

INSTITUTO INDUSTRIAL E COMERCIAL DA BEIRA

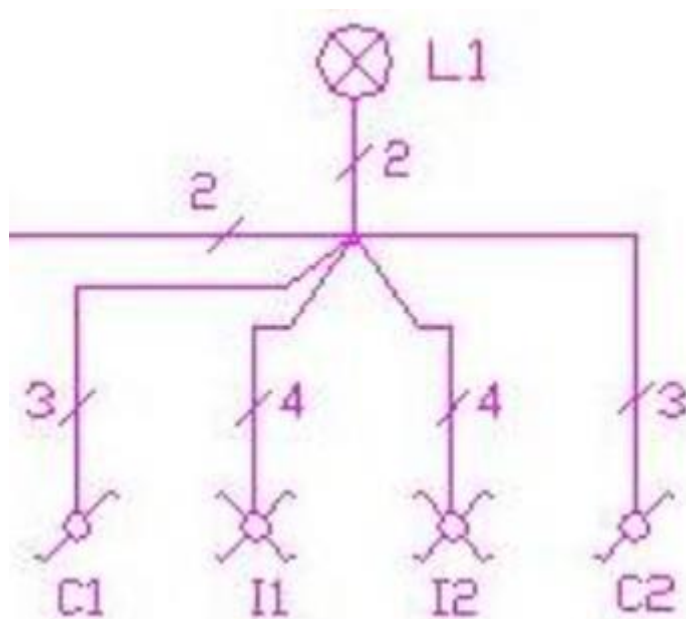
**CERTIFICADO VOCACIONAL DE NÍVEL III
EM ELECTRICIDADE INDUSTRIAL**

CONCEBER CIRCUITOS DE COMANDO EM RESIDÊNCIAS

MANUAL DE APOIO

“Resultado de aprendizagem 01”

2ª Edição



Elaborado por:

Eng. Gimo A. T. Joaque

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	1
1. APARELHAGEM ELÉCTRICA	2
1.1. Classificação da aparelhagem	2
1.1.1. Característica da aparelhagem	2
1.1.2. Aparelhos de comando	4
1.1.3. Aparelhos de ligação	4
Exercícios 01:	4
1.2. Simbologias e seu significado	4
1.2.1. Normalização e sua necessidade	5
1.2.2. Algumas simbologias unifilar e multifilar e seu significado	6
1.3. Esquemas Eléctricos	7
1.3.1. Classificação dos esquemas	7
1.3.1.1. Conforme o fim em vista	7
1.3.1.2. Consoante o modo de representação	7
1.4. Comando de Lâmpadas	7
1.4.1. Interrupção simples com lâmpada de incandescência	7
Exercícios 02:	8
1.4.2. Interrupção simples com lâmpada fluorescente	9
Exercícios 03:	10
1.4.3. Comutação de lustre	10
Exercícios 04:	11
1.4.4. Comutação de escada ou de quarto	12
Exercícios 05:	13
1.4.5. Dupla comutação de escada	14
1.4.6. Comutação de escada com inversor	14
Exercícios 06:	15
1.5. Tomadas monofásicas com terminal de terra	16
Referencias:	17

INTRODUÇÃO

Este manual destina-se fundamentalmente aos formandos de qualificação nível 3 em Electricidade de Manutenção Industrial, que frequentam o módulo “Conceber circuitos de comando em residências”. Nele desenvolve -se os Critérios de Desempenho do Elemento de Competência nº 01, os componentes básicos de circuitos de comando; simbologia normalizada dos materiais eléctricos para instalações eléctricas e diferentes esquemas de circuitos eléctricos bem como as suas aplicações.

No fim deste resultado de aprendizagem, o candidato deve ser capaz de caracterizar diversos componentes básicos dos circuitos de comandos e, a partir da leitura de esquemas eléctricos, explicar a função e a simbologia normalizada dos materiais eléctricos aplicados em instalações eléctricas. Deve ainda aprender a distinguir diferentes esquemas de circuitos eléctricos, elaborando em função das suas aplicações, com enfoque aos circuitos de comando.

Por fim, o formando deverá fazer uso dos conhecimentos e habilidades ganhas para concepção de circuitos electricos de comando em residências.

1. APARELHAGEM ELÉCTRICA

1.1. Classificação da aparelhagem

Uma instalação eléctrica é constituída pela canalização e também pela diversa aparelhagem necessária ao seu correcto funcionamento.

A aparelhagem eléctrica que faz parte integrante de uma instalação eléctrica divide-se em varias categorias: **aparelhagem de corte** (Interruptores, seccionadores, disjuntores, etc), **aparelhagem de comando** (interruptores, comutadores, inversores, contactores, etc), **aparelhagem de protecção** (disjuntores, fusíveis, reles, etc), **aparelhagem de ligação** (caixas de derivação, caixas de coluna, fichas, tomadas, etc), **aparelhagem de medida e contagem** (amperímetros, voltímetros, contadores de energia, etc), **aparelhagem de regulação** (potenciómetros, condensadores variáveis, etc), **aparelhagem de utilização**, etc.

Os aparelhos de utilização são elementos exteriores à própria instalação e que a esta vão ser ligados através dos seus pontos de utilização. Como por exemplo de aparelhos de utilização, temos: lâmpadas, motores, máquinas de lavar, frigoríficos, ferros de engomar, aspiradores etc. A figura 1.1 representa um diagrama de blocos da classificação da aparelhagem.

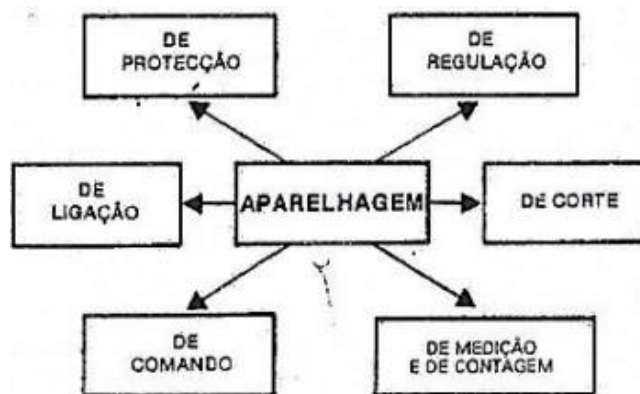


Figura 1.1 - Classificação da aparelhagem eléctrica

1.1.1. Característica da aparelhagem

Durante o seu funcionamento, a aparelhagem está submetida às mais diversas provas, consoante a função que desempenha, o tipo de instalação, características da instalação, influências externas do local, etc.

Por forma a podermos adaptar à nossa instalação o material mais adequado, o fabricante indica normalmente algumas das seguintes **grandezas e características eléctricas da aparelhagem**:

- Tensão e Intensidade estipulada;
- Número de pólos (unipolar, bipolar, tripolar, etc);
- Natureza da corrente (AC ou DC);
- Robustez eléctrica (Número máximo de manobras);
- Índice de protecção IP e IK;
- Poder de corte; e etc.

As **grandezas estipuladas** (Tensão estipulada, Intensidade estipulada, potência estipulada, etc) são valores que serviram de base ao dimensionamento e fabrico dos aparelhos e que estes suportam permanentemente sem deterioração ou actuação (no caso dos órgãos de protecção). Obviamente que se pretende que estas grandezas sejam inferiores aos valores nominais da rede a que vão ser ligados.

O **poder de corte** de um aparelho é a máxima intensidade de corrente que esse aparelho é capaz de interromper, sem a destruição dos seus elementos constituintes.

Todo equipamentos eléctrico está sujeito às condições locais da instalação eléctrica, isto é, às influencias externas do local. Os códigos IP e IK dos invólucros de cada equipamento devem, por isso, estar de acordo com as classificações obtidas para cada local. Elas prevê três tipos de protecção, exigíveis aos invólucros da aparelhagem:

- Protecção contra contactos com peças sob tensão ou em movimento e contra a penetração de corpos sólidos estranhos e de poeiras;
- Protecção contra a penetração de líquidos;
- Protecção contra acções mecânicas.

A codificação é feita utilizando um símbolo constituído pelas letras IP (**Índice de protecção**) seguidas dos algarismos correspondentes ao respectivo grau dentro de cada tipo de protecção, pela ordem indicada na tabela 1.1.

Tabela 1.1 – Definição dos graus de protecção dos invólucros dos aparelhos para instalações eléctricas

1º Algarismo Protecção contra contactos e penetração de corpos sólidos		2º Algarismo Protecção contra penetração de líquidos		3º Algarismo Protecção contra acções mecânicas.	
0	Sem protecção	0	Sem protecção	0	Sem protecção
1	Protegido contra os corpos sólidos superiores a 50 mm (ex.: contactos involuntários da mão)	1	Protegido contra a queda vertical de gotas de água.	1	Energia de choque 0,225 Joule.
2	Protegido contra os corpos sólidos superiores a 12 mm (ex.: dedo da mão)	2	Protegido contra a queda de gotas de água até 15º da vertical.	2	Energia de choque 0,375 Joule.
3	Protegido contra os corpos sólidos superiores a 2,5 mm (ex.: ferramentas, fios)	3	Protegido contra a água em chuva até 60º da vertical.	3	Energia de choque 0,500 Joule.
4	Protegido contra os corpos sólidos superiores a 1 mm (ex.: pequenas ferramentas, fios finos)	4	Protegido contra as projecções de água em todas as direcções.	5	Energia de choque 2,00 Joule.
5	Protegido contra poeiras	5	Protegido contra os jactos de água, com agulhetas, em todas as direcções.	7	Energia de choque 6,00 Joule.
6	Totalmente protegido contra poeiras.	6	Protegido contra as protecções de água assemelháveis às vagas do mar.	9	Energia de choque 20,00 Joule.
		7	Protegido contra os efeitos de imersão.		
		8	Protegido contra os efeitos prolongados da imersão sob pressão.		

1.1.2. Aparelhos de comando

Os aparelhos de comando têm como função principal modificar o estado de funcionamento de um circuito eléctrico ou de uma instalação eléctrica. São aparelhos em que a acção de comando pode ser feita eléctrica ou mecanicamente, manual ou automaticamente. São exemplos de aparelhos de comando: o interruptor, o comutador, o telerruptor, o automático de escada e o contactor.

Funcionamento de interruptores (basculante, de facas, de manípulo e rotativo), comutadores (de escada, de lustre, inversor), botão de pressão, contactor, telerruptor, e automático de escada deve ser debatido em plenária.

1.1.3. Aparelhos de ligação

É o aparelho destinado a garantir a continuidade entre dois ou mais sistemas condutores (condutores, elementos condutores, equipamentos eléctricos, aparelhagem, etc). Qualquer ponto de ligação num circuito eléctrico é, por isso, um potencial ponto fraco da instalação, em virtude de a mesma desfazer-se acidentalmente, para além de que há sempre perdas por efeito de joule e quedas de tensões (mínimas) nos pontos de ligação.

Como aparelhos mais comuns de ligação temos:

- Fichas e tomadas;
- Blocos de junção;
- Terminais de ligação;
- Pentes de ligação;
- Barramentos;
- Caixas de derivação e de coluna;
- Coroas de bornes;
- Ligadores de aperto automático ou ligadores rápidos;
- Ligadores de torção, etc.

Exercícios 01:

1. Pretende-se estabelecer o código de um aparelho com protecção contra corpos sólidos superiores a 1 mm, contra a água sob a forma de chuva e sem protecção resistente ao choque.
2. Pretendemos estabelecer o índice de protecção de um aparelho previsto com protecção contra corpos sólidos superiores a 50 mm e com protecção resistente ao choque de 0,375 J.
3. Como base nos circuitos de comando de iluminação montado nos painéis de instalações eléctricas (Laboratório de Automatismos e Electromecânica), identifica e caracteriza os componentes básicos de circuitos de comando.

1.2. Simbologias e seu significado

O símbolo eléctrico é uma representação simplificada de um tipo específico de componente eléctrico em um diagrama de fiação ou em um esquema eléctrico, as vezes um símbolo pode apresentar uma instalação inteira, ou ainda um componente eléctrico pode ser representado com a junção de mais de um símbolo.

1.2.1. Normalização e sua necessidade

A necessidade da normalização nos esquemas eléctricos torna-se imperativa, tanto pela complexidade, como pela necessidade de serem compreendidos por todos os que tenham que interpretar os ditos esquemas.

A unificação dos símbolos, porém, é um pouco difícil de conseguir-se, já que as empresas construtivas e alguns gabinetes do projecto criam os seus próprios símbolos, algumas vezes com desprezo pela normalização em vigor, pelo que pode acontecer que, para representar um determinado aparelho existem vários símbolos.

Considera-se de importância para o técnico de certificado vocacional de nível 3 em electricidade industrial o conhecimento dos símbolos mais importantes e que mais facilmente encontrará nos esquemas das montagens que terá que realizar.

As normas mais importantes em vigor são as CEI (Comissão Electrotécnica Internacional), as alemãs VDE/DIN e em Portugal as NP (Normas Portuguesas).

▪ Principais normas internacionais

- C.E.I (I.E.C) - Comissão Electrotécnica Internacional
- I.S.O - International Standards Organization
- EN - Normas Europeias

▪ Principais normas nacionais

- NM – Norma Moçambicana (Moçambique);
- NP- Norma Portuguesa (Portugal);
- SABS- South African Bureau of Standards (Africa do Sul)
- BSI- British Standard Institution (Inglaterra)
- VDE- Verband Deutscher Elektrotechniker (Alemanha)
- USE- Union des Syndicates de l'Electricité (França)
- ASE- Association Suisse des Electriciens (Suíça)
- NBR - Norma Brasileira (Brasil)



Figura 1.2 – Alguns exemplos de marcas de conformidade com as normas

1.2.2. Algumas simbologias unifilar e multifilar e seu significado.

Tabela 1.2 - Algumas simbologias multifilar, unifilar e seu significado.

SÍMBOLOS	SIMB. SIMPLIFICADOS	DESIGNAÇÃO	SÍMBOLOS	DESIGNAÇÃO
		Interruptor unipolar		Interruptor horário
		Interruptor bipolar		1— Interruptor de abert. retardada 2— Automático de escada
		Comutador de lustre		Comando pneumático ou hidráulico de simples efeito
		Comutador de quarto ou escada		Detector automático de incêndio
		Comutador inversor		Fogão eléctrico (VDE)
		Comutador de grupo		Idem, com parte para carvão (VDE)
		Interruptor com lâmpada de posição		Frigorífico (VDE)
		Interruptor com lâmpada avisadora		Cilindro; aquecedor eléctrico de água (VDE)
		Comutador de escada duplo		1— Secador de roupa 2— Exaustor eléctrico (VDE)
		Comutador de escada com lâmpada avisadora		1— Máquina de lavar roupa 2— Máquina de lavar louça
		Comutador de escada com lâmpada de posição		Lâmpada de incandescência (CEI e Francesa)
		Botão de pressão		Lâmpada fluorescente para unifilar e multifilar (VDE)
		Botão de pressão luminoso		Arrancador para lâmpadas fluorescentes (VDE)
		Teleinterruptor (VDE)		Lâmpada não (VDE)
		Televisor		Posto receptor de rádio-difusão

1.3. Esquemas Eléctricos

Segundo CEI, um ESQUEMA mostra como as diferentes partes de uma rede, de uma instalação, de um conjunto de aparelhos ou de um aparelho são funcionalmente interdependentes e ligados electricamente.

1.3.1. Classificação dos esquemas

1.3.1.1. Conforme o fim em vista

Importante frisar que, em relação a esta classificação iremos abordar apenas **esquema funcional**, este apenas considera as funções da aparelhagem na montagem a realizar sem ter em conta a sua posição relativa. Tem a vantagem de mostrar quer o funcionamento quer as ligações principais, sem cruzamento de linhas, o que por si **torna mais fácil a análise eléctrica do circuito**.

1.3.1.2. Consoante o modo de representação

- a) **Representação Unifilar** – é uma representação simplificada de um circuito, no qual são exibidos linhas e símbolos específicos, estas linhas representam os condutores e sobre eles é indicado a quantidade destes condutores em forma de traços verticais ou oblíquos, que interligam os componentes de um determinado circuito. Este esquema tem sua aplicação em projectos eléctricos, pois dada a sua simplicidade, facilita a representação de uma instalação eléctrica de um edifício.
- b) **Representação multifilar** - é uma representa do circuito eléctrico que ilustra os componentes, ligações entre eles. Este é o esquema que descreve a forma como é ligado qualquer aparelho, de modo a facilitar a sua execução prática.

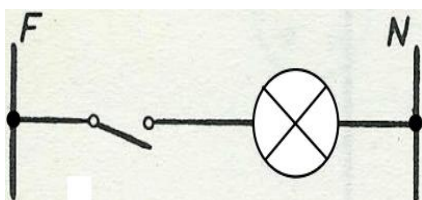
1.4. Comando de Lâmpadas

1.4.1. Interrupção simples com lâmpada de incandescência

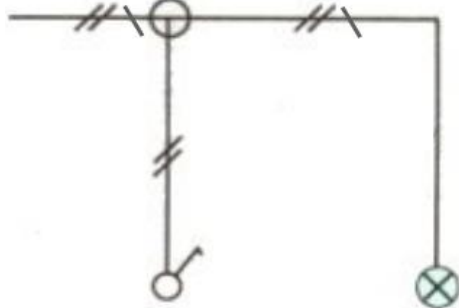
É empregue sempre que se deseja comandar de um só lugar um único circuito, com uma ou mais lâmpadas.

O **Neutro** liga directamente ao receptor. A **Fase** liga ao aparelho de comando, sai do aparelho de comando e vai ligar ao receptor. O recetor só funciona se chegar o Neutro e Fase.

Esquema funcional



Esquema unifilar



Esquema Multifilar

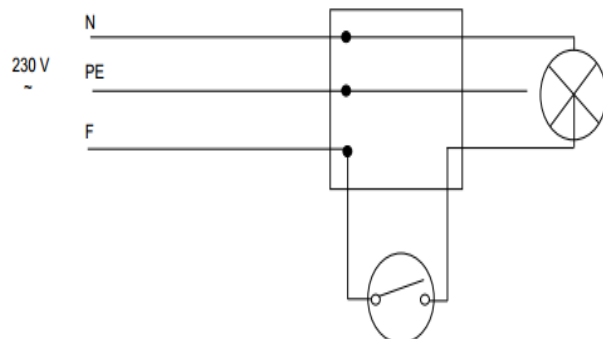


Figura 1.3 – Esquemas funcional, unifilar e multifilar de Interrupção simples com lâmpada de incandescência.

IMPORTANTE:

Identificação dos condutores e cabos

Os condutores são identificados conforme estabelecido pela norma europeia harmonizada HD 308, do modo seguinte:

- Condutores de Fases (L1, L2, L3) em **preto-cinzentocastanho**;
- Condutor de Neutro (N) em **azul claro**;
- Condutor de Terra de Protecção (PE) em **verde e/ou amarelo**.

O condutor de protecção eléctrica (PE), deve ir a todos os recetores.

Quando o traçado das canalizações e localização dos restantes elementos da instalação (caixas de derivação, aparelhos de comando, aparelhos de utilização, etc.) é executado em plantas, o esquema daí resultante diz-se arquitectural.

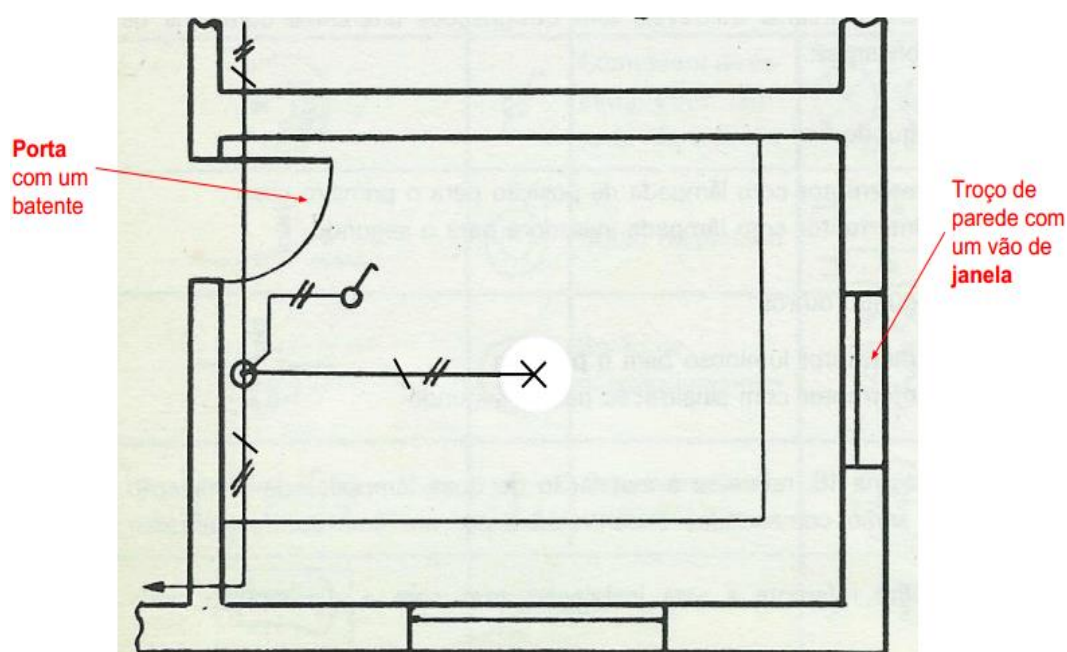


Figura 1.4 - Esquema arquitectural

Exercícios 02:

1. Complete os esquemas representados abaixo (Figura 1.5), indicando número de condutores e desenhando os esquemas em multifilares.

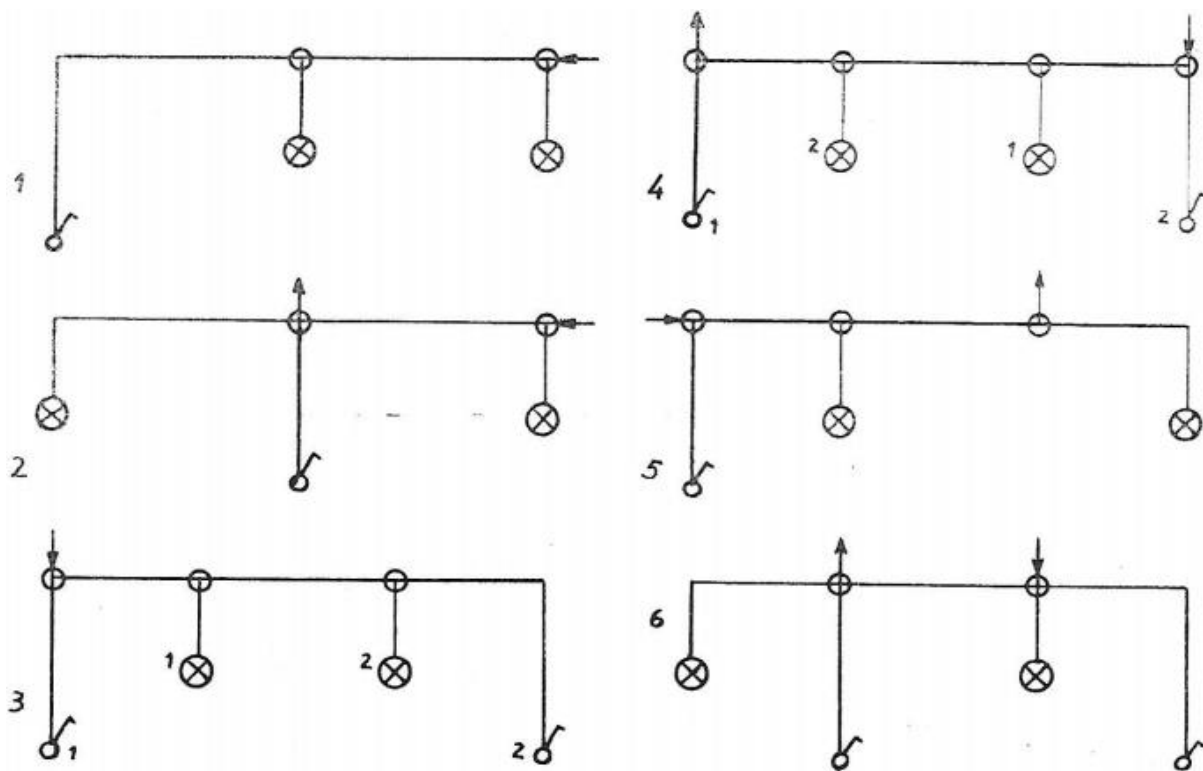


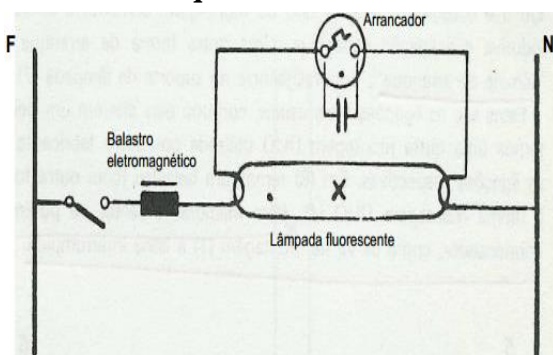
Figura 1.5 – Esquemas para exercício.

2. Desenhe esquema unifilar e multifilar de instalação eléctrica de duas (2) lâmpadas incandescentes de 60 W/220 V comandada por um interruptor bipolar.

1.4.2. Interrupção simples com lâmpada fluorescente

Ao contrário das lâmpadas de incandescência, as lâmpadas fluorescentes necessitam de um balastro electromagnético e arrancador ou de um balastro electrónico para arrancarem.

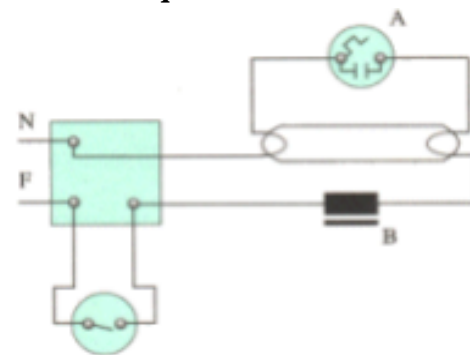
Esquema funcional



Esquema unifilar



Esquema Multifilar



A – Arrancador

B – Balastro electromagnético

Figura 1.6 - Esquemas funcional, unifilar e multifilar de Interrupção simples com lâmpada fluorescente

Exercícios 03:

- Complete os esquemas representados abaixo (Figura 1.6), indicando numero de condutores e desenhe os esquemas em multifilares.

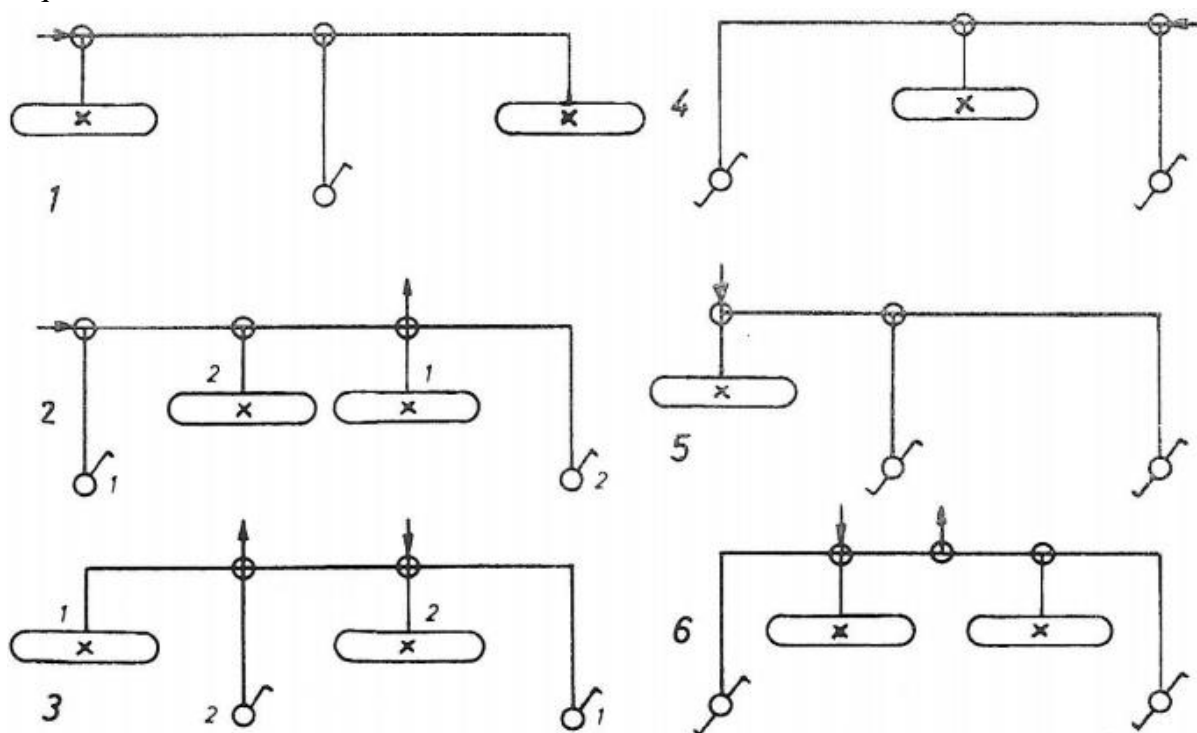
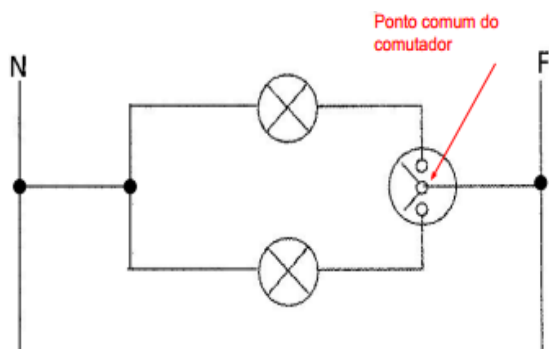


Figura 1.6 – Esquemas para exercício.

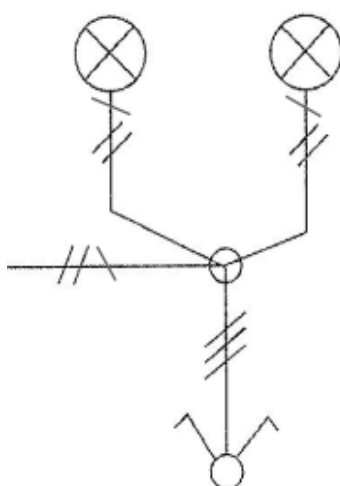
1.4.3. Comutação de lustre

É empregue sempre que se deseja comandar de um só lugar dois circuitos, com uma ou mais lâmpadas.

Esquema funcional



Esquema unifilar



Esquema Multifilar

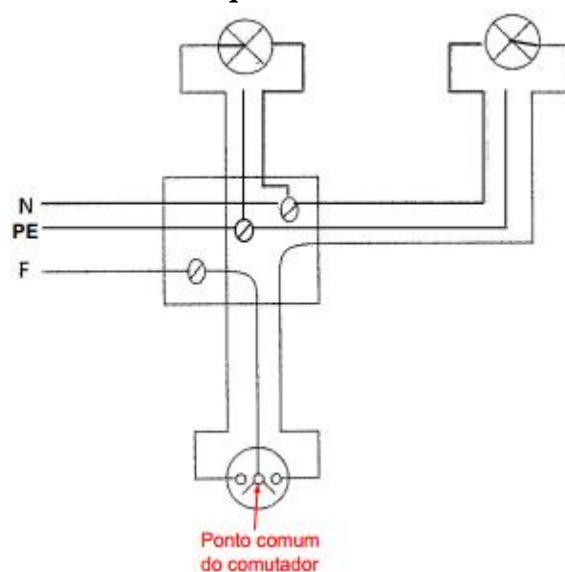


Figura 1.7 - Esquemas funcional, unifilar e multifilar de comutação de lustre

Exercícios 04:

1. Complete os esquemas e desenhe as representações multifilares.

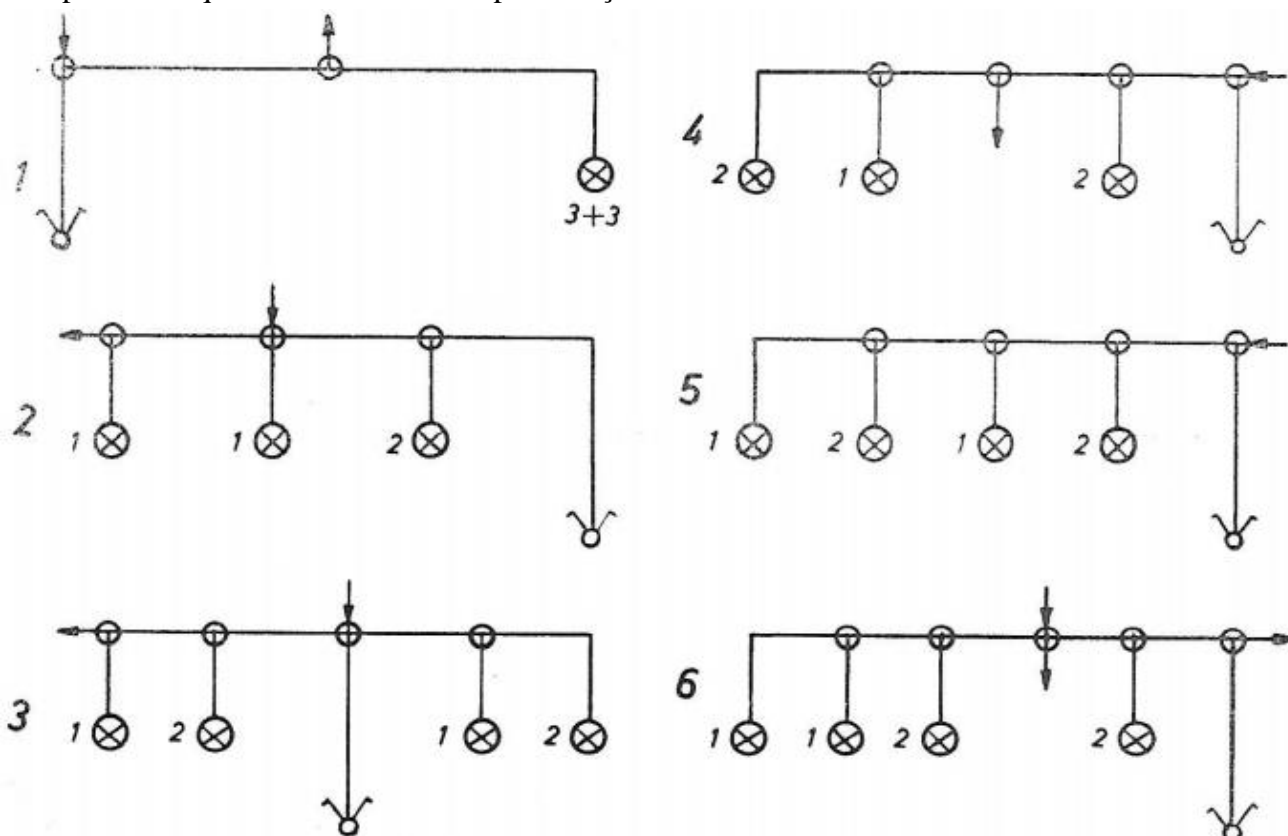


Figura 1.8 – Esquemas para exercício.

2. Fazer o estudo da instalação de um lustre central, com seis lâmpadas e dois grupos, comandadas da porta da sala de jantar (Figura 1.9 (a)) e da sala de aula (Figura 1.9 (b)). De acordo com estudos de montagens anteriores e do que já se disse, este trabalho deve ser realizado pelo mesmo processo.

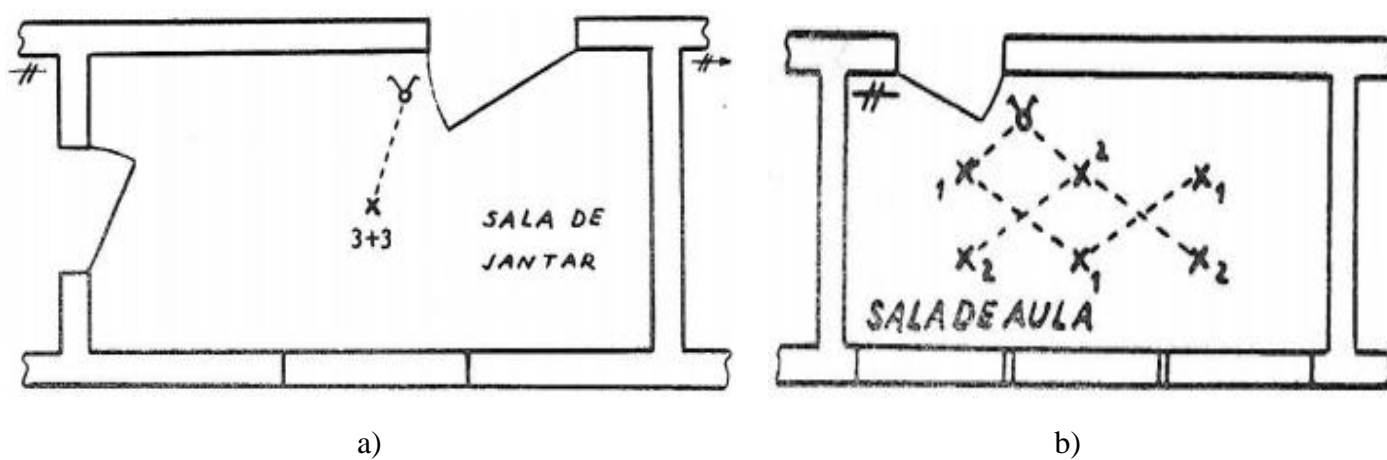


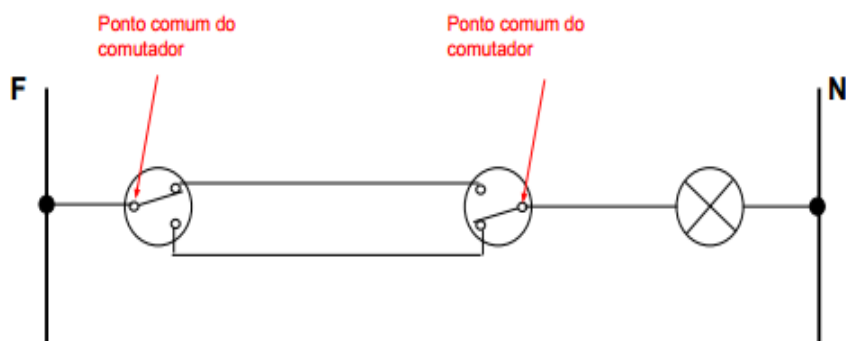
Figura 1.9 – Esquemas para exercício.

1.4.4. Comutação de escada ou de quarto

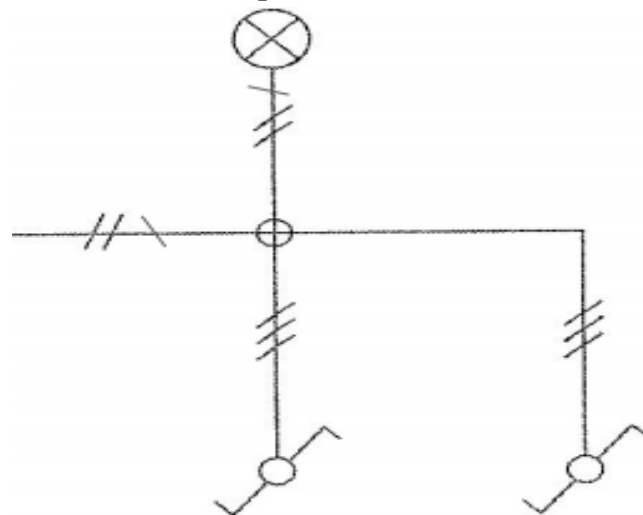
Montagem que tem por objectivo o comando de um só circuito eléctrico de dois sítios diferentes.

As escadas, quartos, certos corredores e salas com duas entradas são exemplos de locais onde, por funcionalidade e comodidade, as lâmpadas devem ser comandadas de dois locais diferentes. Acende-se na “entrada”, apaga-se na “saída” e vice-versa.

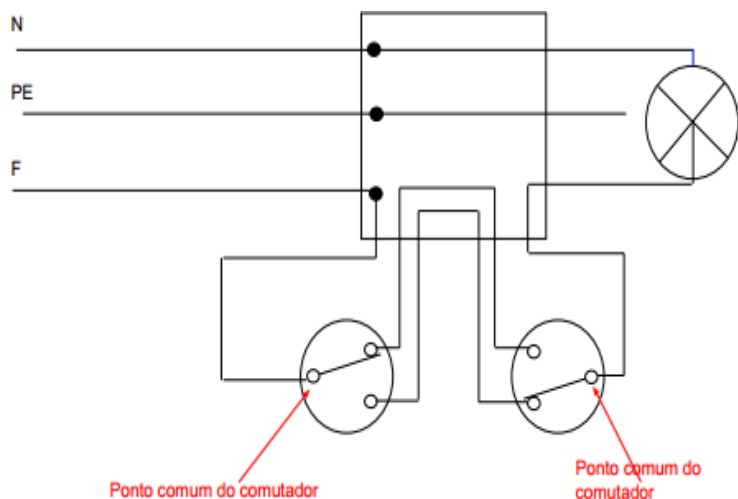
Esquema funcional



Esquema unifilar



Esquema Multifilar



Esquema arquitectural

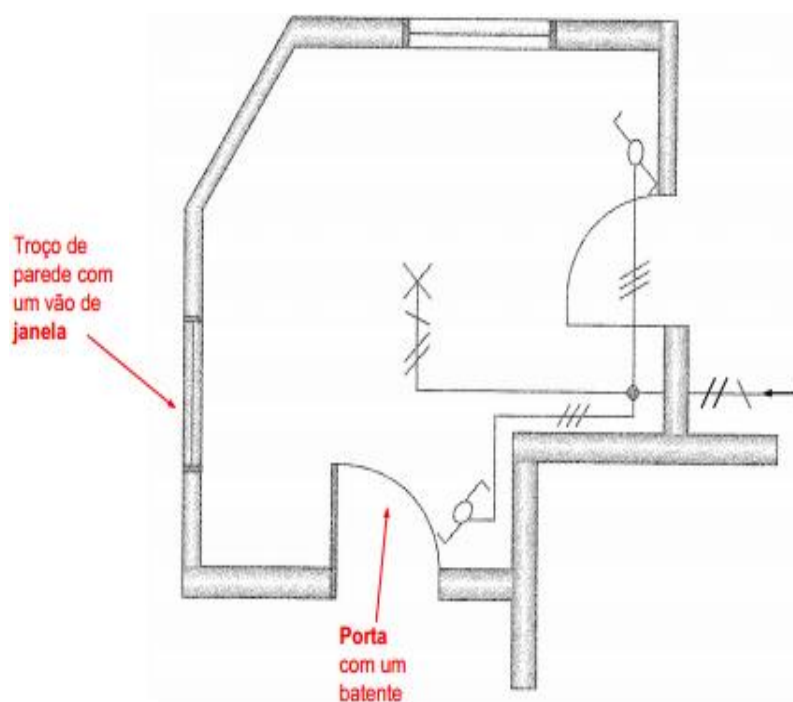
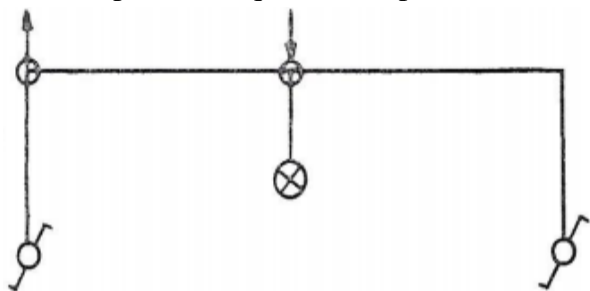


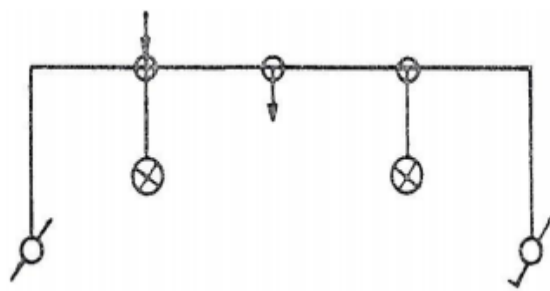
Figura 1.10 - Esquemas funcional, unifilar e multifilar de comutação de escada ou de quarto

Exercícios 05:

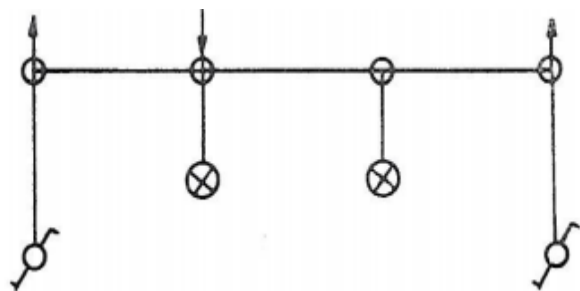
1. Complete os esquemas e represente-os em multifilares



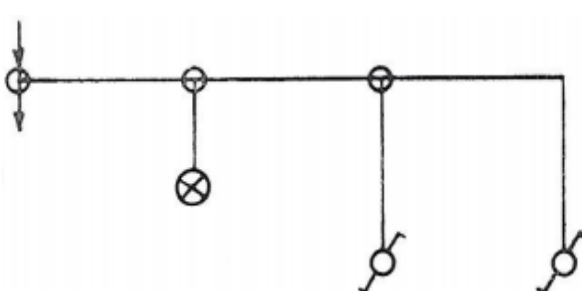
a)



b)

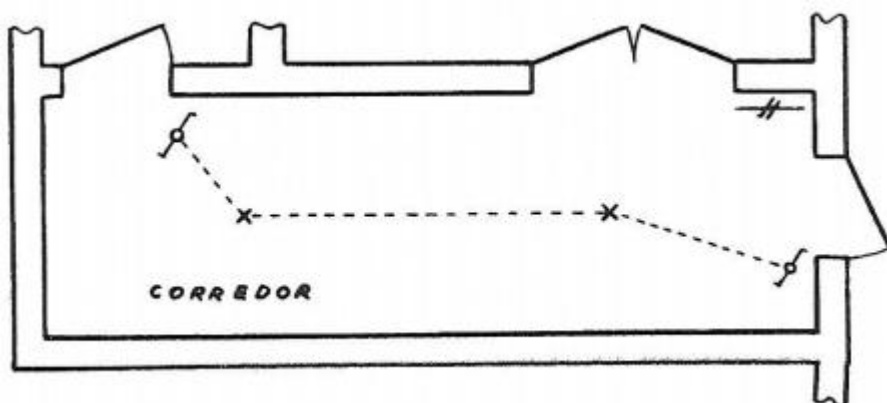


c)

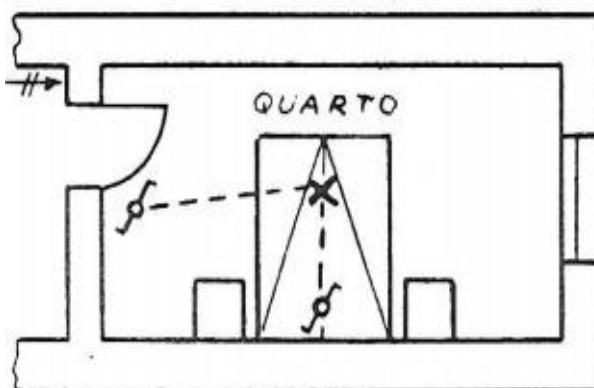
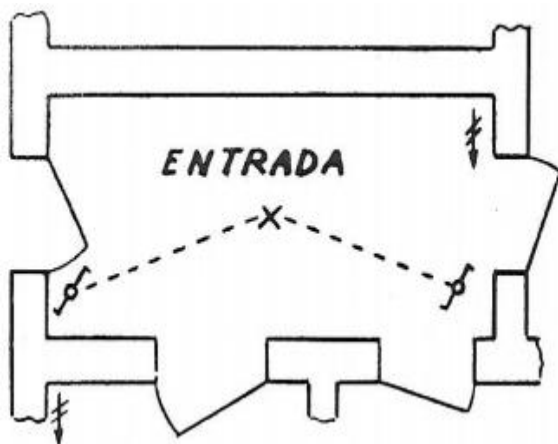


d)

2. Supondo este corredor comprido de uma habitação, em que se necessita de dois pontos de luz, comandados de dois sítios, faça o estudo da instalação realizando os esquemas multifilares e unifilares de montagem.



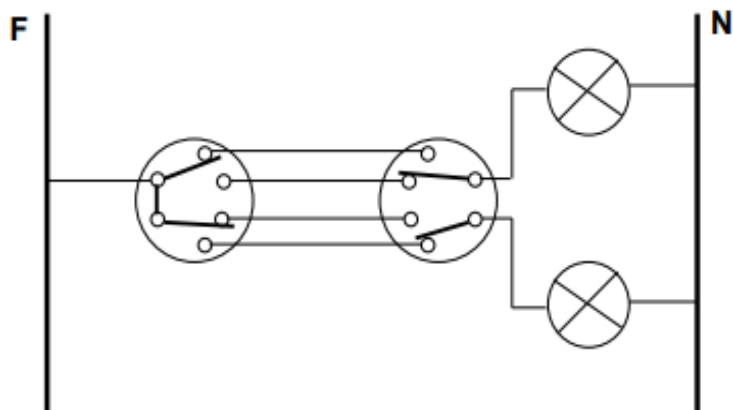
3. Fazer o estudo das montagens abaixo realizando os esquemas unifilares e multifilares.



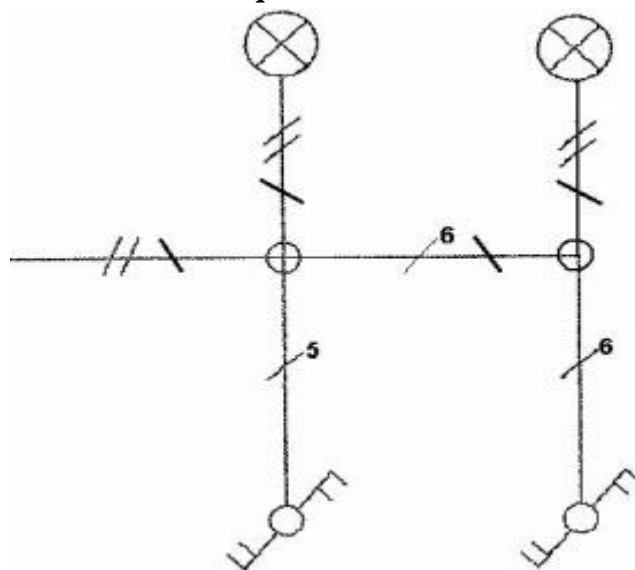
1.4.5. Dupla comutação de escada

Utiliza-se quando se pretende comandar dois circuitos eléctricos de dois sítios diferentes.

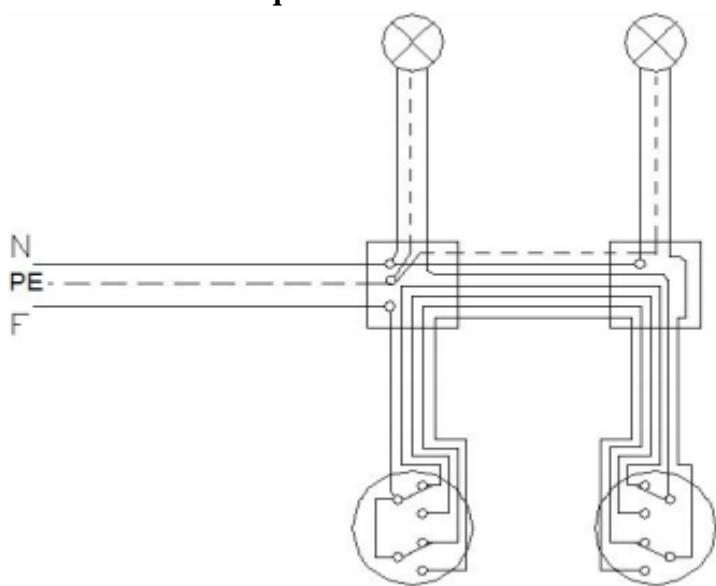
Esquema funcional



Esquema unifilar



Esquema Multifilar



Esquema arquitectural

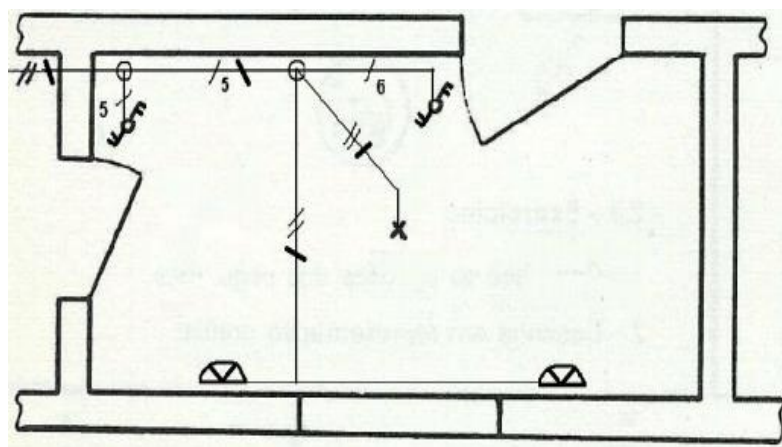


Figura 1.11 - Esquemas funcional, unifilar e multifilar de dupla comutação.

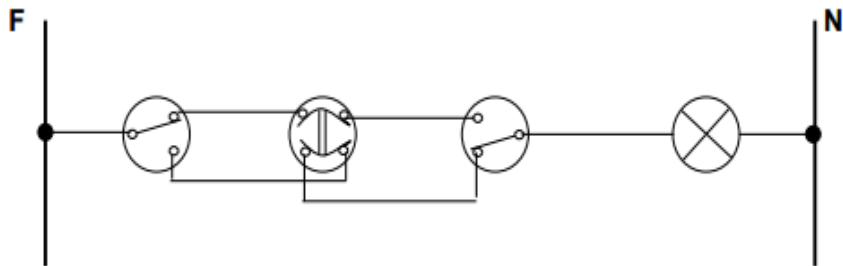
1.4.6. Comutação de escada com inversor

Montagem que tem por objectivo o comando de um só circuito eléctrico de mais de dois sítios diferentes.

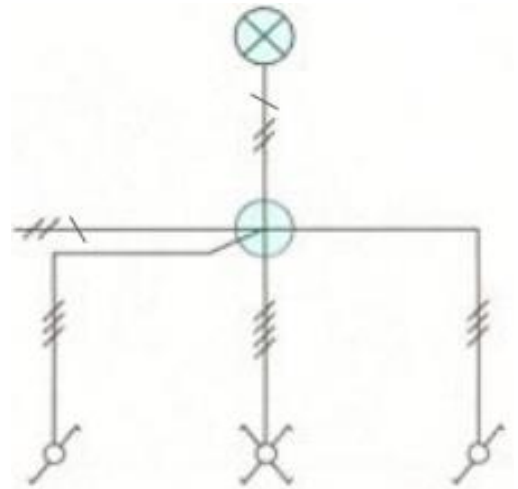
Utilizamos um inversor por cada ponto de comando que queremos mais. Por exemplo, se pretender comandar o mesmo circuito eléctrico de 5 sítios diferentes terei que utilizar dois comutadores de escada e três inversores.

É utilizada em corredores compridos, corredores em ângulo, salas com vários acessos, etc.

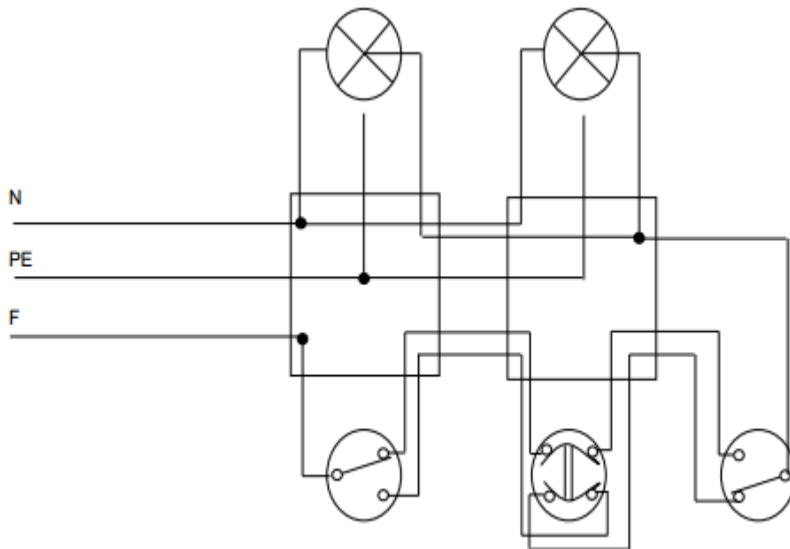
Esquema funcional



Esquema unifilar



Esquema Multifilar



Esquema arquitectural

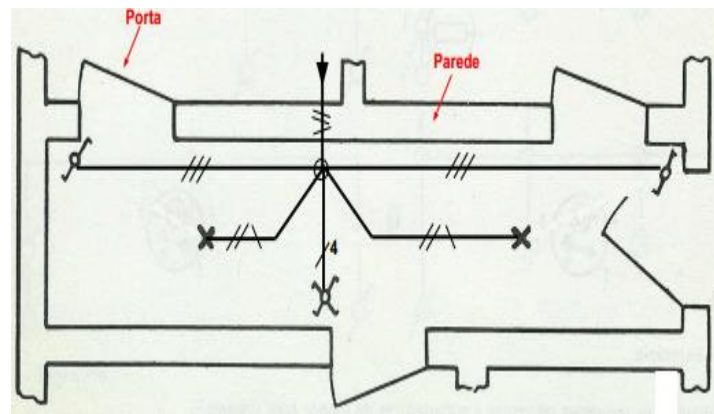
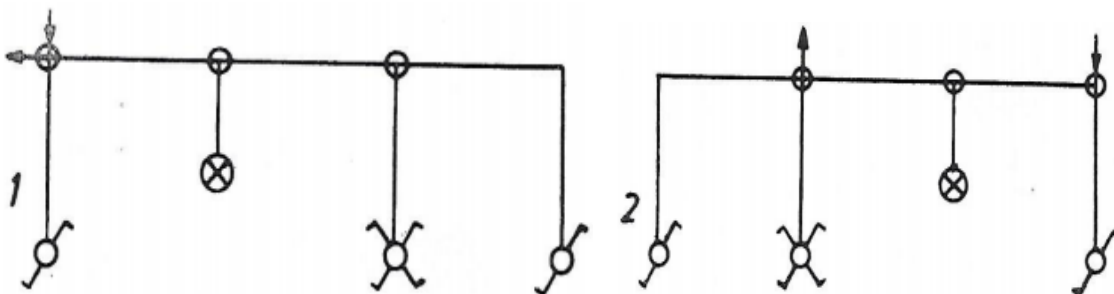
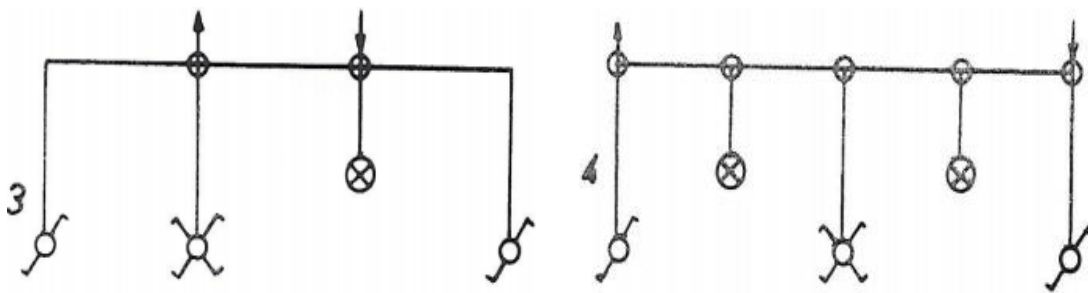


Figura 1.12 - Esquemas funcional, unifilar e multifilar de comutação de escada com inversor

Exercícios 06:

1. Complete os esquemas unifilares representados e represente-os em multifilar.



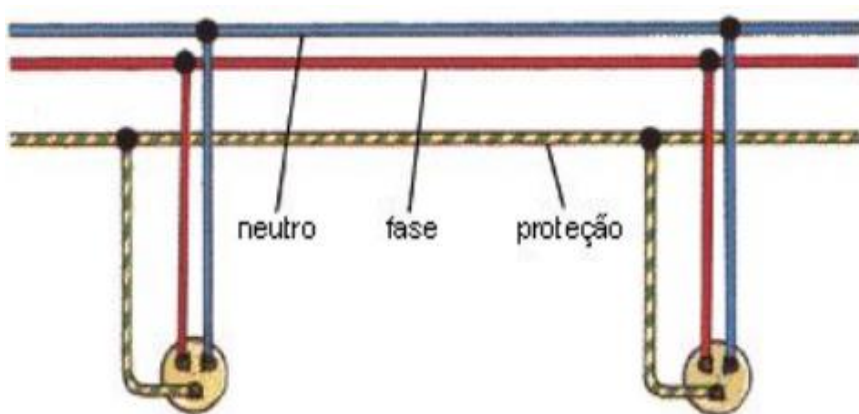


2. Deseja-se comandar num corredor comprido, duas (2) lâmpadas fluorescentes de 40 W/220V (R.C. 1x40W/220V) cada a partir de quatro (4) locais diferentes. Represente em diagrama unifilar e multifilar a instalação eléctrica referida.

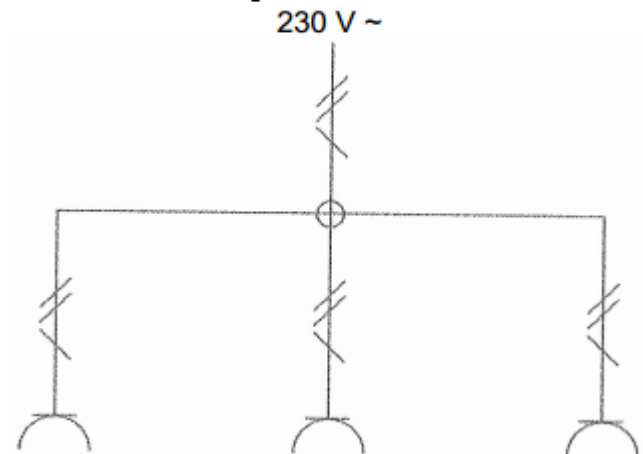
1.5. Tomadas monofásicas com terminal de terra

Actualmente, todas as tomadas a serem instaladas nas habitações devem possuir terminal de terra, independentemente dos locais onde possam estar localizadas.

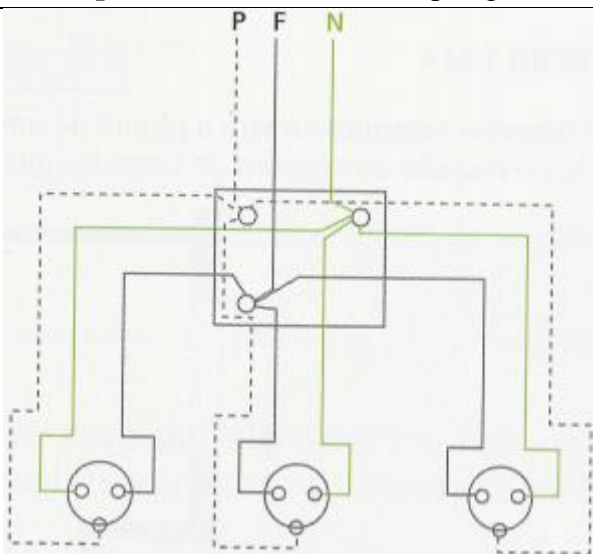
Esquema funcional



Esquema unifilar



Esquema Multifilar (Sem repicagem)



Esquema Multifilar (Com repicagem)

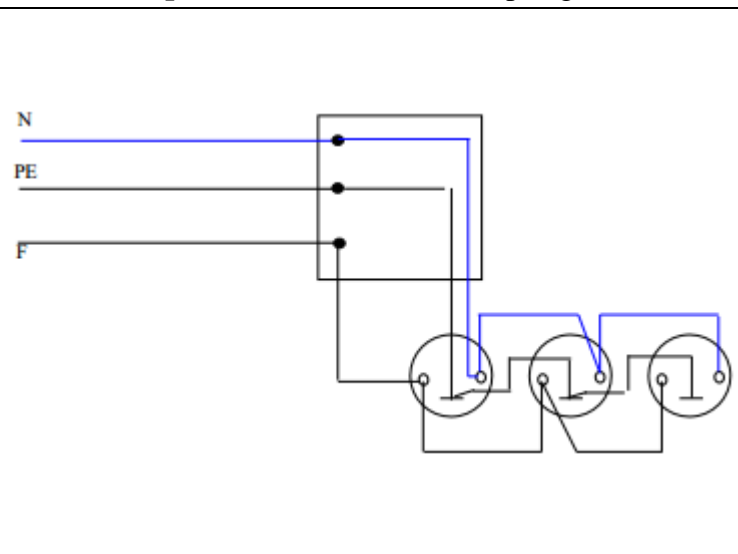


Figura 1.13 - Esquemas funcional, unifilar e multifilar de instalação de tomadas monofásicas com terminal de terra

A **repicagem** dos condutores, isto é, a ligação, aos terminais de um equipamento, de condutores destinados a alimentar outros equipamentos, é permitida nos terminais das tomadas de corrente se esses terminais forem especialmente previstos para esse fim (como é o caso de certas tomadas).

Referencias:

- ❖ Desenho de esquemas eléctricos - DA SILVA, Fernandes & ROSEIRA, António;
- ❖ Projectos de Instalações eléctricas – Hermann Krato;
- ❖ Manual de interpretation de Esquemas Eléctricos – Francisco R. Vassalho;
- ❖ Manual de esquemas – Schiele Industrierwerke KG.
- ❖ MATIAS, José V., C., Instalações Eléctricas (de acordo com as RTIRBT) 1, 1ª edição, Plátano Editora, S.A, Lisboa, 2013.
- ❖ RSIUEE – “Regulamento de Segurança das Instalações de Utilização de Energia Eléctrica” (aprovado pelo Decreto-Lei n.º 740/74, de 26 de Dezembro).
- ❖ RTIEBT – “Regras Técnicas de Instalações Eléctricas de Baixa Tensão”, de Portugal, aprovadas pela Portaria n.º 949-A/2006 de 11 de Setembro.