

Infraestrutura de Redes

Aula 05 - Instalações elétricas

Apresentação

Nesta aula, você conhecerá noções de eletricidade, orientações de instalações elétricas em ambientes residenciais e comerciais, noções de segurança sobre instalações elétricas e equipamentos de proteção elétrica para componentes e usuários.



Vídeo 01 - Apresentação

Objetivos

- Reconhecer os componentes de uma instalação elétrica residencial ou comercial.
- Compreender a importância de se seguir padrões e normas em instalações elétricas.

Introdução: definindo um cenário de trabalho

Nesta aula, vamos adotar como metodologia a mesma referência de desencadeamentos e sequência da instalação de cabeamento de dados.

De fato, existem sim, algumas semelhanças e particularidades entre os cabeamentos de dados e elétrico.

Então, vamos imaginar uma instalação elétrica de uma pequena empresa. Vamos começar essa instalação da tomada para o quadro de energia, mas, antes, vejamos alguns conceitos preliminares.

Você já deve ter ouvido falar de voltagem e amperagem. Esses são dois termos coloquiais para duas importantes grandezas elétricas, a tensão, medida em Volt, e a corrente, que é medida em Ampère.

Em um fio condutor elétrico, de cobre, por exemplo, existem elétrons livres que se movimentam aleatoriamente entre as eletrosferas dos átomos. Para que haja um fluxo ordenado desses elétrons, é necessária uma força que os impulse, chamada de tensão elétrica. O movimento ordenado dos elétrons livres no condutor elétrico, pela ação da tensão, forma a corrente elétrica.

A tensão só pode ser obtida entre dois pontos distintos do circuito elétrico, pois ela é uma diferença de potencial elétrico. Por exemplo, a medida da tensão entre o fio fase (fio de chegada por onde circulam os elétrons) e o neutro (retorno do circuito elétrico) é de 220,0 Volts. Como já sabemos, esse valor é nominal, teórico. Na prática, ele varia um pouco. Agora, medindo na tomada, temos 219,8 Volts. Excelente!

Se medirmos as tensões entre fase e neutro, devemos encontrar valor de 220,0 Volts. Atualmente, há a obrigatoriedade de se ter aterramento até nas residências. Se medirmos a tensão entre o fio terra (fio do aterramento) e o fio fase, teremos, também, 220,0 Volts; e entre o terra e o neutro teremos 0,0 Volt, teoricamente.

A medida de tensão entre o fio neutro e o fio terra não deve ser superior a 5,0 Volts (V) e a resistência elétrica do aterramento deve ser de até 25,0 Ohms (Ω – unidade de medida de resistência elétrica). Quanto maior for a resistência elétrica do aterramento, pior ele será.

Existem dois tipos de tensões e correntes elétricas, o tipo alternado e o contínuo. A corrente alternada (CA ou AC) tem seus valores variando levemente ao longo do tempo. O ciclo de variação ocorre 60 vezes por segundo, por isso, dizemos que a frequência da nossa rede elétrica é de 60 Hertz (Hz). Na corrente contínua (CC ou DC), não há essa variação.

Só podemos medir a corrente (em Ampères – A) se houver um utilizador elétrico ligado no circuito. Essa medição é feita no próprio fio que alimenta o circuito, o fase, preferencialmente com um alicate amperímetro.

A potência elétrica em Watt é obtida pela multiplicação do valor da tensão (V) pelo valor da corrente (A). Assim, um chuveiro elétrico alimentado por 220,0 Volts com corrente de 20 Ampères nos dá uma potência elétrica de 4.400 Watts. Chamamos essa fórmula de Lei de Ohm.



Vídeo 02 - Especificações elétricas

Atividade 01

1. Voltagem e amperagem são dois termos coloquiais. Quais são os termos técnicos correspondentes e quais as unidades de medidas?

Tomadas

Na Aula 2, sobre “padrões”, no item “**A importância das normas**”, no sétimo parágrafo, logo após a caixa de explicação sobre “**Custom & Standard**”, há um exemplo de padrão abordando justamente o novo padrão brasileiro de tomadas, definido pela norma NBR 14136.

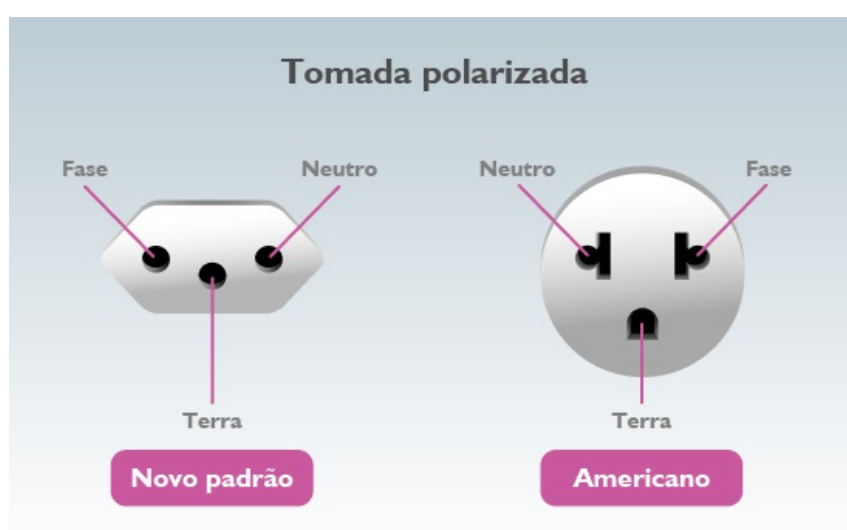
Resumidamente, temos o seguinte:

A norma NBR 14136 chegou para padronizar as tomadas residenciais e comerciais e, ao mesmo tempo, eliminar uma série de outras tomadas e plugues concorrentes de padrões diversos, isso se houvesse um padrão.

O novo padrão é bem mais seguro e estabeleceu apenas dois modelos de tomadas: uma de 10 Ampéres, com conectores cilíndricos de 4,0 mm de diâmetro; e outra de 20 Ampéres, com conectores cilíndricos de 4,8 mm de diâmetro.

Como antes desse padrão não havia uma norma nacional, usava-se o padrão internacional de pinagem (**Figura 1**). O problema é que a nova norma resolveu inverter esse padrão e isso causou alguns problemas pontuais para os clientes.

Figura 01 - Nova tomada brasileira (à esquerda) e tomada universal (à direita) baseada no padrão Nema 5



Fonte: <http://imagemesomhd.blogspot.com.br/2010/09/instalacao-eletrica-para-home-theater.html>. Acesso em: 3 ago. 2012

Esse novo padrão torna obrigatório o uso do aterramento. Há um pino específico para isso na tomada, o pino central. Mas para a função de proteção do aterramento funcionar, faz-se necessário que seja feito um aterramento na residência ou ponto comercial (vamos sugerir uma opção de aterramento adiante).

Normalmente, o fio neutro também é aterrado na entrada de energia elétrica da residência, isso ajuda a equipotencializar os neutros da proximidade da região atendida pela subestação da concessionária de distribuição de energia elétrica.

Portanto, é preciso ligar três fios por trás das tomadas. Cada tomada tem um sistema de fixação do fio levemente diferente, dependendo do fabricante.

Em tomadas de 10 A, recomenda-se fios de 1,5 mm² de seção, e fio de 4,0 mm² de seção para tomadas de 20 A. Observe a **Tabela 1** a seguir.

**Escala métrica
NBR 6418 – 70° C**

Área da seção (mm²)	Corrente (Ampéres)
1,5	15,5
2,5	21
4,0	28
6,0	36
10,0	50
16,0	68
25,0	89
35,0	111

Escala métrica
NBR 6418 – 70° C

Área da seção (mm ²)	Corrente (Ampéres)
50,0	134

Tabela 1 – Correlação entre a área da seção do condutor e a corrente máxima.
Fonte: Wetzel (Modificado).

Observando a **Tabela 1**, notamos que um fio de 2,5 mm² de seção já nos permite uma corrente da ordem de 21 A, portanto, 1 A a mais do que o suportado pela tomada. Mas quando se fala em segurança, essa diferença a mais de 1 Ampére não é tão confortável, assim, é mais seguro investir em um fio de 4,0mm², sem susto.

Quando for ligar os fios às tomadas, decape apenas 1,0 cm da capa isolante e teste o fio na posição. Ajuste de forma que a capa isolante tangencie perfeitamente o sistema que segura e fixa o fio, atualmente do tipo prensa, semelhante aos disjuntores.

Mantenha a tomada fora da posição definitiva até que um teste com energia possa ser realizado.

Atividade 02

1. É possível ligar um chuveiro elétrico de 220 Volts, cuja potência é de 4800 Watts, com um fio de 1,5 mm² de seção?

Estruturas de passagem

As estruturas de passagem são quase as mesmas da rede de dados cabeada. O que muda é que no lugar do armário de telecomunicações ou rack há os quadros de disjuntores e distribuição. Esses quadros podem ser primários ou principais e secundários ou distribuídos.

Outros níveis organizacionais de quadros elétricos também existem e podem ser bem utilizados, mas, em ambiente doméstico ou comercial, não vale a pena, uma vez que a relação custo/benefício é elevada.

Eletrodutos, canaletas e eletrocalhas são comuns, mas, agora, é possível utilizar um eletroduto de 3/4", por exemplo, para passar até 5 fios de 1,5mm². Uma instalação elétrica doméstica é menos suscetível a alterações do que uma em ambiente comercial. Os conduítes antichamas também podem ser utilizados em espaços curtos e em circuitos elétricos terminais, como em uma caixa de tomada. Evite usar conduítes para as ligações dos quadros elétricos.

A ocupação das estruturas de passagem também deve obedecer aos 40% aplicados às redes lógicas cabeadas.

Atividade 03

1. Quais são as principais diferenças entre as estruturas de passagens de uma rede de dados e de uma rede elétrica?

Fios e cabos

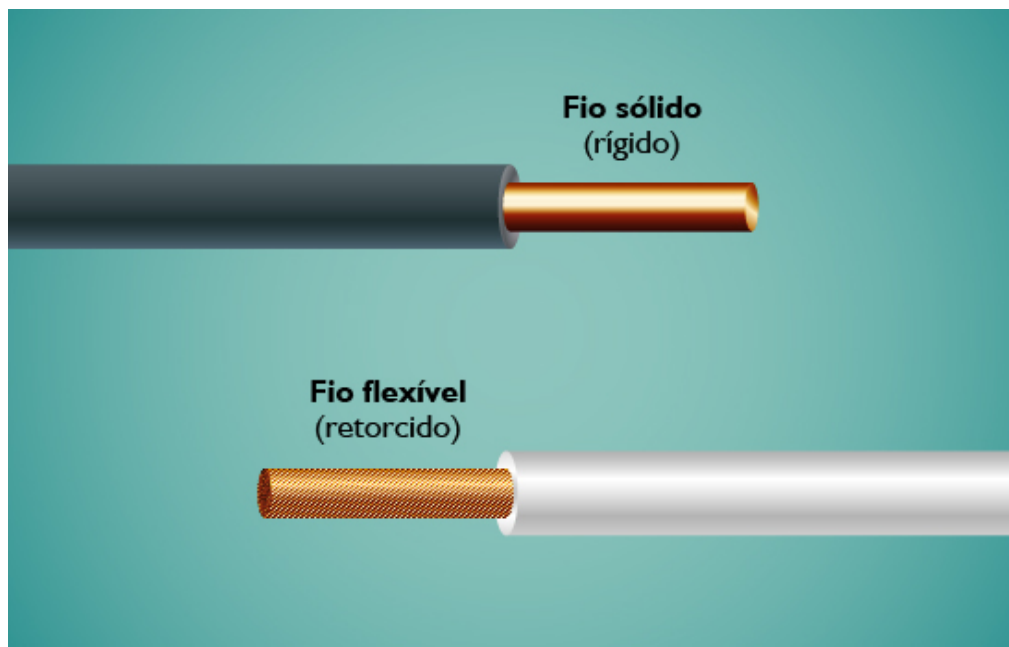
Se cabos de rede e fios elétricos parecem ser bem diferentes, saiba que, essencialmente, são mesmo é muito parecidos. Assim como os cabos de rede, existem dois tipos de fios elétricos principais. Um com condutores sólidos e outro com condutores flexíveis (**Figura 2**).

Os fios com condutores sólidos apresentam menor resistência elétrica, o que é bom, mas menor resistência mecânica também, o que é ruim. Por isso, um fio com esse tipo de condutor deve permanecer dentro das estruturas de passagem, protegidos de choques mecânicos que possam avariá-lo.

E os fios com condutores flexíveis são exatamente o contrário, apresentam maior resistência elétrica, o que é ruim, mas maior resistência mecânica, o que é bom. Assim, esse tipo de fio é indicado para ser usado entre a tomada macho ou

plugue e o utilizador elétrico, como um ventilador, geladeira, ferro de passar roupa, computador, TV etc. Esse tipo de fio pode ser manuseado com mais frequência sem sofrer avarias.

Figura 02 - Fio sólido (rígido), à esquerda, e flexível (retorcido), à direita



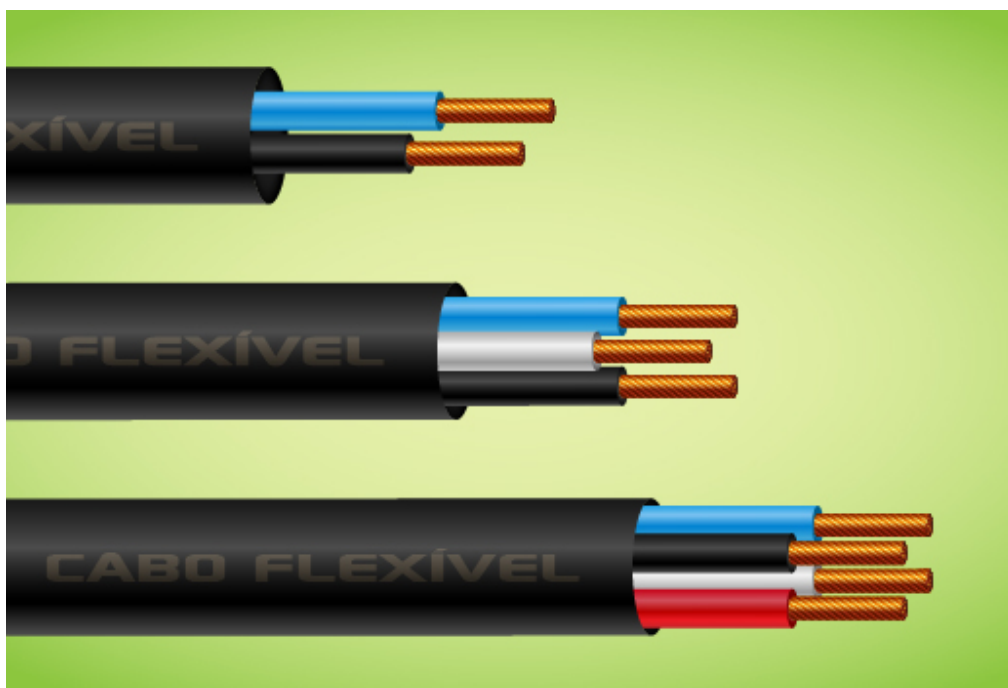
Fonte: Burgos Eletrônica (rígido) e Proelman Eletromecânica Ltda.

Existem ainda alguns fios e cabos especiais, como fios com duplo isolamento, na realidade, uma capa interna de isolamento elétrica e uma capa externa de proteção mecânica e antichama (norma NBR 6812), cada vez mais comum no nosso mercado. Esses fios são mais seguros, pois possuem duas camadas de capas protetoras. Além disso, essas capas são muito menos combustíveis do que as capas isolantes únicas dos fios de 15 anos atrás, por exemplo.

Ao contrário dos fios, os cabos podem ser entendidos como um agrupamento de fios. Há cabos com 2, 3 e 4 fios, ou até mais. Dentro de um cabo, os fios são completos, contando com condutor, isolamento e capa. Nessas circunstâncias, os fios são chamados de veias (**Figura 3**).

Os fios, ou veias, de um cabo possuem, comumente, as mesmas medidas (área da seção transversal), assim, um cabo com 3 fios na medida $2,5 \text{ mm}^2$ tem em sua capa externa a indicação $3 \times 2,5 \text{ mm}^2$.

Figura 03 - Cabo PP 2x1,5, 3x1,5 e 4x1,5 mm² (condutores flexíveis).



Fonte: Burgos Eletrônica (rígido).

Independentemente de se trabalhar com fios ou cabos multipolares (mais de um fio), é oportuno seguir orientações normatizadas com relação à utilização dos fios ou veias de cabos. Nesse sentido, um código de cores foi elaborado para facilitar a rápida identificação dos circuitos elétricos em uso. Observe o **Quadro 1** a seguir.

**Código de cores das capas
NBR 5410 (Não há obrigação rígida)**

Cor da capa	Significado, função
Verde	Proteção (PE – Não normatizado)
Verde e amarelo	Proteção (PE)
Amarelo	Retorno de interruptores (Para lâmpadas, por exemplo)
Azul claro	Neutro ou PEN – Proteção + Neutro (Com anilhas verdes e amarelas)

**Código de cores das capas
NBR 5410 (Não há obrigação rígida)**

Cor da capa	Significado, função
Branco	Fase
Preto	Fase
Vermelho	Fase
Marrom	Fase

Quadro 1 – Código de cores para capas de fios em instalações de baixa tensão, de acordo com a norma NBR 5410

Fonte: Adaptado de IPCE Fios e Cabos.



Vídeo 03 - Fios e cabos condutores

Atividade 04

1. Quais as principais diferenças entre fios de cabos?

Quadro elétrico

Assim como o rack em uma rede de dados, é no quadro elétrico que se encontram todos os fios de uma instalação elétrica. As semelhanças não param por aí, pois os “equipamentos” ativos e passivos também se encontram ali.

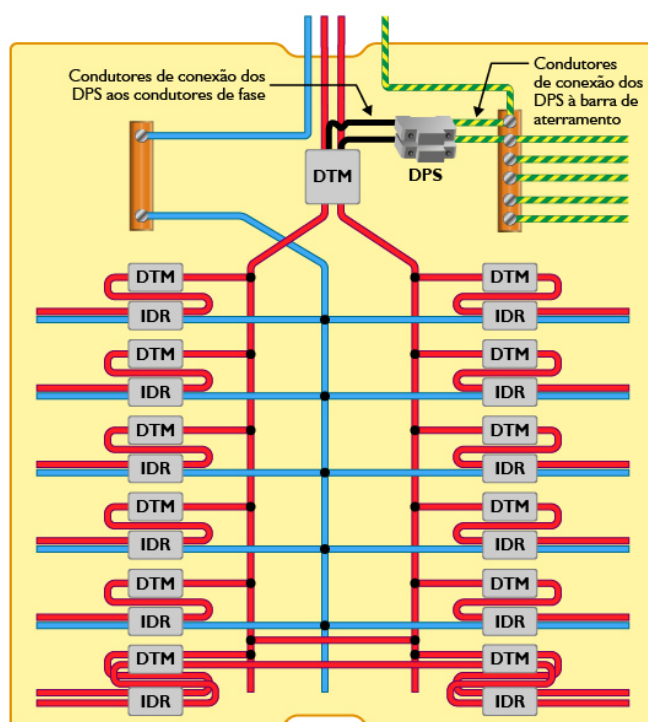
É óbvio que esses termos não se aplicam a um quadro elétrico, mas mantenhamos essa conotação e teremos como equipamentos “passivos” os barramentos de interconexão de aterramento (proteção) e neutros e as chapas ou fitas para a interconexão das fases.

Um quadro elétrico deve estar localizado em uma região de fácil acesso, sem material combustível, inflamável ou fontes de umidade por perto, em uma altura em relação ao solo que impeça o alcance de crianças e animais domésticos.

E como equipamentos “ativos”, temos os disjuntores termo magnéticos (DTM), os disjuntores diferenciais residuais (DDR ou só DR) ou interruptores diferenciais residuais (IDR) e os dispositivos protetores de surtos (DPS) (**Figura 4**). O IDR não precisa ser usado junto com um DR, basta que ele seja instalado junto com um disjuntor termo magnético, como ocorre, no exemplo da **Figura 4**.

Esses DPS existem em classes I, II ou III. Em instalações residenciais utiliza-se um DPC Classe II no quadro elétrico e um classe III, normalmente, nas extensões elétricas que agregam filtro de linha, fusível, proteção contra sobretensão e interruptor de liga/desliga.

Figura 04 - Esquema de um quadro elétrico doméstico completo



Fonte: Prysmian Cables Systems.

Atividade 05

1. Onde deve estar localizado um quadro elétrico?

Componentes do quadro elétrico

Dentre os componentes do quadro elétrico, podemos listar os seguintes, com suas respectivas funções:

Barramento de neutros – É uma barra de cobre com parafusos e arruelas que fica afixada sobre calços plásticos no interior do quadro elétrico. Os barramentos mais modernos são feitos em latão, metal composto com maior resistência mecânica do que o cobre e de custo mais baixo, com um corpo principal vazado lateralmente, por onde são admitidos os fios e presos por parafusos no próprio corpo metálico. Esse tipo de barramento possui um suporte, feito em material isolante, com trava na cor indicativa de sua função, nesse caso, verde (**Figura 5**).

Figura 05 - Barramentos de aterramentos



Fonte: AL Fábrica de Material Elétrico S.A.

Barramento de aterramento – É igual ao barramento de neutros, diferindo apenas na cor indicativa de sua função, que aqui é azul claro.

Disjuntor termo magnético (DTM) – Os disjuntores são, em linhas gerais, interruptores que se desligam automaticamente sob algumas condições, visando dar segurança às instalações elétricas. Cada disjuntor tem um valor nominal de corrente e uma curva de desarme ou disparo. O disjuntor protege contra sobrecarga, sobrecorrente e curto circuito. Ele dispara tanto pelo rápido aquecimento do condutor quanto pelo aumento do campo eletromagnético (**Figura 6**).

Os disjuntores termomagnéticos mais comuns são os de curva B, indicados para cargas resistivas, e os de curva C, indicados para cargas indutivas.

Figura 06 - Disjuntores termomagnéticos. Da esquerda para a direita: unipolar, bipolar e tripolar.



Fonte: Cometa Materiais Elétricos. Disponível em:

<http://www.bhseletronica.com.br/show_image.php?filename=admin/fotos/BDP63-conjunto-1.jpg>.

Acesso em: 3 ago. 2012

Interruptor diferencial residual (IDR) – É um interruptor que funciona com fase e neutro. Ele desarmará toda vez que houver uma corrente demandada pelo condutor fase e que não houver retorno pelo neutro. Como exemplo podemos pensar em alguém levando um choque elétrico. Nessa situação, a energia passará pelo corpo da pessoa e não pelo neutro.

O disparo de um IDR é rápido, deixando apenas um breve susto em quem levou o choque elétrico.

Disjuntor diferencial residual (DDR ou DR) – É, basicamente, a união de um disjuntor termomagnético com um interruptor diferencial residual. Ele desarmará em condições de sobrecorrente, sobrecarga, curto circuito e choque elétrico (**Figura 7**).

Figura 07 - Disjuntores termomagnéticos. Da esquerda para a direita: unipolar e tripolar.



Fonte: WEG Brasil. Disponível em: [link](#).
Acesso em: 3 ago. 2012

Dispositivo de proteção contra surtos (DPS) – É um dispositivo que age causando um curto circuito quando a tensão sobe acima de um determinado valor. Esse curto não causa problemas, pois ele faz com que o disjuntor próximo ao DPS desarme. Isso faz com que os equipamentos elétricos estejam protegidos contra sobre tensão (**Figura 8**).

Quando um DPS realiza sua proteção, ele fica irreversivelmente avariado, precisando ser substituído por outro. Os modernos DPS em cartuchos facilita muito essa substituição.

Figura 08 - Dispositivo de proteção contra surtos



Fonte: Clube do Hardware. Disponível em: [link](#).
Acesso em: 3 ago. 2012



Vídeo 04 - Elementos do Quadro elétrico

Atividade 06

1. O que pode ser usado como proteção contra sobrecorrente, curto circuito e choque elétrico?

Princípios Básicos e a Terminologia

Neste vídeo entenderemos os princípios básicos e a terminologia da eletricidade. Em seguida, conheceremos os tipos de fios e tomadas elétricas.



Vídeo 05 - Princípios Básicos e a Terminologia

Tipos de Aterramento Elétrico

Neste vídeo sobre Instalações Elétricas, conheceremos os tipos de aterramento elétrico.



Vídeo 06 - Tipos de Aterramento Elétrico

Cuidados ao Trabalhar com Eletricidade

Neste vídeo falaremos dos cuidados que devemos tomar quando trabalhamos com cabeamento elétrico.



Vídeo 07 - Cuidados ao Trabalhar com Eletricidade

Mídias integradas

- <<http://www.youtube.com/watch?v=SdGA V-t4fmc&feature=related>>
Princípios de eletricidade, parte 1.
- <http://www.youtube.com/watch?v=TMvAK_tKp1A&feature=relmfu>
Princípios de eletricidade, parte 2.
- <http://www.uft.edu.br/engambiental/prof/catalunha/arquivos/ei/IER_Prysmian.pdf>
Excelente manual sobre instalações elétricas residenciais.
- <<http://www.youtube.com/watch?v=0wj9SXqIF7I>>
Disjuntores nos padrões NEMA e DIN.
- <<https://www.youtube.com/watch?v=9MttIGSYhMc>>
Quadro elétrico residencial.
- <<https://www.youtube.com/watch?v=guWNpRHkFcQ>>
Funcionamento de um DPS.
- <<http://www.youtube.com/watch?v=okAlWKSOnnE>>
Funcionamento de um disjuntor.

Resumo

Nesta aula, você estudou os princípios da eletricidade e uma visão geral de instalações elétricas de baixa tensão para ambientes residencial e comercial, além de dispositivos gerais de proteção elétrica.

Autoavaliação

Refleta sobre o que estudou e responda às questões seguintes.

1. O uso de disjuntores termomagnéticos oferece proteção suficiente para uma residência? Justifique.
2. Um disjuntor pode ser rearmado após sua ação. E um DPS? Justifique.

Referências

EDIVALDO. **Redes de computadores:** eletricidade básica. São Paulo: Faculdade de Informática e Administração Paulista, [20-?]. 8p. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/7035814/Eletricidade-Basica-09-Disjuntores>>. Acesso em: 29 jun. 2012.

FERREIRA, Rodrigo Arruda Felício. **Instalações elétricas I:** Apostila da disciplina ENE-065 para o curso de Engenharia Elétrica da UFJF. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2010. 73p. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/ramoieeee/files/2010/08/Apostila-Instala%C3%A7%C3%B5es-El%C3%A9tricas-I.pdf>>. Acesso em: 29 jun. 2012.

IPCE Fios e Cabos. Introdução aos fios e cabos. Disponível em: <<http://www.ipce.com.br/introducao.html>>. Acesso em: 29 jun. 2012.

PRYSMIAN CABLES & SYSTEMS. **Instalações elétricas residenciais:** garanta uma instalação elétrica segura. Santo André, SP: Prysmian Energia Cabos e Sistemas do Brasil S.A., 2006. 136p. Disponível em: <<http://www.prysmian.com.br/export/sites/prysmian-ptBR/energy/pdfs/Manualinstalacao.pdf>>. Acesso em: 29 jun. 2012.

SPADA, Adriano Luiz. **Conceitos Básicos sobre Sistemas de Energia e Aterramento em Áudio.** Attack do Brasil, 2007. 50p. Disponível em: <http://www.attack.com.br/artigos_tecnicos/geracao_da_energia.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2012.

WETZEL. S.A. **Tabela comparativa de capacidade de condução de corrente.** Divisão Eletrotécnica. p. 44-46. Disponível em: <[link](#)>. Acesso em: 29 jun. 2012.