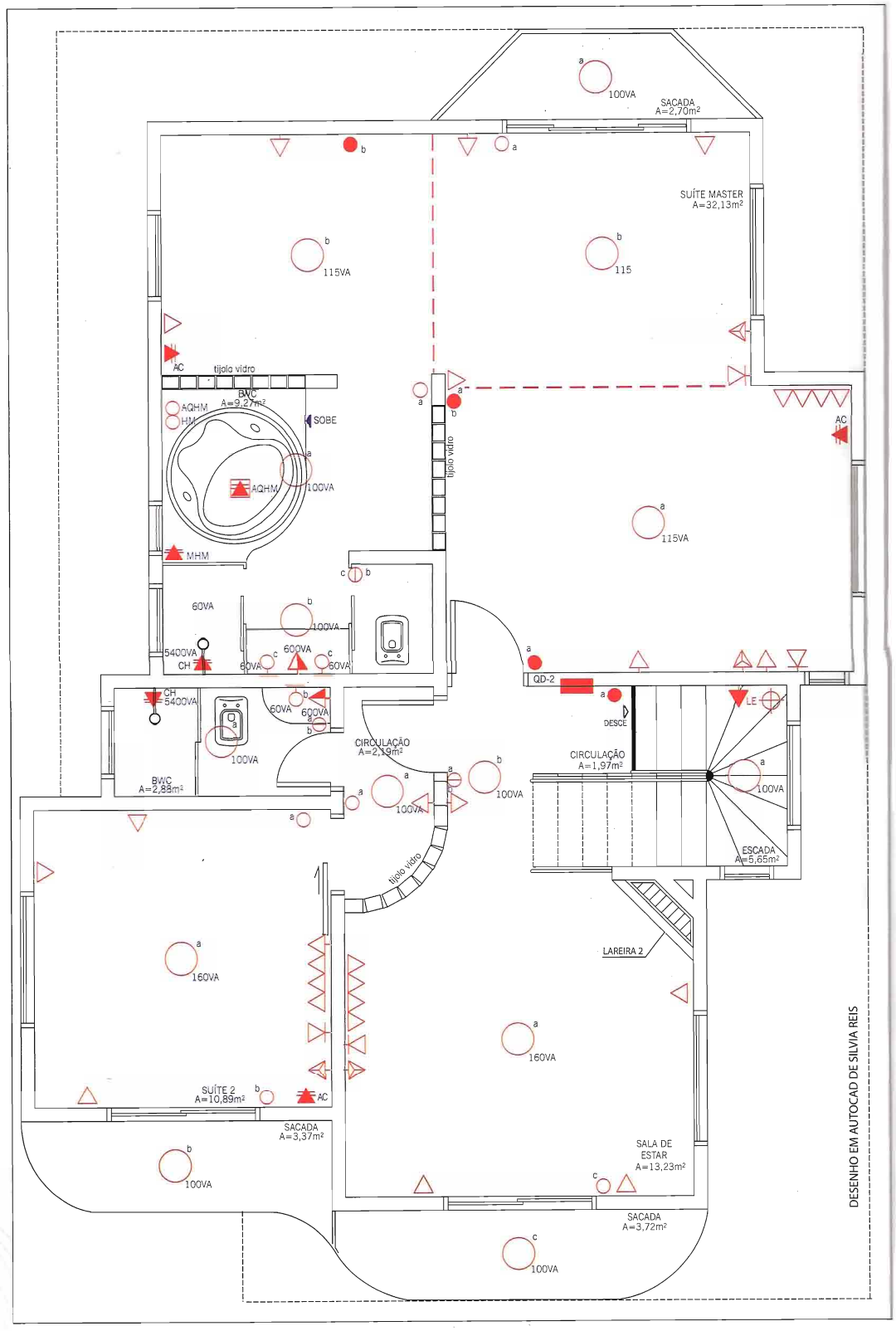
Arquivo do autor

alerta

As linhas tracejadas em vermelho, no projeto são as que dividem o ambiente para a locação dos pontos de iluminação.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

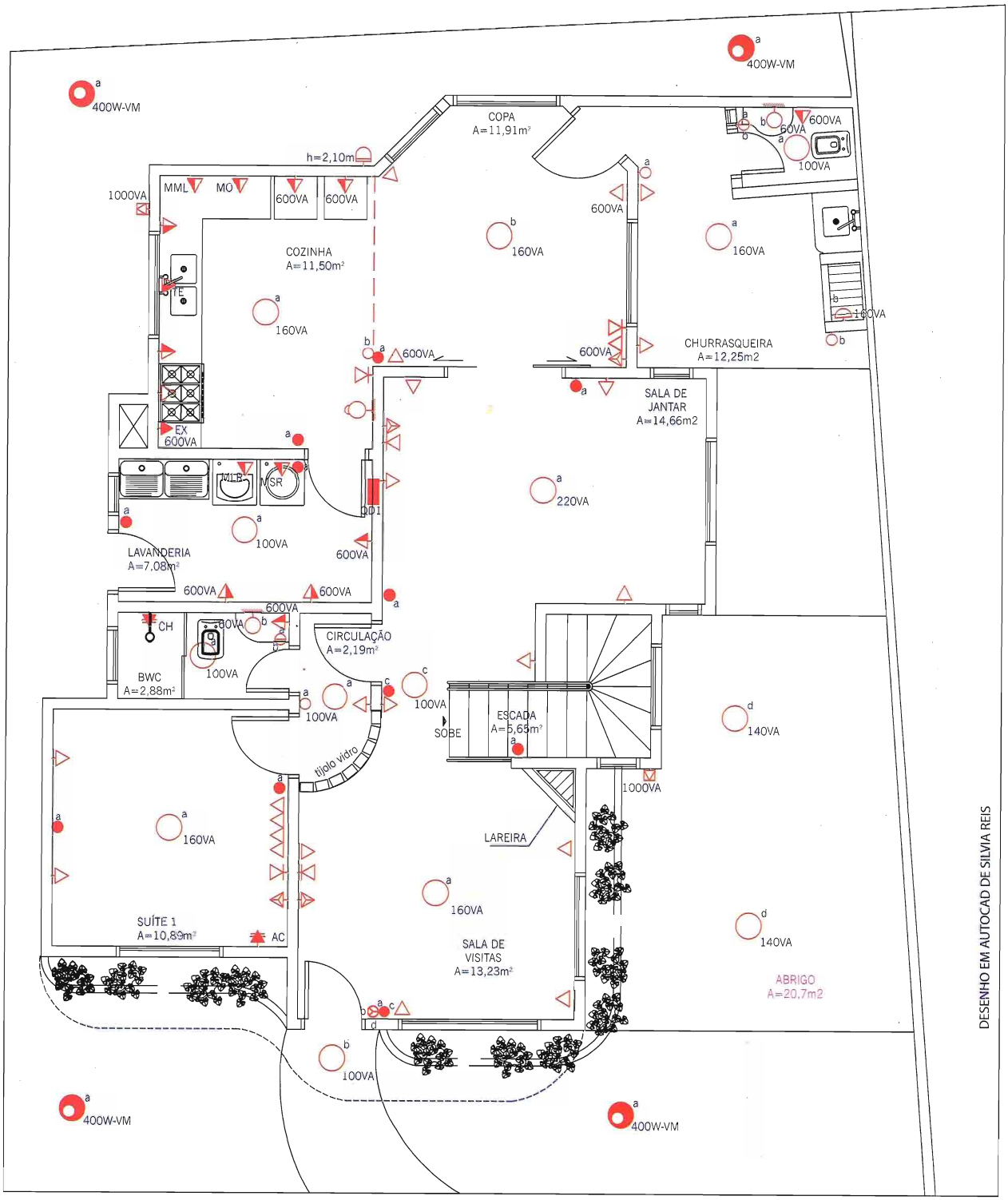
Posicionamento dos componentes da instalação.



Planta baixa - pavimento superior

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Posicionamento dos componentes da instalação.



Planta baixa - pav. Térreo

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Quadro de cargas e divisão da instalação em circuitos – pavimento superior – QD2

Circuito Nº	Circuito Tipo	Tensão (V)	Especificação (Local)	Potência Total (VA)	FASES R	FASES S	FASES T
1	Ilum.	127	Suíte master.	880	880		
2	Ilum.	127	Restante Pav. superior.	980	980		
3	TUG.	127	BWC suíte máster e suíte 2.	1200		1200	
4	TUG.	127	TUGs Pav. superior.	1500		1500	
5	TUG.	127	TV, Vídeo e som Suíte master.	1900			1900
6	TUG	127	TV, Vídeo e som Sala de estar.	1900	1900		
7	TUG	127	TV, Vídeo e som Suíte 2.	1900			1900
8	TUE	220	AC Suíte master.	1700	850		850
9	TUE	220	AC Suíte master.	1700		850	850
10	TUE	220	AC Suíte 2.	1700	850	850	
11	TUE	220	CH suíte master.	5400	2700		2700
12	TUE	220	MHM- Motor hidromassagem.	1200	600	600	
13	TUE	220	AQHM- aquecedor da Hidromassagem.	6600		3300	3300
14	TUE	220	Chuveiro suíte 2.	5400	2700	2700	
15	TUE	127	Iluminação de emergência.	100		100	
Carga instalada (VA)				34.060	11.460	11.100	11.500
Demanda (Total e parciais por fase) (VA)				16.028,4	5.291,40	5.436	5.301
Corrente em função da demanda (parcial por fase) (A)					41,7	42,8	41,7

→ Observação

1. Para se obter a corrente por fase em função da demanda procede-se da seguinte forma:

$$I_R = \frac{S_R}{v} \qquad I_S = \frac{S_S}{v} \qquad I_T = \frac{S_T}{v}$$

Onde:

S_R, S_S, S_T = Potência de demanda nas fases R, S e T, em volt-ampère (VA).

I_R, I_S, I_T = Corrente, em função da potência de demanda, em ampère (A)

v = tensão entre fase e neutro, 127V (Sistema COPEL).

2. Observar que o somatório das potências de demanda em cada uma das fases (parciais por fase) deve ser igual à potência de demanda total.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Quadro de cargas e divisão da instalação em circuitos – pavimento térreo –, QD1

Circuito Nº	Circuito Tipo	Tensão (V)	Especificação (Local)	Potência total (VA)	FASES R	FASES S	FASES T
1	Ilum.	220	Refletores externos.	1530	765	765	
2	Ilum.	127	Coz., AS, jantar, copa e churrasq.	1060		1060	
3	Ilum.	127	BWC suíte 1, Suíte 1, Salas e circulação.	1060			1060
4	TUG.	127	TUGs Cozinha.	2100			2100
5	TUG.	127	Tomadas da copa.	1900		1900	
6	TUG	127	Tomadas da Área de Serviço.	1800	1800		
7	TUG	127	Circ., sala de jantar, Churrasq. e BWC.	1300	1300		
8	TUG	127	Suíte 1, BWC suíte 1, sala de jantar e abrigo.	1400	1400		
9	TUG	127	TV, vídeo e som suíte 1.	1900			1900
10	TUG	127	Tomadas externas.	2000	2000		
11	TUE	127	Máquina de lavar louça.	2000			2000
12	TUE	127	Microondas.	1500	1500		
13	TUE	220	Torneira elétrica.	4400		2200	2200
14	TUE	127	Máquina de lavar roupa.	1800	1800		
15	TUE	220	Máquina de secar roupa.	5000		2500	2500
16	TUE	220	Chuveiro suíte 1.	5400	2700	2700	
17	TUE	220	Ar-condicionado suíte 1.	1700		850	850
18	TUE	220	Motor do portão automático 2cv.	2013	671	671	671
19			QD2.				
			CARGA INSTALADA – QD1.	39.863	13.936	12.646	13.281
QD2			CARGA INSTALADA (VA)	34.060	11.460	11.100	11.500
			DEMANDA (VA)	16.028,4	5.291,4	5.436	5.301
Carga instalada (VA)				73.923	25.396	23.746	24.781
Demanda (Total e parciais por fase) (VA)				33.453,8	10.837,5	11.414,97	11.201,4
Corrente em função da demanda (parcial por fase) (A)					85,3	89,9	88,2

Arquivo do autor

Observação

1. Como o motor do circuito 18 é trifásico a potência total é dividida por três para a distribuição da potência em cada fase.
2. Determina que devem ser consideradas as possibilidades de não-simultaneidade de funcionamento das cargas, bem como capacidade de reserva para futuras ampliações. Determina, também, as cargas devem ser distribuídas entre as fases, de modo a obter-se o maior equilíbrio possível.
3. Identifique o número do circuito nas plantas das páginas, 498 e 499.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Cálculo da demanda total e classificação do consumidor

Com os dados obtidos no quadro de cargas (páginas 460 e 461), determina-se a demanda total da instalação e classifica-se o consumidor. Classificar o consumidor significa enquadrar esse consumidor a uma categoria ou tipo de fornecimento conforme a concessionária local.

Calcular a demanda pavimento superior - QD2, temos:

→ Observação

Para o cálculo da demanda, seja demanda da instalação (demanda total) ou demanda por fase, deve-se somar cada tipo de ponto de utilização, ou seja, soma-se Iluminação (Ilum.), TUG e TUE, conforme coluna 2 do quadro de cargas e divisão da instalalação, das páginas 460 e 461.

Para o cálculo da demanda das fases R, S e T, deve-se utilizar os mesmos fatores de demanda utilizados no cálculo da demanda do QD2 (D_{QD2}).

$$D_{QD2} = (Ilum.+TUG)xfd_1+TUExfd_2$$

Onde:

D_{QD2} = Demanda da instalação do pavimento superior, em (VA).
Ilum. = Potência do(s) circuito(s) de iluminação, em (VA)
TUG = Potência do(s) circuito(s) de Tomadas de Uso Geral, em (VA)
TUE = Potência do(s) circuito(s) de Tomadas de Uso Específico, em (VA)
fd_1 e fd_2 = Fatores de demanda conforme tabelas, páginas 303 e 304

$D_{QD2}=(Ilum.+TUG)xfd_1+TUExfd_2$ ➤ $D_{QD2}=(1.860+8.400)xfd+(23.800x0,57)$ ➤
$D_{QD2} = (10.260 \times 0,24) + 13.566$ ➤ $D_{QD2}= 2.462,4 + 13.566$ ➤
$D_{QD2} = 16.028,40VA$ ou $D_{QD2} = 16kVA$

Cálculo da demanda e da corrente por fase do QD2, considere:

$D_R = (Ilum.+TUG)xfd_1+TUExfd_2$
$D_R = (1.860 + 1.900)x0,24+(7.700x0,57)$ $I_R = \frac{S_{D_R}}{V}$ ➤ $I_R = \frac{5.291,40}{127}$ ➤
$D_R = 902,4 + 4.389$
$D_R = 5.291,40VA$

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

$D_S = (TUG)xfd_1 + TUExfd_2$
$D_S = (2.700 \times 0,24) + (8.400 \times 0,57)$
$D_S = 648 + 4.788$
$D_S = 5.436VA$

$I_S = \frac{S_{D_S}}{v} \rightarrow I_S = \frac{5.436}{127} \rightarrow I_S = 42,8A$

$D_T = (TUG)xfd_1 + TUExfd_2$
$D_T = (3.800 \times 0,24) + (7.700 \times 0,57)$
$D_T = 912 + 4.389$
$D_T = 5.301VA$

$I_T = \frac{S_{D_T}}{v} \rightarrow I_T = \frac{5.301}{127} \rightarrow I_T = 41,7A$

Observação

Para o cálculo da demanda da instalação (demanda total= QD1) da unidade consumidor, utiliza-se a mesma fórmula, apenas soma-se à demanda do pavimento superior (D_{QD2}).

Cálculo da demanda pavimento térreo – QD1, temos

$D_{QD1} = (Ilum.+TUG)xfd_1 + TUExfd_2 + D_{QD2} \rightarrow$

$D_{QD1}. = \{(3.650 + 12.400)x0,24\} + (23.813 \times 0,57) + 16.028,40 \rightarrow$
$D_{QD1} = (16.050 \times 0,24) + 13.573,40 + 16.028,40 \rightarrow D_{QD1}. = 3.852 + 13.573,40 + 16.028,40$
$D_{QD1} = 33.453,8VA$ ou $D_{QD1} = 33,5kVA$

Cálculo da demanda e da corrente por fase do QD1, considere:

$D_R = (Ilum.+TUG)xfd1 + TUExfd2 + D_{R(QD2)}$
$D_R = \{(765 + 6.500)x0,24\} + 6.671 \times 0,57 + 5.291,40$
$D_R = 1.743,6 + 3.802,47 + 5.291,40$
$D_R = 10.837,5VA$

$I_R = \frac{S_{D_R}}{v} \rightarrow I_R = \frac{10.837,5}{127} \rightarrow I_R = 85,3A$

$D_S = (Ilum.+TUG)xfd1 + TUExfd2 + D_{S(QD2)}$
$D_S = \{(1.825 + 1.900) \times 0,24\} + (8.921 \times 0,57) + 5.436$
$D_S = 894 + 5.084,97 + 5.436$
$D_S = 11.414,97VA$

$I_S = \frac{S_{D_S}}{v} \rightarrow I_S = \frac{11.414,97}{127} \rightarrow I_S = 89,9A$

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

$$D_T = (Ilum. + TUG)xfd1 + TUExfd2 + D_{T(QD2)}$$

$$D_T = \{(1.060 + 4.000) \times 0,24\} + (8.221 \times 0,57) + 5.301 \qquad I_T = \frac{S_{D_T}}{V} \rightarrow$$

$$D_T = 1,214,40 + 4.686 + 5.301 \qquad I_T = \frac{11.201,40}{127} \rightarrow I_T = 88,2A$$

Classificação do consumidor

Calculada a demanda total da unidade habitacional, vamos determinar o tipo de padrão de entrada de energia (classificação do consumidor), em função da concessionária de energia elétrica da região (no nosso caso a COPEL).

Nas páginas 284 e 285 com a tabela de limitações das categorias de atendimento, e dimensionamento da entrada de serviço, classificamos o consumidor.

Na coluna demanda máxima prevista (kVA), vamos procurar o valor imediatamente superior à demanda calculada total da unidade habitacional, (D_{QD1}) conforme página 463:

Classificação do consumidor

Categoria de atendimento: 41		
Demanda da categoria: 38kVA; Demanda da instalação: 33,5kVA		
Condutores		
Ramal de ligação Cobre: 16mm²; Alumínio: 2AWG ou 25mm²	Ramal de entrada Cobre: Fase: 35mm² Neutro: 25mm²	Aterramento Cobre: 16mm² Aço-cobre: 4AWG.
Caixas padrão Tipo: CN - Medidor	Disjuntor I = 100A TRIpolar	Eletroduto PVC: 40mm (1.1/4") Aço-Carbono: 33mm

Nota

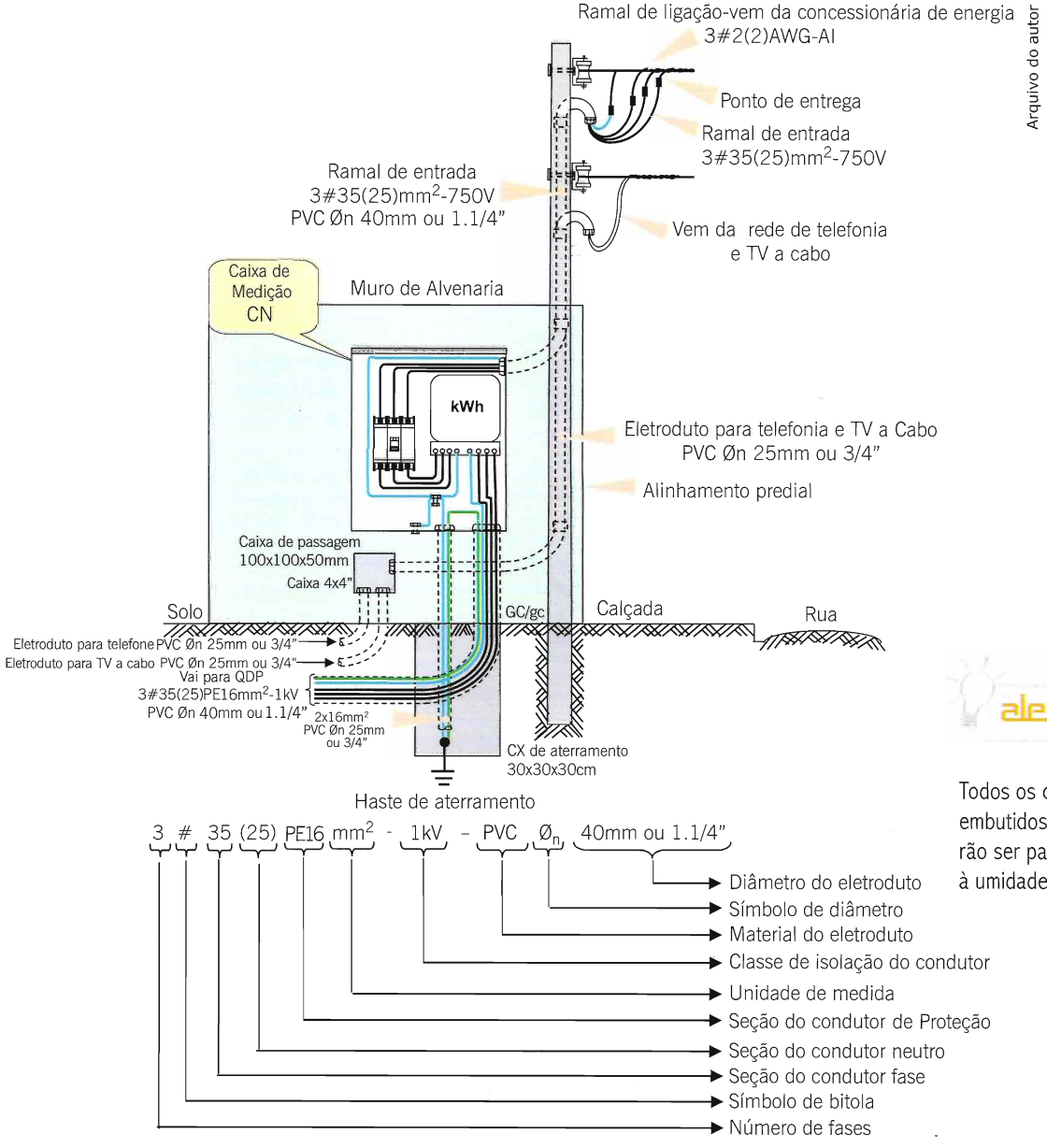
Lembramos que a demanda do QD1 corresponde à demanda de toda a instalação da unidade habitacional.

Para sabermos se os cálculos estão corretos devemos observar os valores das correntes, se as mesmas estão com valores próximos da igualdade. Se isso ocorrer, podemos dizer que as cargas estão equilibradas nas três fases.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Pela demanda total (33.453,80VA ou 33,5kVA) de acordo com a concessionária COPEL nos dá um disjuntor de 100A. Portanto, nas páginas 465 e 466, em nenhuma circunstância uma das fases poderá ultrapassar esse valor de corrente. Se isto ocorrer ou se os valores das correntes estão bem diferentes uma das outras, deve-se refazer todos os cálculos.

Padrão de entrada de energia



Arquivo do autor

alerta

Todos os condutores embutidos no solo deverão ser para 1kV, devido à umidade.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Dimensionamento da instalação elétrica da unidade habitacional unifamiliar

A partir de agora apresentaremos os cálculos para determinar a seção dos condutores, segundo os critérios já vistos, bem como o dimensionamento dos disjuntores e eletrodutos.

Lembramos que no início do projeto deve ser consultada a tabela "Tipos de linhas elétricas" da página 315 para verificar se o eletroduto está embutido em alvenaria, método de instalação 7 e método de referência B1, para condutores com classe de isolação 750V e com temperatura ambiente de 30°C, página 327. E para eletroduto embutido no solo utiliza-se o método de instalação 63 e método de referência D, página 315 com temperatura do solo 20°C, página 327.

Com relação ao número de condutores carregados, utiliza-se 2cc (dois condutores carregados), para Fase - Neutro ou Fase - Fase, sendo que o 3cc utiliza-se somente para o trifásico.

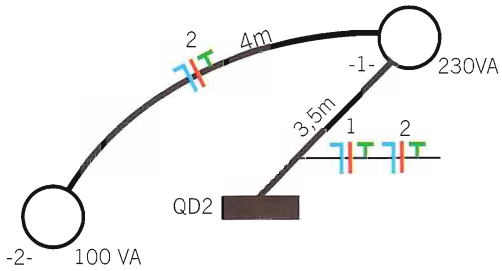
Para o projeto serão considerados os disjuntores UNIC-Bolt-on tropicalizados.

alerta

Pela tabela da página 315 todos os condutores de um circuito (neutro, fase e proteção) até a seção de 16mm² terão a mesma seção.

Dimensionamento dos circuitos - pavimento superior

Circuitos 1 e 2



Circuito 1 – S = 880VA
Circuito 2 – S = 980VA
Tensão (v) = 127V

A – Critério da seção mínima (Tabela Página 309).
Circuitos de pontos de iluminação
Condutor seção mínima 1,5mm².

B - Critério da capacidade de condução de corrente

Circuito 1

$$I_p = \frac{S}{v} \rightarrow I_p = \frac{880}{127} \rightarrow I_p = 6{,}9A$$

Tabela Página 322 - (Ic) - Coluna 6 - Seção 0,5mm².

Circuito 2

$$I_p = \frac{S}{v} \rightarrow I_p = \frac{980}{127} \rightarrow I_p = 7{,}7A$$

Tabela Página 322 (Ic) - Coluna 6 - Seção 0,5mm².

...17,5A – Circuito de iluminação seção 1,5mm².

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

C – Critério da queda de tensão

ΔVunit. = V/Axkm = Tabela Página 335, Coluna 5 - e(%)= Figura Página 333 (≤4%)

$$\Delta e(\%) = \frac{\Delta V_{unit.} x I_p x \ell x 100}{V_n} (\leq 4\%)$$

$$\Delta e(\%) = \frac{27,6x6,9x0,0035x100}{127}$$ Δe(%)= 0,52%

$$\Delta e(\%) = \frac{27,6x7,7x0,0075x100}{127}$$ Δe(%)= 1,25%

Escolha do condutor

Para ambos os circuitos de iluminação o critério que prevalece neste caso e o da seção mínima, ou seja: A seção para o neutro, fase e proteção (PE) é 1,5mm².

D – Dimensionamento dos disjuntores

FCA = 0,8 – Tabela Página 328 – 2 circuitos no eletroduto. FCT= 1,0(30°C)Tabela Página 327.

In = Tabela Página 363.

$I_z = I_c$ x FCA x FCT I_z = 17,5 x 0,8 x 1,0

I_z = 14A

Correção de temperatura para disjuntor em função de estar dentro do QD (Sem ventilação) - 30°C + 10°C = 40°C FCT = 0,87 (Tabela Página 327)

$$I_{disjuntor} = \frac{I_p}{FCT} \rightarrow I_{disjuntor} = \frac{6,9}{0,87} \rightarrow$$

I_d = 7,9A

Valor do disjuntor comercial igual ou imediatamente superior – UNIC-Bolton curva C.

Disjuntor de 10A.

$I_p \leq I_n \leq I_z$

6,9A ≤ 7,9A ≤ 14A

6,9A ≤ 10A ≤ 14A

$$I_{disjuntor} = \frac{I_p}{FCT} \rightarrow I_{disjuntor} = \frac{7,7}{0,87} \rightarrow$$

I_d = 8,9A

Valor do disjuntor comercial igual ou imediatamente superior– UNIC-Bolton curva C.

Disjuntor de 10A.

$I_p \leq I_n \leq I_z$

7,7 A ≤ 8,9A ≤ 14A

7,7 A ≤ 10A ≤ 14A

Para ambos os circuitos de iluminação adota-se:

Disjuntor termomagnético unipolar de 10A.

Seção dos Condutores Neutro, Fase e Proteção (PE) 1,5mm².

E – Dimensionamento do eletroduto

St = Tabela Página 419 – Valor imediatamente superior.

D = Tabela Página 419.

Circuito 1 – Condutores 1,5mm² - Circuito 2 – Condutores 1,5mm².

$$S_t = N_1 x \frac{(\pi x D_1^2)}{4} + N_2 \frac{(\pi x D_2^2)}{4} \rightarrow S_t = 3x \frac{(3,1415x2,8^2)}{4} + 3x \frac{(3,1415x2,8^2)}{4}$$

S_t = (3 x 6,16) + (3 x 6,16) ➤ S_t = 36,94mm².

Pela Tabela Página 419, Valor imediatamente superior a 36,96mm², na tabela eletroduto de PVC rígido com rosca, coluna "área útil" em mm², ≥ 3 cabos (40%), encontramos 80,4mm². Assim: Página 419 diâmetro externo e referência de rosca....

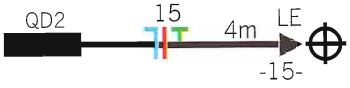
Eletroduto de PCV de Øn 20mm ou ½".

1. Por ser a seção mínima para o circuito de iluminação não é necessária a sua especificação no projeto. Deve-se, no entanto, colocar na relação de notas, conforme página 457.

Por ser o diâmetro mínimo exigido pela Norma, não é necessária a indicação no projeto. Apenas citar na Nota: Eletrodutos não-especificados são de Øn 20mm ou ½".

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Circuito 15: 100VA



Circuito 15 - S = 100VA
Tensão (v) = 127V

A – Critério da seção mínima (Tabela página 309)

Circuitos de pontos de tomada de uso geral – TUGs condutores seção mínima 1,5mm².

B - Critério da capacidade de condução de corrente

$$Ip = \frac{100}{127} \qquad Ip = 0{,}79A$$

Tabela página 322 - (Ic = 10A) - Coluna 6 - Seção 0,75mm².
...17,5A – Circuito de TUGs seção mínima 1,5mm².

C - Critério da queda de tensão

Vunit. = V/Axkm = Tabela página 335, Coluna 5 -
e(%)= Figura página 333 (≤4%)

$$\Delta e(\%) = \frac{\Delta V_{unit.} x I_p x \ell x 100}{V_n} (\leq 4\%) \qquad \Delta e(\%) = \frac{27{,}6x0{,}79x0{,}004x100}{127} \rightarrow \Delta e(\%) = 0{,}07\%$$

D - Dimensionamento dos disjuntores

FCA = 1,0 – Tabela página 328 – 1 circuito no eletroduto.
FCT= 1,0(30ºC)Tabela página 327.
In = Tabela página 363 ou 364.
Disjuntor com ventilação
Iz = Ic x FCA x FCT Iz = 17,5 x 1,0 x 1,0 Iz = 17,5A
$I_p \leq I_n \leq I_z$
$0{,}79A \leq I_n \leq 24A$
0,79A ≤ 10A ≤ 24A

Disjuntor Unipolar de 10A.
Condutores Neutro, Fase e Proteção (PE) 1,5mm².

Disjuntor sem ventilação
Correção de temperatura para disjuntor em função de estar dentro do QDP
(Sem ventilação) - 30ºC + 10ºC = 40ºC – FCT = 0,87 (Tabela página 329)

$$I_{disjuntor} = \frac{I_p}{FCT} \rightarrow I_{disjuntor} = \frac{0{,}79}{0{,}87} \rightarrow Id = 0{,}9A$$

Ip ≤ In ≤ Iz
0,79A ≤ 0,9A ≤ 17,5A
0,79A ≤ 10A ≤ 17,5A

E - Dimensionamento do eletroduto

Disjuntor Unipolar de 10A.
Condutores neutro, fase e proteção (PE) 1,5mm².

St = Tabela página 419 – Valor imediatamente superior.
D = Tabela página 419.

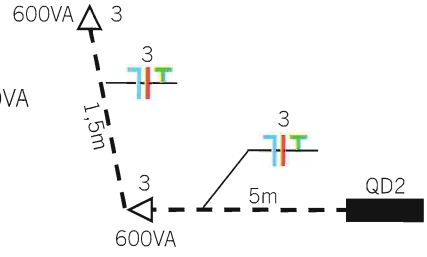
$$S_t = N_3 x \frac{(\pi x D_3^2)}{4} \rightarrow S_t = 3x \frac{(3{,}1415x2{,}8^2)}{4} \rightarrow St = 3 \times 6{,}16 \qquad St = 18{,}48mm^2.$$

Pela tabela página 419, valor imediatamente superior a 18,48mm², na tabela eletroduto de PVC rígido com rosca, coluna "área útil" em mm², ≥ 3 cabos (40%), encontramos 80,4mm². Assim: página 419 diâmetro externo e referência de rosca eletroduto de PCV de Øn 20mm ou ½".

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Circuito 3

Circuito 3 - S = 1200VA
Tensão (v) = 127V



A – Critério da seção mínima (Tabela página 309)

Circuitos de pontos de tomada de uso geral – TUGs condutores seção mínima 2,5mm².

B - Critério da capacidade de condução de corrente

$$I_p = \frac{S}{v} \rightarrow I_p = \frac{1200}{127} \rightarrow I_p = 9{,}4A$$

Tabela página 322 - (Ic = 10A) - Coluna 6 - Seção 0,75mm².
...24A – Circuito de TUGs seção mínima 2,5mm².

C - Critério da queda de tensão

Vunit. = V/Axkm = Tabela página 335, Coluna 5 -
e(%)= Figura página 333 (≤4%)

$$\Delta e(\%) = \frac{\Delta V_{unit.} x I_p x \ell x 100}{V_n} (\leq 4\%)$$

$$\Delta e(\%) = \frac{16{,}9x9{,}4x0{,}0065x100}{127} \rightarrow \Delta e(\%) = 0{,}81\%$$

D - Dimensionamento dos disjuntores

FCA = 0,8 – Tabela página 328 – 2 circuito no eletroduto.
FCT= 1,0(30°C)Tabela página 327.
In = Tabela página 363 ou página 364.
Disjuntor com ventilação
Iz = Ic x FCA x FCT Iz = 24 x 1,0 x 1,0 Iz = 24A
Ip ≤ In ≤ Iz
9,4A ≤ In ≤ 24A
9,4A ≤ 10A ≤ 24A

Disjuntor Unipolar de 10A.
Condutores Neutro, Fase e Proteção (PE) 2,5mm².

Disjuntor sem ventilação
Correção de temperatura para disjuntor em função de estar dentro do QDP
(Sem ventilação) - 30°C + 10°C = 40°C – FCT = 0,87 (Tabela página 327)

$$I_{disjuntor} = \frac{I_p}{FCT} \rightarrow I_{disjuntor} = \frac{0{,}79}{0{,}87} \rightarrow Id = 10{,}8A$$

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

$I_p \leq I_n \leq I_z$

$9{,}4A \leq 10{,}8A \leq 24A$

$9{,}4A \leq 15A \leq 24A$

Disjuntor unipolar de 15A.
Condutores neutro, fase e proteção (PE) 2,5mm².

E - Dimensionamento do eletroduto

St = Tabela página 419 – Valor imediatamente superior.
D = Tabela página 419.

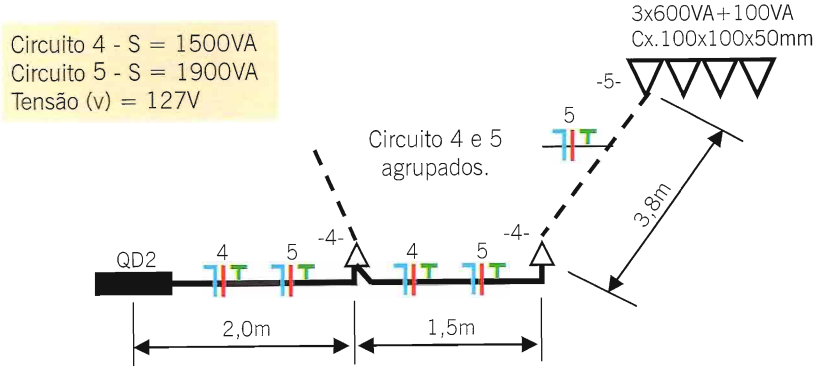
Circuito 3 – Condutores 2,5mm²

$$S_t = N_3 x \frac{(\pi x D_3^2)}{4} \rightarrow S_t = 3x \frac{(3{,}1415x2{,}8^2)}{4} \rightarrow St = 3 \times 9{,}08$$

St = 27,24mm².

Pela tabela página 419, valor imediatamente superior a 27,24mm², na tabela eletroduto de PVC rígido com rosca, coluna "área útil" em mm², ≥ 3 cabos (40%), encontramos 80,4mm². Assim: página 419 diâmetro externo e referência de rosca....
Eletroduto de PCV de Øn 20mm ou ½".

Circuitos 4 e 5



A – Critério da seção mínima (Tabela página 309).

Circuitos de pontos de tomada.
Condutor seção mínima 2,5mm².

B – Critério da capacidade de condução de corrente

$$I_p = \frac{S}{V} \rightarrow I_p = \frac{1500}{127} \rightarrow I_p = 11{,}8A$$

Tabela página 322 - (I_c) - Coluna 6 - Seção 1,0mm².

$$I_p = \frac{S}{V} \rightarrow I_p = \frac{1900}{127} \rightarrow I_p = 14{,}9A$$

Tabela 322 - (I_c) - Coluna 6 - Seção 1,5mm².

...24A – Circuito de pontos de tomadas seção 2,5mm².

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

C – Critério da queda de tensão

$\Delta V_{unit.}$ = V/Axkm = Tabela página 335, Coluna 5 – e(%)= Figura página 333 (≤4%)

$$\Delta e(\%) = \frac{\Delta V_{unit.} x I_p x \ell x 100}{V_n} (\leq 4\%)$$

$$\Delta e(\%) = \frac{16,9x11,8x0,002x100}{127} \rightarrow \Delta e(\%) = 0,31\%$$

$$\Delta e(\%) = \frac{16,9x14,9x0,0073x100}{127} \rightarrow \Delta e(\%) = 1,45\%$$

D – Dimensionamento dos disjuntores

FCA = 1,0 (Um circuito no eletroduto); FCA = 0,8 (dois circuitos no eletroduto) – Tabela página 327 FCT = 1,0(30°C)
Tabela página 327 I_n = Tabela página 363 ou 365

$I_z = I_c$ x FCA x FCT I_z = 24 x 0,8 x 1,0
I_z = 19,2A

Disjuntor com ventilação

$I_p \leq I_n \leq I_z$
11,8 A ≤ I_n ≤ 19,2A
11,8 A ≤ 15 A ≤ 19,2A

$I_p \leq I_n \leq I_z$
14,9 A ≤ I_n ≤ 19,2A
14,9 A ≤ 15 A ≤ 19,2A

Disjuntor sem ventilação

Correção de temperatura para disjuntor em função de estar dentro do QDP
(Sem ventilação) - 30°C + 10°C = 40°C – FCT = 0,87 (Tabela página 327)

$$I_{disjuntor} = \frac{I_p}{FCT} \rightarrow I_{disjuntor} = \frac{11,8}{0,87} \rightarrow I_d = 13,6A$$

Valor do disjuntor comercial igual ou imediatamente superior – UNIC-Bolton curva C.Disjuntor de 15A.

$I_p \leq I_n \leq I_z$
11,8A ≤ 13,6A ≤ 19,2A
11,8A ≤ 15A ≤ 19,2A

$$I_{disjuntor} = \frac{I_p}{FCT} \rightarrow I_{disjuntor} = \frac{14,9}{0,87} \rightarrow I_d = 17,1A$$

Valor do disjuntor comercial igual ou imediatamente superior– UNIC-Bolton curva C. Disjuntor de 20A.

$I_p \leq I_n \leq I_z$
14,9A ≤ 17,1A ≤ 19,2A
14,9A ≤ 20A ≤ 19,2A

Escolha dos condutores e disjuntores

Para o circuito 4, a inequação é plenamente atendida. Portanto, adota-se:
Disjuntor termomagnético unipolar de 15A.

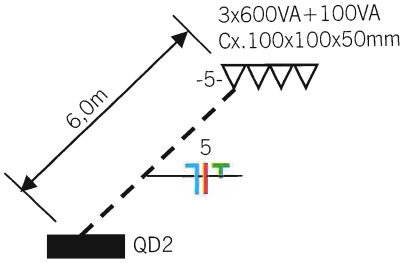
Para o circuito 5, a inequação não satisfaz. Neste caso, encontramos duas soluções: Aumentar a seção dos condutores para 4,0mm² ou separar os circuitos.

Nota

No caso de circuitos separados que é uma opção mais econômica, efetuamos os cálculos do circuito 5 considerando o mesmo num eletroduto exclusivo.

$I_z = I_c$ x FCA x FCT ➤ I_z = 24 x 1,0 x 1,0 ➤ I_z = 24A

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br



Circuito 5 em eletroduto exclusivo (desagrupado).

Disjuntor com ventilação
$I_p \leq I_n \leq I_z$
$14{,}9A \leq I_n \leq 24A$
$14{,}9A \leq 15A \leq 24A$

Disjuntor sem ventilação
$I_p \leq I_n \leq I_z$
$14{,}9A \leq 17{,}1 \leq 24A$
$14{,}9A \leq 20\ A \leq 24A$

Para o circuito 5, em eletroduto exclusivo, as inequações são plenamente atendidas. Portanto, adota-se:
Disjuntor termomagnético unipolar: 20A

Para ambos os circuitos de pontos de tomadas adota-se:
Seção dos condutores neutro, fase e proteção (PE) 2,5mm².

E – Dimensionamento do eletroduto

S_t = Tabela Página 419 – Valor imediatamente superior. D = Tabela página 419.

Circuito 4 – Condutores 2,5mm²

$$S_t = N_4 x \frac{(\pi x D_4^2)}{4} \rightarrow S_t = 3x\frac{(3{,}1415x3{,}4^2)}{4}$$

S_t = 27,2mm²

Circuito 5 – Condutores 2,5mm².

$$S_t = N_5 x \frac{(\pi x D_5^2)}{4} \rightarrow S_t = 3x\frac{(3{,}1415x3{,}4^2)}{4}$$

S_t = 27,2mm²

Para ambos os circuitos e pela tabela página 419, valor imediatamente superior a 27,2mm², na tabela eletroduto de PVC rígido com rosca, coluna "área útil" em mm², ≥ 3 cabos (40%), encontramos 80,4mm². Assim: página 419 diâmetro externo e referência de rosca....
Eletroduto de PCV de Øn 20mm ou ½".

Observação

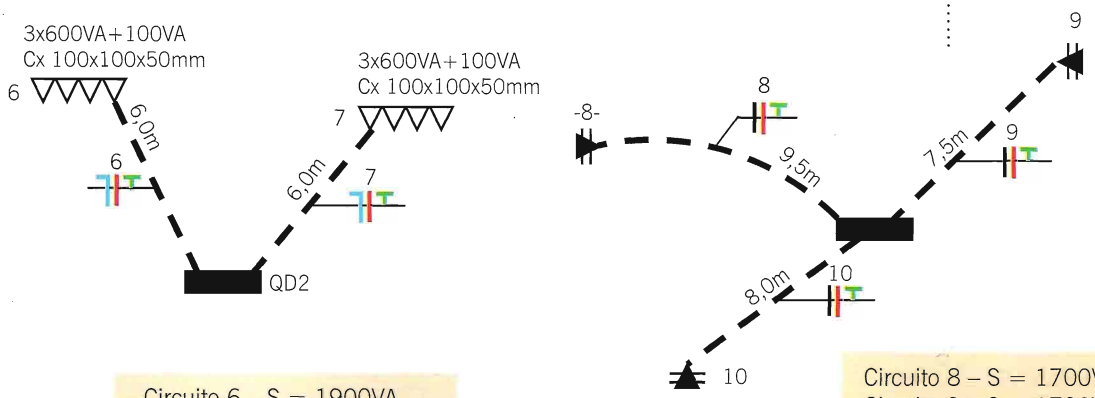
Observando o comparativo dos cálculos, se utilizarmos dois circuitos num mesmo eletroduto constatamos que devido aos fatores de correção de agrupamentos dos circuitos passa a ter condutores com seção de 4mm².

Neste caso, optando-se pela separação dos circuitos 4 e 5 em eletrodutos exclusivos, podemos utilizar condutores de seção 2,5mm², para ambos os circuitos.

Efetuando-se uma análise de custos é muito mais econômico separar os circuitos do que aumentar a seção dos condutores de um dos circuitos, além de proporcionar maior facilidade da instalação.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Circuitos 6, 7, 8, 9 e 10



Circuito 6 – S = 1900VA
Circuito 7 – S = 1900VA
Tensão (v) = 127V

Circuito 8 – S = 1700VA
Circuito 9 – S = 1700VA
Circuito 10 – S = 1700VA
Tensão (V) = 220V

A – Critério da seção mínima (Tabela página 309).

Circuitos de pontos de tomada.
Condutor seção mínima 2,5mm².

B – Critério da capacidade de condução de corrente

Circuitos 6 e 7 - TUGs

$$I_p = \frac{S}{v} \rightarrow I_p = \frac{1900}{127} \rightarrow I_p = 14{,}9A$$

Tabela página 322 - (I_c) - Coluna 6 - Seção 1,5mm².

...24A – Circuitos de pontos de tomadas seção 2,5mm².

Circuitos 8, 9 e 10 – TUEs

$$I_p = \frac{S}{V} \rightarrow I_p = \frac{1700}{220} \rightarrow I_p = 7{,}7A$$

Tabela página 322- (I_c) - Coluna 6 - Seção 0,5mm².

C – Critério da queda de tensão

$\Delta V_{unit.}$ = V/Axkm = Tabela página 335, Coluna 5 - e(%)= Figura página 333 (≤4%)

$$\Delta e(\%) = \frac{\Delta V_{unit.} x I_p x \ell x 100}{V_n} (\leq 4\%)$$

Condutores seção 2,5mm².

$$\Delta e(\%) = \frac{16{,}9x14{,}9x0{,}006x100}{127}$$

$\rightarrow \Delta e(\%) = 1{,}19\%$

Condutores seção 2,5mm².
Consideramos o trecho de maior distância.

$$\Delta e(\%) = \frac{16{,}9x7{,}7x0{,}0095x100}{220}$$

$\rightarrow \Delta e(\%) = 0{,}56\%$

D – Dimensionamento dos disjuntores

FCA = 1,0 (Um circuito no eletroduto) – Tabela página 328 FCT = 1,0(30°C) Tabela página 327 I_n = Tabela página 363 ou 364.

$I_z = I_c$ x FCA x FCT $\rightarrow I_z$ = 24 x 1,0 x 1,0 $\rightarrow I_z$ = 24A

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Disjuntor com ventilação

$I_p \leq I_n \leq I_z$

$14{,}9A \leq I_n \leq 24A$

$14{,}9A \leq 15A \leq 24A$

$I_p \leq I_n \leq I_z$

$7{,}7A \leq I_n \leq 24A$

$7{,}7A \leq 10A \leq 24A$

Disjuntor sem ventilação

Correção de temperatura para disjuntor em função de estar dentro do QDP

(Sem ventilação) - 30ºC + 10ºC = 40ºC – FCT = 0,87 (Tabela página 327)

$$I_{disjuntor} = \frac{I_p}{FCT} \rightarrow I_{disjuntor} = \frac{14{,}9}{0{,}87} \rightarrow I_d = 17{,}1A$$

$$I_{disjuntor} = \frac{I_p}{FCT} \rightarrow I_{disjuntor} = \frac{7{,}7}{0{,}87} \rightarrow I_d = 8{,}9A$$

Valor do disjuntor comercial igual ou imediatamente superior – UNIC-Bolton curva C.

Disjuntor unipolar de 20A.

$I_p \leq I_n \leq I_z$

$14{,}9A \leq 17{,}1A \leq 24A$

$14{,}9A \leq 20A \leq 24A$

Valor do disjuntor comercial igual ou imediatamente superior– UNIC-Bolton curva C.

Disjuntor bipolar de 10A.

$I_p \leq I_n \leq I_z$

$7{,}7A \leq 8{,}9A \leq 24A$

$7{,}7A \leq 10A \leq 24A$

Escolha dos condutores e disjuntores

Para os circuitos 6 e 7, a inequação é plenamente atendida, tanto para disjuntor com ventilação como para sem ventilação. Portanto, adota-se:

Disjuntor termomagnético unipolar de: 20A

Seção dos Condutores Neutro, Fase e Proteção (PE) 2,5mm².

Para os circuitos 8, 9 e 10 a inequação é plenamente atendida, tanto para disjuntor com ventilação como para sem ventilação. Portanto, adota-se:

Disjuntor termomagnético bipolar de 10A.

Seção dos Condutores Fases e Proteção (PE) 2,5mm².

E – Dimensionamento do eletroduto

St = Tabela página 419 – Valor imediatamente superior. D = Tabela página 419.

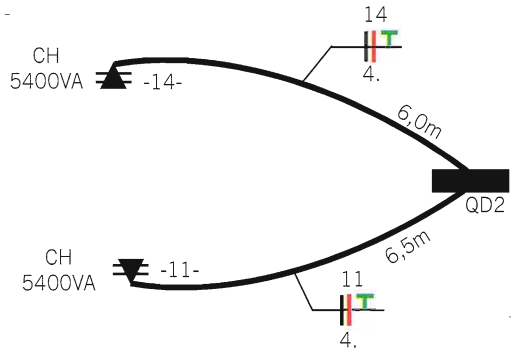
Circuito 6, 7, 8, 9 e 10 – Condutores 2,5mm²

$$S_t = N_{6,7,8,9,10} x \frac{(\pi x D^2)}{4} \rightarrow S_t = 3x \frac{(3{,}1415x3{,}4^2)}{4} \rightarrow S_t = 27{,}2mm^2$$

Pela Tabela página 419, valor imediatamente superior a 27,2mm², na tabela eletroduto de PVC rígido com rosca, coluna "área útil" em mm², ≥ 3 cabos (40%), encontramos 80,4mm². Assim: Página 419 diâmetro externo e referência de rosca....

Eletroduto de PCV de Øn 20mm ou ½". (Para cada um dos circuitos)

Circuitos 11 e 14



Circuito 11 – CH – S = 5400VA
Circuito 14 – CH – S = 5400VA
Tensão (V) = 220V

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

A – Critério da seção mínima (Tabela página 309).

Circuitos de pontos de tomada.
Condutor seção mínima 2,5mm².

B – Critério da capacidade de condução de corrente

$$I_p = \frac{S}{V} \rightarrow I_p = \frac{5400}{220} \rightarrow Ip = 24{,}5A$$

Tabela página 322 - (Ic = 32A) - Coluna 6 - Seção 4mm².

C – Critério da queda de tensão

Vunit.=V/Axkm=Tabela página 335, Coluna 5 - e(%)=Figura pagina 333 (≤4%)

Circuito 11	Circuito 14
$\Delta e(\%) = \frac{\Delta V_{unit.} x I_p x \ell x 100}{V_n} (\leq 4\%) \rightarrow$	$\Delta e(\%) = \frac{\Delta V_{unit.} x I_p x \ell x 100}{V_n} (\leq 4\%) \rightarrow$
$\Delta e(\%) = \frac{10{,}6x24{,}5x0{,}0065x100}{220} \rightarrow \Delta e(\%) = 0{,}77\%$	$\Delta e(\%) = \frac{10{,}6x24{,}5x0{,}006x100}{220} \rightarrow \Delta e(\%) = 0{,}71\%$

32A – Condutores de seção 4mm²

D – Dimensionamento dos disjuntores

FCA = 0,8 – Tabela página 328 – 2 circuito no eletroduto. FCT= 1,0(30°C) Tabela página 327
In = Tabela página 363 ou página 365
Iz = Ic x FCA x FCT ➤ Iz = 32 x 1,0 x 1,0 ➤ Iz = 32A

Disjuntor com ventilação

$I_p \leq I_n \leq I_z$
$24{,}5A \leq In \leq 32A$
$24{,}5A \leq 25A \leq 32A$

Disjuntor sem ventilação

Correção de temperatura para disjuntor em função de estar dentro do QDP (Sem ventilação) - 30°C + 10°C = 40°C – FCT = 0,87 (Tabela página 327)

$$I_{disjuntor} = \frac{I_p}{FCT} \rightarrow I_{disjuntor} = \frac{24{,}5}{0{,}87} \rightarrow Id = 28{,}2A$$

$I_p \leq I_n \leq I_z$
$24{,}5A \leq 28{,}2A \leq 32A$
$24{,}5A \leq 30A \leq 32A$

Escolha dos condutores e disjuntores.

Para os circuitos 11 e 14, as inequações são plenamente atendidas, tanto para disjuntor com fventilação com para sem ventilação. Portanto, adota-se:
Disjuntor termomagnético bipolar de: 30A.
Seção dos condutores fases e proteção (PE) 4mm².

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

E – Dimensionamento do eletroduto

St = Tabela página 419 – Valor imediatamente superior;
D = Tabela página 419.

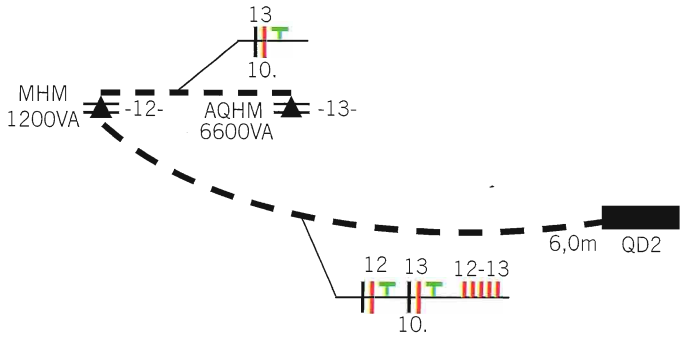
Circuito 11 e 14 – Condutores 4mm²

$$S_t = N_{11-14} x \frac{(\pi x D^2)}{4} \rightarrow S_t = 3x \frac{(3,1415x3,9^2)}{4} \rightarrow$$

St = 3 x 11,95 ➤ St = 35,85mm².

Pela tabela 419, valor imediatamente superior a 35,85mm², na tabela eletroduto de PVC rígido com rosca, coluna "área útil" em mm², ≥ 3 cabos (40%), encontramos 80,4mm². Assim: Página 419 diâmetro externo e referência de rosca.... eletroduto de PVC de Øn 20mm ou ½". (Para ambos os circuitos)

Circuito 12 e 13



Circuito 12 – MHM – S = 1200VA
Circuito 13 – AQHM – S = 6600VA
Tensão (V) = 220V

A – Critério da seção mínima (Tabela página 309).
Circuitos de pontos de tomada.
Condutor seção mínima 2,5mm².

B – Critério da capacidade de condução de corrente

Circuitos 12 – TUE - MHM

$$I_p = \frac{S}{V} \rightarrow I_p = \frac{1200}{220} \rightarrow I_p = 5,45A$$

I_{ramal} = 1,25 x 5,45 ⇒ I_{ramal} = 6,8A

Tabela 322 - (Ic) - Coluna 6 - Seção 0,5mm².
...24 A – Circuitos de força seção 2,5mm².

Circuitos 13 – TUE - AQHM

$$I_p = \frac{S}{V} \rightarrow I_p = \frac{6600}{220} \rightarrow I_p = 30A$$

Tabela página 322 - (Ic) - Coluna 6 - Seção 4mm².
...32 A – Circuitos de força seção 4mm².

C – Critério da queda de tensão

$\Delta V_{unit.}$ = V/Axkm = Tabela página 335, Coluna 5 - e(%)= Figura página 333 (≤4%)

$$\Delta e(\%) = \frac{\Delta V_{unit.} x I_p x \ell x 100}{V_n} (\leq 4\%)$$

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Condutores seção 2,5mm².

$$\Delta e(\%) = \frac{16,9x6,8x0,006x100}{220}$$

$\Delta e(\%) = 0,31\%$

Condutores seção 4mm².

$$\Delta e(\%) = \frac{10,6x30x0,006x100}{220}$$

$\Delta e(\%) = 0,87\%$

D – Dimensionamento dos disjuntores

FCA = 1,0 (Um circuito no eletroduto) – Tabela página 328 FCT = 1,0(30ºC) Tabela página 327 I_n = Tabela página 363 ou 365

$I_z = I_c$ x FCA x FCT I_z = 24 x 0,8 x 1,0 I_z = 19,2A

Disjuntor com ventilação

$I_p \leq I_n \leq I_z$

$6,8A \leq I_n \leq 19,2A$

$6,8A \leq 10A \leq 19,2A$

$I_z = I_c$ x FCA x FCT I_z = 32 x 0,8 x 1,0 I_z = 25,6A

$I_p \leq I_n \leq I_z$

$30A \leq I_n \leq 25,6A$

$30A \leq 30A \leq 25,6A$

Disjuntor sem ventilação

Correção de temperatura para disjuntor em função de estar dentro do QDP (Sem ventilação) - 30ºC + 10ºC = 40ºC – FCT = 0,87 (Tabela página 327)

$$I_{disjuntor} = \frac{I_p}{FCT} \rightarrow I_{disjuntor} = \frac{6,8}{0,87} \rightarrow I_d = 7,8A$$

Valor do disjuntor comercial igual ou imediatamente superior – UNIC-Bolton curva C.

Disjuntor bipolar de 10A.

$I_p \leq I_n \leq I_z$

$6,8A \leq 7,8A \leq 24A$

$6,8A \leq 10A \leq 24A$

$$I_{disjuntor} = \frac{I_p}{FCT} \rightarrow I_{disjuntor} = \frac{30}{0,87} \rightarrow I_d = 34,5A$$

Valor do disjuntor comercial igual ou imediatamente superior– UNIC-Bolton curva C.

Disjuntor bipolar de 35A.

$I_p \leq I_n \leq I_z$

$30A \leq 34,5A \geq 25,6A$

$30A \leq 35A \leq 25,6A$

Escolha dos condutores e disjuntores

Para os circuitos 12, a inequação é plenamente atendida, tanto para disjuntor tropicalizado com para não-tropicalizado. Portanto, adota-se:

Disjuntor termomagnético bipolar de: 10A.

Seção dos Condutores Fases e Proteção (PE) 2,5mm².

Para os circuitos 13, a inequação para disjuntor não-tropicalizado não é plenamente atendida. Neste caso, deve-se aumentar a seção dos condutores para 10mm² e recalcular o circuito.

$I_z = I_c$ x FCA x FCT ➤ I_z = 57 x 0,8 x 1,0 ➤ I_z = 45,6A

$I_p \leq I_n \leq I_z$

$30A \leq 34,5A \leq 45,6A$

$30A \leq 35A \leq 45,6A$

Disjuntor bipolar de 40A

Seção dos Condutores Fases e Proteção (PE) 10mm².

E – Dimensionamento do eletroduto

S_t = Tabela página 419 Valor imediatamente superior. D = Tabela página 419.

Circuito 12 – Condutores 2,5mm² e Circuito 13 – Condutores 6mm².

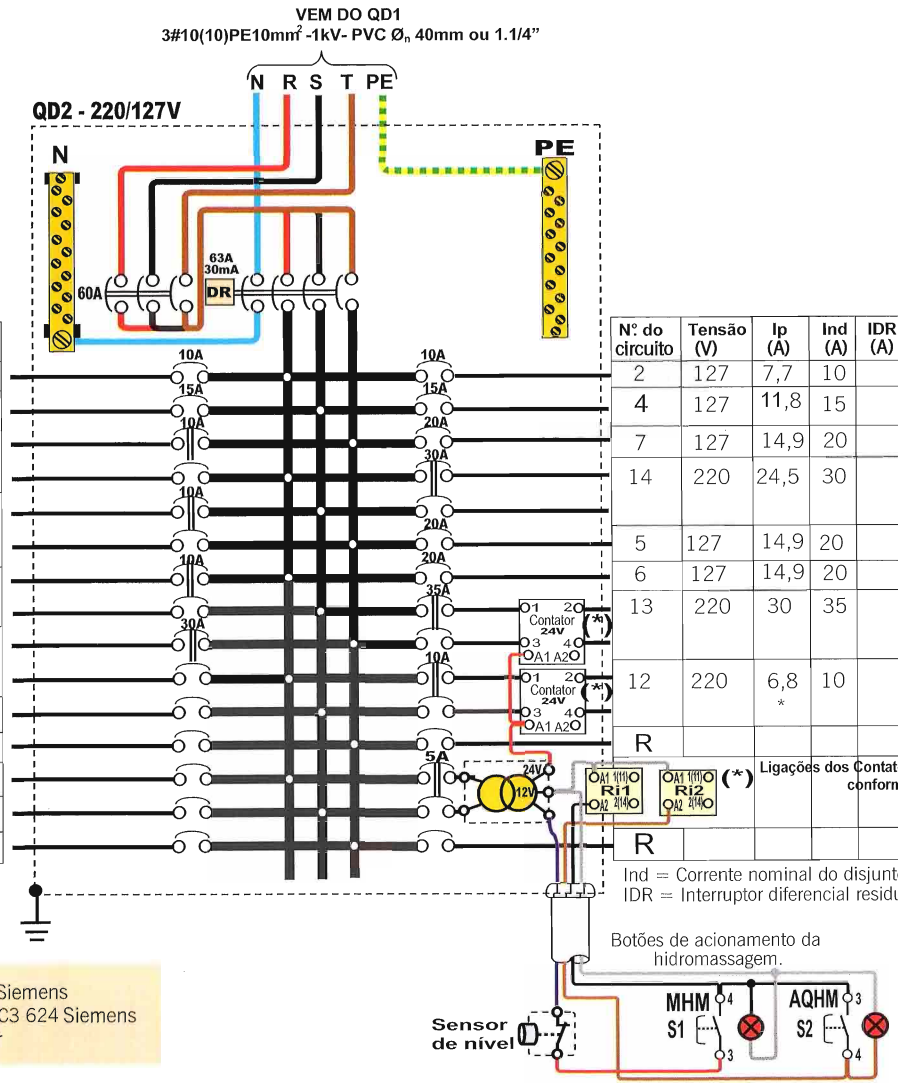
$$S_t = N_{12} x \frac{(\pi x D_{12}^2)}{4} \Rightarrow S_t = \left\{3x\frac{(3,1415x3,4^2)}{4}\right\} + \left\{3x\left(\frac{3,1415x5,6^2}{4}\right)\right\} \rightarrow S_t = 27,2+79,9 \rightarrow S_t = 101,1mm^2$$

Para ambos os circuitos e pela Tabela página 419, valor imediatamente superior a 101,1mm², na tabela eletroduto de PVC rígido com rosca, coluna "área útil" em mm², ≥ 3 cabos (40%), encontramos 138,6mm². Assim: Página 419 diâmetro externo e referência de rosca....

Eletroduto de PVC de Øn 25mm ou ¾". (Para os dois circuitos)

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Esquema multifilar do QD2 - 220/127V



Observação	Pot. (VA)	Cond. (mm²)	IDR (A)	Ind (A)	Ip (A)	Tensão (V)	Nº do circuito
Iluminação	880	1,5		10	6,9	127	1
TUG	1200	2,5		15	9,4	127	3
AC-SM	1700	2,5		10	7,7	220	8
AC-Suíte master	1700	2,5		10	7,7	220	9
AC-Suíte 2	1700	2,5		10	7,7	220	10
CH-Suíte master	5400	4,0		30	24,54	220	11
							R
							R
							R
							R
							R

Ind = Corrente nominal do disjuntor
IDR = Interruptor diferencial residual.

Nº do circuito	Tensão (V)	Ip (A)	Ind (A)	IDR (A)	Cond. (mm²)	Pot. (VA)	Observação
2	127	7,7	10		1,5	980	Ilumina
4	127	11,8	15		2,5	1500	TUG
7	127	14,9	20		2,5	1900	TUG
14	220	24,5	30		4,0	54	CH Suíte 2
5	127	14,9	20		2,5	1900	TUG
6	127	14,9	20		2,5	1900	TUG
13	220	30	35		6,0	6600	AQHM
12	220	6,8 *	10		2,5	1200	MHM
R							
							Ligações dos Contatores e Relés de impulso (Ri1 e Ri2) conforme esquema página 481
R							

Ind = Corrente nominal do disjuntor.
IDR = Interruptor diferencial residual.

Botões de acionamento da hidromassagem.

Sensor de nível

MHM S1

AQHM S2

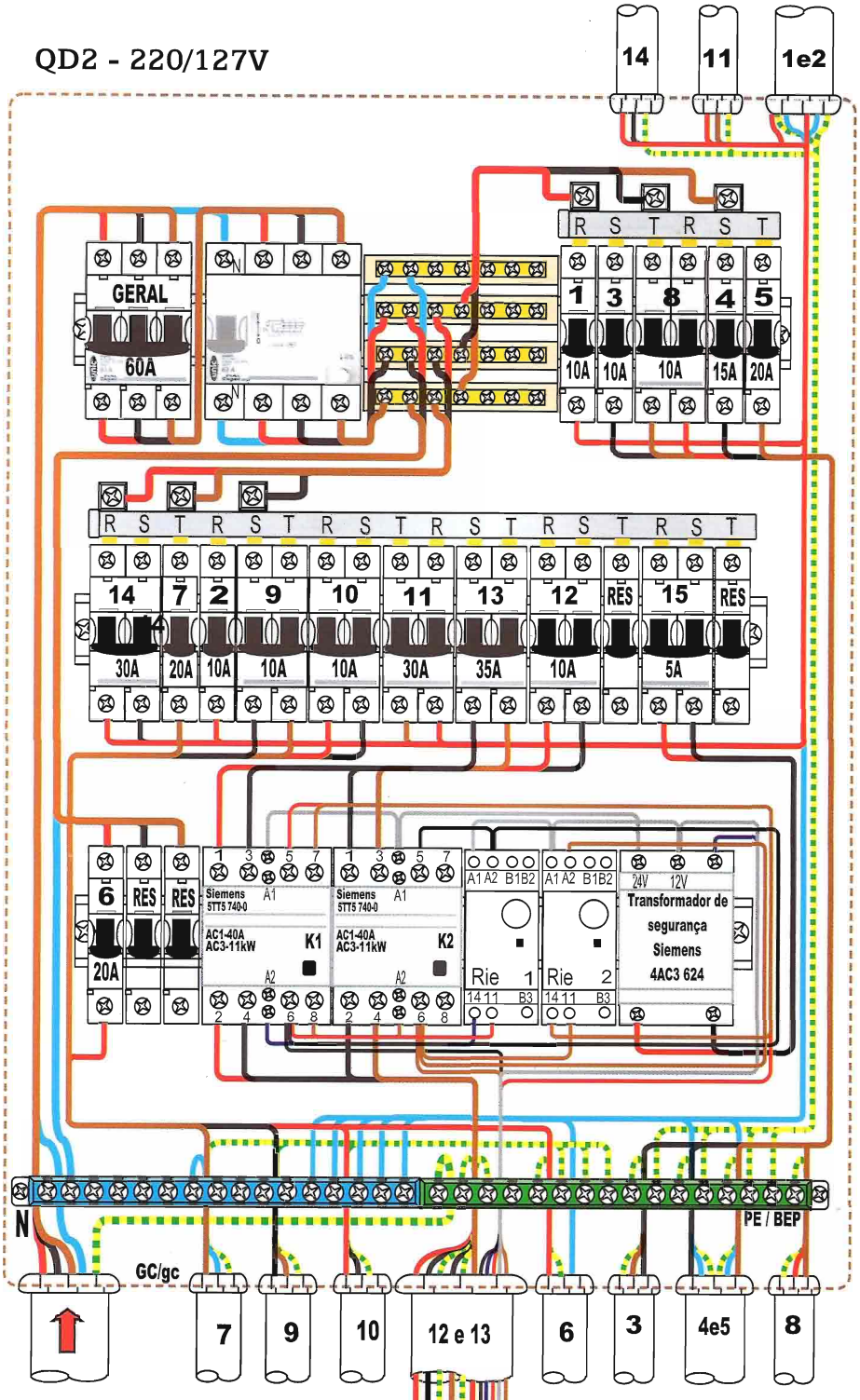
Mini Contator Sistema N 400Vca/24Vca - Tipo 5TT5 740-2 Siemens
Transformador de Segurança - 230V/12Vca-24Vca - Tipo 4AC3 624 Siemens
Relé de impulso eletrônico 12Vca - Tipo 13.01.0.012 Finder

* Ver página 476 item B

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO - QD2

Arquivo do autor



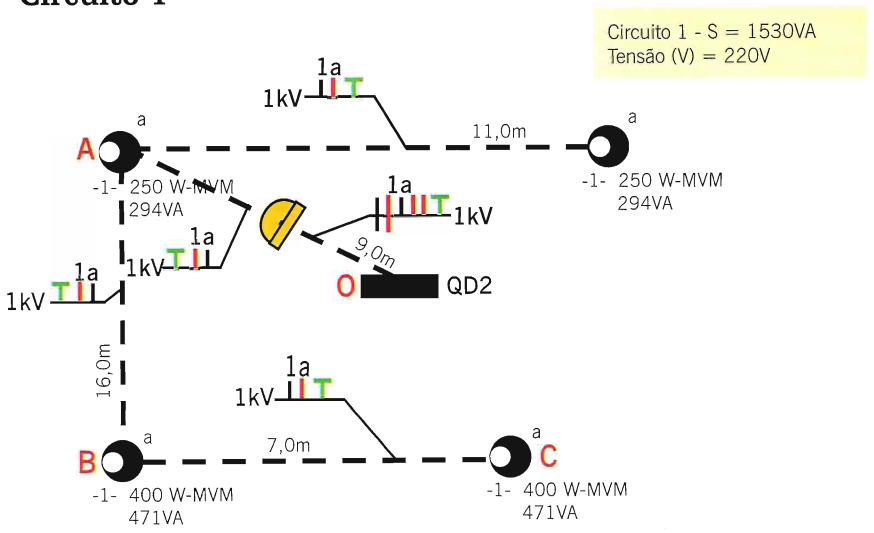
alerta

As ligações das saídas dos disjuntores dos respectivos circuitos e a forma de acomodação dos condutores, aqui representados são apenas exemplos. Podem, eventualmente, sofrer alterações de tal forma que possa melhorar a sua disposição. Recomenda-se: 1. A colocação de canaletas com tampa para acomodar os condutores; 2. Colocar o número do circuito na saída dos disjuntores e nas saídas de cada eletroduto, como prevenção para possíveis manutenções. 3. Caso o quadro seja metálico, deverá ser aterrada a tampa e o espelho.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Dimensionamento dos circuitos - Pavimento térreo (inferior)- QD1

Circuito 1



a) Critério da seção mínima

Tabela 309 – Circuitos de pontos de iluminação – Condutor seção 1,5mm².

b) Critério da capacidade de condução de corrente

$$I_p = \frac{S_n}{V} \rightarrow I_p = \frac{1530}{220} \rightarrow Ip = 6{,}95A$$

De acordo com, página 315 - 61A, e tabela página 323 - (Ic) - Coluna 12 (D – 2cc) – encontramos o valor 14A (valor imediatamente superior a 6,95A) e obtemos a Seção 0,5mm².

26A – Seção mínima para circuito de iluminação 1,5mm².

c) Queda de tensão trecho a trecho

Trecho: O – A

$$\Delta e(\%) = \frac{\Delta V_{unit.} x I_p x \ell x 100}{V_n} \rightarrow \Delta e(\%) = \frac{27{,}6x6{,}95x0{,}009x100}{220} \rightarrow e(\%) = 0{,}78\%$$

Trecho: A – B

$$I_p = \frac{1236}{220} \rightarrow Ip = 5{,}62A \rightarrow \Delta e(\%) = \frac{27{,}6x5{,}62x0{,}016x100}{220} \rightarrow e(\%) = 1{,}13\%$$

Trecho: B – C

$$I_p = \frac{942}{220} \rightarrow Ip = 4{,}28A \rightarrow \Delta e(\%) = \frac{27{,}6x4{,}28x0{,}007x100}{220} \rightarrow e(\%) = 0{,}38\%$$

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Tabela página 335 – Para seção 1,5mm² –Coluna 5

Trecho	P (W)	S (VA)	FP (cos ϕ)	I_p (A)	l (km)	Seção do condutor (mm²)	$\Delta V_{unit.}$ (V/A.km)	Δe (trecho) (%)	Δe (acum.) (%)
0 - A	1300	1530	0,85	6,95	0,009	1,5	27,6	0,78	0,78
A - B	1050	1236	0,85	5,62	0,016	1,5	27,6	1,13	1,91
B - C	800	942	0,85	4,28	0,007	1,5	27,6	0,38	2,29<4%

d) Dimensionamento dos disjuntores

Iz = Ic x FCA x FCT ➢ Iz = 26 x 1,0 x 1,0 ➢ Iz = 26A

Disjuntor com ventilação

Ip ≤ In ≤ Iz
6,95A ≤ In ≤ 26A
6,95A ≤ 10A ≤ 26A

Disjuntor sem ventilação

$$I_{disjuntor} = \frac{I_p}{FCT} \rightarrow I_{disjuntor} = \frac{6,95}{0,87} \rightarrow Id = 7,99A$$

Ip ≤ In ≤ Iz
6,95 ≤ 7,99A ≤ 26A
6,95A ≤ 10A ≤ 26A

Disjuntor termomagnético bipolar de 10A.

Seção dos Condutores Fases, Retorno e Proteção (PE) 1,5mm² - 1kV.

e) Dimensionamento do eletroduto

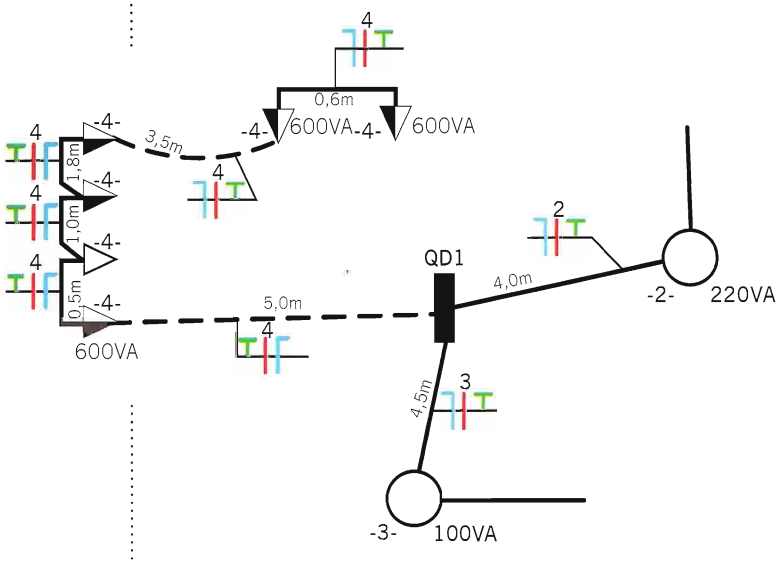
St = Tabela página 419 – Coluna 9 – Valor imediatamente superior. D = Tabela – Página 419;

$$S_t = N_1 x \frac{(\pi x D_1^2)}{4} \rightarrow S_t = 3x \frac{(3,1415x5,17^2)}{4} \rightarrow St = 62,98mm^2$$

Eletroduto de PVC de Øn 20mm ou ½".

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Circuito 2, 3 e 4



Circuito 2 – S = 1060VA
Circuito 3 – S = 1060VA
Circuito 4 – S = 2100VA
Tensão (V) = 127V

A – Critério da seção mínima (página 309).

Circuitos 2 e 3	Circuito 4
Circuitos de iluminação.	Circuitos de pontos de tomada.
Condutor seção mínima 1,5mm².	Condutor seção mínima 2,5mm².

B – Critério da capacidade de condução de corrente

$I_p = \frac{S}{V} \rightarrow I_p = \frac{1060}{227} \rightarrow I_p = 8{,}35A$

$I_p = \frac{S}{V} \rightarrow I_p = \frac{2100}{127} \rightarrow I_p = 16{,}5A$

Tabela página 322 - (I_c) - Coluna 6 - Seção 0,5mm².
17,5 A – Circuitos de iluminação seção 1,5mm².

Tabela página 322 - (I_c) - Coluna 6 - Seção 1,5mm².
24A – Circuitos de força seção 2,5mm².

C – Critério da queda de tensão

ΔVunit. = V/Axkm = Tabela página 335, Coluna 5 - e(%)= Figura página 333 (≤4%)

$$\Delta e(\%) = \frac{\Delta V_{unit.} x I_p x \ell x 100}{V_n} (\leq 4\%)$$

Condutores seção 1,5mm².

$\Delta e(\%) = \frac{27{,}6x8{,}35x0{,}0045x100}{127} \rightarrow$

$\Delta e(\%) = 0{,}82\%$

Condutores seção 2,5mm².

$\Delta e(\%) = \frac{16{,}9x16{,}5x0{,}0124x100}{127} \rightarrow$

$\Delta e(\%) = 2{,}72\%$

D – Dimensionamento dos disjuntores

FCA = 1,0 (Um circuito no eletroduto) – Tabela página 328 FCT = 1,0(30°C) Tabela página 327.

I_n = Tabela página 363 ou 364.

$I_z = I_c$ x FCA x FCT ➤ I_z = 17,5 x 1,0 x 1,0 ➤ I_z = 17,5A

$I_z = I_c$ x FCA x FCT ➤ I_z = 24 x 1,0 x 1,0 ➤ I_z = 24A

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Disjuntor com ventilação	
$I_p \leq I_n \leq I_z$ $8{,}35A \leq I_n \leq 17{,}5A$ $8{,}35A \leq 10A \leq 17{,}5A$	$I_p \leq I_n \leq I_z$ $16{,}5A \leq I_n \leq 24A$ $16{,}5A \leq 20A \leq 24A$
Disjuntor sem ventilação	
Correção de temperatura para disjuntor em função de estar dentro do QDP (Sem ventilação) - 30ºC + 10ºC = 40ºC – FCT = 0,87 (Tabela página 327)	
$I_{disjuntor} = \frac{I_p}{FCT} \rightarrow I_{disjuntor} = \frac{8{,}35}{0{,}87} \rightarrow I_d = 9{,}6A$	$I_{disjuntor} = \frac{I_p}{FCT} \rightarrow I_{disjuntor} = \frac{16{,}5}{0{,}87} \rightarrow I_d = 19A$
Valor do disjuntor comercial igual ou imediatamente superior – UNIC-Bolton curva C. Disjuntor unipolar de 10A.	Valor do disjuntor comercial igual ou imediatamente superior– UNIC-Bolton curva C. Disjuntor unipolar de 20A.
$I_p \leq I_n \leq I_z$ $8{,}35A \leq 9{,}6A \leq 17{,}5A$ $8{,}35A \leq 10A \leq 17{,}5A$	$I_p \leq I_n \leq I_z$ $16{,}5A \leq 19A \leq 24A$ $16{,}5A \leq 20A \leq 24A$
Escolha dos condutores e disjuntores	
Para os circuitos 2 e 3, a inequação é plenamente atendida, tanto para disjuntor com ventilação como para sem ventilação. Portanto, adota-se: Disjuntor termomagnético unipolar de: 10A. Seção dos Condutores Neutro, Fase e Proteção (PE) 1,5mm².	Para os circuitos 4, a inequação é plenamente atendida, tanto para disjuntor com ventilação como para sem ventilação. Portanto, adota-se: Disjuntor termomagnético unipolar de: 20A. Seção dos Condutores Neutro, Fase e Proteção (PE) 2,5mm².

E – Dimensionamento do eletroduto

S_t = Tabela Página 419 – Valor imediatamente superior. D = Tabela Página 419.

Circuito 2 e 3 – Condutores 1,5mm².

$$S_t = N_{12} x \frac{(\pi x D_{12}^2)}{4} \rightarrow S_t = 3x \frac{(3{,}1415x2{,}8^2)}{4} \rightarrow$$

$$S_t = 18{,}5mm^2$$

Circuito 4 – Condutores 6mm²

$$S_t = N_{13} x \frac{(\pi x D_{13}^2)}{4} \rightarrow S_t = 3x \frac{(3{,}1415x3{,}4^2)}{4} \rightarrow$$

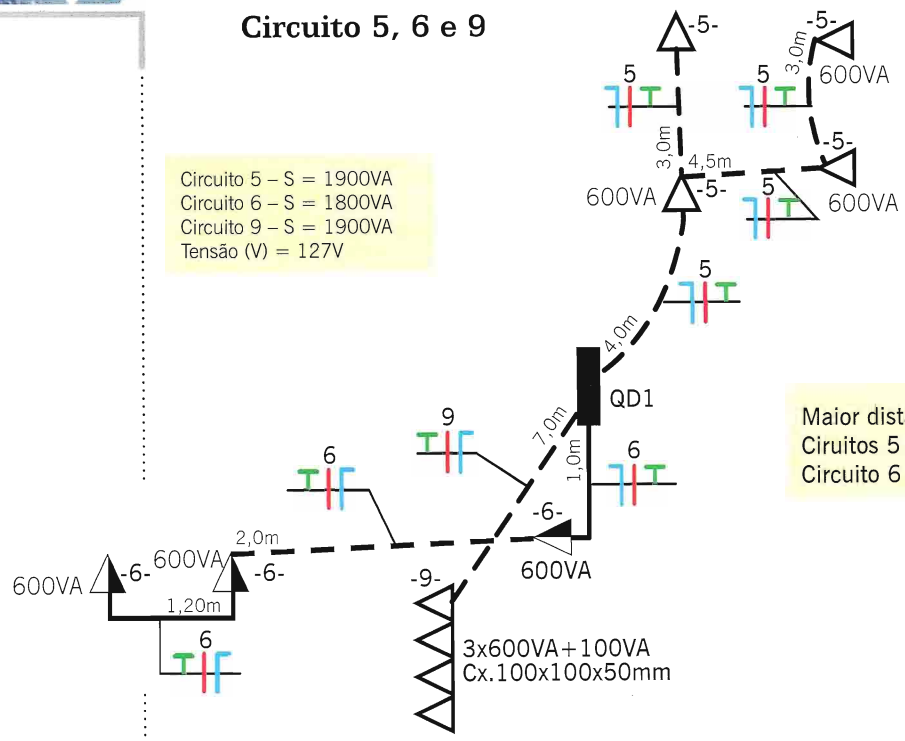
$$S_t = 27{,}2mm^2$$

Para ambos os circuitos e pela Tabela página 419, valor imediatamente superior a 18,5mm² e 27,2mm², na tabela eletroduto de PVC rígido com rosca, coluna "área útil" em mm², ≥ 3 cabos (40%), encontramos 80,4mm². Assim: Página 419 diâmetro externo e referência de rosca....
Eletroduto de PVC de Øn 20mm ou ½". (Para cada um dos circuitos)

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Circuito 5, 6 e 9

Circuito 5 – S = 1900VA
Circuito 6 – S = 1800VA
Circuito 9 – S = 1900VA
Tensão (V) = 127V



Maior distância a considerar:
Ciruitos 5 e 9 = 11,5m
Circuito 6 = 4,2m

A – Critério da seção mínima (Tabela página 309)	
Circuitos 5 e 9	Circuito 6
Circuitos de pontos de tomadas. Condutor seção mínima 2,5mm².	Circuitos de pontos de tomadas. Condutor seção mínima 2,5mm².
B – Critério da capacidade de condução de corrente	
$I_p = \frac{S}{V} \rightarrow I_p = \frac{1900}{127} \rightarrow I_p = 14{,}96A$	$I_p = \frac{S}{V} \rightarrow I_p = \frac{1800}{127} \rightarrow I_p = 14{,}17A$
Tabela página 322 - (I_c) - Coluna 6 - Seção 1,5mm². ...24A – Circuitos de força seção 2,5mm².	Tabela página 322 - (I_c) - Coluna 6 - Seção 1,5mm². ...24A – Circuitos de força seção 2,5mm².
C – Critério da queda de tensão	
Condutores seção 2,5mm².	Condutores seção 2,5mm².
$\Delta e(\%) = \frac{16{,}9 x 14{,}96 x 0{,}0115 x 100}{127} \rightarrow$	$\Delta e(\%) = \frac{16{,}9 x 14{,}17 x 0{,}0042 x 100}{127} \rightarrow$
$\Delta e(\%) = 2{,}29\%$	$\Delta e(\%) = 0{,}79\%$
D – Dimensionamento dos disjuntores	
$I_z = I_c$ x FCA x FCT $\rightarrow I_z = 24 \times 1{,}0 \times 1{,}0 \Rightarrow I_z = 24A$	
Disjuntor com ventilação	
$I_p \leq I_n \leq I_z$ $14{,}96A \leq I_n \leq 24A$ $14{,}96A \leq 15A \leq 24A$	$I_p \leq I_n \leq I_z$ $14{,}17A \leq I_n \leq 24A$ $14{,}17A \leq 15A \leq 24A$

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Disjuntor sem ventilação	
$I_{disjuntor} = \frac{I_p}{FCT} \rightarrow I_{disjuntor} = \frac{14,96}{0,87} \rightarrow I_d = 17,19A$	$I_{disjuntor} = \frac{I_p}{FCT} \rightarrow I_{disjuntor} = \frac{14,17}{0,87} \rightarrow I_d = 16,29A$
$I_p \leq I_n \leq I_z$ $16,96A \leq 17,19A \leq 24A$ $16,96A \leq 20A \leq 24A$	$I_p \leq I_n \leq I_z$ $14,17A \leq 16,29A \leq 24A$ $14,17A \leq 20A \leq 24A$
Escolha dos condutores e disjuntores	
Para os circuitos 5, 6 e 9 as inequações são plenamente atendidas. Portanto, adota-se: Disjuntor termomagnético unipolar de: 20A Seção dos Condutores Neutro, Fase e Proteção (PE) 2,5mm².	

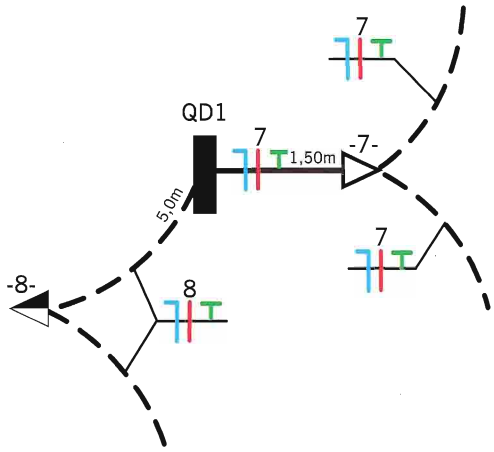
E – Dimensionamento do eletroduto

Circuito 5, 6 e 9 – Condutores 2,5mm²

$$S_t = N_{5,6e9} x \frac{(\pi x D^2)}{4} \rightarrow S_t = 3x \frac{(3,1415x3,4^2)}{4} \rightarrow S_t = 27,24mm^2$$

Eletroduto de PVC de Øn 20mm ou ½". (Para cada um dos circuitos)

Circuito 7 e 8



Circuito 7 – S = 1300VA
Circuito 8 – S = 1400VA
Tensão (V) = 127V

A – Critério da seção mínima (Tabela 309).	
Circuito 7	Circuito 8
Circuitos de pontos de tomadas. Condutor seção mínima 2,5mm².	Circuitos de pontos de tomadas. Condutor seção mínima 2,5mm².
B - Critério da capacidade de condução de corrente	
$I_p = \frac{S}{v} \rightarrow I_p = \frac{1300}{127} \rightarrow I_p = 10,24A$	$I_p = \frac{S}{V} \rightarrow I_p = \frac{1400}{127} \rightarrow I_p = 11,02A$
Tabela página 322 - (I_c) - Coluna 6 - Seção 0,75mm².	Tabela página 322 - (I_c) - Coluna 6 - Seção 1,0mm².
...24A – Circuitos de força seção 2,5mm².	...24A – Circuitos de força seção 2,5mm².

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

C – Critério da queda de tensão

Condutores seção 2,5mm².

$$\Delta e(\%) = \frac{16{,}9x10{,}24x0{,}0015x100}{127} \rightarrow \Delta e(\%) = 0{,}2\%$$

Condutores seção 2,5mm².

$$\Delta e(\%) = \frac{16{,}9x11{,}02x0{,}005x100}{127} \rightarrow \Delta e(\%) = 0{,}73\%$$

D – Dimensionamento dos disjuntores

$$I_z = I_c \text{ x FCA x FCT} \rightarrow I_z = 24 \text{ x } 1{,}0 \text{ x } 1{,}0 \rightarrow I_z = 24A$$

Disjuntor com ventilação

$$I_p \leq I_n \leq I_z$$
$$10{,}24A \leq I_n \leq 24A$$
$$10{,}24A \leq 15A \leq 24A$$

$$I_p \leq I_n \leq I_z$$
$$11{,}02A \leq I_n \leq 24A$$
$$11{,}02A \leq 15A \leq 24A$$

Disjuntor sem ventilação

$$I_{disjuntor} = \frac{I_p}{FCT} \rightarrow I_{disjuntor} = \frac{10{,}24}{0{,}87} \rightarrow I_d = 11{,}77A$$

$$I_{disjuntor} = \frac{I_p}{FCT} \rightarrow I_{disjuntor} = \frac{11{,}02}{0{,}87} \rightarrow I_d = 12{,}67A$$

$$I_p \leq I_n \leq I_z$$
$$10{,}24A \leq 11{,}77A \leq 24A$$
$$10{,}24A \leq 15A \leq 24A$$

$$I_p \leq I_n \leq I_z$$
$$11{,}02A \leq 12{,}67A \leq 24A$$
$$11{,}02A \leq 15A \leq 24A$$

Escolha dos condutores e disjuntores

Para os circuitos 7 e 8 as inequações são plenamente atendidas. Portanto, adota-se:
Disjuntor termomagnético unipolar de: 15A.
Seção dos Condutores Neutro, Fase e Proteção (PE) 2,5mm².

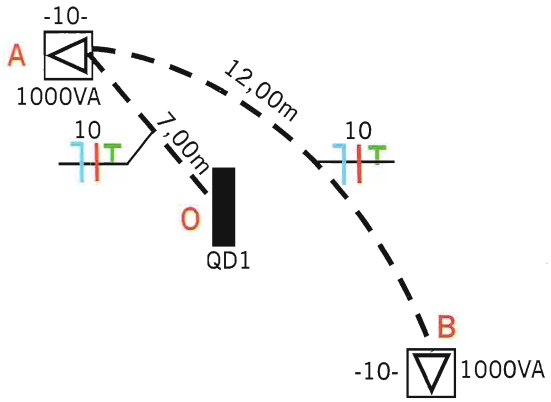
E – Dimensionamento do eletroduto

Circuitos 7 e 8 – Condutores 2,5mm²

$$S_t = N_{5,6e9} x \frac{(\pi x D^2)}{4} \rightarrow S_t = 3x\frac{(3{,}1415x3{,}4^2)}{4} \rightarrow S_t = 27{,}24mm^2$$

Eletroduto de PVC de Øn 20mm ou ½". (Para cada um dos circuitos)

Circuito 10



Circuito 10 – S = 2000VA
Tensão (V) = 127V

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

A – Critério da seção mínima

Tabela página 309 – Circuitos de pontos de tomada – Condutor seção 2,5mm².

B – Critério da capacidade de condução de corrente

$$I_p = \frac{S_n}{V} \rightarrow I_p = \frac{2000}{127} \rightarrow Ip = 15{,}75A$$

24A – Seção mínima para circuito de pontos de tomadas 2,5mm².

C) Queda de tensão trecho a trecho

$$\Delta e(\%) = \frac{\Delta V_{unit.} x I_p x \ell x 100}{V_n} \rightarrow$$

$$\Delta e(\%) = \frac{16{,}9x15{,}75x0{,}019x100}{127} \rightarrow \Delta e(\%) = 3{,}98\%$$

Trecho: 0 – A

$$\Delta e(\%) = \frac{16{,}9x15{,}75x0{,}007x100}{127} \rightarrow \Delta e(\%) = 1{,}47\%$$

Trecho: A – B

$$I_p = \frac{1000}{127} \rightarrow Ip = 7{,}87A \rightarrow$$

$$\Delta e(\%) = \frac{16{,}9x7{,}87x0{,}012x100}{127} \rightarrow \Delta e(\%) = 1{,}26\%$$

Tabela página 335 – Para seção 1,5mm² – coluna 5

Trecho	P (W)	I_p (A)	l (km)	Seção do condutor (mm²)	$\Delta V_{unit.}$ (V/A.km)	Δe (trecho) (%)	Δe (acum.) (%)
0 - A	2000	15,75	0,007	2,5	16,9	1,47	1,47
A - B	1000	7,87	0,012	2,5	16,9	1,26	2,73<4%

D) Dimensionamento dos disjuntores

Iz = Ic x FCA x FCT ➤ Iz = 24 x 1,0 x 1,0 ➤ Iz = 24A

Disjuntor com ventilação

Ip ≤ In ≤ Iz

15,75A ≤ In ≤ 24A

15,75A ≤ 20A ≤ 24A

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Disjuntor sem ventilação

$$I_{disjuntor} = \frac{I_p}{FCT} \rightarrow I_{disjuntor} = \frac{15,75}{0,87} \rightarrow Id = 18,10A$$

$Ip \leq In \leq Iz$

$15,75A \leq 18,10A \leq 24A$

$15,75A \leq 20A \leq 24A$

Disjuntor termomagnético bipolar de 20A.

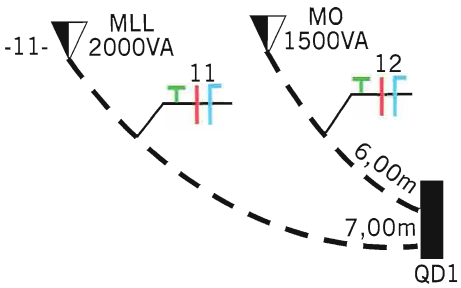
Seção dos condutores neutro, fase e proteção (PE) 2,5mm².

E) Dimensionamento do eletroduto

$$S_t = N_{10} x \frac{(\pi x D_{10}^2)}{4} \rightarrow S_t = 3x \frac{(3,1415x3,4^2)}{4} \rightarrow St = 27,24mm^2$$

Eletroduto de PVC de Øn 20mm ou ½".

Circuito 11 e 12



Circuito 11 – S = 2000VA
Circuito 12 – S = 1500VA
Tensão (V) = 127V

A – Critério da seção mínima (tabela página 309)	
Circuito 11	Circuito 12
Circuitos de pontos de tomadas. Condutor seção mínima 2,5mm².	Circuitos de pontos de tomadas. Condutor seção mínima 2,5mm².
B – Critério da capacidade de condução de corrente	
$I_p = \frac{S}{V} \rightarrow I_p = \frac{2000}{127} \rightarrow I_p = 15,75A$	$I_p = \frac{S}{V} \rightarrow I_p = \frac{1500}{127} \rightarrow I_p = 11,81A$
Tabela página 322 - (I_c) - Coluna 6 - Seção 1,5mm². ...24A – Circuitos de força seção 2,5 mm².	Tabela página 322- (I_c) - Coluna 6 - Seção 1,0mm². ...24A – Circuitos de força seção 2,5mm².
C – Critério da queda de tensão	
Condutores seção 2,5mm². $\Delta e(\%) = \frac{16,9x15,75x0,007x100}{127} \rightarrow \Delta e(\%) = 1,47\%$	Condutores seção 2,5mm². $\Delta e(\%) = \frac{16,9x11,81x0,006x100}{127} \rightarrow \Delta e(\%) = 0,94\%$

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

D – Dimensionamento dos disjuntores

$I_z = I_c \times FCA \times FCT \rightarrow I_z = 24 \times 1{,}0 \times 1{,}0 \rightarrow I_z = 24A$

Disjuntor com ventilação

$I_p \leq I_n \leq I_z$
$15{,}75A \leq I_n \leq 24A$
$15{,}75A \leq 20A \leq 24A$

$I_p \leq I_n \leq I_z$
$11{,}81A \leq I_n \leq 24A$
$11{,}81A \leq 15A \leq 24A$

Disjuntor sem ventilação

$I_{disjuntor} = \frac{I_p}{FCT} \rightarrow I_{disjuntor} = \frac{15{,}75}{0{,}87} \rightarrow I_d = 18{,}10A$

$I_{disjuntor} = \frac{I_p}{FCT} \rightarrow I_{disjuntor} = \frac{11{,}81}{0{,}87} \rightarrow I_d = 13{,}57A$

$I_p \leq I_n \leq I_z$
$15{,}75A \leq 18{,}10A \leq 24A$
$15{,}75A \leq 20A \leq 24A$

$I_p \leq I_n \leq I_z$
$11{,}81A \leq 13{,}57A \leq 24A$
$11{,}81A \leq 15A \leq 24A$

Escolha dos condutores e disjuntores

Para os circuitos 11 e 12, as inequações são plenamente atendidas. Portanto, adota-se:
Circuito 11 – Disjuntor unipolar de 20A.
Circuito 12 – Disnjuntor unipolar de 15A.
Seção dos Condutores Neutro, Fase e Proteção (PE) 2,5mm².

E – Dimensionamento do eletroduto

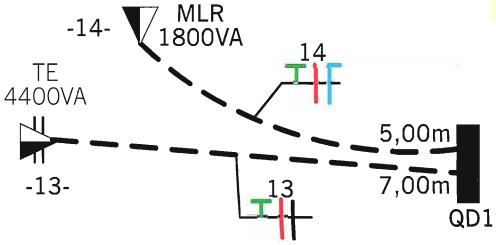
Circuitos 11 e 12 – Condutores 2,5mm²

$S_t = N_{5,6e9} \times \frac{(\pi x D^2)}{4} \rightarrow S_t = 3x\frac{(3{,}1415x3{,}4^2)}{4} \rightarrow S_t = 27{,}24mm^2$

Eletroduto de PVC de Øn 20mm ou ½". (Para cada um dos circuitos)

Circuito 13 e 14

Circuito 13 – S = 4400VA; V = 220V
Circuito 14 – S = 1800VA; v = 127V



www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

A – Critério da seção mínima (Tabela página 309)

Circuito 13	Circuito 14
Circuitos de pontos de tomadas. Condutor seção mínima 2,5mm².	Circuitos de pontos de tomadas. Condutor seção mínima 2,5mm².

B – Critério da capacidade de condução de corrente

$I_p = \frac{S}{v} \rightarrow I_p = \frac{4400}{220} \rightarrow I_p = 20A$	$I_p = \frac{S}{V} \rightarrow I_p = \frac{1800}{127} \rightarrow I_p = 14,17A$
Tabela página 322 - (I_c) - Coluna 6 - Seção 2,5mm². ...24A – Circuitos de força seção 2,5mm².	Tabela página 322 - (I_c) - Coluna 6 - Seção 1,5mm². ...24A – Circuitos de força seção 2,5mm².

C – Critério da queda de tensão

Condutores seção 2,5mm². $\Delta e(\%) = \frac{16,9x20x0,007x100}{220} \rightarrow \Delta e(\%) = 1,08\%$	Condutores seção 2,5mm². $\Delta e(\%) = \frac{16,9x14.17x0,005x100}{127} \rightarrow \Delta e(\%) = 0,94\%$

D – Dimensionamento dos disjuntores

Condutores seção 2,5 mm². $I_z = I_c$ x FCA x FCT $\Rightarrow I_z = 24 \times 1,0 \times 1,0 \Rightarrow I_z = 24$ A

Disjuntor com ventilação

$I_p \leq I_n \leq I_z$ $20A \leq I_n \leq 24A$ $20A \leq 20A \leq 24A$	$I_p \leq I_n \leq I_z$ $14,17A \leq I_n \leq 24A$ $14,17A \leq 15A \leq 24A$

Disjuntor sem ventilação

$I_{disjuntor} = \frac{I_p}{FCT} \rightarrow I_{disjuntor} = \frac{20}{0,87} \rightarrow I_d = 22,98A$	$I_{disjuntor} = \frac{I_p}{FCT} \rightarrow I_{disjuntor} = \frac{14,17}{0,87} \rightarrow I_d = 16,29A$
$I_p \leq I_n \leq I_z$ $20A \leq 22,98A \leq 24A$ $20A \leq 25A \leq 24A$	$I_p \leq I_n \leq I_z$ $14,17A \leq 16,29A \leq 24A$ $14,17A \leq 20A \leq 24A$
A inequação não satisfaz: Recalcular para Condutores seção 4mm². $I_z = 32 \times 1,0 \times 1,0 \rightarrow I_z = 32A$ $I_p \leq I_n \leq I_z$ $20A \leq 22,98A \leq 32A$ $20A \leq 25A \leq 32A$ Disjuntor bipolar de 25A Seção dos Condutores Neutro, Fase e Proteção (PE) 4mm².	Disjuntor unipolar de 20A Seção dos Condutores Neutro, Fase e Proteção (PE) 2,5mm².

E – Dimensionamento do Eletroduto

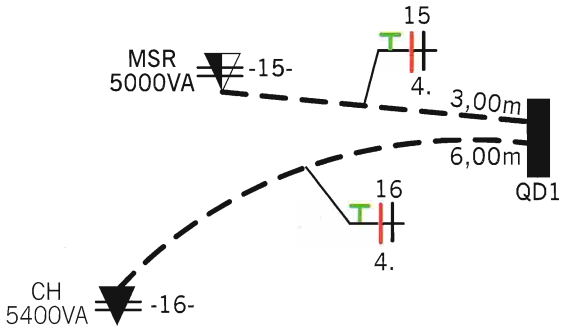
$S_t = 3x\frac{(3,1415x3,9^2)}{4} \rightarrow S_t = 35,84mm^2$	$S_t = 3x\frac{(3,1415x3,4^2)}{4} \rightarrow S_t = 27,24mm^2$

Eletroduto de PVC de Øn 20mm ou ½". (Para cada um dos circuitos)

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Circuito 15 e 16

Circuito 15 – S = 5000VA
Circuito 16 – S = 5400VA
Tensão (V) = 220V



A – Critério da seção mínima (Tabela página 309)	
Circuito 15	Circuito 16
Circuitos de pontos de tomadas. Condutor seção mínima 2,5mm².	Circuitos de pontos de tomadas. Condutor seção mínima 2,5mm².
B – Critério da capacidade de condução de corrente	
$I_p = \frac{S}{V} \Rightarrow I_p = \frac{5000}{220} \Rightarrow I_p = 22{,}73A$	$I_p = \frac{S}{V} \Rightarrow I_p = \frac{5400}{220} \Rightarrow I_p = 24{,}55A$
Tabela página 322 - (I_c) - Coluna 6 - Seção 2,5mm². ...24A – Circuitos de força seção 2,5mm².	Tabela página 322 - (I_c) - Coluna 6 - Seção 4mm². ...32A – Circuitos de força seção 4mm².
C – Critério da queda de tensão	
Condutores seção 2,5mm². $\Delta e(\%) = \frac{16{,}9x22{,}73x0{,}003x100}{220} \Rightarrow$ $\Delta e(\%) = 0{,}52\%$	Condutores seção 4mm². $\Delta e(\%) = \frac{10{,}6x24{,}55x0{,}006x100}{220} \Rightarrow$ $\Delta e(\%) = 0{,}71\%$
D – Dimensionamento dos disjuntores	
$I_z = I_c$ x FCA x FCT $\Rightarrow I_z = 24 \times 1{,}0 \times 1{,}0 \Rightarrow I_z =$ 24A	$I_z = I_c$ x FCA x FCT $\Rightarrow I_z = 32 \times 1{,}0 \times 1{,}0 \Rightarrow I_z =$ 32A
Disjuntor com ventilação	
$I_p \leq I_n \leq I_z$ $22{,}73A \leq I_n \leq 24A$ $22{,}73A \leq 25A \leq 24A$	$I_p \leq I_n \leq I_z$ $24{,}55A \leq I_n \leq 32A$ $24{,}55A \leq 25A \leq 32A$
A inequação não satisfaz: Recalcular para Condutores seção 4mm². $I_z = 32 \times 1{,}0 \times 1{,}0 \Rightarrow I_z = 32A$ $I_p \leq I_n \leq I_z$ $22{,}73A \leq I_n \leq 32A$ / $22{,}73A \leq 25A \leq 32A$	
Disjuntor sem ventilação	
$I_{disjuntor} = \frac{I_p}{FCT} \Rightarrow I_{disjuntor} = \frac{22{,}73}{0{,}87} \Rightarrow I_d = 26{,}13A$	$I_{disjuntor} = \frac{I_p}{FCT} \Rightarrow I_{disjuntor} = \frac{24{,}55}{0{,}87} \Rightarrow I_d = 28{,}22A$
$I_p \leq I_n \leq I_z$ $22{,}73A \leq 26{,}13A \leq 32A$ $22{,}73A \leq 30A \leq 32A$	$I_p \leq I_n \leq I_z$ $24{,}55A \leq 28{,}22A \leq 32A$ $24{,}55A \leq 30A \leq 32A$

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Escolha dos condutores e disjuntores

Para os circuitos 15 e 16, adota-se:
Disjuntor bipolar de 30A.
Seção dos condutores fase e proteção (PE) 4mm².

E – Dimensionamento do eletroduto

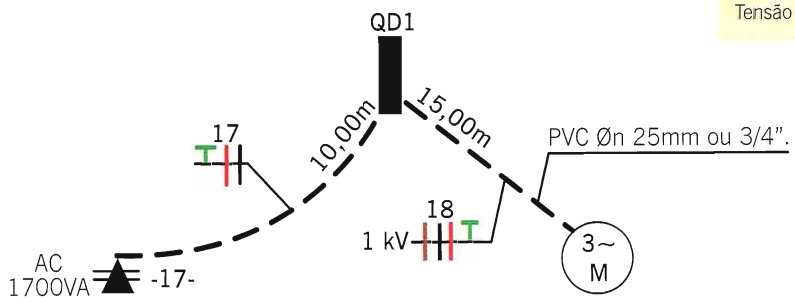
Circuitos 15 e 16 – Condutores 4mm²

$$S_t = Nx\frac{(\pi xD^2)}{4} \rightarrow S_t = 3x\frac{(3{,}1415x3{,}9^2)}{4} \rightarrow S_t = 35{,}84mm^2$$

Eletroduto de PVC de $Ø_n$ 20mm ou ½". (Para cada um dos circuitos)

Circuito 17 e 18

Circuito 17 – S = 1700VA
Circuito 18 – S = 2013VA
Tensão (V) = 220V



A – Critério da seção mínima (página 309)

Circuito 17	Circuito 18
Circuitos de pontos de tomadas. Condutor seção mínima 2,5mm².	Circuitos de pontos de tomadas. Condutor seção mínima 2,5mm².

B – Critério da capacidade de condução de corrente

$I_p = \frac{S}{v} \rightarrow I_p = \frac{1700}{220} \rightarrow I_p = 7{,}73A$	$I_p = \frac{S}{\sqrt{3}xV} \rightarrow I_p = \frac{2013}{1{,}73x220} \rightarrow I_p = 5{,}29A$ $I_{alim.} = 1{,}25 \times 5{,}29 \Rightarrow I_{alim.} = 6{,}61A$
Tabela página 322 - (I_c) - Coluna 6 - Seção 0,5mm².	Tabela página 323 - (I_c) - Coluna 12 - Seção 0,5mm².
...24A – Circuitos de força seção 2,5mm².	29A – Circuitos de força seção 2,5mm². (EPR)

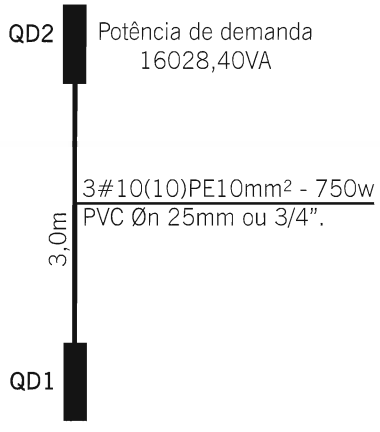
C – Critério da queda de tensão

Condutores seção 2,5mm². $\Delta e(\%) = \frac{16{,}9x7{,}73x0{,}010x100}{220} \rightarrow \Delta e(\%) = 0{,}59\%$	Condutores seção 2,5mm² - 1kV - EPR $\Delta e(\%) = \frac{14{,}7x6{,}61x0{,}015x100}{220} \rightarrow \Delta e(\%) = 0{,}66\%$

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

D – Dimensionamento dos disjuntores	
Condutores seção 2,5mm².	Condutores seção 2,5mm² - 1kV - EPR
$I_z = I_c \times FCA \times FCT \rightarrow I_z = 24 \times 1{,}0 \times 1{,}0 \rightarrow I_z = 24A$	$I_z = I_c \times FCA \times FCT \rightarrow I_z = 29 \times 1{,}0 \times 1{,}0 \rightarrow I_z = 29A$
Disjuntor com ventilação	
$I_p \leq I_n \leq I_z$ $7{,}73A \leq I_n \leq 24A$ $7{,}73A \leq 10A \leq 24A$	$I_p \leq I_n \leq I_z$ $6{,}61A \leq I_n \leq 29A$ $6{,}61A \leq 10A \leq 29A$
Disjuntor sem ventilação	
$I_{disjuntor} = \frac{I_p}{FCT} \rightarrow I_{disjuntor} = \frac{7{,}73}{0{,}87} \rightarrow I_d = 8{,}89A$	$I_{disjuntor} = \frac{I_p}{FCT} \rightarrow I_{disjuntor} = \frac{6{,}61}{0{,}87} \rightarrow I_d = 7{,}6A$
$I_p \leq I_n \leq I_z$ $7{,}73A \leq 8{,}89A \leq 24A$ $7{,}73A \leq 10A \leq 24A$	$I_p \leq I_n \leq I_z$ $6{,}61A \leq 7{,}6A \leq 29A$ $6{,}61A \leq 10A \leq 29A$
Disjuntor bipolar de 10A. Seção dos condutores fases e proteção (PE) 2,5mm².	Disjuntor tripolar de 10A. Seção dos condutores fases e proteção (PE) 2,5mm².
E – Dimensionamento do eletroduto	
$S_t = 3x\frac{(3{,}1415x3{,}4^2)}{4} \rightarrow S_t = 27{,}24mm^2$	$S_t = 4x\frac{(3{,}1415x5{,}62^2)}{4} \rightarrow S_t = 99{,}2mm^2$
Eletroduto de PVC de $Ø_n$ 20mm ou ½".	Eletroduto de PVC de $Ø_n$ 25mm ou 3/4".

Circuito 19 – Ramal alimentador do QD1 ao QD2



www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

A – Critério da capacidade de condução de corrente

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3}xV} \rightarrow I_p = \frac{16028,4}{1,73x220} \rightarrow Ip = 42,11A$$

Tabela página 322 coluna 7 - Ic = 50A – 10mm² 750V

B) Critério da queda de tensão

$$\Delta e(\%) = \frac{3,67x42,11x0,003x100}{220} \rightarrow \Delta e(\%) = 0,21\%$$

C) Dimensionamento dos disjuntores

Iz = Ic x FCA x FCT ➤ Iz = 50 x 1,0 x 1,0 ➤ Iz = 50A

Disjuntor com ventilação

Ip ≤ In ≤ Iz
42,18A ≤ In ≤ 50A
42,18A ≤ 50A ≤ 50A

Disjuntor sem ventilação

$$I_{disjuntor} = \frac{I_p}{FCT} \Rightarrow I_{disjuntor} = \frac{42,11}{0,87} \rightarrow Id = 48,40A$$

Ip ≤ In ≤ Iz
42,11A ≤ 48,40A ≤ 50A
42,11A ≤ 50A ≤ 50A

Disjuntor bipolar de 50A.

Seção dos condutores neutro, fases e proteção (PE) 10mm².

D) Dimensionamento do eletroduto

$$S_t = 5x\frac{(3,1415x5,6^2)}{4} \rightarrow St = 123,15mm^2$$

Eletroduto de PVC de Øn 25 mm ou 3/4".

Dimensionamento da prumada e quadros de distribuição

Calcula-se a queda de tensão dos alimentadores para verificar se os demais dados são confirmados. Este cálculo tem início a partir da medição.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Na página 496 os DPS (Dispositivos de proteção contra surtos) serão instalados somente no QD1 (Primeiro quadro da entrada).

Quadro	Carga total		I_p (A)	Proteção (A)	Eletrot. mm pol.	Comp. Trecho (m)	Queda tensão (%)	Condutores (mm²)			Isol. (V)	Observação
	Instal. (W)	Deman (VA)						Fases	Neutro	PE		
Medição Padrão COPEL	73923	33453,8	88	100 *	40 1.1/4	0,010	1	25	25	16	750	Deriva da concessionária Dimen. Pág. 284
QD1	73923	33453,8	88	100 *	40 1.1/4	0,015	0,74	35	25	16	1000	Deriva da medição. Dimen. pág. 284
QD2	34060	16028,4	42,2	50	25 3/4"	0,003	0,21	10	10	10	750	Derivado do QD1

Arquivo do autor

* Na fórmula de Δe (%), a corrente de IP é considerado o valor máximo estabelecido pela concessionária, que seria 100A.

Pela concessionária de energia, a classificação do consumidor, conforme páginas 285, 464 e 465, o disjuntor geral é de 100A, e também Δe(%) Calcula-se pela corrente máxima do disjuntor, do padrão de entrada de energia.

$$QD1 \text{ -- } I_p = \frac{33453,8}{1,73x220} \rightarrow I_p = 88A$$

$$\Delta e(\%) = \frac{1,09x100x0,015x100}{220} \rightarrow \Delta e(\%) = 0,74\% < 1\%$$

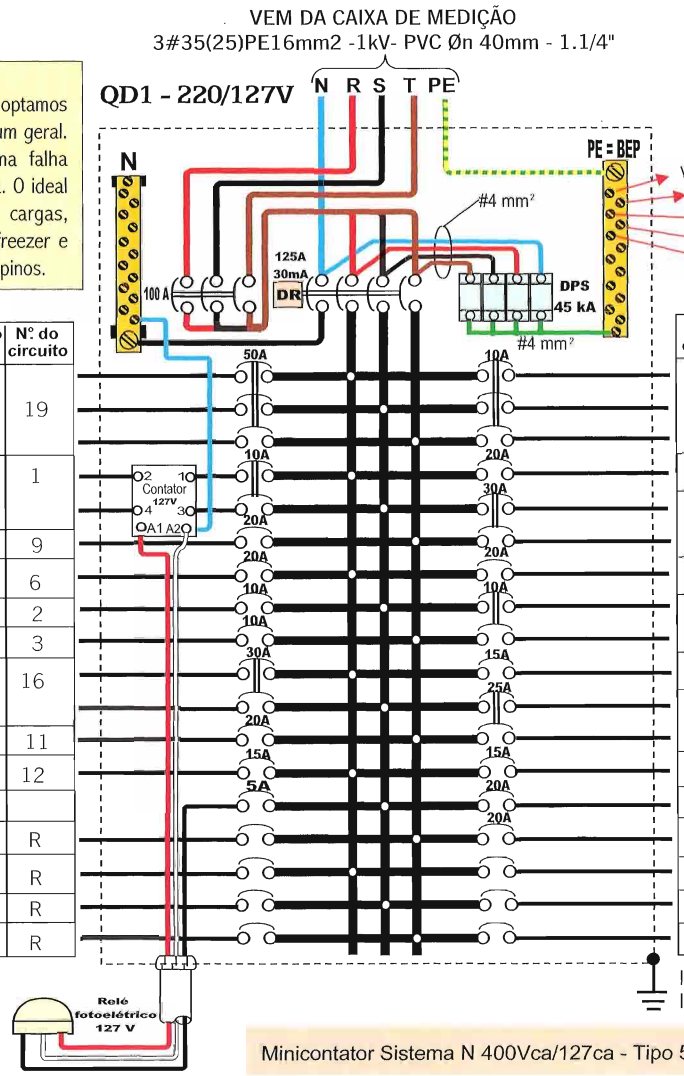
Portanto: I_c = 122A - 35mm² para as fases da página 323 e, Para condutor neutro e proteção, página 313.

Condutores tabelados pela concessionária:
35#35(25)PE16mm² - 1kV – Tabela página 285 e
Coluna 13 – "D" da página 323.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Esquema multifilar do QD1 - 220/127V

Alerta:
Na instalação do DR (dispositivo diferencial residual) optamos por questões econômicas e atendimento a norma, por um geral. Esta solução não é a melhor. Pois, ocorrendo uma falha (corrente de falta), toda a instalação ficará sem energia. O ideal será a instalação de um DR em cada uma das cargas, tomando-se os devidos cuidados com os circuitos de freezer e geladeira, bem como os equipamentos com plug de dois pinos.



Conforme NBR 5410:2004 - Anexo G
- Vai para antena de TV externa ou parabólica.
- Vai para as ferragens da estrutura da casa.
- Vai para as grades de ferro e janelas metálicas.
- **Vai para pára-raios (se houver).**
- Vai para tubulações metálicas (se houver).

Observação	Pot. (VA)	Cond. (mm²)	IDR (A)	Ind (A)	Ip (A)	Tensão (V)	Nº do circuito
QD2	16028,4	10	63 30 mA	50	42,11	220	19
Refletores externos	1530	1,5		10	6,95	220	1
TUG	1900	2,5		20	14,96	127	9
TUG	1800	2,5		20	14,17	127	6
Iluminação	1060	1,5		10	8,35	127	2
Iluminação	1060	1,5		10	8,35	127	3
Chuveiro suíte 1	5400	4,0		30	24,55	220	16
MLL	2000	2,5		20	15,75	127	11
MO	1500	2,5		15	11,81	127	12
							R
							R
							R
							R

Ind = Corrente nominal do disjuntor.
IDR = Interruptor diferencial residual.

Nº do circuito	Tensão (V)	Ip (A)	Ind (A)	IDR (A)	Cond. (mm²)	Pot. (VA)	Observação
18	220	6,61	10		1,5	2013	MPA
10	127	15,75	20		2,5	2000	TUG
15	220	22,73	30		4,0	5000	MSR
14	127	14,17	20		2,5	1800	MLR
17	220	7,73	10		2,5	1700	AC
8	127	11,02	15		2,5	1400	TUG
13	220	20	25		4,0	4400	TE
7	127	10,24	15		2,5	1300	TUG
5	127	14,96	20		2,5	1900	TUG
4	127	16,5	20		2,5	2100	TUG
R							
R							
R							

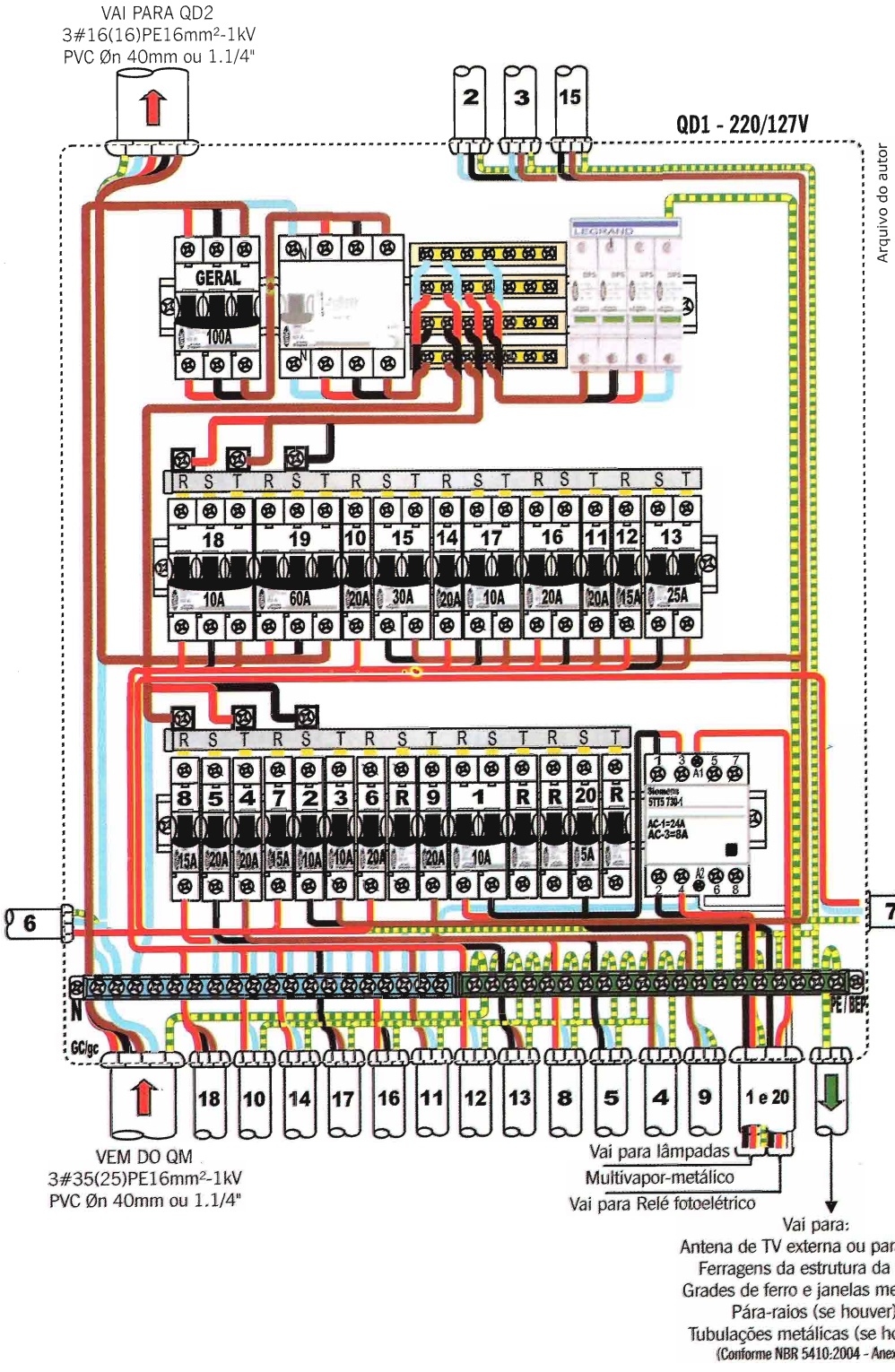
Ind = Corrente nominal do disjuntor.
IDR = Interruptor diferencial residual.

Minicontator Sistema N 400Vca/127ca - Tipo 5TT5 730-1

Arquivo do autor

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO - QD1



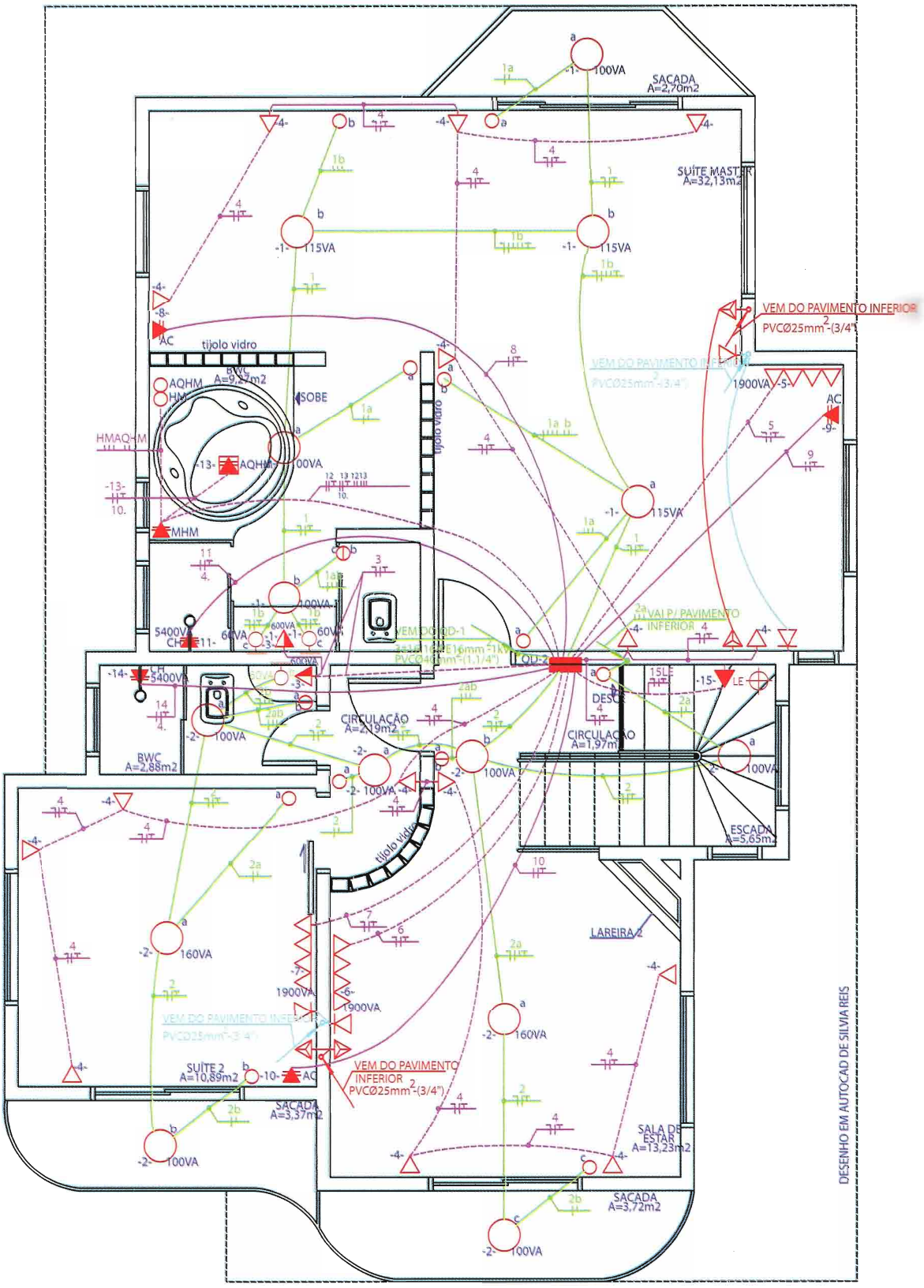
Arquivo do autor

alerta

As ligações das saídas dos disjuntores dos respectivos circuitos e a forma de acomodação dos condutores, aqui representados são apenas exemplos. Podem, eventualmente, sofrer alterações de tal forma que possa melhorar a sua disposição. Recomenda-se: 1. A colocação de canaletas com tampa para acomodar os condutores; 2. Colocar o número do circuito na saída dos disjuntores e nas saídas de cada eletroduto, como prevenção para possíveis manutenções. 3. Caso o quadro seja metálico, deverá ser aterrada a tampa e o espelho.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

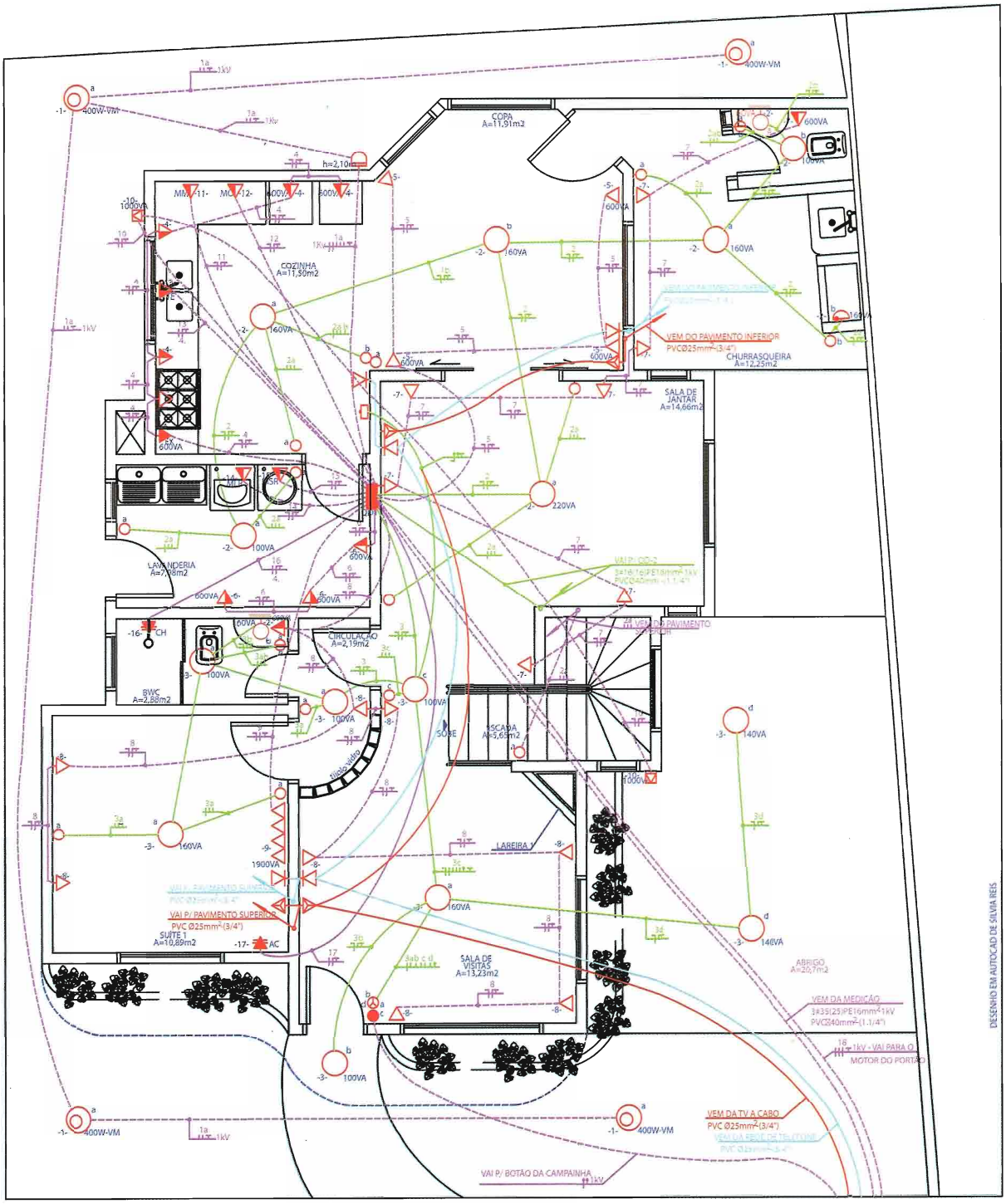
Projeto Elétrico - QD2



Planta baixa - pavimento superior.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Projeto Elétrico - QD1

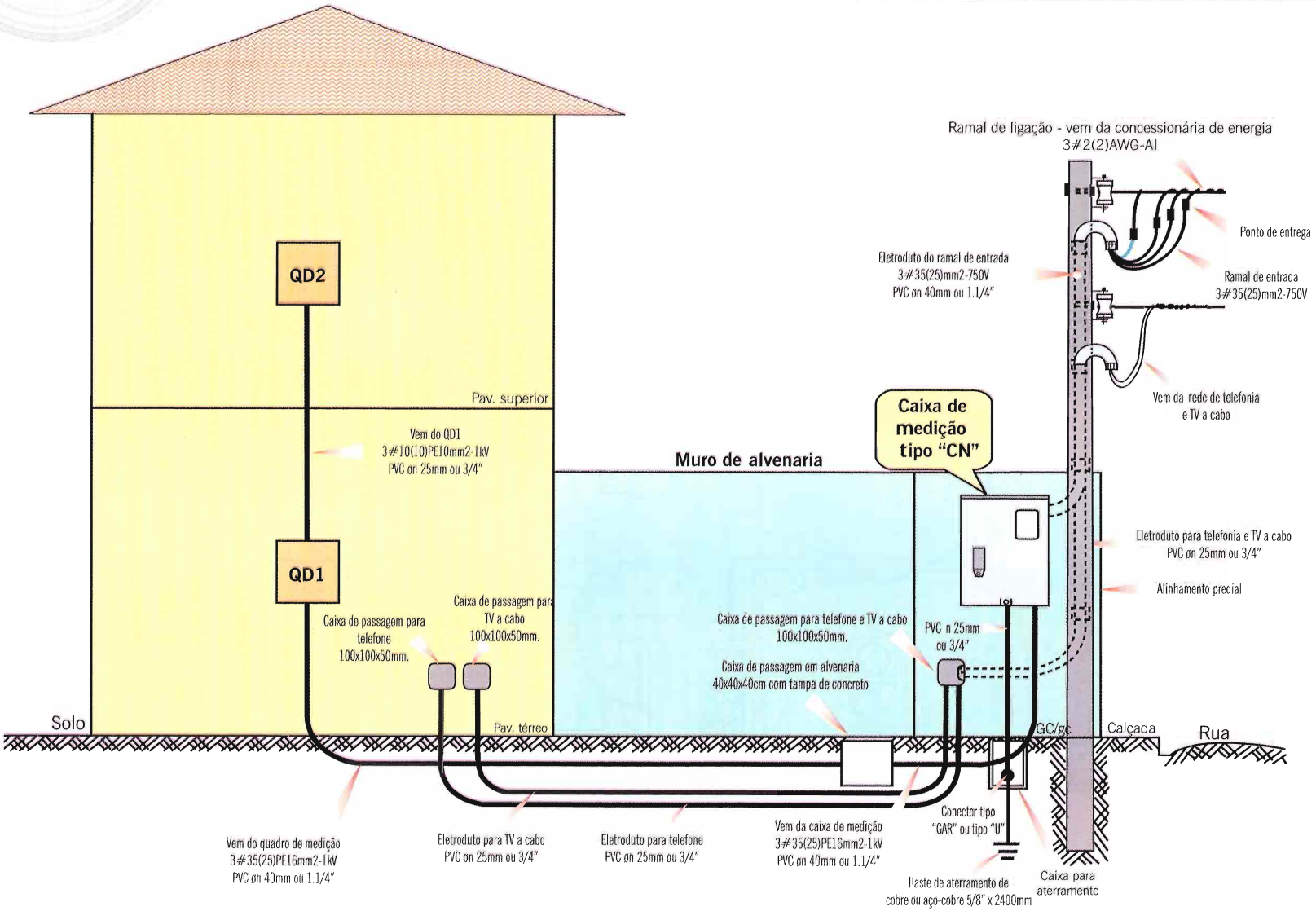


Planta baixa - pavimento térreo.

instalações elétricas prediais

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Prumada elétrica



Arquivo do autor

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

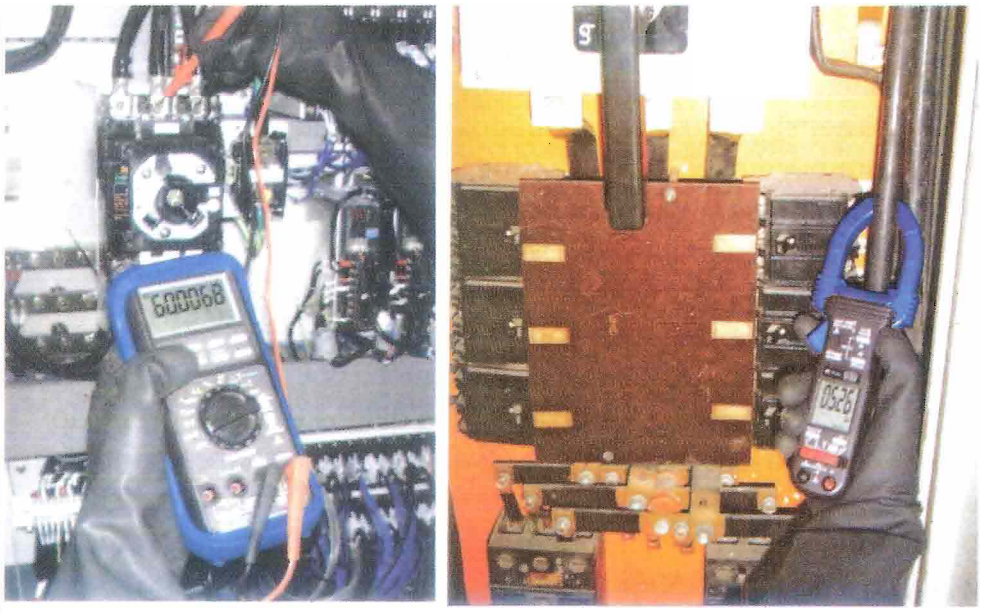
aplicando conhecimento

Documentação

A obra é iniciada por um projeto elétrico e a seguir a sua instalação. Cada etapa da instalação segue uma seqüência lógica, cada "peça" deve ser colocada no seu devido lugar, tais como eletrodutos, caixas de passagem, condutores, quadros, conectores, equipamentos, dispositivos, etc. Cada componente deve atender a uma especificação apropriada visando à qualidade e funcionalidade da instalação.

Portanto, a instalação elétrica de qualquer tipo, "seja ela nova, ampliação ou reforma de instalação existente deve ser inspecionada, ensaiada, durante a sua execução e/ou quando concluída, antes de ser colocada em serviço pelo usuário".

Todos os equipamentos e aparelhos, quer sejam elétricos, eletrônicos e veículos em geral, após saírem da linha de montagem, precisam ser devidamente testados em fábrica antes de serem liberados para o usuário e, inclusive, acompanhados com toda a documentação necessária, que são os manuais de instrução. As instalações elétricas devem, segundo a NBR 5410:2004, seguir o mesmo procedimento.



Fonte: Minipa

Ensaios requeridos pela norma são de fácil aplicação, utilizando-se aparelhos convencionais.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

A norma determina, também, as seguintes prescrições gerais sobre a "verificação final" da instalação, ou seja:

1. "Durante a realização da inspeção e dos ensaios devem ser tomadas precauções que garantam a segurança das pessoas e evitem danos à propriedade e aos equipamentos instalados".
2. "Em caso de ampliação ou reforma, deve ser verificado também se ela não compromete a segurança da instalação existente".
3. "As verificações devem ser realizadas por profissionais qualificados, com experiência e competência em inspeções. As verificações e seus resultados devem ser documentados em um relatório".

Inspeção visual

A inspeção visual é um procedimento que tem como finalidade verificar e confirmar se todos os componentes elétricos que constituem a instalação fixa permanente estão corretamente ligados. A inspeção visual deve preceder os ensaios e ser efetuada normalmente com a instalação desenergizada. Inicia-se com uma análise detalhada da documentação as built (conforme executado) da instalação.

Procedimentos

1. Se os componentes estão de acordo com as respectivas normas, como marca de conformidade, certificação ou informação declarada pelo fornecedor;
2. Dimensionados, selecionados e instalados de acordo com esta norma (NBR 5410:2004;
3. Não apresentam danos visíveis que possam comprometer seu funcionamento e a segurança;
4. Medidas de proteção contra choques elétricos;
5. Medidas de proteção contra efeitos térmicos;
6. Seleção e instalação das linhas elétricas;
7. Seleção, ajuste e localização dos dispositivos de proteção;
8. Presença dos dispositivos de seccionamento e comando, sua adequação e localização;
9. Adequação dos componentes e das medidas de proteção às condições de influências externas existentes;
10. Identificação dos componentes;

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

11. Presença das instruções, sinalizações e advertências requeridas;
12. Execução das conexões;
13. Acessibilidade.

Esses procedimentos devem, inicialmente, ser analisados em escritório

a) Analisar todos os documentos do projeto as buit, se esta documentação está completa (quanto à quantidade de documentos) e se a documentação fornecida é suficiente para a verificação final;
b) Verificação dos dimensionamentos dos circuitos de distribuição e terminais, conforme projeto as built, de acordo com os critérios: seção mínima, capacidade de condução de corrente, da queda de tensão, coordenação entre condutores e dispositivos de proteção contra sobrecarga e curto-circuito e proteção supletiva (proteção contra contatos indiretos). A verificação pode ser feita através da memória de cálculo fornecida pelo projetista ou utilizando software adequado.

Verificação no local

a) Quanto à funcionalidade e acessibilidade da instalação: conformidade dos componentes com os dados e indicações do projeto as built e com as influências externas e condições de acesso aos componentes com vistas à segurança e manutenção.
b) Das medidas de proteção contra contatos diretos (total ou parcial) aplicáveis;
c) Dos componentes do sistema de aterramento;
d) Dos procedimentos de segurança em locais contendo banheira e/ou chuveiros, em piscinas e em saunas.

Ensaios da instalação

Após a realização da inspeção visual, a norma determina a realização dos ensaios da instalação, conforme a seqüência apresentada a seguir:

a) Continuidade dos condutores de proteção e das eqüipotencialização principal e suplementares;

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

b) Resistência de isolamento da instalação elétrica;

c) Resistência de isolamento das partes da instalação objeto de SELV, PELV ou separação elétrica;

d) Seccionamento automático da alimentação;

e) Ensaio de tensão aplicada, realizados em montagem ou conjuntos executados ou modificados no local da instalação; e

f) Ensaios de funcionamento, para montagens tais como quadros elétricos, acionamentos, controles, intertravamentos, comandos, etc.

alerta

"No caso de não-conformidade, o ensaio deve ser repetido após a correção do problema, bem como todos os ensaios precedentes que possam ter sido influenciados".
"Os métodos de ensaios descritos são de referência. Outros métodos podem ser utilizados, desde que, comprovadamente, produzam resultados não menos confiáveis".

Manutenção da instalação

A NBR 5410:2004, item 8, determina que toda instalação deve ser submetida à manutenção com periodicidade adequada, ou seja, a periodicidade deve ser tanto menor quanto maior a complexidade da instalação. Na manutenção deve ser observada:

Qualificação do pessoal

As verificações e intervenções nas instalações elétricas devem ser executadas somente por pessoas advertidas (BA4) ou qualificadas (BA5), conforme tabela abaixo:

Código	Classificação	Características	Aplicações e exemplos
BA1	Comuns	Pessoas inadvertidas.	-
BA2	Crianças	Crianças em locais a elas destinados①	Creches, escolhas.
BA3	Incapacitadas	Pessoas que não dispõem de completa capacidade física ou intelectual (idosos, doentes).	Casas de repouso, unidades de saúde.
BA4	Advertidas	Pessoas suficientemente informadas ou supervisionadas por pessoas qualificadas, de tal forma que lhes permite evitar os perigos de eletricidade (pessoas de manutenção e/ou operação).	Locais de serviço elétrico.
BA5	Qualificadas	Pessoas com conhecimento técnico ou experiência tal que lhes permite evitar os perigos da eletricidade (engenheiros e técnicos).	Locais de serviço elétrico fechados.

①Esta classificação não se aplica necessariamente a locais de habitação.

Fonte: NBR 5410:2004

Competência das pessoas.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Verificação de rotina: manutenção preventiva

a) Condutores: Inspecionar as condições da isolação e das conexões, fixação e suporte.

b) Quadros de distribuição e painéis: Verificar a estrutura dos quadro e painéis, tais como fixação, integridade mecânica, pintura, corrosão, fechaduras e dobradiças, condutores e cordoalhas de aterramento. Verificar, também, os componentes com partes móveis, como contatores, disjuntores, relés, chaves seccionadoras, etc.

c) Equipamentos móveis: As linhas flexíveis que alimentam equipamentos móveis devem ser verificadas conforme alínea a), bem como a sua adequada articulação.

d) Ensaios: Devem ser efetuados os ensaios descritos em ensaios da instalação página 496.

e) Ensaio geral: Ao término das verificações, deve ser efetuado um ensaio geral de funcionamento, simulando-se pelo menos as situações que poderiam resultar em maior perigo. Deve ser verificado se os níveis de tensão de operação estão adequados.

f) Manutenção corretiva: Se as verificações indicadas (conforme verificação de rotina acima) forem consideradas inseguras, deve ser imediatamente desenergizada no todo ou na parte afetada. Somente deve ser recolocada em serviço após correção dos problemas detectados.

Troque idéias com seus colegas e professores sobre a importância de verificação final e a manutenção para o correto funcionamento da instalação elétrica.

A verificação final como a sua manutenção são fundamentais para o correto funcionamento da instalação elétrica. A obediência a esses procedimentos deve ser uma constante de todo o profissional da área elétrica, ou seja, zelar pela qualidade, segurança e integridade física dos usuários, da instalação e do empreendimento. O não-cumprimento das normas, o desleixo, pode trazer conseqüências desastrosas para o profissional.

alerta

O reaperto das conexões deve ser feito no máximo 90 dias após a entrada em operação da instalação elétrica e repetido em intervalos regulares.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

oficina teórica

1. Comente as prescrições gerais estabelecidas pelo NBR 5410 para a verificação final de uma instalação elétrica.

2. Releia a parte final deste capítulo para definir:

a) Inspenção visual;

b) Ensaios de instalação;

c) Manutenção de instalação.

3. Como se realiza uma manutenção preventiva?

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

capítulo único

Comando de motores elétricos monofásicos e trifásicos

O motor elétrico é uma máquina que tem a função de transformar a energia elétrica em energia mecânica. É o mais utilizado dentre todos os tipos de motores existentes, pela simplicidade de construção, custo reduzido, permitindo uma combinação e adaptação aos mais variados tipos de carga. Com isso, obtém-se ótimos rendimentos, com as vantagens da utilização de energia elétrica, tais como limpeza, facilidade no transporte, baixo custo e comando simplificado.

Fonte: WEG

Aplicação dos motores industriais.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

aplicando conhecimento

Tipos de motores elétricos

Os principais tipos de motores elétricos são motores de corrente contínua e motores de corrente alternada.

Os motores de corrente contínua apresentam como características custo elevado que necessita de uma fonte de (cc) ou de um dispositivo que converta a corrente alternada em corrente contínua (cc), velocidade ajustável, maior precisão e flexibilidade no controle e aplicação em casos especiais.

Os motores de corrente alternada são os mais utilizados porque a distribuição de energia elétrica é feita em corrente alternada.

Os principais tipos de motores de corrente alternada são o motor síncrono e o de indução.

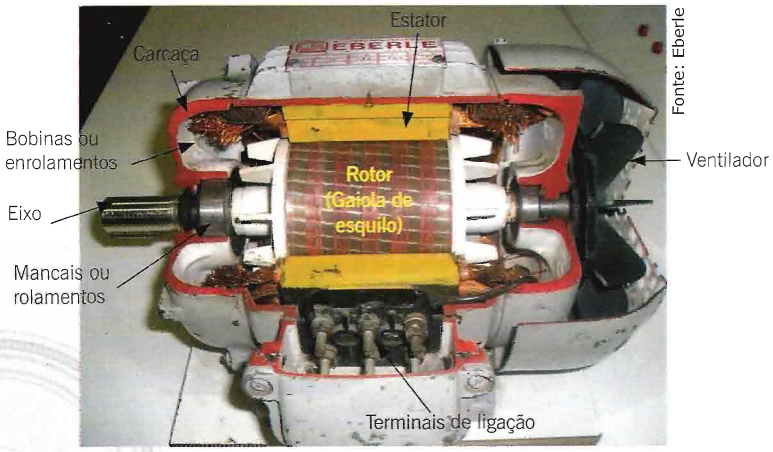
O motor síncrono funciona com velocidade estável e apresenta sincronismo entre a velocidade do campo magnético rotativo e a velocidade do rotor.

Já o motor de indução (ou assíncrono) funciona normalmente com velocidade constante, a qual pode variar com a carga mecânica aplicada ao eixo. De construção simples, robustez e baixo custo é o mais utilizado de todos, sendo utilizado quase que em todas as máquinas encontradas na prática.

Nota

Neste trabalho nos limitaremos a prestar informações básicas sobre ligações dos motores monofásicos e trifásicos de indução e algumas aplicações domésticas dos motores monofásicos universais.

Principais componentes de um motor elétrico



Componentes do motor.

Um motor elétrico é constituído, basicamente, dos seguintes componentes: estator, carcaça, bobinas (ou enrolamentos), mancais (ou rolamentos), rotor, terminais de ligação e ventilador.

O motor monofásico de indução é constituído, além desses componentes, mais o interruptor centrífugo e o capacitor.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

oficina teórica

1. Quais são os tipos de motores elétricos encontrados no comércio especializado?

2. Quais são os tipos de motores de corrente alternada?

3. Quais são as características de um motor de corrente contínua?

4. Quais são as características do motor síncrono e do motor de indução?

aplicando conhecimento

Motor de corrente alternada monofásico

Os motores de corrente alternada (ca) monofásicos são geralmente fabricados para pequenas potências, que pode chegar até 10 cv. A aplicação é vasta e por isso existe uma grande variedade de tipos de motores monofásicos, tais como: motor de indução monofásico (motor de anéis nos pólos, motor de fase partida ou de fase auxiliar, motor com capacitor e motor de indução com partida de repulsão), motor de repulsão e motor universal.

Dessa vasta linha de motores monofásicos vamos nos ater ao motor de fase auxiliar. Os motores monofásicos de fase auxiliar

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

são os que possuem a mais larga aplicação dentre os monofásicos. Esses motores possuem dois tipos de enrolamentos: principal e auxiliar.

O enrolamento principal (denominado de campo de serviço), processará o seu funcionamento normal, desde que exista alimentação.

O enrolamento auxiliar tem por função auxiliar a partida do motor e determinar o sentido de giro ou rotação. No enrolamento auxiliar estão ligados, em série, dois componentes: o capacitor e o interruptor centrífugo.

- Capacitor: tem por função defasar de 90° em atraso a tensão em relação à corrente, ou seja, o capacitor é polarizado inversamente para que determine o sentido de giro.
- Interruptor centrífugo: tem por função desligar o campo auxiliar quando o motor atingir 75% da velocidade nominal. Enquanto o motor está em funcionamento normal, o enrolamento ou bobina auxiliar está desligada.

Os motores monofásicos de fase auxiliar podem ser encontrados no comércio especializado com dois, quatro e seis terminais. Os motores com dois terminais funcionam em 127V ou 220V.

Por outro lado, os motores com quatro terminais funcionam em 127V ou 220V e permitem a inversão de rotação. Enfim, os motores com seis terminais funcionam em 127V, 220V e permitem a inversão de rotação.

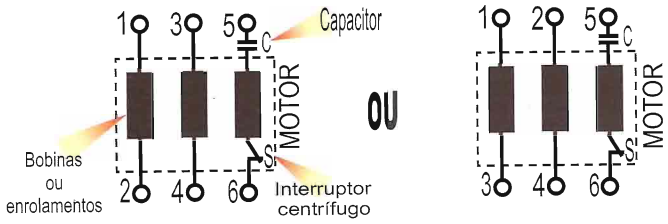
alerta

A bobina auxiliar é confeccionada, normalmente, com a metade do número de espiras e com seção dos condutores menores em relação às bobinas principais. Por isso, essa bobina não pode ficar energizada durante o funcionamento normal do motor, deve ser desligada pelo interruptor centrífugo, pois caso contrário poderá queimar.

Representação das bobinas e identificação do motor monofásico

As bobinas principais são representadas pelos bornes ou terminais de ligação numerados, sendo os inícios de bobinas, os bornes, com os números 1 e 3 ou 1 e 2 e os finais 2 e 4 ou 3 e 4, respectivamente.

A bobina auxiliar é representada pelos bornes ou terminais de ligação numerados com início de bobina 5 e final de bobina 6.



www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

oficina prática

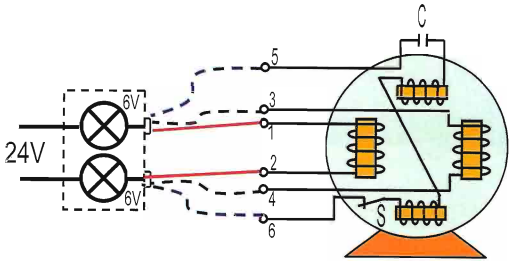
1. Faça o teste de continuidade das bobinas de motores monofásicos e trifásicos com seis terminais, segundo as instruções abaixo.

Com o auxílio de uma lâmpada de prova ou um instrumento para verificação de continuidade, procede-se da seguinte forma:

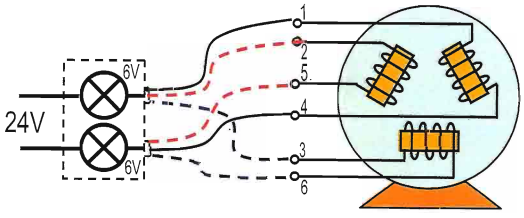
- Pega-se um dos terminais do motor e liga-se a um dos terminais da lâmpada de prova ou do instrumento;
- Procura-se entre as outras pontas (terminais) do motor, qual delas dá seqüência à passagem de corrente elétrica (a lâmpada de prova se acende ou o instrumento dá condição de continuidade). Definiu-se a primeira bobina. Marca-se: Para o motor monofásico com início de bobina 1 e final de bobina 2; para o motor trifásico com início 1 e final 4.
- Repete-se a operação até definir-se as três bobinas. (Veja figura abaixo).

alerta

Para atender a norma a respeito de segurança (SELV-Segurança extra baixa tensão), a lâmpada de prova deve ser alimentada com 24V.



Motor monofásico.



Motor trifásico.

2. Processo para determinar a bobina auxiliar do motor monofásico

a) Medição de resistência

Para determinar a bobina auxiliar do motor monofásico, é preciso realizar o processo de medição da resistência. Com o auxílio de um V.O.M., verifica-se o valor da resistência de cada uma das bobinas, aquela que apresentar maior valor é a bobina auxiliar.

b) Lâmpada de prova

Em relação à lâmpada de prova, liga-se a bobina para que a lâmpada acenda. Movimentando-se o eixo do motor, com o auxílio de uma cordinha, haverá o desligamento do interruptor centrífugo, fazendo com que a lâmpada de prova se apague.

alerta

Para medição de resistência ou definição da continuidade da bobina observar se o motor está desenergizado (desligado).

3. Para polarização das bobinas principais do motor monofásico, proceda:

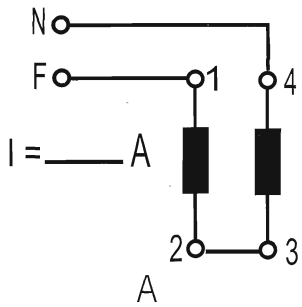
- Liga-se as duas bobinas de trabalho em série e aplica-se aos terminais da associação a tensão nominal de uma delas, mede-se a corrente. (A página 512).
- Inverte-se a ligação acima, e mede-se a corrente. (B página 512).

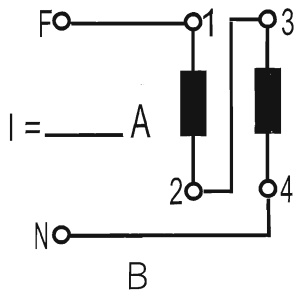
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

alerta

Para esta operação utiliza-se o amperímetro alicate.

- A associação que acusar a menor corrente, deve-se marcar com os números: 1 – 2 – 3 – 4 na seqüência do sentido da corrente.





oficina teórica

1. Quais são os três tipos de motores monofásicos?

2. Cite quatro tipos de motores monofásicos de indução.

3. Por que se usa uma chave centrífuga nos motores de fase partida ou de fase auxiliar?

4. Quais são os componentes que estão ligados em série com a bobina auxiliar?

5. Qual a função do capacitor para o funcionamento do motor monofásico de indução?

6. Cite as partes constituintes de um motor elétrico de indução ou assíncrono.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

aplicando conhecimento

Motor trifásico

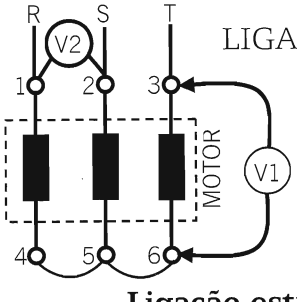
Os motores trifásicos são os de mais amplo emprego na indústria. Entre os tipos de motores trifásicos o assíncrono com rotor em curto (gaiola de esquilo) é o mais usado.

No estator dos motores trifásicos, tem-se convenientemente dispostos três enrolamentos ou bobinas (um para cada fase), dos quais saem os fios para ligação do motor à rede, podendo sair três, seis, nove ou doze fios ou terminais. Os motores de três terminais são raramente encontrados devido à desvantagem de permitirem somente a ligação para uma tensão. Já os motores com nove e 12 terminais, também são raros, pois são utilizados quando necessitam de motores pesados, para duas, três ou quatro tensões. Por fim, os motores com seis terminais são os mais utilizados atualmente, estes permitem ligações estrela (380V) e triângulo (220V), conforme a tensão da rede local.

alerta

O motor trifásico para o seu regime normal de trabalho deverá estar sempre conectado em triângulo.

Representação das bobinas e ligações em estrela e triângulo, do motor trifásico



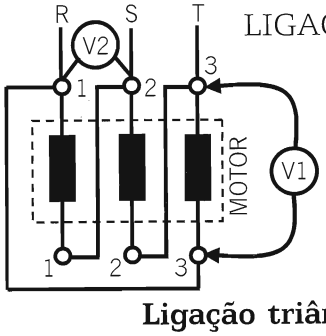
LIGAÇÃO ESTRELA

V1 = 127V

V2 = 220V

Na ligação em estrela, os inícios das bobinas 1, 2 e 3 recebem alimentação através das fases R, S e T, respectivamente e os finais das bobinas 4, 5 e 6 são interligados entre si.

Ligação estrela: É utilizada para a retirada do motor da inércia. Deve-se utilizar chave de partida, conforme exigência da Concessionária (COPEL), para motores com potência a partir de 5cv.



LIGAÇÃO TRIÂNGULO

V1 = 220V

V2 = 220V

Na ligação em triângulo, interliga-se: 1 com 6; 2 com 4 e 3 com 5, e a alimentação fases R, S e T são ligadas aos terminais 1, 2 e 3 respectivamente.

Ligação triângulo: É a ligação final do motor, utilizada para qualquer potência.

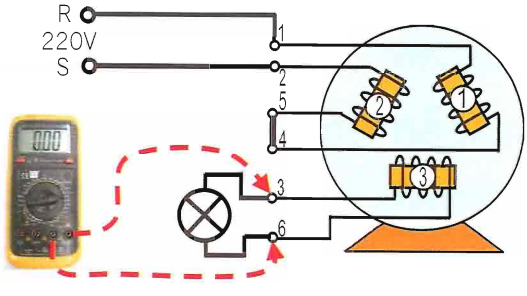
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

oficina prática

Polarização das bobinas do motor trifásico com seis terminais:

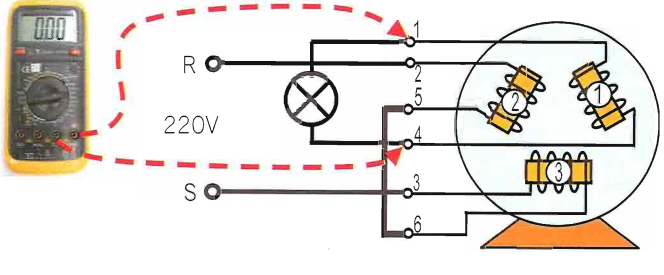
1. Polarização das bobinas 1 e 2 – Fonte 220V

- liga-se as pontas ou terminais 4 com 5;
- liga-se os terminais 1 e 2 à fonte;
- liga-se uma lâmpada ou um V.O.M. na escala de tensão, aos terminais 3 e 6. Se a lâmpada acender ou o V.O.M. indicar tensão, a bobina 1 estará com a polaridade invertida. Neste caso, trocar 4 com 1. Se a lâmpada permanecer apagada ou o V.O.M. não indicar tensão, as bobinas 1 e 2 estão polarizadas.



2. Polarização da bobina 3 – Fonte 220V

- liga-se os terminais 5 com 6;
- liga-se os terminais 2 e 3 à fonte;
- liga-se uma lâmpada ou V.O.M. aos terminais 1 e 4. Se a lâmpada acender ou o V.O.M. indicar tensão, a bobina 3 está com a polarização invertida. Neste caso, trocar 3 com 6;
- repetir a ligação e ver se a lâmpada permanece apagada ou o V.O.M. não está indicando tensão.



alerta

1. Não se deve, durante as operações, permanecer com o motor ligado mais tempo que o necessário. Ligar, fazer as observações necessárias e desligar em seguida.

2. Caso seja utilizado lâmpada, a mesma deve ser para 24V, aproximadamente.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

oficina teórica

1. Dentre os motores trifásicos quais os mais utilizados na indústria?

2. Quanto ao número de terminais, os motores trifásicos podem ser encontrados...

3. Em função do número de terminais qual o mais utilizado?

4. Quais os tipos de ligações possíveis de se fazer num motor trifásico com seis terminais?

5. Explique como devem ser feitas as ligações em estrela e triângulo.

aplicando conhecimento

Partida de motores elétricos

Os motores elétricos necessitam, para o seu funcionamento, da energia elétrica da rede da concessionária e a transformam em energia mecânica em seu eixo caracterizada pela rotação. No momento em que o motor é energizado, através de um dispositivo de partida, comando ou manobra, a corrente inicial (corrente de partida), exigida pelo motor, pode chegar a sete vezes o valor da corrente nominal.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

"Se o motor é energizado em vazio (sem carga) ele adquire rapidamente sua velocidade nominal e a diminuição da corrente será rápida também, porém se o motor partir "em carga" a situação é mais complicada, pois as correntes serão maiores e as solicitações elétricas aos dispositivos de acionamento também".

No entanto, o motor de indução com rotor gaiola de esquilo, a corrente elevada na partida não é suficiente para danificar o motor, porém pode causar uma indesejável flutuação de corrente no sistema de alimentação. Devido a isso, toda a tensão ou corrente nominal só se aplica na partida de motores de pequena potência, normalmente de 3 cv a 5 cv no máximo. Para motores com potências maiores deve-se utilizar chaves de partida.

Fonte WEG

Arquivo autor

Arquivo autor

Chaves de partida para motores.

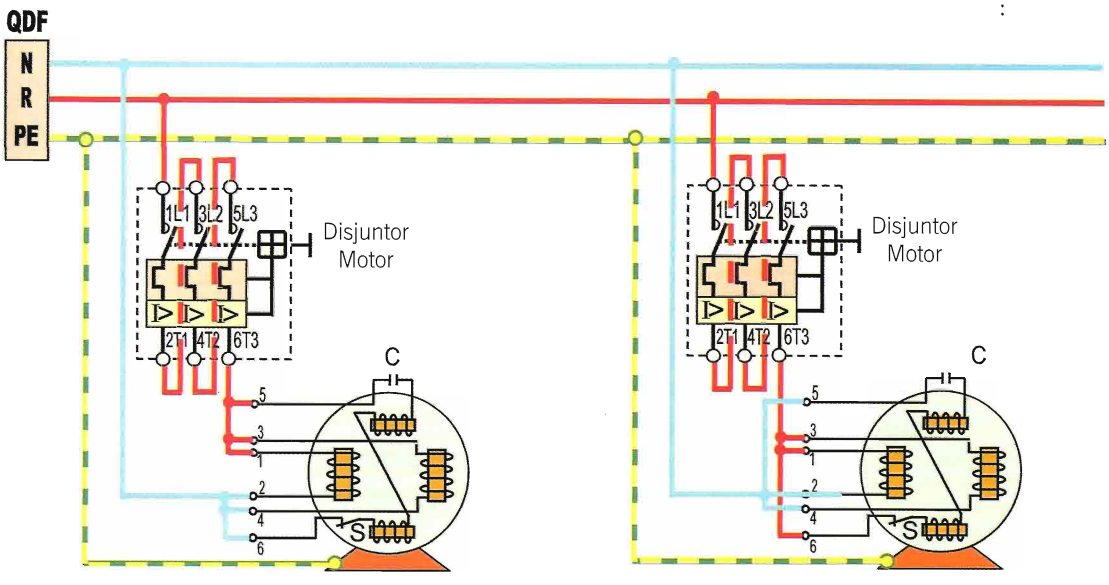
Partida direta de motor monofásico

Para a partida direta de motor monofásico, proceda da seguinte maneira.

Para inverter o sentido de rotação (giro) do motor monofásico, basta inverter as ligações da bobina auxiliar, ou seja, trocar 5 com 6. No sentido horário a fase estava ligada no terminal 5 e o neutro no terminal 6, e no sentido anti-horário a fase passa para o terminal 6 e o neutro para o terminal 5, invertendo o sentido do campo magnético da bobina auxiliar, de acordo com:

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Ligação em 127V por disjuntor motor – dois sentidos de rotação



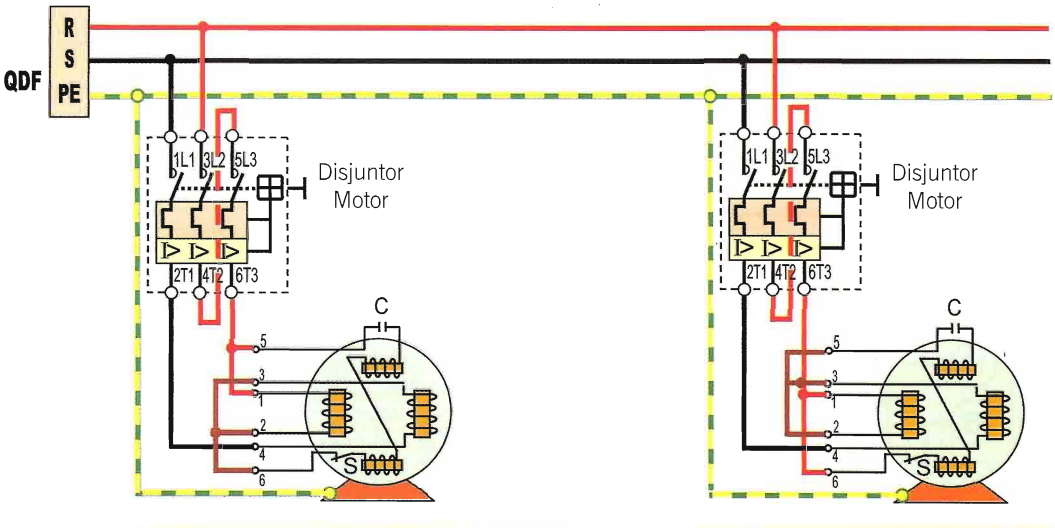
Arquivo do autor

Rotação do motor no sentido horário
FASE – 1 – 3 – 5
NEUTRO – 2 – 4 – 6

Rotação do motor no sentido anti-horário
FASE – 1 – 3 – 6
NEUTRO – 2 – 4 – 5

Ligação em 220V por disjuntor motor – dois sentidos de rotação

Na ligação em 220V (com duas fases), a inversão do sentido de rotação acontece pela troca de ligações da fase R com os terminais 5 e 6.



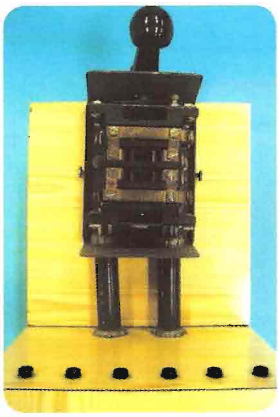
Arquivo do autor

Rotação do motor no sentido horário
FASE "R" – 1 – 5
FASE "S" – 4
INTERLIGADOS – 2 – 3 – 6

Rotação do motor no sentido anti-horário
FASE – 1 – 3 – 6
FASE "S" – 4
INTERLIGADOS – 2 – 3 – 5

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Partida direta de motor monofásico com chave reversora manual



Arquivo do autor

Chave reversora monofásica.

Para efetuar a inversão do sentido de giro (rotação) do motor monofásico utiliza-se a chave reversora de comando manual. Normalmente do tipo rotativo, possui um conjunto de contatos móveis e fixos que ao mover o manípulo da chave o motor parte em um sentido e para inverter o sentido de rotação basta mudar a posição do manípulo da chave.

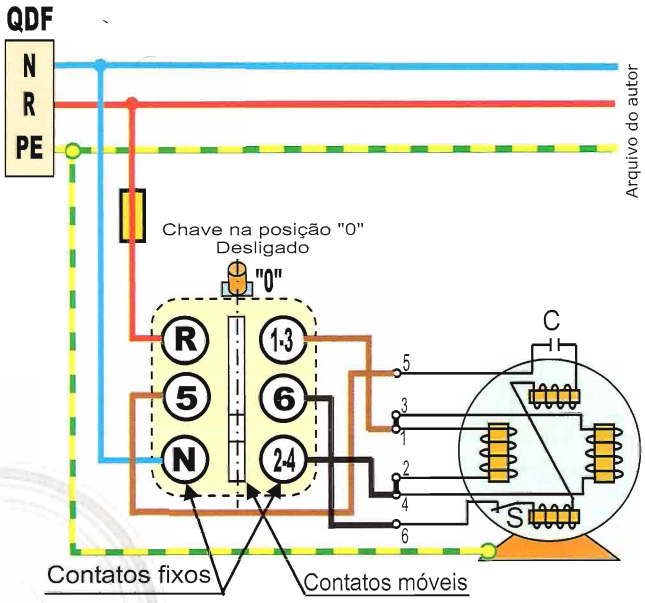
Pode ser encontrada no comércio especializado do tipo de embutir ou sobrepor. É uma chave que proporciona segurança para o operador, facilidade de instalação e custo baixo.

Devem apresentar as seguintes características que são importantes para o bom funcionamento, tais como:

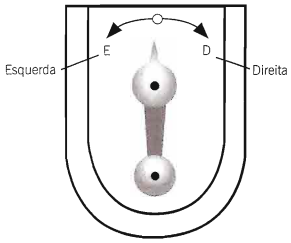
- suportar a corrente nominal de serviço sem se quebrar;
- conter isolamento condizente com a tensão nominal de serviço;
- ter razoável velocidade de abertura dos contatos a fim de que possa ser manobrada com carga;
- é recomendável que contenha ainda: desenho ou foto do dispositivo ou chave, número de referência comercial (próprio do fabricante), corrente de serviço, tensão de serviço, dimensões e esquema de ligações.

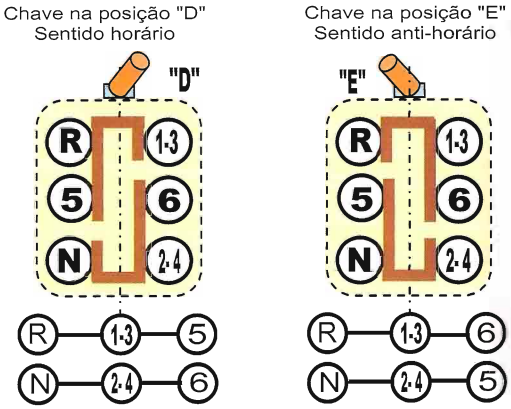
Esquema funcional da chave reversora manual monofásica em 127V

A chave possui três posições. São elas: posição "0", "D" e "E".



Arquivo do autor





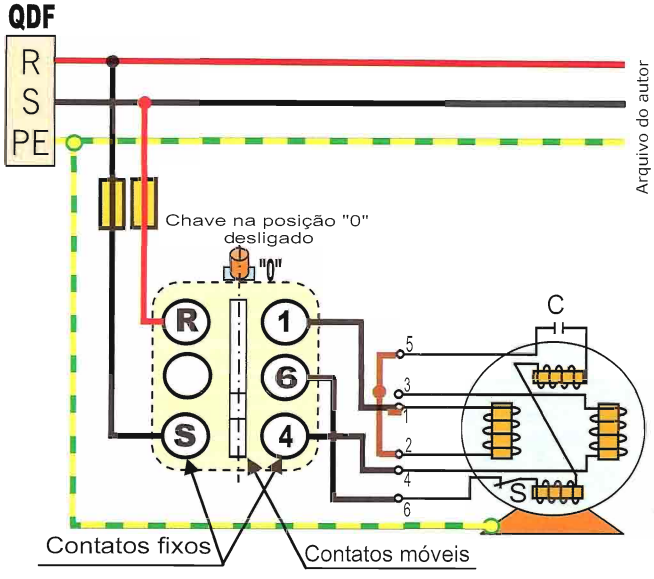
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

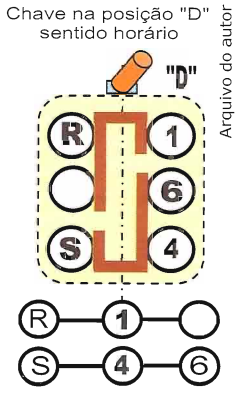
O sentido mencionado é por hipótese. Caso o motor gire em sentido oposto ao indicado, deve-se inverter 5 com o 6 na chave.

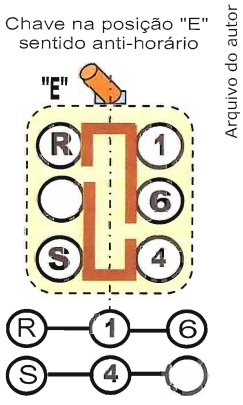
Para inverter o sentido de giro, deve-se levar o manípulo na posição "0" e aguardar o fechamento do interruptor centrífugo, posteriormente mude a posição do manípulo da chave.

Esquema funcional da chave reversora manual monofásica em 220V.

Os terminais 2, 3 e 5 do motor são ligados entre si e isolados da chave, e a inversão do sentido de giro se faz apenas pelo terminal 6, que se acopla com o terminal 1 e 4.



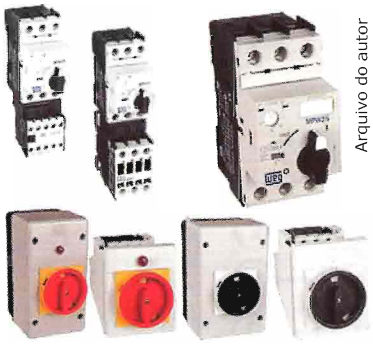




Partida direta de motor trifásico

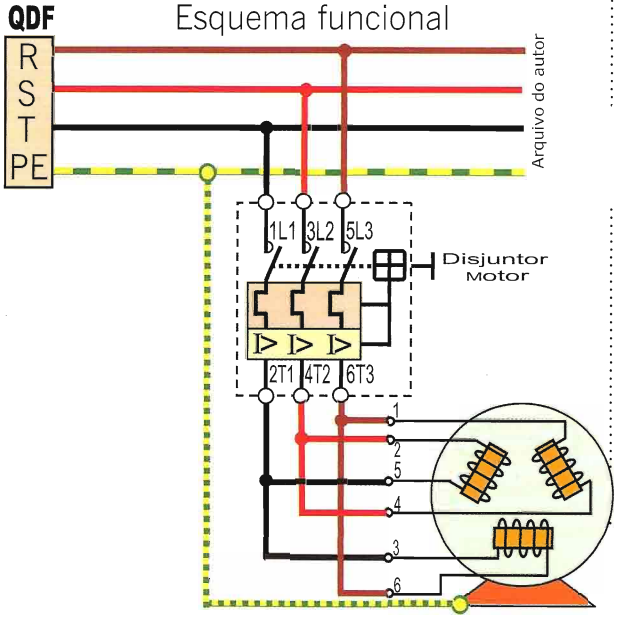
Para a partida direta de motor trifásico, proceda conforme exposto abaixo.

Disjuntor motor



Arquivo do autor

Esquema funcional



alerta

O motor trifásico ao ser conectado a um disjuntor deve ter seus terminais ligados em triângulo.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Arquivo do autor

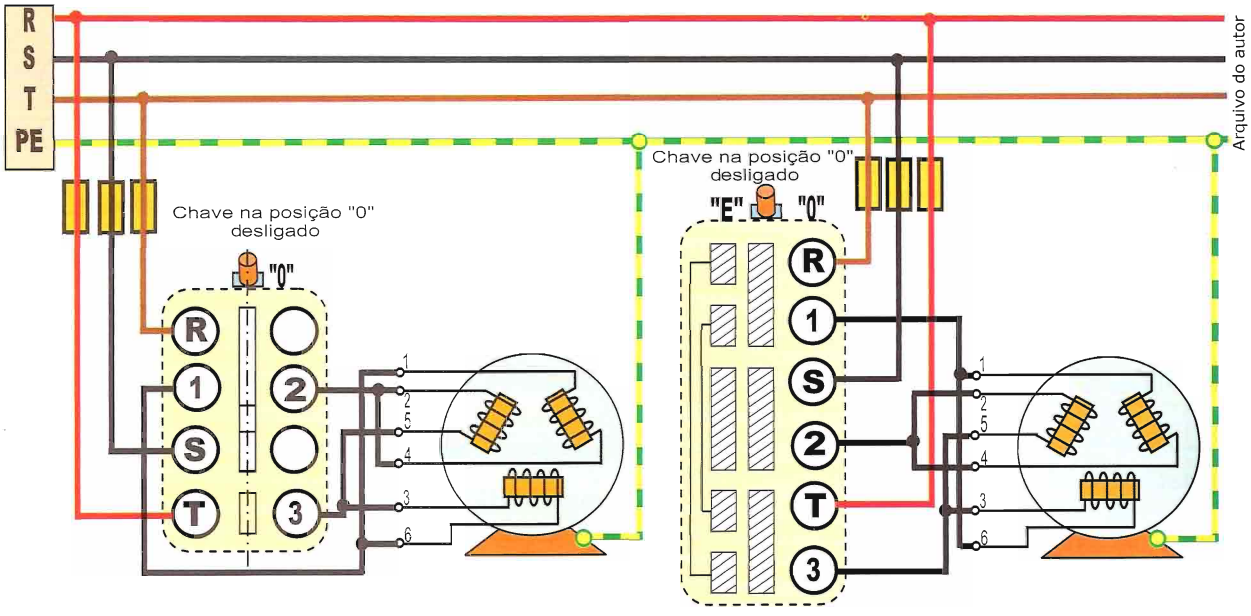
Chave reversora trifásica.

Partida direta de motor trifásico com chave reversora manual

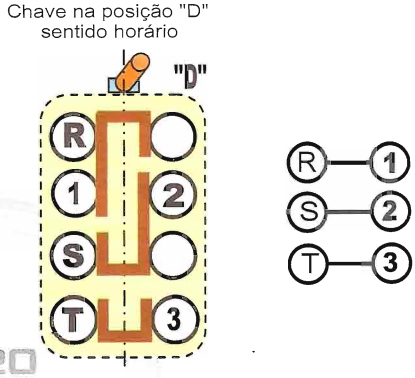
A chave reversora trifásica, semelhante à chave reversora monofásica, difere apenas quanto à programação dos contatos e pode ser seca ou conter óleo vegetal para reduzir o arco em função das correntes elevadas.

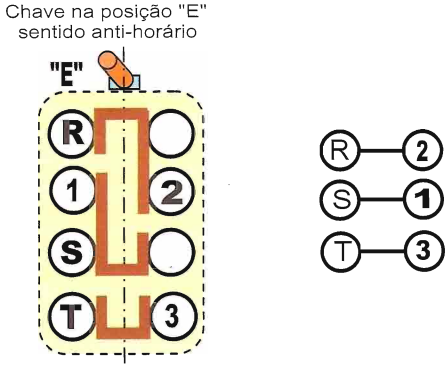
Esquema funcional da chave reversora manual trifásica

Observe o esquema funcional da chave reversora manual trifásica.



Arquivo do autor





www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

O motor trifásico, antes de ser ligado à chave reversora Manual, deverá ter seus terminais conectados em triângulo, que é a ligação para o recebimento da carga em seu eixo, ligação final. Além disso, a chave reversora manual trifásica é usada para motor com potência até 5cv ou 5HP, pois é considerada como partida direta.

Partida de motor trifásico com chave estrela-triângulo manual

A chave estrela-triângulo manual é utilizada em motores cuja potência seja de 5cv até 15cv, com o objetivo de retirar o motor da inércia para reduzir a corrente de partida, quando ligado a uma carga, mas o motor deve partir vazio. Portanto, a ligação estrela é a ligação auxiliar para a retirada do motor da inércia.

A finalidade é atender as exigências das concessionárias de energia elétrica, que consideram necessário o emprego de dispositivos especiais para limitar a corrente de partida, a fim de evitar perturbações no funcionamento de instalações vizinhas.

Apresentam as mesmas características construtivas das chaves reversoras manuais, Dahlander, etc., diferindo apenas no número e na programação dos contatos. Logo, devem ser utilizadas em motores que permitem essas ligações, ou seja, a tensão da rede deverá coincidir com a tensão do motor na ligação em triângulo, podendo ser de embutir ou de sobrepor.

Arquivo do autor

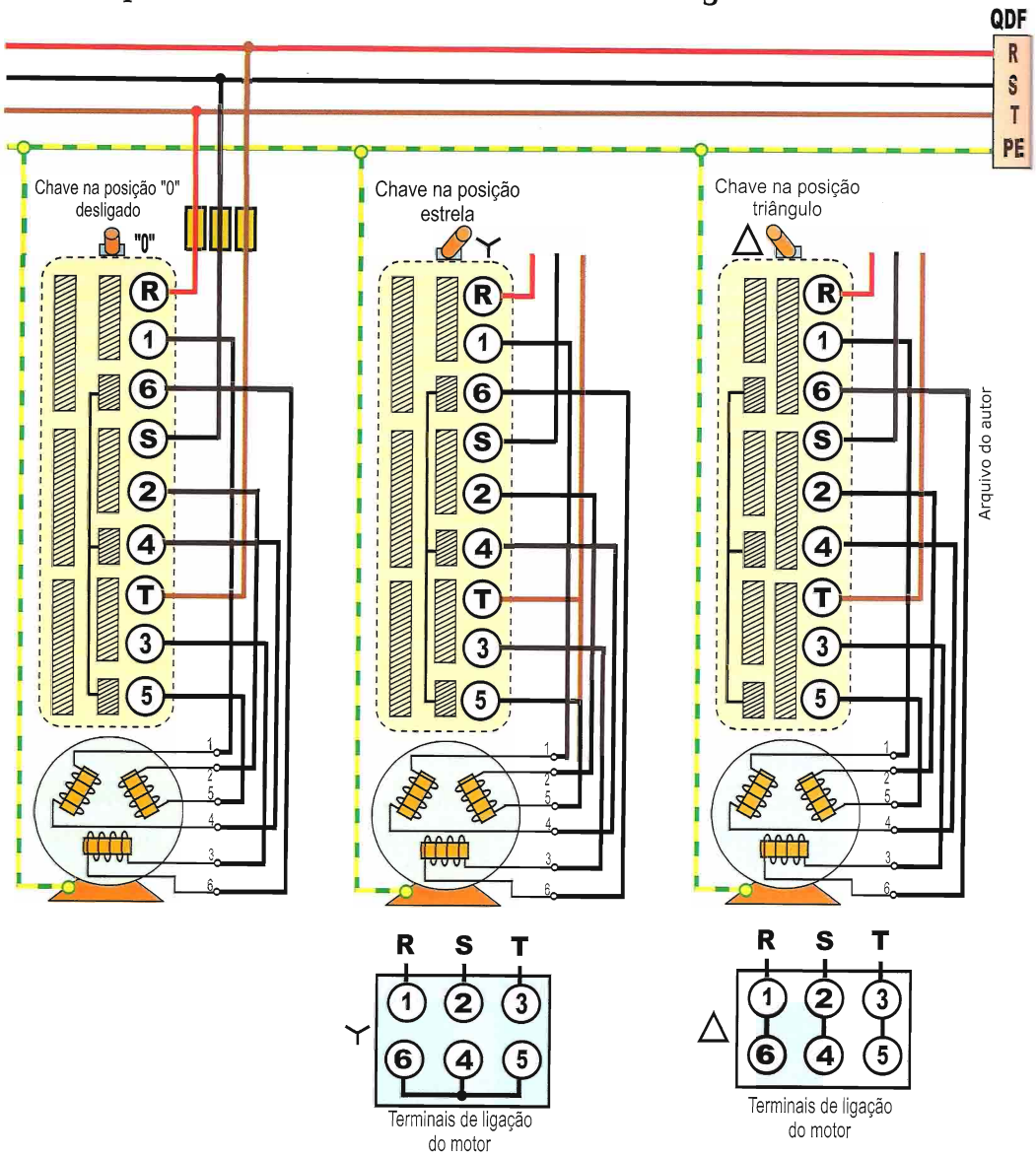
Chave estrela-triângulo.

alerta

Os motores deverão ter, impreterivelmente, seis terminais e devem ser utilizados em redes com tensão até 500V.

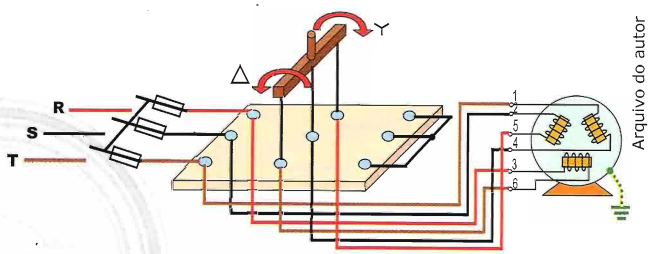
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Esquema funcional da chave estrela-triângulo manual



A passagem da ligação estrela para triângulo só deve ser executada quando o motor atingir 80% da velocidade nominal.

Esquema funcional da chave estrela-triângulo manual tipo faca.



Note que a chave estrela-triângulo manual tipo faca é ainda utilizada em algumas instalações tais como: moinhos, marcenarias, serrarias, etc. É usada para motores com capacidade de até 5cv.

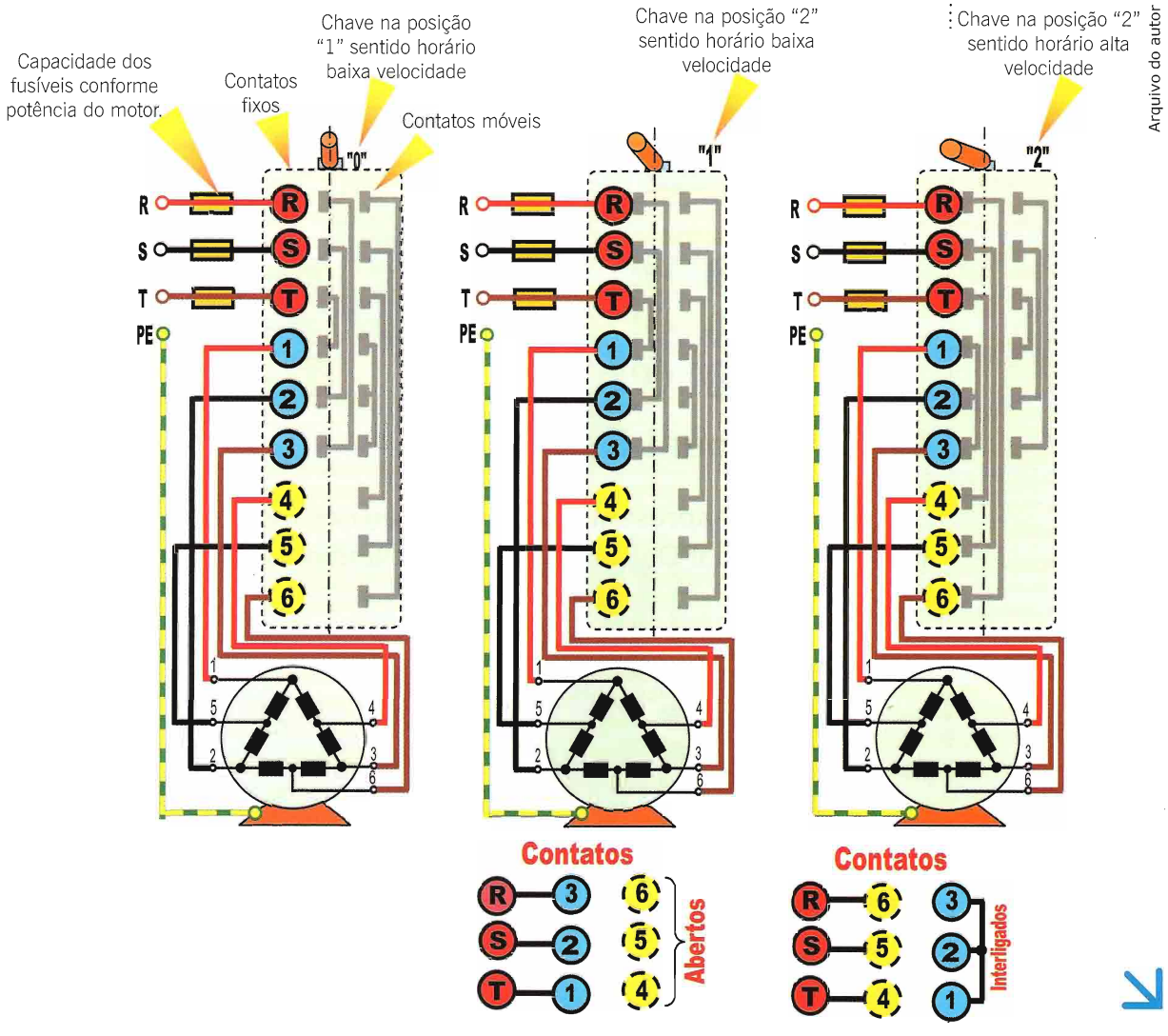
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Partida de motor trifásico Dahlander

Os motores de duas velocidades com enrolamento por comutação por pólos, conhecido também como motor assíncrono de indução trifásico Dahlander, pode ser utilizado em: talhas, moinhos, britadores, exaustores, ventiladores, compressores injetores, equipamentos para panificação, transportadores contínuos, guindastes, máquinas operatrizes.

Motor Dahlander.

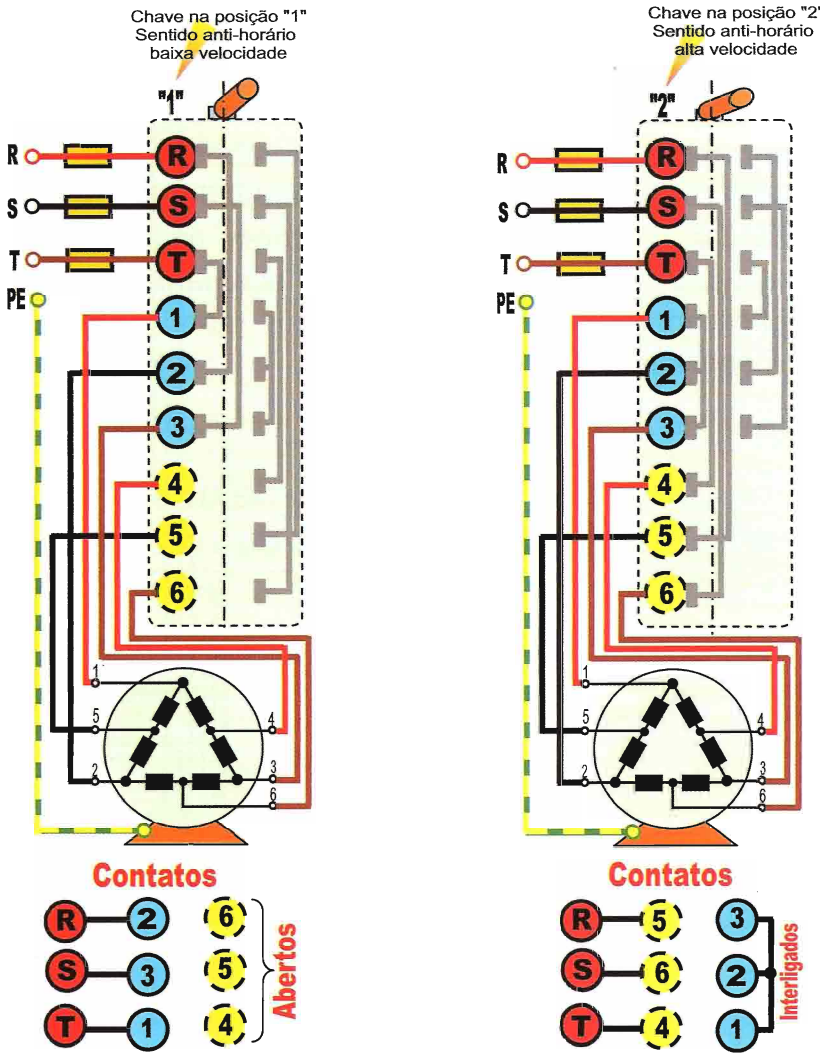
Esquema funcional de comando de motor Dahlander com chave de dois sentidos de rotação



Arquivo do autor

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

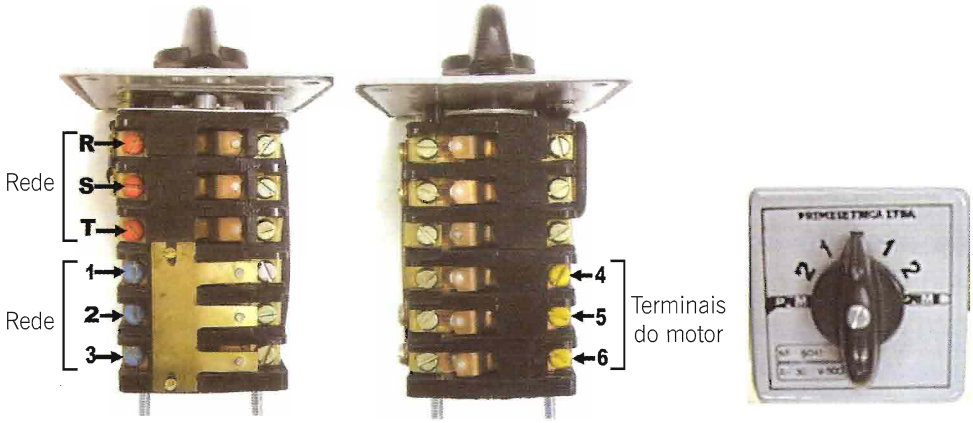
Ao ligar o motor Dahlander com chave manual deve-se observar as ligações recomendadas pelo fabricante.



Arquivo do autor

Chave manual Dahlander

A seguir apresentamos uma visão dos terminais de ligações da chave manual Dahlander com dois sentidos de rotação



Vista superior. Vista inferior. Vista frontal.

Arquivo do autor

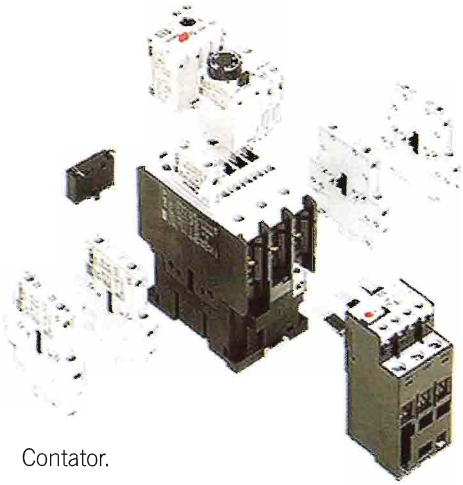
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

paralelo

Contator

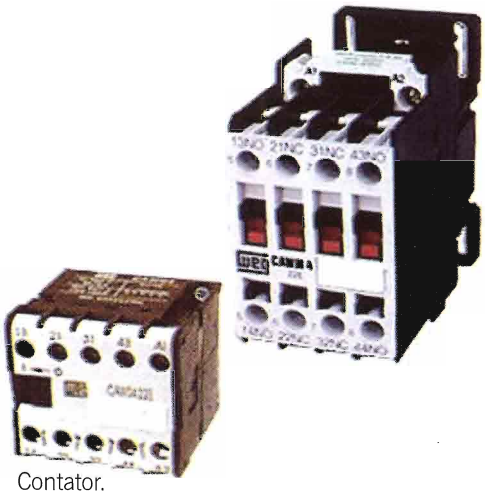
O contator é um dispositivo eletromagnético que tem por função ligar e desligar um circuito de motor ou outra carga qualquer. Pode ser usado individualmente ou acoplado à relé de sobrecorrente, na proteção contra sobrecarga. É usado, normalmente, no acionamento de circuitos elétricos automáticos a distância. O componente principal é a bobina e quando energizada cria um campo magnético induzindo o núcleo fixo o qual atrai o núcleo móvel fechando o circuito. Assim que a bobina é desenergizada cessa o campo magnético, provocando o retorno do núcleo móvel através das molas.

Existe contator para motor e contator auxiliar.



Fonte: WEG

Contator.



Fonte: WEG

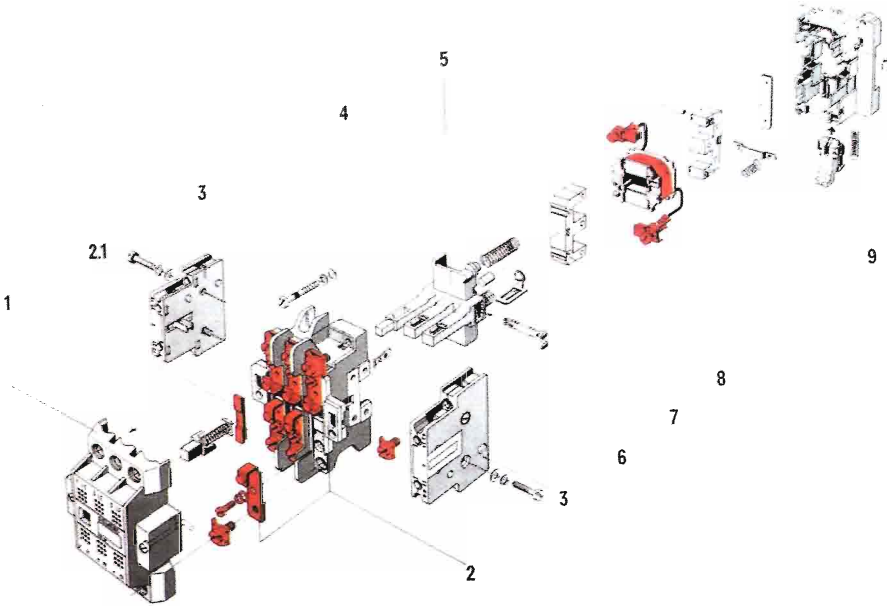
Contator.

alerta

Apresentamos este tipo de chave, neste trabalho, somente para análise e funcionamento. Esta chave não apresenta nenhuma segurança tanto para o operador como para a instalação. Portanto, constatada a sua existência deve-se sugerir a sua substituição, o mais rápido possível, por outra que ofereça as condições ideais de segurança e operação.

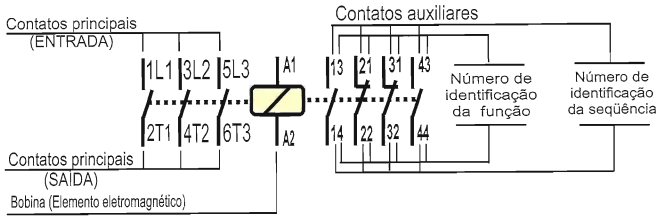
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

O contator é constituído por uma grande quantidade de peças. A seguir apresentamos uma ilustração onde podem ser vistos os componentes principais de um contator.



Fonte: Siemens/ Sandro Mesquita

Vista interna dos componentes de um contator.
1-Câmara de extinção de arco; 2- Peças do contato fixo; 2.1-Peça do contato móvel; 3- Contatos auxiliares; 4- Caixa; 5- Portador ou suporte dos contatos; 6-Núcleo móvel; 7-Bobina; 8-Armadura (núcleo fixo); 9- Caixa de magneto.



A identificação dos contatos, de acordo com norma específica, tem por função facilitar as ligações de um esquema de comando.

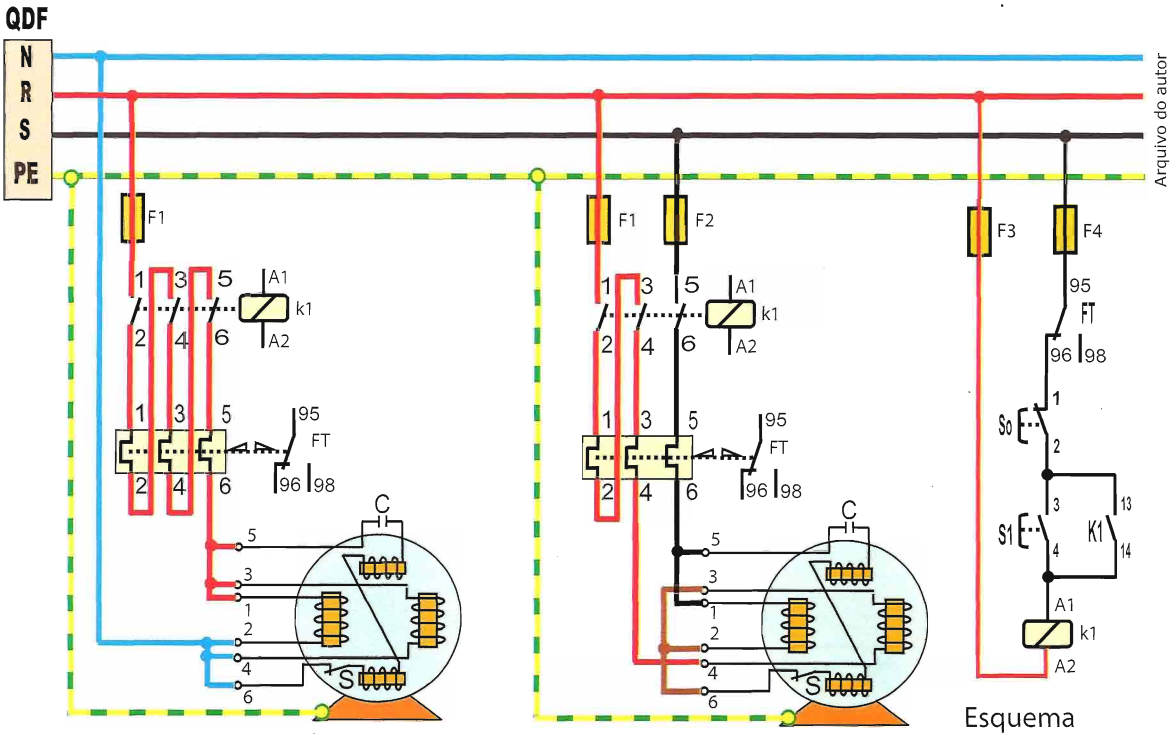
aplicando conhecimento

Ligação do motor monofásico por contator e botoeiras – 127V e 220V

Para comandar um motor monofásico ou trifásico por contator é a ação que consiste em aplicar um pulso de tensão na bobina do contator através de um botão fechador (S1), fazendo com que os conta-

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

tos principais sejam fechados energizando o motor. E, através de um botão abridor (So), permitindo interromper a alimentação da bobina, provocando a abertura dos contatos principais, desligando o motor.



Arquivo do autor

Esquema principal 127V

Esquema principal 220V

Esquema de comando

Seqüência da operação

Acompanhe a seqüência de operação descrita a seguir.

Ligação

Estando sob tensão a entrada da alimentação N, R e S, e apertando-se a botoeira S1, a bobina do contator K1 será energizada, o que faz com que os contatos auxiliares de retenção fechador (13/14) do contator K1, mantenham a bobina energizada; os contatos principais se fecharão, e o motor passará a funcionar.

Interrupção

Para desligar o circuito de comando basta pressionar a botoeira (So), a qual cortará a alimentação da bobina do contator (K1) abrirá o contato de retenção (13/14) e, na seqüência, há abertura dos contatos principais (1,2; 3, 4 e 5, 6) e a parada do motor.

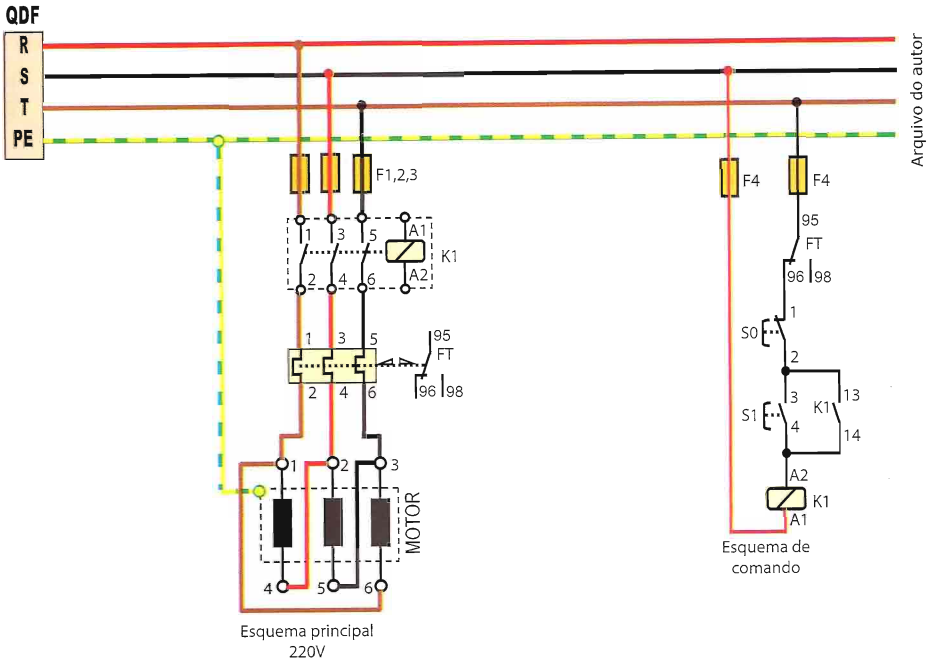
alerta

Ao ligar o relé de sobrecarga num circuito monofásico, a fase deve passar em todos os elementos térmicos (ligação série) para oferecer as condições ideais de proteção térmica (sobrecarga).

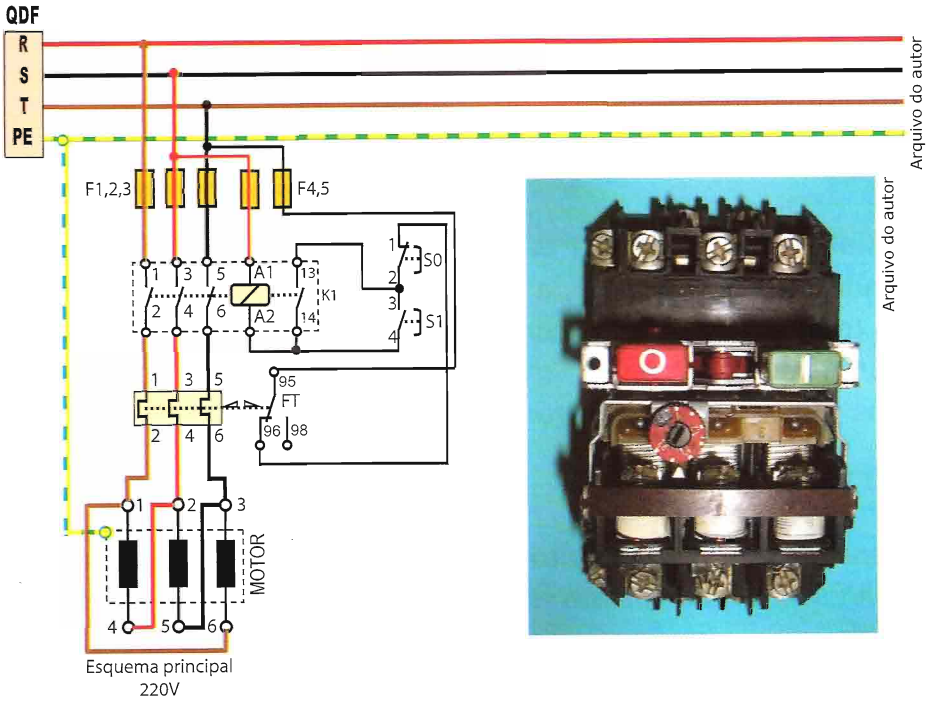
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Esquema do comando elétrico do motor trifásico com contator e botoeira

A seguir, apresentamos as ligações do esquema principal e de comando para um motor trifásico. O funcionamento e a seqüência de operação é semelhante ao comando de motor monofásico por contator e botoeira, já visto anteriormente.



Esquema multifilar do comando de motor trifásico por contator e botoeira.



Esquema funcional do comando de motor trifásico por contator e botoeira.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

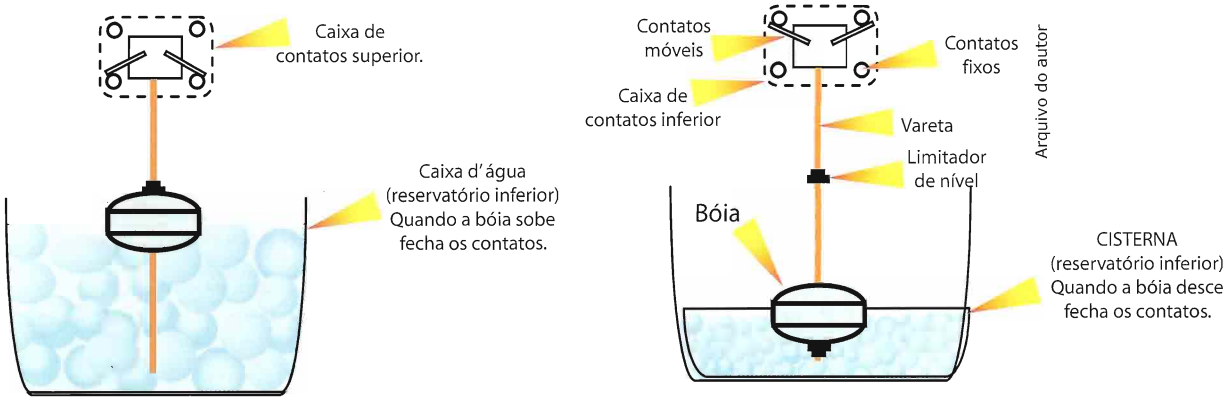
Comando de motobomba por chave de nível bóia

A chave bóia é um tipo de interruptor que tem como finalidade controlar o nível de água ou outro tipo de líquido.

Para atender a necessidade de abastecimento d'água em um edifício, por exemplo, a chave bóia do reservatório superior e inferior devem ser ligadas em série, de modo que somente se complete o circuito da chave magnética ou outro dispositivo de comando, quando o reservatório superior estiver vazio e o inferior cheio.

Quanto ao tipo de funcionamento pode ser encontrado uma grande quantidade de tipos de chave de nível bóia. Os mais comuns encontrados no comércio são contatos sólidos ou fixos; contatos de mercúrio e sensores eletrônicos por relé de nível.

Chave de nível bóia com contatos sólidos ou fixos



Arquivo do autor

Os contatos sólidos ou fixos são constituídos por uma caixa de contatos fixos e móveis, uma vareta de latão com os limitadores de nível e a bóia, propriamente dita, geralmente de PVC.

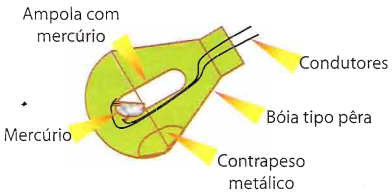
Chave de nível bóia com contatos de um mercúrio

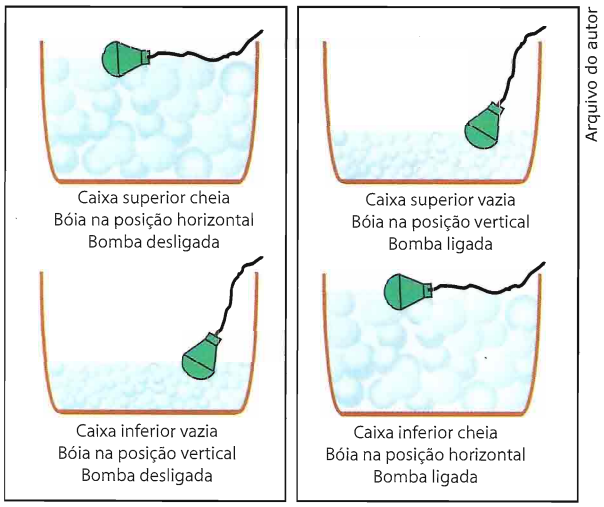
Os contatos de mercúrio, no interior de um invólucro de PVC, contêm: um contrapeso metálico que serve para manter a chave bóia na posição desejada, uma ampola e no seu interior os contatos e o mercúrio. Os contatos estão ligados aos condutores

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

do circuito elétrico. Conforme a posição da chave, os contatos são ligados entre si por meio do mercúrio.

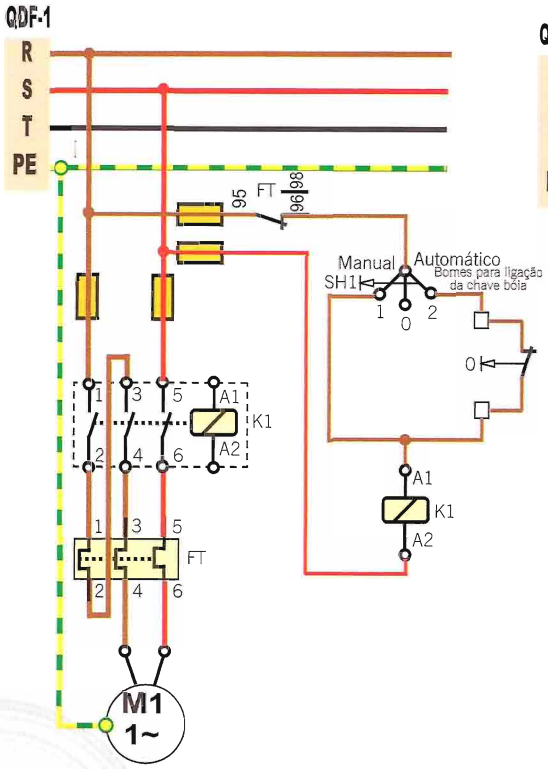
Existem dois tipos de chave bóia com contatos de mercúrio usadas: para reservatório superior e inferior.



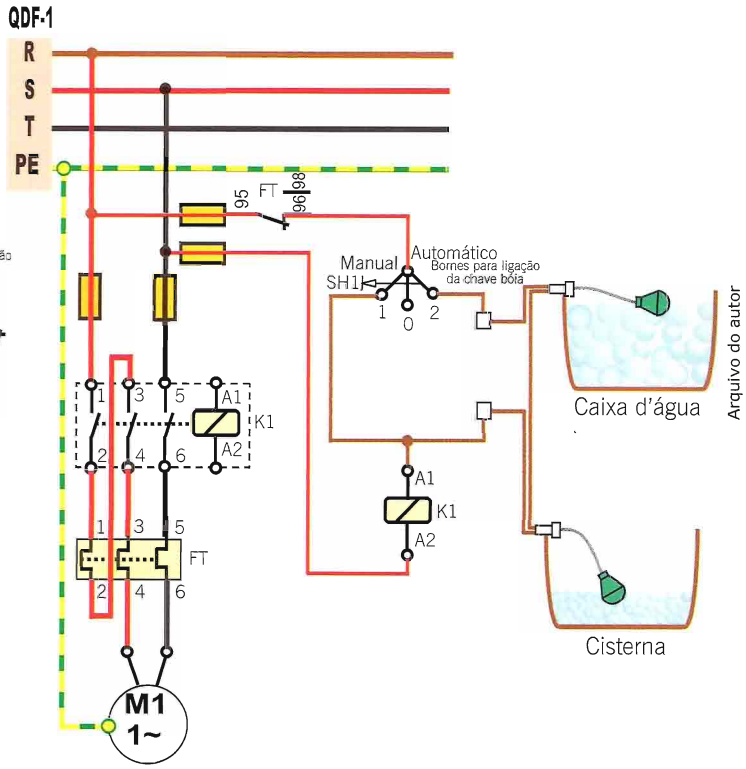


Arquivo do autor

Esquema de ligações com chave seletora



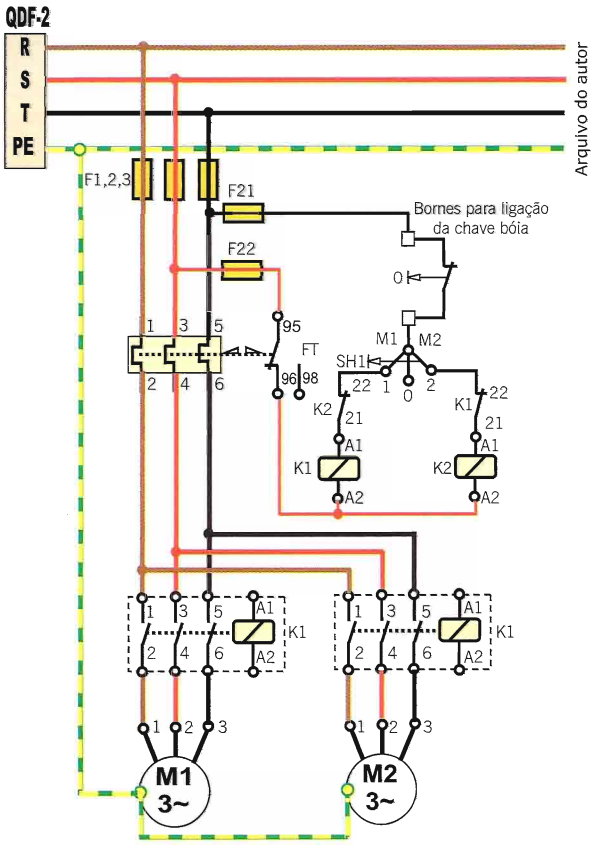
Esquema multifilar com motor monofásico.



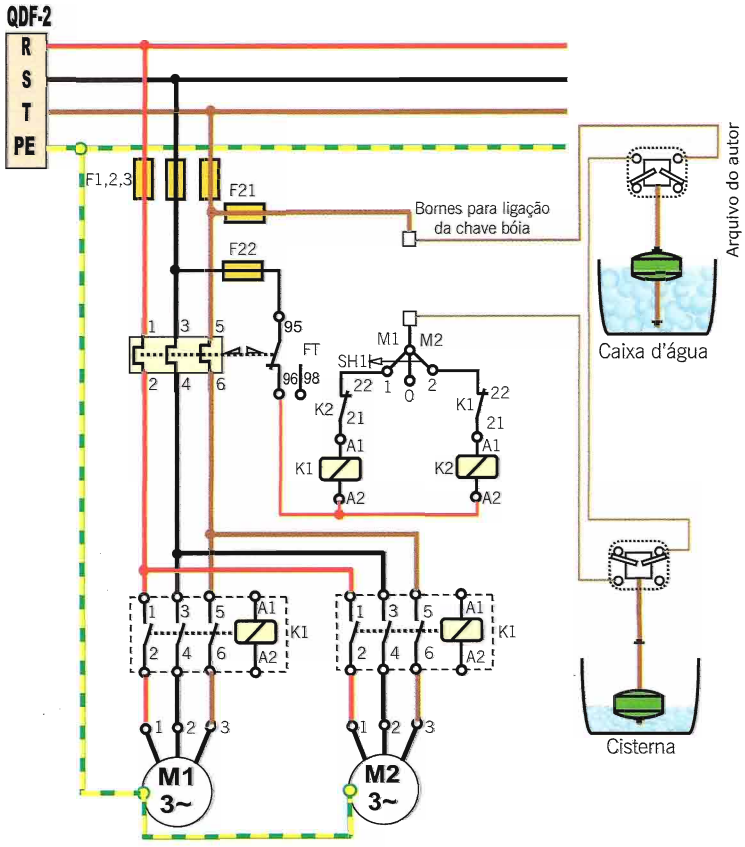
Arquivo do autor

Esquema funcional com motor monofásico.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br



Esquema multifilar com motor trifásico com motor reversa.

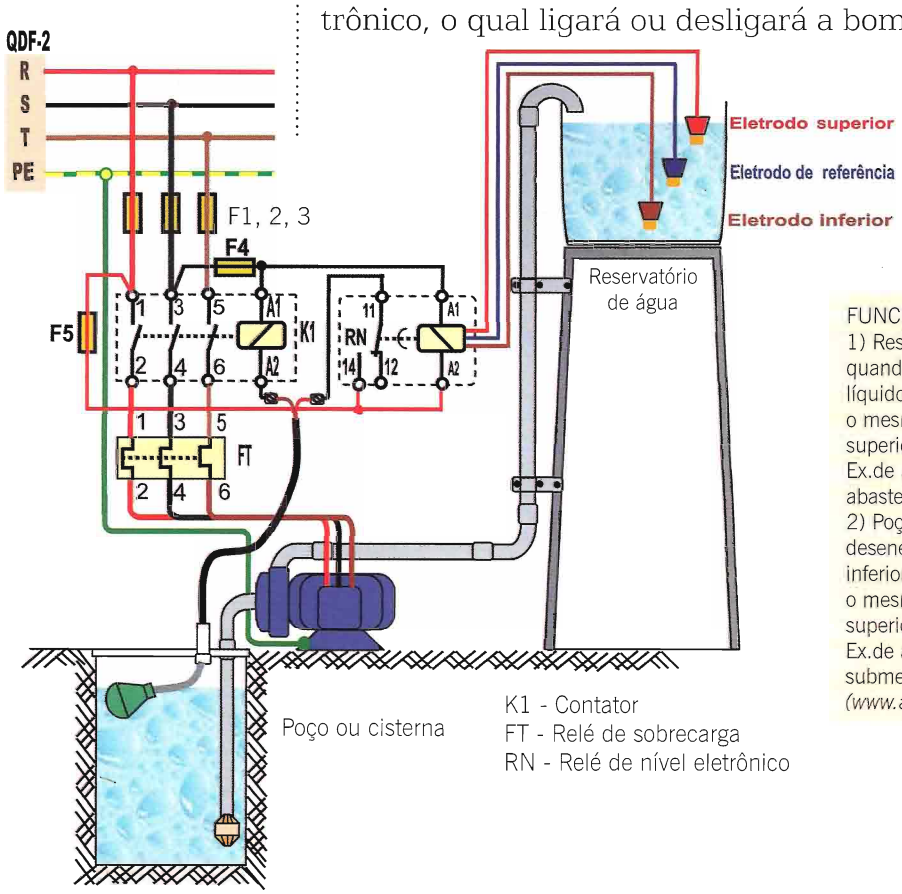


Esquema funcional com motor trifásico com motor reverso.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Chave de nível bóia com sensor eletrônico

A chave de nível bóia com sensor eletrônico é a mais sofisticada de todas. Contém sensores de grafite, de máxima e de mínima, que detectam o nível de líquido enviando um sinal para o relé eletrônico, o qual ligará ou desligará a bomba, conforme o caso.



Controle de nível de líquidos por sensores e relé eletrônico.

FUNCIONAMENTO

1) Reservatório: O relé de saída estará energizado quando o nível mínimo (eletrodo inferior) de líquido for atingido e desernegizará quando o mesmo atingir o nível máximo (eletrodo superior).
Ex.de aplicação: evitar que a bomba que abastece uma caixa d´água faça-a transbordar.

2) Poço ou cisterna: O relé de saída estará desenergizado quando o nível mínimo (eletrodo inferior) do líquido for atingido e energiza quando o mesmo atingir o nível máximo (eletrodo superior).
Ex.de aplicação: Evitar que uma bomba submersa trabalhe sem água.
(www.autcontrol.com.br)

Fonte: autocontrol

oficina teórica

1. O que é necessário fazer para inverter o sentido de rotação do motor monofásico?

2. Quais são as características técnicas das chaves reversoras?

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

3. O que é necessário fazer para inverter o sentido de giro do motor trifásico?

4. Que tipo de ligação deve ser feita no motor trifásico antes de conectá-lo à chave reversora trifásica?

5. Qual a finalidade da utilização da chave estrela-triângulo no comando de motores elétricos trifásicos?

6. Que tipo de motor trifásico e qual a tensão máxima que deve ser utilizada para a chave estrela-triângulo manual?

7. Qual o elemento principal de um contator?

8. Qual é a principal função do contator?

9. Explique, sucintamente, o funcionamento do contator.

10. Quais os principais tipos de chave-bóia encontrado no comércio?

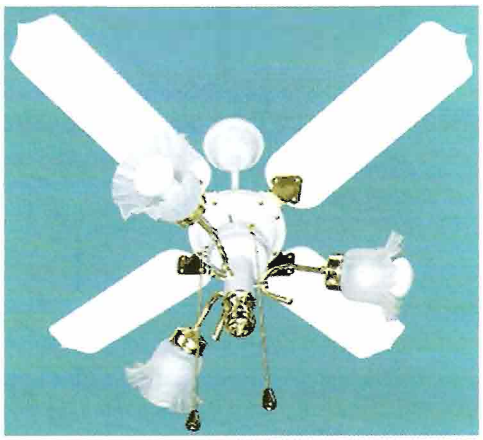
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

aplicando conhecimento

Ventiladores

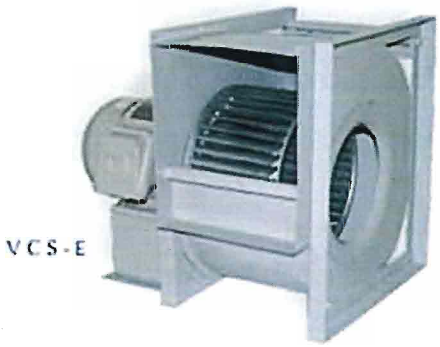
Ventiladores são dispositivos eletromecânicos que têm a função de converter a energia elétrica recebida da rede da concessionária em energia mecânica de rotação, aplicada em seus eixos, com a finalidade de movimentar o ar através da pressão de suas hélices.

Existem basicamente dois tipos de ventiladores, conforme a aplicação a que se destinam: os ventiladores axiais e os ventiladores centrífugos. Os ventiladores axiais são os mais utilizados nas residências, comércio e indústria. E os ventiladores centrífugos são mais utilizados nas indústrias.



Fonte: Tron e Aerotec e centrífugos

Fonte: Tron e Aerotec e centrífugos



Fonte: Tron e Aerotec e centrífugos

Tipos de ventiladores axiais.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Dicas importantes para a conservação dos ventiladores

Apresentamos a seguir algumas recomendações quanto ao uso e conservação dos ventiladores:

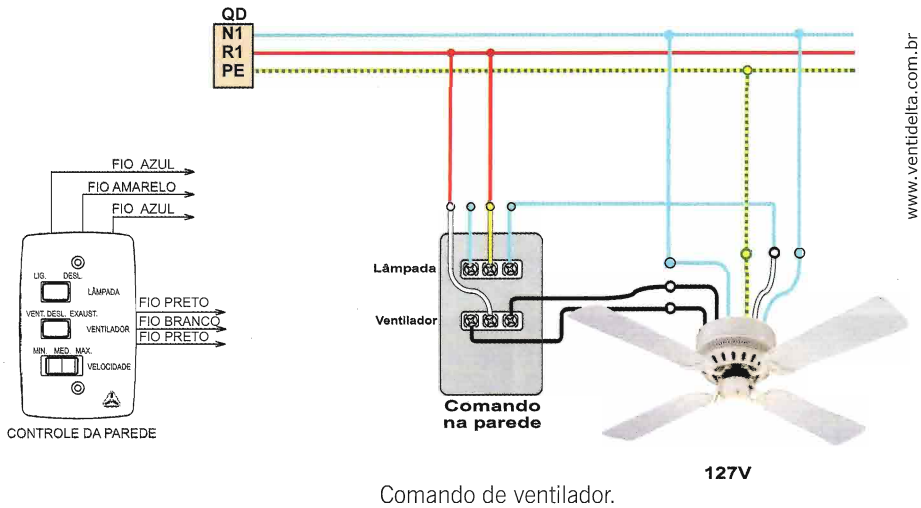
a) não adicionar nenhum tipo de graxa ou óleo no rolamento do ventilador;
b) para limpar as pás, a haste ou o motor utilizar pano seco para evitar choques ou queima de motor;
c) não encostar objetos nas pás, enquanto as mesmas estiverem em movimento.

Esquema de ligações do ventilador de teto e parede

Acompanhe os procedimentos para a realização da instalação elétrica dos ventiladores de teto e de parede, conforme os esquemas a seguir.

Chaves capacitivas - circuito para ventiladores com luminária

Comando com controle na parede

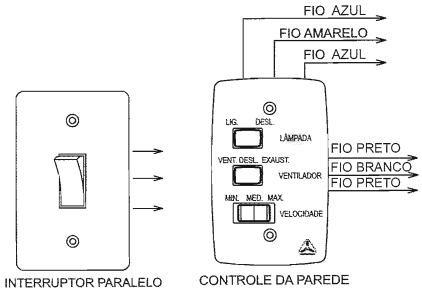


Comando de ventilador.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

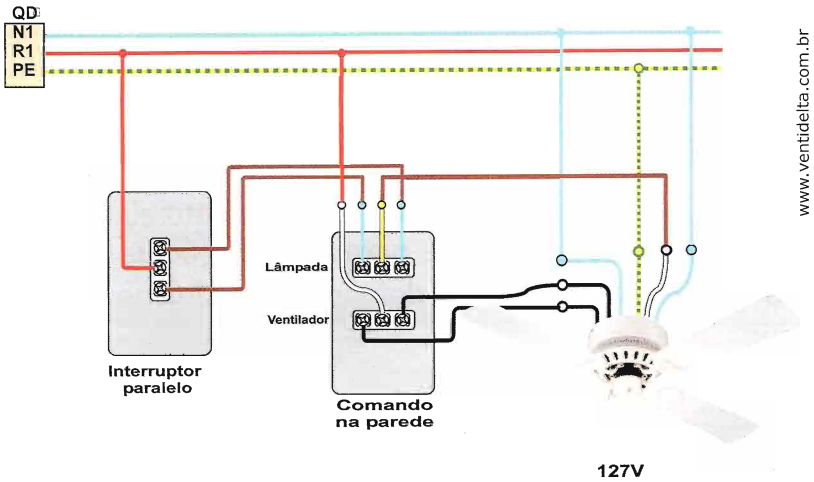
Chaves com 2 teclas - circuito para ventiladores com luminária

Comando de ventilador com interruptor paralelo



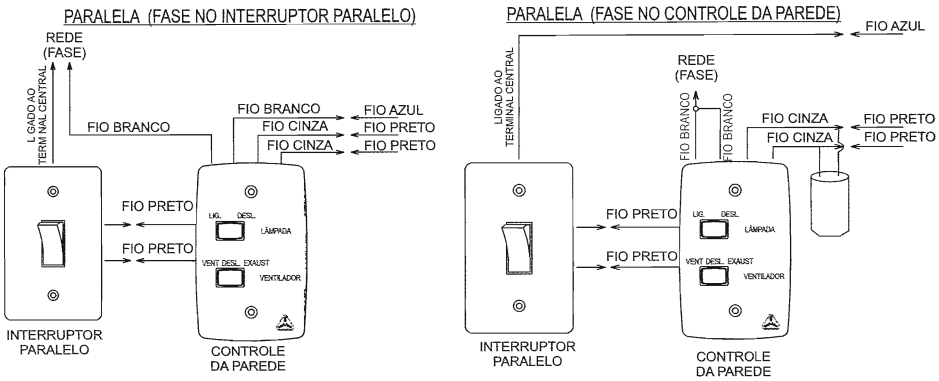
CAPACITORES
127V:- 3+7µf x 250Vac
220V:- 1,5+2,5µf x 250Vac

www.ventidelta.com.br



www.ventidelta.com.br

Comando de ventilador



www.ventidelta.com.br

Fonte: Arge

Ventilador de parede e controle.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

aplicando conhecimento

Portas e portões automáticos

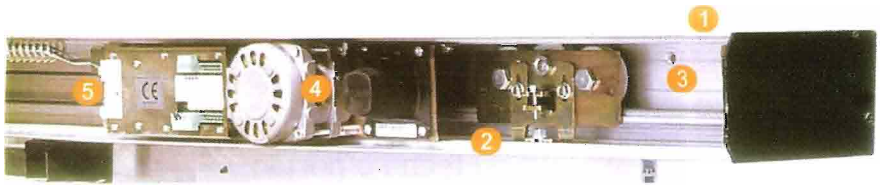
Para maior conforto dos usuários de residências, shoppings, hotéis, lojas, etc., os sistemas automáticos de acesso se tornaram um convite à modernidade, praticidade, funcionalidade e segurança.

Portas automáticas

As portas automáticas, muito utilizadas em lojas comerciais, shoppings, supermercados, são acionadas por um sistema de sensores de presença ou detector de proximidade (feixe infravermelho ativo). Quando a pessoa se aproxima do sensor a porta se abre por um sistema elétrico acoplado à porta e se fecha automaticamente quando não há nenhuma obstrução do sensor. No caso de obstrução do feixe do sensor, a porta pára e abre novamente até o vão ser desbloqueado.

alerta

Para a instalação de portas automáticas, deve-se prever circuito exclusivo conforme determina o fabricante.



Fonte: Manusa/Engevidro

Componentes

1 Perfis reforçados

2 Tampa prática com dobradiça de borracha para facilitar o acesso ao operador, sua montagem e manutenção.

3 Trilho de rodagem de fácil substituição para um deslizamento suave e livre de ruídos, montado sobre amortecedor de borracha.

4 Motores trifásicos de CA sem redutor nem "escovinhas" para um funcionamento silencioso.

5 Eletrônica revolucionária microprocessador de 32 bits e tecnologia manusa com ajuste independente da voltagem e freqüência.

Carro Porta Folha com 3 rodas com rolamento sem necessidade de lubrificações.

Seletor rotativo com chave de posição para total controle da porta.

Radar infravermelho detecção de movimento e presença com segurança.

Porta automática e vista interna do sistema de acionamento.

instalações elétricas prediais

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Portão automático

Quando se deseja abrir ou fechar um portão de garagem com segurança e comodidade, evitando os inconvenientes de apanhar chuva para executar essa operação, existe o sistema de automação do portão para proporcionar esse conforto aos usuários.

Automatizar o portão, ou como é comumente chamado de portão automático ou, ainda, portão eletrônico-eletromecânico, consiste em adaptar ao portão um sistema de controle eletrônico que permite comandá-lo a distância com um simples toque no dispositivo de comando.

O portão automático é constituído pelos seguintes elementos:

1. Central de comando: controla todo o sistema. É através da central que recebe e distribui a energia elétrica (em 127V ou 220V) para o receptor do controle remoto e para o motor;
2. Transmissor do controle remoto: é a parte móvel do sistema. Existem vários modelos, porém, todos funcionam com código digital que é enviado através de radiofreqüência;
3. Receptor do controle remoto: é parte constituinte da central de comando. Recebe o sinal de rádiofreqüência do controle remoto e o decodifica; se o código é igual ao programado pelo receptor envia um sinal para o circuito eletrônico que aciona o relé fazendo com que o motor abra ou feche o portão;
4. Motor com redutor: é o dispositivo que ao receber a alimentação do relé proveniente do sinal recebido do receptor efetua a abertura ou o fechamento do portão.
5. Cremalheira: é uma peça mecânica, dentada, para ser fixada no portão e acoplada à engrenagem do motor redutor.

Componente de um sistema de portão automático: A-Central de controle(HDL); B-Controle romoto(HDL); C-Motor para portão deslizante(HDL); D-Motor para portão Pivotante (HDL); E e G- Motor para portão deslizante; F- Cremalheira(HDL); H- Motor para portão basculante.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Existem três tipos de portões automáticos: deslizantes, basculantes e pivotantes.

Antec.

Portões deslizantes, basculantes e pivotantes.

oficina teórica

1. Defina ventiladores e explique a diferença entre os ventiladores axiais e os centrífugos.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Como podemos conservar os ventiladores nas residências e empresas? Comente.

.....

.....

.....

3. Defina:

a) porta automática;

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

alerta

1. Para a instalação do motor automático deve-se dimensionar o circuito conforme a potência do motor, prevendo pelo menos fiação de seção 2,5mm², pois se trata de um circuito de força e um disjuntor exclusivo.
2. Portão automático, portas automáticas, janelas automáticas, motobomba, elevadores são considerados, num projeto elétrico, como cargas especiais.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

b) portão automático.

aplicando conhecimento

Instalação elétrica para banheira de hidromassagem

As banheiras de hidromassagem apresentam muitos benefícios à saúde. A pressão e o movimento da água, numa ação dinâmica e térmica, além de exercer um fator de relaxamento para a pessoa, têm a função terapêutica.

Por isso, devido a sua importância e o aumento cada vez maior da sua utilização residencial é de fundamental importância que a instalação elétrica seja feita dentro das normas, para proporcionar segurança aos usuários.

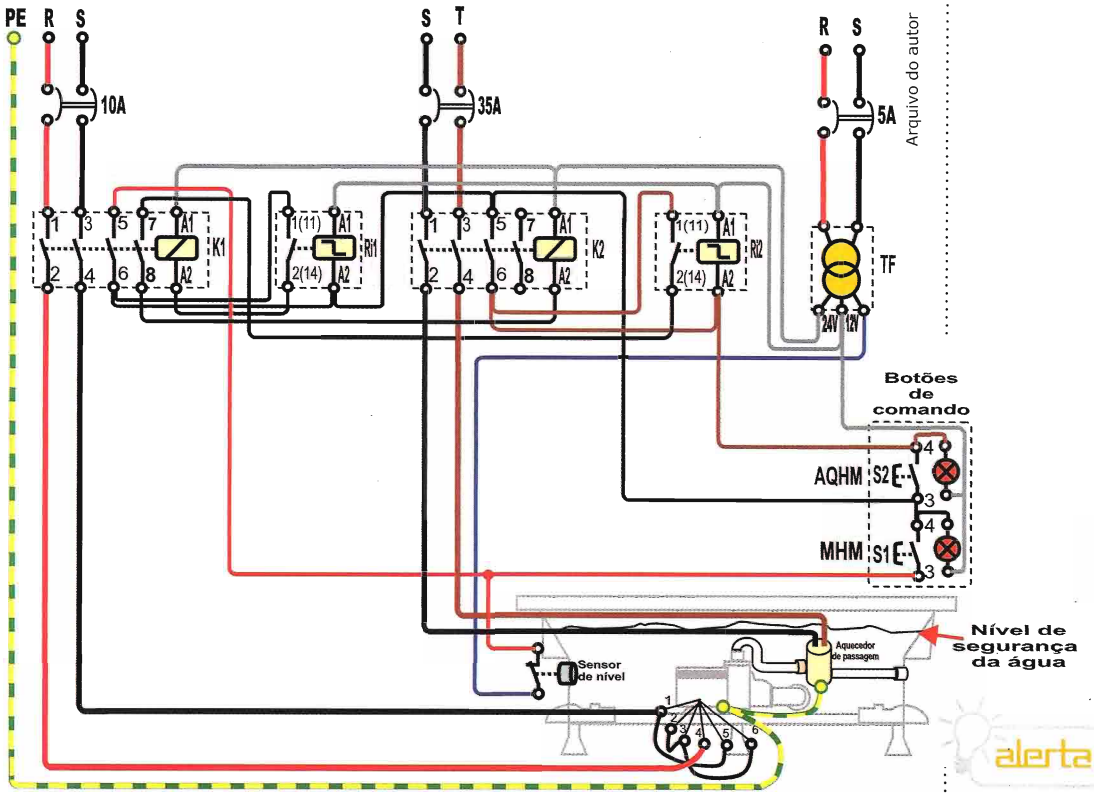
Banheira de hidromassagem.

Banheira de hidromassagem.

Arquivo do autor

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

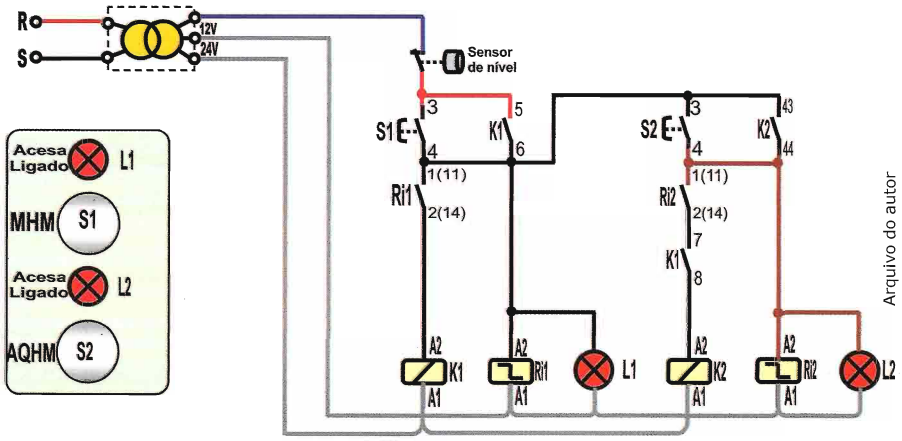
Esquema elétrico multifilar de um comando para hidromassagem



alerta

Foi utilizado relé de impulso 12 Vca junto com os contatores para facilitar o uso de um único botão com a função de liga/desliga. No comando, o motor e o aquecedor de passagem funcionam somente quando a água da banheira estiver acima do sensor de nível. O aquecedor funciona somente quando a bomba d'água estiver em funcionamento, pelo fato de estar sendo utilizado, no comando da bomba, o contato NA 7/8 do contator (K1).

Esquema de comando



www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Normas

NBR 14136:2002 – Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo até 20ª/250V em corrente alternada – Padronização.
NBR NM 60669-1:2004 – Interruptores para instalações elétricas fixas domésticas e análogos – Parte 1: requisitos gerais.
NBR NM 60898:2004 - Disjuntores para proteção de sobrecorrentes para instalações domésticas e similares.
NBR NM 60884-1:2004 – Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo – Parte 1: requisitos gerais.
NBR 6150:1980 – Eletroduto de PVC rígido – Especificação.
NBR 10898:1999 – Sistema de iluminação de emergência
NBR 15215-1:2005 – Iluminação natural – Parte 1: conceitos básicos e definições.
NBR 15215-2:2005 – Iluminação natural – Parte 2: procedimentos de cálculo para a estimativa da disponibilidade de luz natural.
NBR 15215-3:2005 – Iluminação natural – Parte 3:procedimentos de cálculo para a determinação da iluminação natural em ambientes internos.
NBR 15215-4:2005 – Iluminação natural – Parte 4: verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações – Método de medição.

Empresas colaboradoras

Pial-Legrand, Beticino, WEG, Copel, CEMIG, Itaipu Binacional, Termobahia, Pelton, Caterpillar, Bosch, Gedore, Ridgid, Tigre, Starret, Philips, Irmãos Abage, Osran, Helfont, Engelelsc, Novaluz, Engesul, Daesteel, Foxluz, Eric Jewell, Perlex, Siemens, Thevear, Finder, Coel, Du Pont, Termotécnica, Procobre (imagens página 216), Intelli, MTM-ABB, Unisolda-Fastweld-Esopar (imagens página 258), Clamper, Minipa, Engro, CESP, Prysmian, Faschibra, Schneider, Merlin Gerin, Lorenzetti, Wetzel, Daisa, Eberle, Primelétrica, Autocrontrol, Tron-Aerotec, Arge, Manusa-Engevidro, HDL e Antec (imagens página 538), SXC, Morgefile, PYCJ

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

Referências bibliográficas

ABNT. **Instalações elétricas em baixa tensão**. NBR - 5410.

_____. **Recebimento, Instalação e manutenção de transformadores de distribuição imersos em líquidos isolantes**. NBR-6234 e 7037 de dezembro de 1981.

ABNT. **Sistemas de proteção contra descargas atmosféricas**. NBR - 5419.

ALMEIDA, José Luiz Antunes de. **Dispositivos semicondutores: tiristores**. São Paulo: Érica, 1996.

ALMEIDA, Jason E. de. **Motores elétricos: manutenção e testes**. São Paulo: Hemus Editora Limitada, 1995.

_____. **Motores elétricos**. São Paulo: Hemus Editora Limitada, 1995.

ANDER-EGG, Ezequiel. **Introdução ao trabalho social**. Vozes, 1995.

BOLLMANN, Arno. **Fundamentos da automação industrial pneutrônica**. São Paulo: ABHP, 1997.

BONOCORSO, Nelson G; NOLL, Valdir. **Automação eletropneumática**. São Paulo: Érica, 1997.

BOYLESTAD, Robert L. **Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos**. Rio de Janeiro: Prentice-Hall do Brasil, 1998.

_____. **Introdução à análise de circuitos**. Rio de Janeiro: Prentice-Hall do Brasil, 1998.

CARDELLA, Benedito. **Segurança no trabalho e prevenção de acidentes**. Atlas, 1999.

CAVALIN, Geraldo; CERVELIN, Severino. **Instalações Elétricas Prediais**. 16. ed. Editora Érica, São Paulo, 1998.

ELETROBRÁS. **Planejamento de sistemas de distribuição**. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1986.

ELETRICIDADE MODERNA. Wikipédia. Globo Ciência. **Feiradaciência**.

FUCHS, R. D. **Transmissão de energia elétrica**. v.1. LCT/EFEI. v. 2.1977.

GARCIA JUNIOR, Ervaldo. **Luminotécnica**. 2. ed. São Paulo: Érica, 1996.

HELFRICK, Albert D; & COOPER, Willian D. **Instrumentação eletrônica moderna e técnicas de medição**. Rio de Janeiro: Prentice-Hall do Brasil, 1994.

HELLER, Robert. **Como liderar reuniões**. Série Sucesso Profissional. Publifolha, 1999.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

_____. **Como fazer apresentações**. Série Sucesso Profissional. Publifolha, 1999.

IDOETA, Ivan V; CAPUANO, Francisco G. **Elementos de eletrônica digital**. 27. ed. São Paulo: Érica, 1998.

KOSOW, Irving L. **Máquinas elétricas e transformadores**. São Paulo: Globo, 1995.

LEITE, Carlos Moreira. **Técnicas de aterramento elétrico**. São Paulo: Officina de Mydia Editora, 2000.

LOURENÇO, Antônio Carlos. **Circuitos digitais**. São Paulo: Érica, 1996.

MALVINO, Albert Paul. **Eletrônica**. v.1. 4. ed. São Paulo: Makron Books, 1995.

_____. **Eletrônica**. v. 2. 4. ed. São Paulo: Makron Books, 1995.

MARTIGNONI, Alfonso. **Máquinas de corrente alternada**. São Paulo: Globo, 1995.

_____. **Transformadores**. São Paulo: Globo, 1991.

Manuais de legislação: segurança e medicina do trabalho. 3. ed. Atlas, 1997.

MAMEDE Filho, João. **Instalações elétricas industriais**. 6. ed. Rio de Janeiro: LCT, 2001.

MARQUES, Eduardo Ângelo B. **Dispositivos semicondutores:** diodos e transistores. São Paulo: Érica, 1996.

MEDEIROS Filho, Sólon de. **Fundamentos de medidas elétricas**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1981.

_____. **Medição de energia elétrica**. Rio de Janeiro. LTC, 1997.

NATALE F. **Automação industrial**. 3. ed. São Paulo: Érica, 2000.

NISKIER, Júlio; MACINTYRE, A J. **Instalações elétricas**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1992.

OLIVEIRA, José Carlos; COGO, João Roberto. **Transformadores:** teorias e ensaios. São Paulo: Edgard Blucher, 1984.

PAPENKORT, Franz. **Diagramas elétricos de comando e proteção**. São Paulo: EPU, 1989.

SLACK, N. et al. **Administração da produção.** São Paulo: Atlas, 1996.

STEVENSON JR., W.D. **Elementos de análise de sistemas de potência**. São Paulo: MacGraw-Hill do Brasil Ltda, 1998.

SMITH, Willian F. **Princípios de ciência e engenharia dos materiais**. São Paulo: MacGraw-Hill, 1998.

VIEIRA, Jair L. **Segurança e medicina do trabalho**. Edipro, 1992.

VAN VLACK, Lawrence Hall. **Ciências e tecnologia dos materiais**. São Paulo: Edgard Blucher, 1970.

XENOS, Harilaus G. **Gerenciando a manutenção produtiva**. Belo Horizonte: DG, 1998.

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com.br

CURSO TÉCNICO em ELETROTÉCNICA

MÓDULO 1 — CERTIFICAÇÃO
ELETRICISTA EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PREDIAIS

LIVRO 1 MATEMÁTICA
LIVRO 2 DESENHO TÉCNICO
LIVRO 3 ELETRICIDADE BÁSICA
LIVRO 4 SEGURANÇA DO TRABALHO
LIVRO 5 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PREDIAIS – TEORIA & PRÁTICA
LIVRO 6 INFORMÁTICA APLICADA À ELETROTÉCNICA (CAD)
LIVRO 7 PROJETOS ELÉTRICOS PREDIAIS

MÓDULO 2 — CERTIFICAÇÃO
ELETRICISTA EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS INDUSTRIAIS

LIVRO 8 ELETROMAGNETISMO
LIVRO 9 ESPECIFICAÇÃO E APLICAÇÃO DE MATERIAIS
LIVRO 10 CIRCUITOS E MEDIDAS ELÉTRICAS
LIVRO 11 PROJETOS ELÉTRICOS INDUSTRIAIS
LIVRO 12 ACIONAMENTOS ELETROMAGNÉTICOS
LIVRO 13 REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA E SUBESTAÇÕES

MÓDULO 3 — CERTIFICAÇÃO
ELETRICISTA EM MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

LIVRO 14 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA
LIVRO 15 TRANSFORMADORES E MÁQUINAS ELÉTRICAS GIRANTES
LIVRO 16 ENSAIOS E MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS ELÉTRICAS
LIVRO 17 GESTÃO DA MANUTENÇÃO

MÓDULO 4 — CERTIFICAÇÃO
SUPERVISOR EM MANUTENÇÃO E INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

LIVRO 18 ACIONAMENTOS ELETROPNEUMÁTICOS
LIVRO 19 CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS (CLPs)
LIVRO 20 ELETRÔNICA APLICADA

MÓDULO 5 — DIPLOMA
TÉCNICO EM ELETROTÉCNICA

LIVRO 21 ESTÁGIO

BASE DIDÁTICOS

Base Livros Didáticos Ltda.
Rua Antônio Martin de Araújo, 343 – Jardim Botânico
CEP 80210-050 – Curitiba – PR – Fone/Fax: (41) 3264-1209
E-mail: basedidaticos@basedidaticos.com.br
www.basedidaticos.com.br

ISBN 978-85-60228-92-8
9 788560 228928