



Eixo Tecnológico

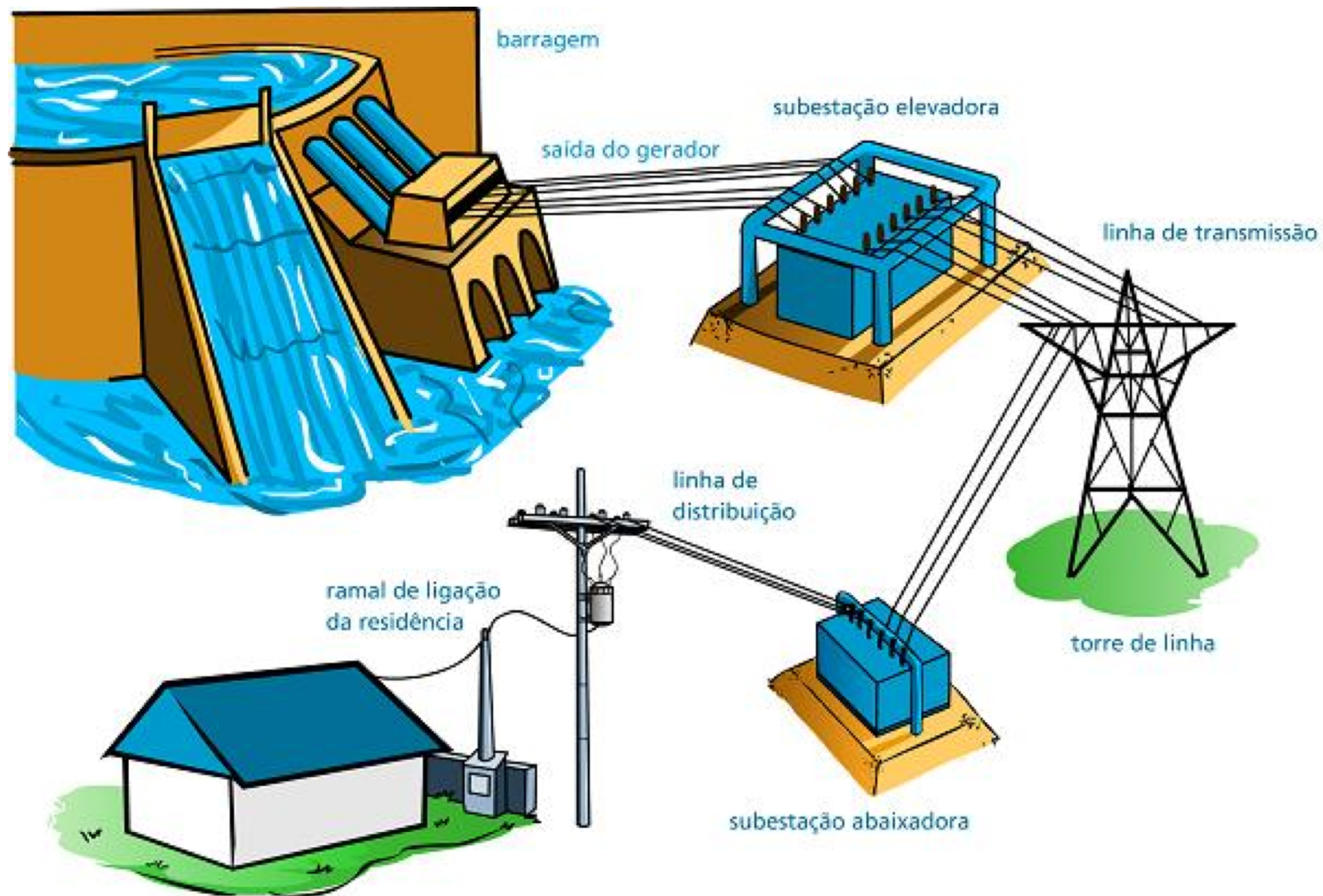
Controle e Processos Industriais

INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

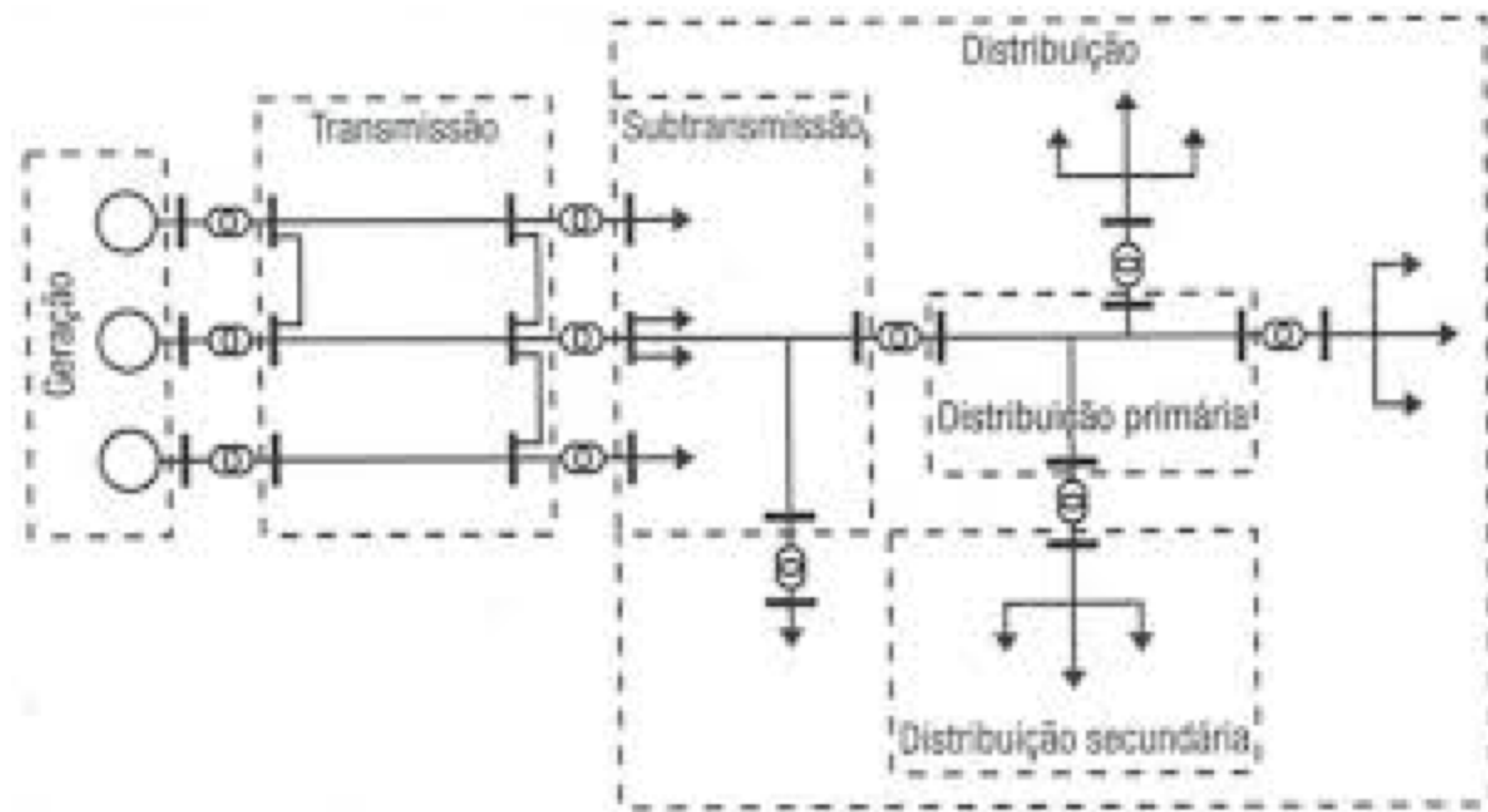
Professor Mario da Rosa João



SISTEMA ELÉTRICO TÍPICO

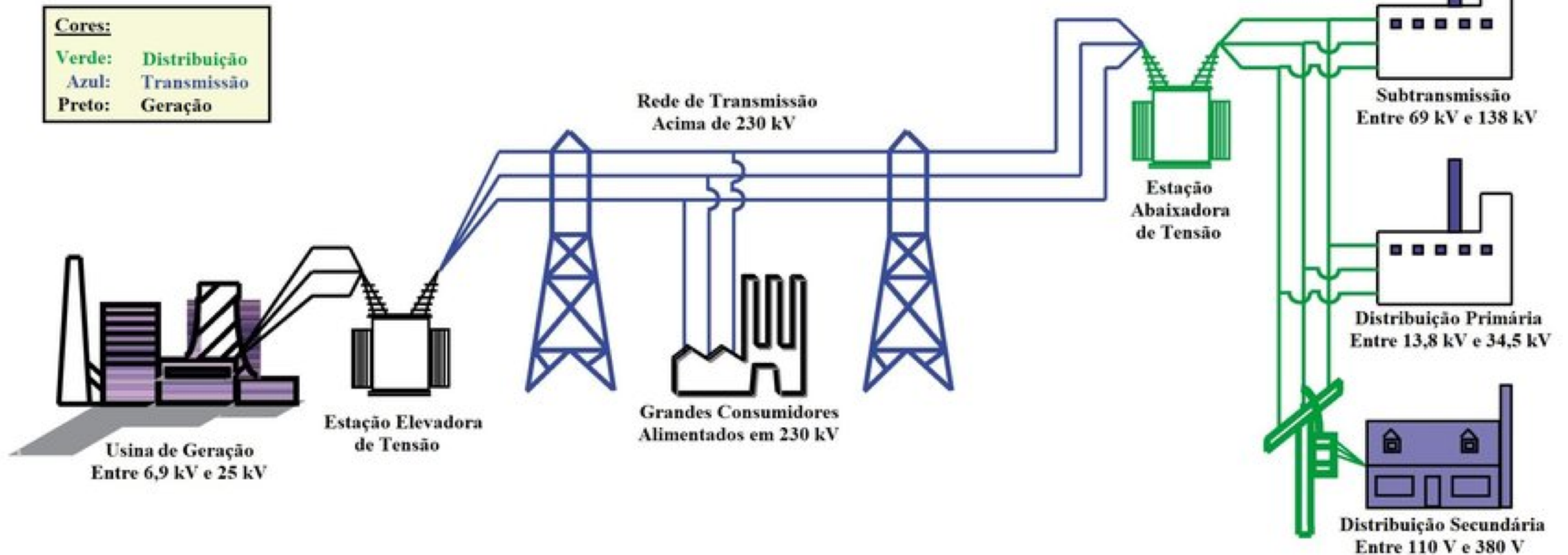


SISTEMA ELÉTRICO TÍPICO

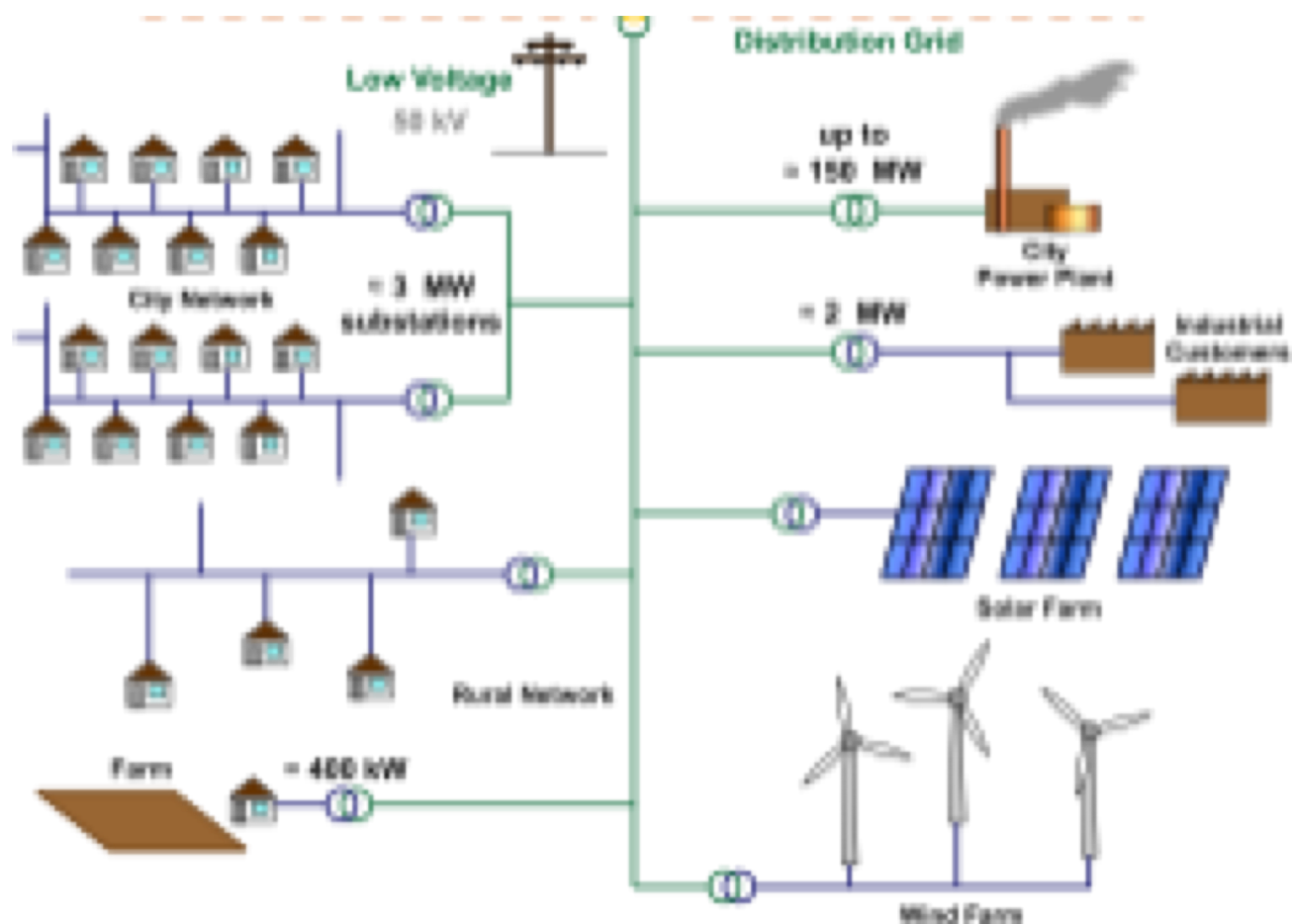
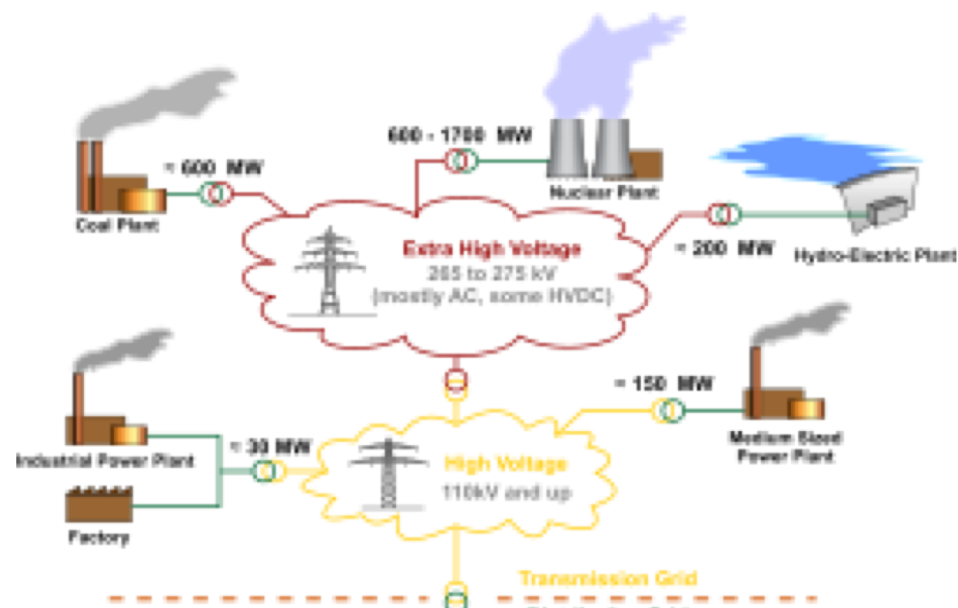


SISTEMA ELÉTRICO TÍPICO

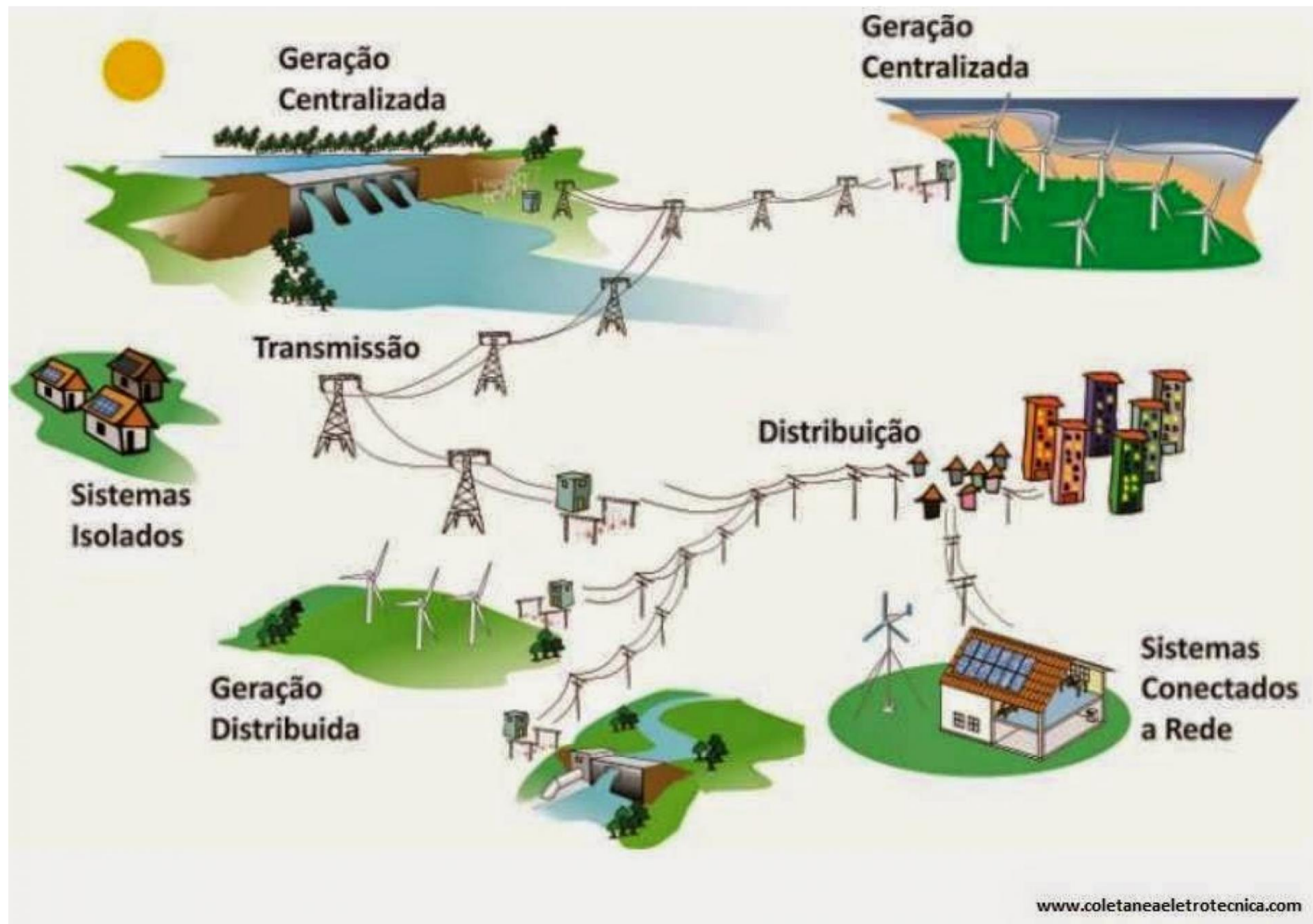
Estrutura Básica do Sistema Elétrico de Potência



SISTEMA ELÉTRICO TÍPICO



SISTEMA ELÉTRICO TÍPICO



O que é eletricidade?

- ▶ Eletricidade é o fenômeno físico associado a cargas elétricas estáticas ou em movimento.
- ▶ Estamos tão habituados ao seu uso que sequer nos damos conta de que é ela quem permite usufruirmos das comodidades do dia a dia.

O que é eletricidade?

- ▶ A transformação direta da energia elétrica em outras formas de energia, assim como a facilidade de transporte da mesma, foram os itens que a transformaram na fonte energética mais utilizada nos dias atuais.
- ▶ A conversão de parte da energia elétrica em energia luminosa se dá através da iluminação em nossas residências, vias terrestres, áreas comerciais e industriais. Mesmo sendo invisível, percebemos os efeitos da energia elétrica em muitas das coisas que nos rodeiam.

Como é gerada a energia elétrica?

- ▶ Podemos obter a energia elétrica de várias maneiras: pela força da queda d'água, no caso das usinas hidrelétricas; pela propulsão do vapor gerado na queima de combustíveis, no caso das termelétricas; pela fricção nuclear, no caso das usinas nucleares; pela força do vento, no caso das usinas eólicas; etc.

Como é gerada a energia elétrica?

- ▶ A quantidade de energia gerada depende do tamanho do gerador, este varia com o tamanho dos eletroímãs, o diâmetro dos condutores dos enrolamentos do rotor, etc. Nas pequenas propriedades que possuem vazão suficiente para a instalação de PCH's encontramos geradores de pequena potência, com tensões de 127 V ou 220 V.

Como é gerada a energia elétrica?

- ▶ Nas grandes usinas geradoras, a tensão gerada é trifásica podendo chegar até 13,8 kV (13.800 V) com alta capacidade de corrente (quiloampères – kA) e altas potências (megawatts – MW).

Transporte da energia elétrica

- ▶ A energia elétrica precisa ser distribuída aos centros consumidores que estão na maioria das vezes milhares de quilômetros distante. Ficaria inviável economicamente transportá-la com as correntes originalmente geradas.

Transporte da energia elétrica

- ▶ O problema estaria na seção dos condutores envolvidos no transporte da energia, no peso das torres de sustentação, etc., estes custos seriam proibitivos.
- ▶ Para resolver esse problema, próximo das geradoras é construída a subestação elevadora que converte a tensão de 13,8 kV para uma tensão muito maior (69 kV, 138 kV, 250 kV, etc.), reduzindo, desta forma, a corrente nas linhas de transmissão e possibilitando o uso de fios com seção menor.

Condutores e isolantes

O que diferencia um condutor de um isolante?

- ▶ Os materiais condutores são aqueles que possuem muitos elétrons livres e a ligação destes com o núcleo do átomo é fraca. Quando aplicamos uma força externa (tensão), os elétrons livres podem facilmente se deslocar pelo material, caracterizando um condutor.

Condutores e isolantes

- ▶ Os isolantes possuem poucos elétrons livres e a ligação ao núcleo é forte, precisamos aplicar uma tensão muitas vezes maior para conseguirmos o deslocamento de poucos destes elétrons.
- ▶ São exemplos de materiais condutores: o cobre, o alumínio e a prata. A borracha, a mica, a cerâmica e o plástico são exemplos de materiais isolantes.

Grandezas elétricas básicas

- ▶ Chamamos de corrente elétrica o movimento ordenado dos elétrons, cujo símbolo é o I e a unidade é o ampère (A).
- ▶ A força responsável por ordenar o fluxo dos elétrons é chamada de tensão elétrica, cujo símbolo em eletrotécnica é o E ou U (em eletricidade ou eletrônica seu símbolo é o V) e sua unidade é o Volt (V).
- ▶ Cada material tem uma característica própria, que consiste em oferecer alguma dificuldade à passagem da corrente elétrica, esta propriedade se chama resistência elétrica, cujo símbolo é o R e a unidade é o Ohm (Ω).

Grandezas elétricas básicas

Grandeza Elétrica	Símbolo	Unidade
Tensão	E	V
Corrente	I	A
Resistência	R	Ω

Terminologia e definições

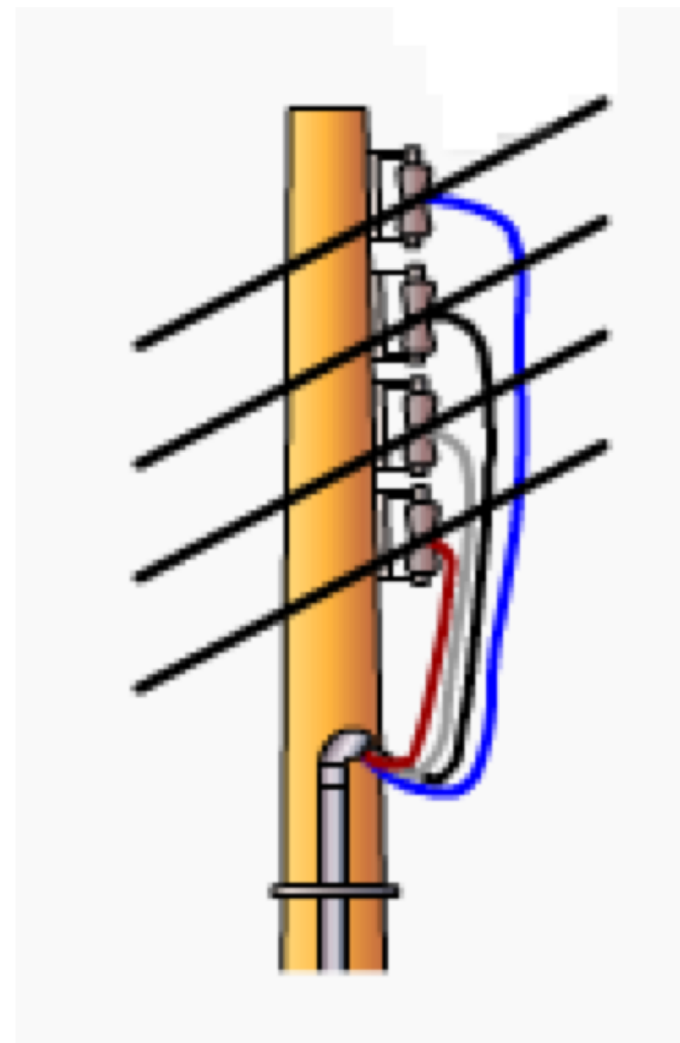
- ▶ Para compreender adequadamente o conteúdo deste material é importante que se tenha conhecimento da terminologia técnica adotada nos projetos elétricos e também na NBR 5410/2004, norma que trata das instalações elétricas em baixa tensão, sendo assim apresentaremos os principais termos e definições que serão utilizados.

Terminologia e definições

- ▶ **O consumidor**, seja pessoa física ou jurídica legalmente representada que pode solicitar a concessionária o fornecimento de energia e assumir a responsabilidade pelo pagamento da energia e das demais obrigações contratuais.
- ▶ **Unidade consumidora**, é toda edificação individualizada pela respectiva medição, ou seja, é toda edificação ou área da edificação que possua medição própria.

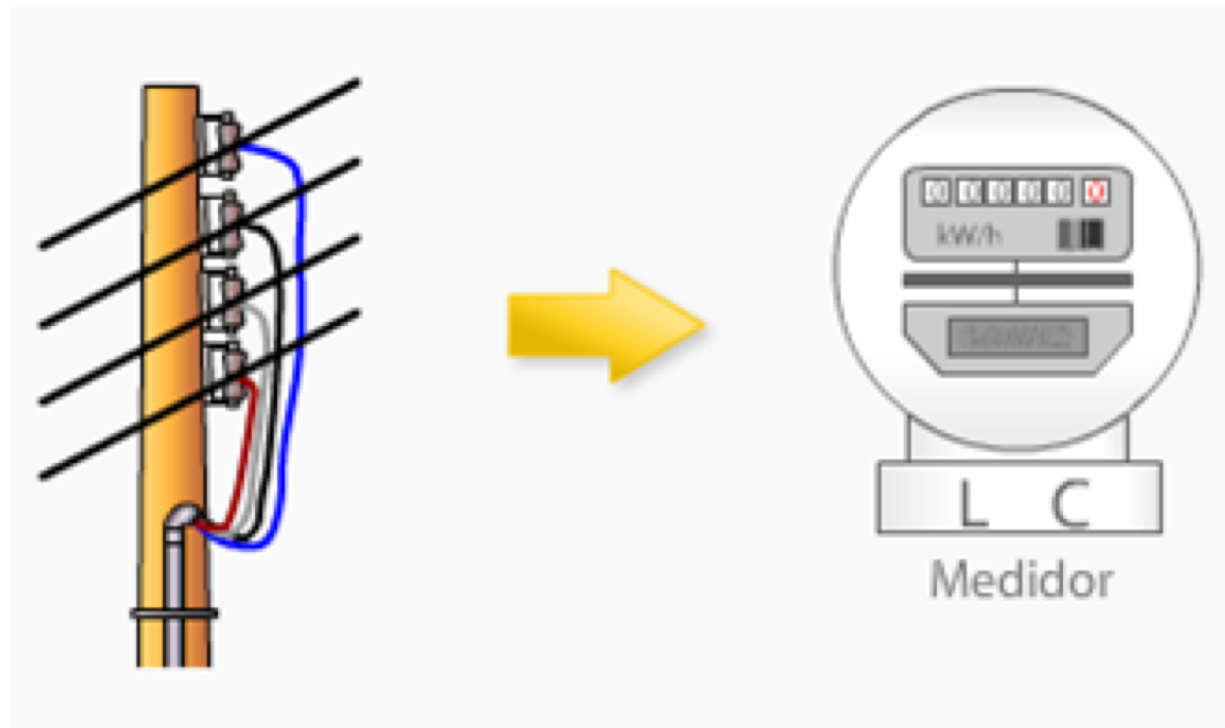
Terminologia e definições

- ▶ **Ponto de entrega**, é o ponto de conexão do sistema elétrico da concessionária com as instalações de energia elétrica do consumidor conforme o artigo 7º da portaria 466 de 12/11/1997 do DNAEE (departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica).



Terminologia e definições

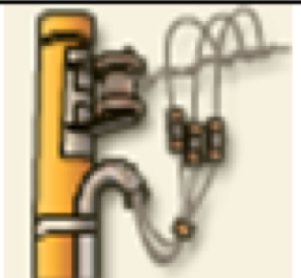

- ▶ **Entrada de serviço de energia elétrica**, é o conjunto de equipamentos, condutores e acessórios instalados pelo consumidor entre o ponto de entrega e a medição.



Terminologia e definições

- ▶ **Padrão de entrada**, é uma instalação de responsabilidade e propriedade do consumidor, composta de condutores do ramal de entrada, eletrodutos, dispositivos de proteção, caixas e acessórios, montadas de forma padronizada para a instalação da medição.

Terminologia e definições

CONCESSIONÁRIA	TENSOES DE FORNECIEMNTO E TIPO DO CIRCUITO					
						
	MONOFASICO		BIFASICO		TRIFASICO	
	TENSAO	CONDUTORES	TENSAO	CONDUTORES	TENSAO	CONDUTORES
	220	F-N	380/220	F-F-N	380/220	F-F-F-N
	-	-	220	F-F	220	F-F-F

Terminologia e definições

- ▶ O atendimento a edifícios de uso coletivo pode ser feito através de ramal de ligação aéreo ou subterrâneo, esta definição, entretanto esta sujeita aos critérios de cada concessionária de energia elétrica.

Limites de fornecimento para edificações de uso coletivo

- ▶ O fornecimento de energia elétrica para edifícios de uso coletivo é efetuada em tensão secundária de distribuição, 380/220V para edificações com demanda de potencia menor ou igual a 225 KVa,.O transformador de distribuição pode ser instalado no poste da rede aérea de distribuição ou no terreno da edificação.

Limites de fornecimento para edificações de uso coletivo

- ▶ Quando a demanda de potencia for superior a 225 KVa, a edificação deverá ser atendida em tensão primária de distribuição, ou seja, deverá ser alimentada em alta tensão.

Limites de fornecimento para edificações de uso coletivo

- ▶ Caso existam na edificação de uso coletivo unidades consumidoras com potencia instalada 75 KVa, e a demanda total não exceda 225 KVa, a edificação poderá ser atendida por transformador instalado na rede de distribuição da concessionária, porém a medição da unidade consumidora com potencia instalada a 75 KVa deverá ser feita de forma indireta, utilizando transformador de corrente.

Tipos de atendimento

- ▶ O atendimento a edificações de uso coletivo pode ser realizado em baixa tensão para demandas de potencia de até 225 KVa, e o tipo de atendimento pode ser feito através de rede aérea, utilizando cabo multiplexado , com até 131 KVa de demanda.

Tipos de atendimento

- ▶ Alternativamente, dependendo da concessionária de energia local, o atendimento poderá ser feito por rede subterrânea.
- ▶ O melhor tipo de atendimento a ser utilizado deve ser definido pelo projetista juntamente com o proprietário, devendo-se sempre verificar nas normas da concessionária as formas de atendimento permitidas, algumas concessionárias por exemplo não permitem que a entrada de energia seja subterrânea, quando é necessário fazer travessia de via pública enquanto outras concessionária permitem.

TIPOS DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS



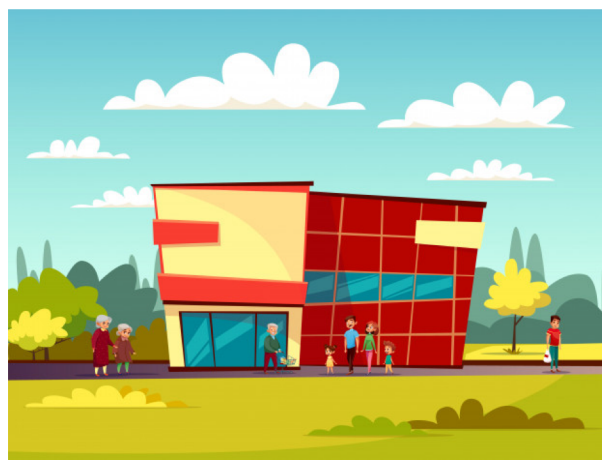
Residenciais
Unifamiliares



Residenciais
Multifamiliares



Industriais



Comerciais

TIPOS DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

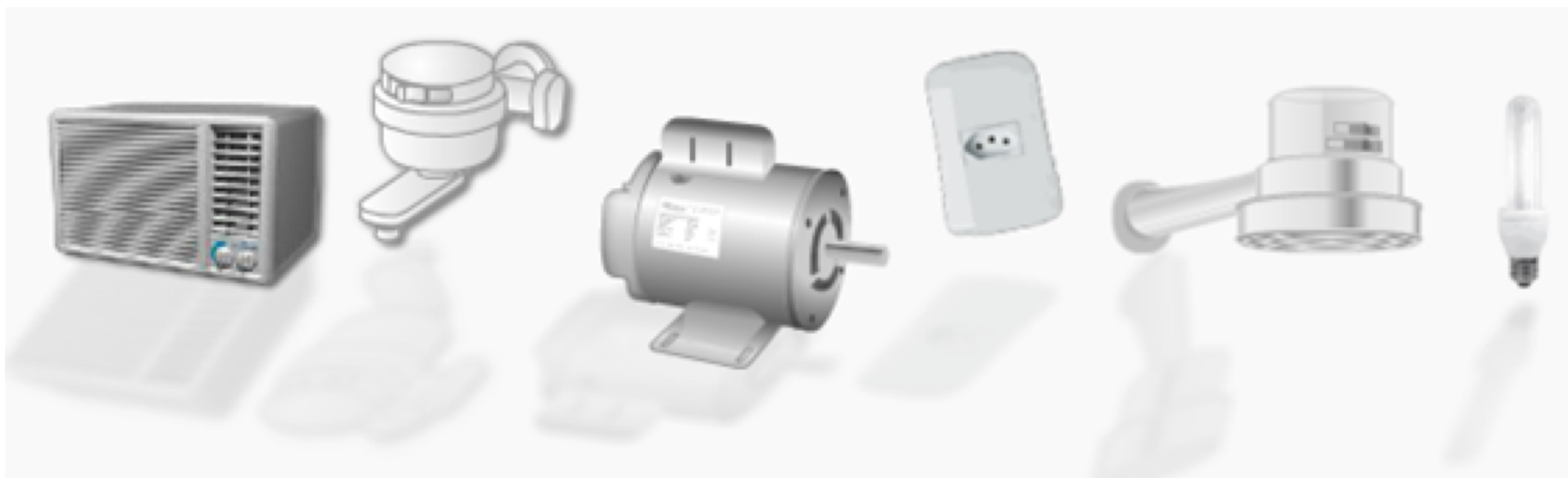
Mistas



Normas Técnicas NR 10 - NBR 5410 / NBR 5444

Normas da Concessionária de Energia

- ▶ **Potência instalada**, é a soma das potências nominais dos aparelhos, equipamentos e dispositivos a serem conectados a instalação, incluindo; tomadas, Lâmpadas, chuveiros, torneiras elétricas, aparelhos de ar-condicionado, motores, etc.



Normas Técnicas NR 10 - NBR 5410 / NBR 5444

Normas da Concessionária de Energia

- ▶ **Demanda**, é definida pela potência média solicitada pela instalação a fonte supridora de energia, durante um determinado intervalo de tempo.
- ▶
- ▶ **Fator de demanda**, é a razão entre a potência efetivamente absorvida e a potencia nominal do equipamento ou da instalação.

Normas Técnicas NR 10 - NBR 5410 / NBR 5444

Normas da Concessionária de Energia

- ▶ **Tensão secundária de distribuição**, esta representa a tensão nominal da rede de distribuição secundária, ou seja, da rede de baixa tensão. A tensão da rede primária de distribuição é definida pela concessionária, para cada município onde é realizada a distribuição de energia.

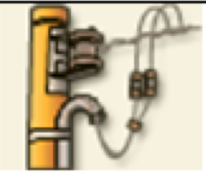

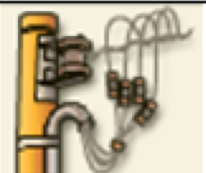




Fornecimento de energia em tensão secundária

- ▶ O projeto de uma instalação elétrica de uso coletivo depende da forma como a energia vinda da rede pública será ligada ao quadro de medição.
- ▶ A potência total instalada e as tensões de fornecimento de energia da concessionária influenciam diretamente esta definição, e também tem reflexo no posicionamento dos alimentadores, que podem ser aéreos ou subterrâneos.

Tensões de fornecimento em baixa tensão

- ▶ O fornecimento de energia elétrica a partir da rede de distribuição secundária, para atendimento a edifícios de uso coletivo, é determinada em função da potência instalada ou da demanda de potência para as unidades consumidoras.

Tensões de fornecimento em baixa tensão

CONCESSIONÁRIA	TENSOES DE FORNECIEMNT0 E TIPO DO CIRCUITO					
						
	MONOFASICO		BIFASICO		TRIFASICO	
	TENSAO	CONDUTORES	TENSAO	CONDUTORES	TENSAO	CONDUTORES
	220	F-N	380/220	F-F-N	380/220	F-F-F-N
	-	-	220	F-F	220	F-F-F
	127	F-N	220/127	F-F-N	220/127	F-F-F-N
	127/254	F-F-N	-	-	-	-
	220/127	F-N	440/220	F-F-N	380/220	F-F-F-N
	220	F-N	380/220	F-F-N	220/127	F-F-F-N
	-	-	220/127	F-F-N	-	-
	220	F-N	380/220	F-F-N	380/220	F-F-F-N
	-	-	220	F-F	220	F-F-F

Locação e Previsão da Potencia dos Pontos de Iluminação

- ▶ Nos ambientes residenciais os pontos de consumo para iluminação devem ser posicionados a princípio no centro geométrico do ambiente.



Locação e Previsão da Potencia dos Pontos de Iluminação

- ▶ No caso de ambientes com dimensões superiores a 5,6 metros ou em locais com mais de um ambiente deve ser previsto um ponto de iluminação para cada local, esta recomendação se deve ao fato que nos ambientes de grandes dimensões podem existir locais com pouca luminosidade devido a distância da luminária até a parede.



Locação e Previsão da Potencia dos Pontos de Iluminação

- ▶ No caso de ambientes comerciais a previsão de iluminação deve ser realizada conforme estabelece a NBR 5413, devendo neste caso ser feito um projeto de iluminação.
- ▶ Existem diversos critérios para definição da potencia de iluminação, fazendo uma breve revisão destes conceitos temos:
 - ▶ - Para ambientes com área inferior a 6m^2 , deve-se prever uma potencia de 100 VA.

Locação e Previsão da Potencia dos Pontos de Iluminação

- ▶ Para ambientes com área superior a 6 m^2 , deve ser prevista a potência de 100 VA para os primeiros 6 m^2 , acrescida de 60 VA para cada 4 m^2 inteiros adicionais de área do ambiente.

Este critério é facilmente compreendido através de um exemplo. Suponhamos que desejamos calcular a potência da iluminação para um ambiente de 16 m^2 :

Locação e Previsão da Potencia dos Pontos de Iluminação

- ▶ Para os primeiros 6 m² devemos prever 100 VA de potência, para os 10 m² restantes temos duas vezes 4 m² inteiros, devendo-se prever mais duas vezes 60 VA adicionais, temos assim uma potência a ser instalada de 220 VA.

$$\begin{array}{ccccccc} 6\text{m}^2 & + & 4\text{m}^2 & + & 4\text{m}^2 & + & 2\text{m}^2 \\ \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \\ 100\text{VA} & + & 60\text{VA} & + & 60\text{VA} & & = \mathbf{220\text{VA}} \end{array}$$

Previsão da Quantidade e Potência das Tomadas de Uso Geral

- ▶ Os critérios da NBR 5410 para a definição da quantidade e potência das tomadas de uso geral são definidos basicamente pelo perímetro dos ambientes.
- ▶ Para previsão da potência das tomadas é indicado a utilização da potência de 100 VA ou 600 VA, de acordo com o ambiente

Previsão da Quantidade e Potência das Tomadas de Uso Geral

- ▶ A NBR 5410, Não estabelece critérios para o número de tomadas que devem ser instaladas em ambientes comerciais, visto que a distribuição e o número de tomadas dependem da utilização dos ambientes. Sendo assim o projetista deve definir em conjunto com o proprietário ou responsável pela obra o número de tomadas necessárias para o trabalho desenvolvido em cada ambiente.

Previsão da Quantidade e Potência das Tomadas de Uso Geral

- ▶ A potência das tomadas previstas para ambientes comerciais deve possuir potência mínima de 200 VA. A potência prevista para as tomadas de uso geral é utilizada nos dimensionamentos dos condutores e proteção dos circuitos, embora as tomadas de uso geral normalizadas pela NBR 5410, possuam uma capacidade de potência superior aos valores especificados para os dimensionamentos.

Previsão da Quantidade e Potência das Tomadas de Uso Geral

- ▶ Tomadas de Uso Geral Padronizadas Pela NBR 5410/2004 Com a edição da NBR 5410/2004, a padronização das tomadas de uso geral, que deve ser utilizada nas instalações elétricas segue o seguinte formato.



Previsão da Quantidade e Potência das Tomadas de Uso Geral

- ▶ A NBR 14136, que normaliza a fabricação de tomadas, permite que sejam fabricadas tomadas com capacidade de corrente de 10 A a 20 A. Entretanto, o plugue de 20 A não pode ser introduzido em uma tomada de 10 A, em função das suas características de construção.

Previsão do número de tomadas de uso geral

- ▶ A previsão do número de tomadas para um ambiente deve ser feita com a utilização do local e com os equipamentos que podem ser ligados a instalação. A NBR 5410/2004, estabelece os seguintes critérios para a previsão do número mínimo de tomadas de uso geral em um ambiente:

Previsão do número de tomadas de uso geral

- ▶ Banheiros, prever pelo menos um ponto de tomada, próximo ao lavatório, atendendo ao distanciamento mínimo exigido das áreas molhadas;
- ▶ Cozinhas, copas, copas-cozinhas, cozinha/área de serviço e lavanderias, prever uma tomada para cada 3,5m ou fração de perímetro, e sobre o balcão da pia prever no mínimo de duas tomadas;
- ▶ Salas e dormitórios deve-se prever uma tomada a cada 5m ou fração de perímetro, espaçadas tão uniformemente quanto possível;

Previsão do número de tomadas de uso geral

Para os demais pontos da habitação:

- ▶ Área inferior a $2,25\text{m}^2$, prever um ponto de tomada, podendo ser feita a instalação do ponto fora da dependência, afastado no mínimo 80cm do ponto de acesso;

Previsão do número de tomadas de uso geral

- ▶ Áreas superiores a $2,25\text{m}^2$ e inferior a 6m^2 , deve-se instalar pelo menos um ponto de tomada.
- ▶ Em função da grande quantidade de eletrodomésticos existentes no mercado, o consumidor necessita de muitos pontos de tomadas para atender a todos estes equipamentos.
- ▶ O projetista deve atender as prescrições mínimas estabelecidas pela NRB5410, porém é bastante usual, por solicitação do cliente ou por critérios estabelecidos pelo projetista, que seja previsto

Previsão de potência aos pontos de Tomadas de Uso Geral

- ▶ Segundo a NBR 5410, adotamos critérios para a previsão de potência aos pontos de tomadas de uso geral (TUG's).

Previsão de potência aos pontos de Tomadas de Uso Geral

Item 9.5.2.2.2:

- a) Banheiros, cozinhas, copas-cozinha, áreas de serviço e lavanderias prevê no mínimo 600 VA por ponto de tomada até três pontos, e 100VA, para os pontos excedentes, considerando cada ambiente separadamente. Se o número de tomadas for maior que 6 no conjunto destes ambientes, admite-se que este critério de atribuição de potências seja de no mínimo 600VA por ponto até dois pontos de tomada, e 100VA para os pontos excedentes, sempre considerando cada um dos ambientes separadamente;

Previsão de potência aos pontos de Tomadas de Uso Geral

Item 9.5.2.2.2:

- b) Nos demais cômodos pode ser prevista a potência de no mínimo 100VA por ponto de tomada

Previsão de Pontos de Alimentação com Circuitos de Uso Específico

De acordo com a NBR 5410, os equipamentos que solicitam corrente menor ou igual a 10 A, e circuitos de força motriz devem possuir circuito de uso específico (circuito dedicado a atender especialmente um equipamento). Alguns equipamentos igual aos aparelhos de ar condicionado, devem por exemplo, ser alimentados por circuitos de uso específico, e também possuir plugue de tomada próprio.

SIMBOLOGIA EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Quando vamos executar uma instalação elétrica qualquer, necessitamos de vários dados como: localização dos elementos, percursos de uma instalação, condutores, distribuição da carga, proteções, etc...

SIMBOLOGIA EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Para que possamos representar estes dados, somos obrigados a utilizar a planta baixa do prédio em questão. Nesta planta baixa, devemos representar, de acordo com a norma geral de desenhos NB-8 da ABNT, o seguinte:

- ▶ a localização dos pontos de consumo de energia elétrica, seus comandos e indicações dos circuitos a que estão ligados;

SIMBOLOGIA EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

- ▶ a localização dos quadros e centros de distribuição;
- ▶ o trajeto dos condutores e sua projeção mecânica (inclusive dimensões dos condutos e caixas);
- ▶ um diagrama unifilar discriminando os circuitos, seção dos condutores, dispositivos de manobra e proteção;
- ▶ as características do material a empregar, suficientes para indicar a adequabilidade de seu emprego tanto nos casos comuns, como em condições especiais.

Símbolos Gráficos de Eletricidade e Eletrônica

- ▶ O trabalho relaciona as normas nacionais e internacionais dos símbolos de maior uso, comparado a simbologia brasileira (ABNT) com a internacional (IEC), com a alemã (DIN) , e com a norte-americana (ANSI) visando facilitar a modificação de diagramas esquemáticos, segundo as normas estrangeiras, para as normas brasileiras, e apresentar ao profissional a simbologia correta em uso no território nacional.

Símbolos Gráficos de Eletricidade e Eletrônica

- ▶ O significado e a simbologia estão de acordo com as abreviaturas das principais normas nacionais e internacionais adotadas na construção e instalação de componentes e órgãos dos sistemas elétricos.

Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABNT

- ▶ Atua em todas as áreas técnicas do país. Os textos de normas são adotados pelos órgãos governamentais (federais, estaduais e municipais) e pelas firmas. Compõem-se de Normas (NB), Terminologia (TB), Simbologia (SB), Especificações (EB), Método de ensaio e Padronização. (PB).

American National Standards Institute

ANSI

- ▶ Instituto de Normas dos Estados Unidos, que publica recomendações e normas em praticamente todas as áreas técnicas. Na área dos dispositivos de comando de baixa tensão tem adotado freqüentemente especificações da UL e da NEMA.

International Commission on Rules of the approval of Electrical Equipment

CEE

- ▶ Especificações internacionais, destinadas sobretudo ao material de instalação.

Canadian Electrical Manufacturers Association

CEMA

- ▶ Associação Canadense dos Fabricantes de Material Elétrico.

Canadian Standards Association

CSA

- ▶ Entidade Canadense de Normas Técnicas, que publica as normas e concede certificado de conformidade.

Danmarks Elektriske Materielkontrol

DEMKO

- ▶ Autoridade Dinamarquesa de Controle dos Materiais Elétricos que publica normas e concede certificados de conformidade.

Deutsche Industrie Normen

DIN

- ▶ Associação de Normas Industriais Alemãs. Suas publicações são devidamente coordenadas com as da VDE.

International Electrotechnical Commission

IEC

- ▶ Esta comissão é formada por representantes de todos os países industrializados. Recomendações da IEC, publicadas por esta Comissão, já são parcialmente adotadas e caminham para uma adoção na íntegra pelos diversos países ou, em outros casos, está se procedendo a uma aproximação ou adaptação das normas nacionais ao texto dessas normas internacionais.

Japanese Electrotechnical Committee

JEC

- ▶ Comissão Japonesa de Eletrotécnica.

The Standards of Japan Electrical Manufacturers Association

JEM

- ▶ Normas da Associação de Fabricantes de Material Elétrico do Japão.

Japanese Industrial Standards

JIM

- ▶ Associação de Normas Industriais Japonesas.

Kenring van Elektrotechnische Materialen

KEMA

- ▶ Associação Holandesa de ensaio de Materiais Eléctricos.

National Electrical Manufacturers Association

NEMA

- ▶ Associação Nacional dos Fabricantes de Material Elétrico (E.U.A.).

Osterreichischer Verband für Elektrotechnik

OVE

- ▶ Associação Austríaca de Normas Técnicas, cujas determinações geralmente coincidem com as da IEC e VDE.

Svensk Standard

SEN

- ▶ Associação Sueca de Normas Técnicas.

Underwriters Laboratories Inc

UL

- ▶ Entidade nacional de ensaio da área de proteção contra incêndio, nos Estados Unidos, que, entre outros, realiza os ensaios de equipamentos elétricos e publica as suas prescrições.

Union Technique de l'Electricité











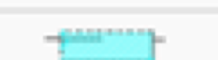



UTE













- ▶ Associação Francesa de Normas Técnicas.

Verband Deutscher Elektrotechniker

VDE

- ▶ Associação de Normas Técnicas alemãs, que publica normas e recomendações da área de eletricidade.

Símbolo	
	Eletroduto embutido no piso ou subterrâneo, e diâmetro correspondente
	Eletroduto embutido no teto ou parede com respectivo diâmetro
	Condutores fase, neutro, terra e retorno no interior do eletroduto
	Caixa de passagem no piso
	Caixa de passagem octogonal no teto
	Eletroduto que sobe
	Eletroduto que desce
	Eletroduto que desce e sobe
	Quadro de distribuição para sobrepor
	Quadro de distribuição para embutido na parede
	Quadro telefônico para embutir
	Quadro de medição
	Interruptor com uma tecla simples
	Interruptor com uma tecla paralela

	Interruptor com uma tecla intermediária
	Tomada 2P + T a 0,40m do piso acabado
	Tomada 2P + T a 1,20m do piso acabado
	Tomada 2P + T a 2,20m do piso acabado
	Tomada para telefone a 0,40m do piso acabado
	Tomada para telefone a 1,20m do piso acabado
	Tomada para telefone colocada no piso
	Tomada para telefone colocada no piso
	Disjuntor unipolar termomagnético
	Disjuntor bipolar termomagnético
	Disjuntor tripolar termomagnético
	Interruptor diferencial residual I_N = concorrente nominal e I_S = corrente de sensibilidade

Símbolos Gráficos de Eletricidade e Eletrônica

- ▶ Em determinados momentos pode haver a necessidade de representar um equipamento no projeto que não possui um símbolo que não o represente na norma, neste caso é necessário criar o símbolo tomando como modelo a simbologia básica da norma.

Símbolos Gráficos de Eletricidade e Eletrônica

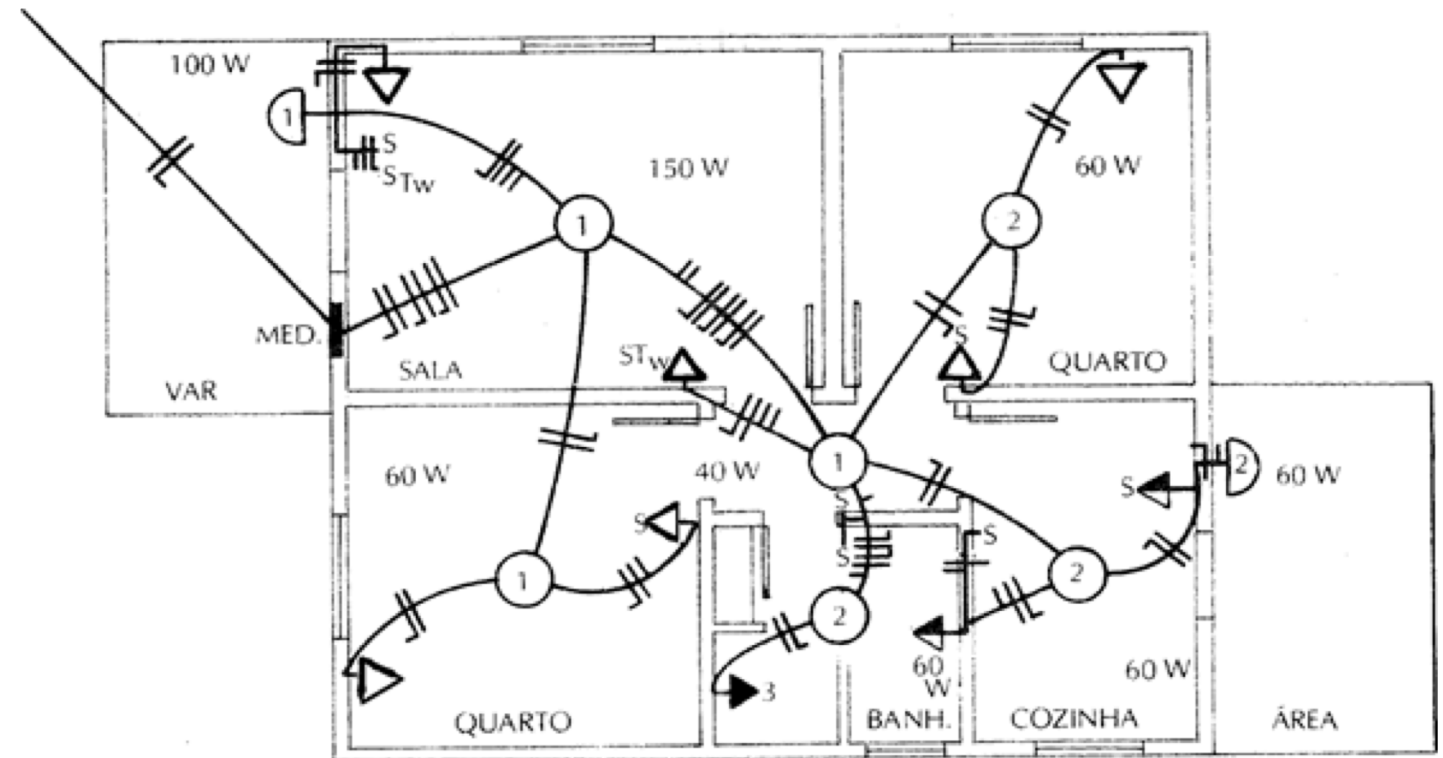
- ▶ Suponha por exemplo que seja necessário representar um interruptor com tomada colocado a 1,2 metros do piso tendo em vista que a norma não possui este símbolo o projetista deverá montá-lo com os símbolos do interruptor e o símbolo da tomada conforme abaixo

Símbolos Gráficos de Eletricidade e Eletrônica

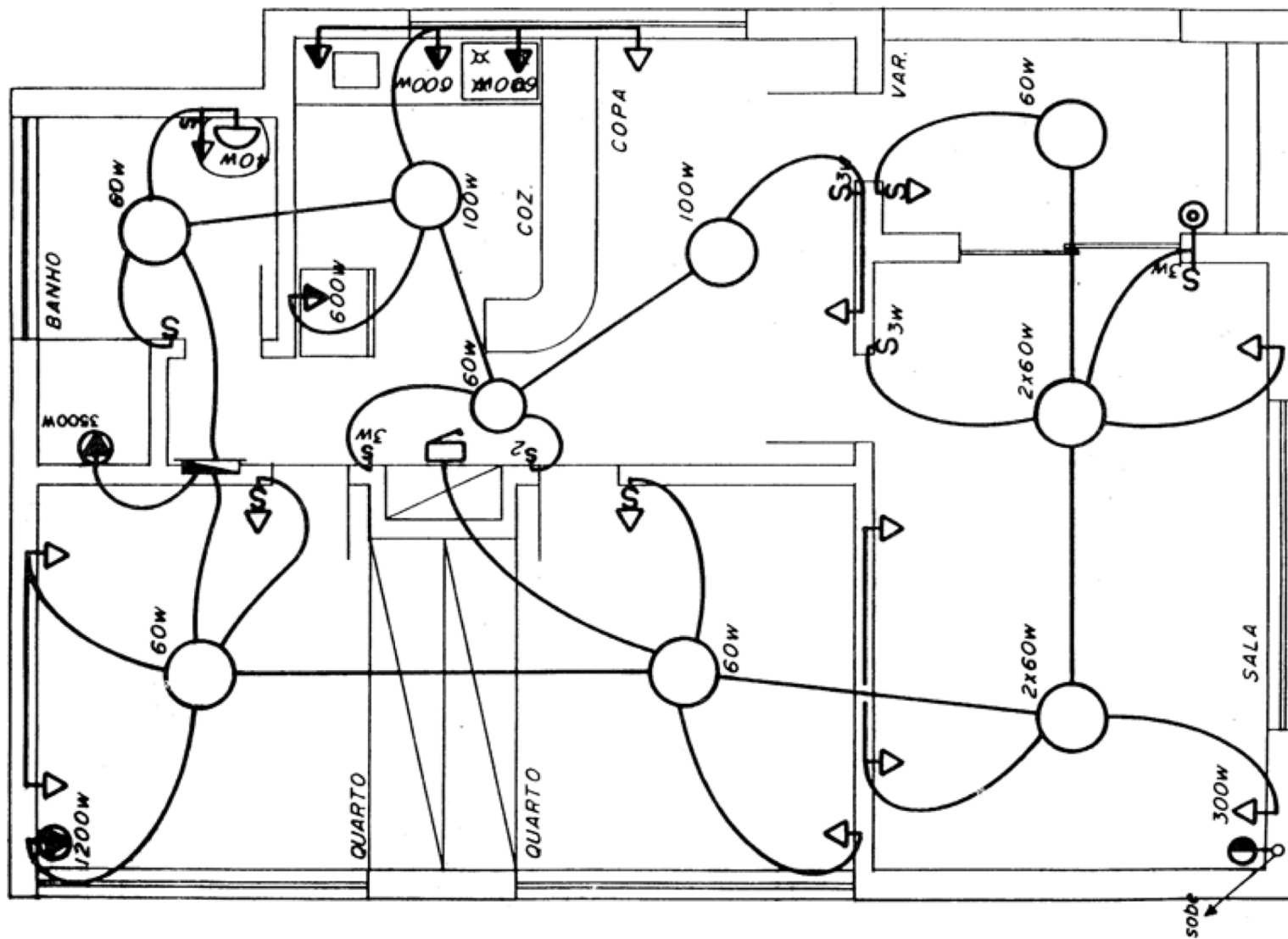


Plantas Baixas

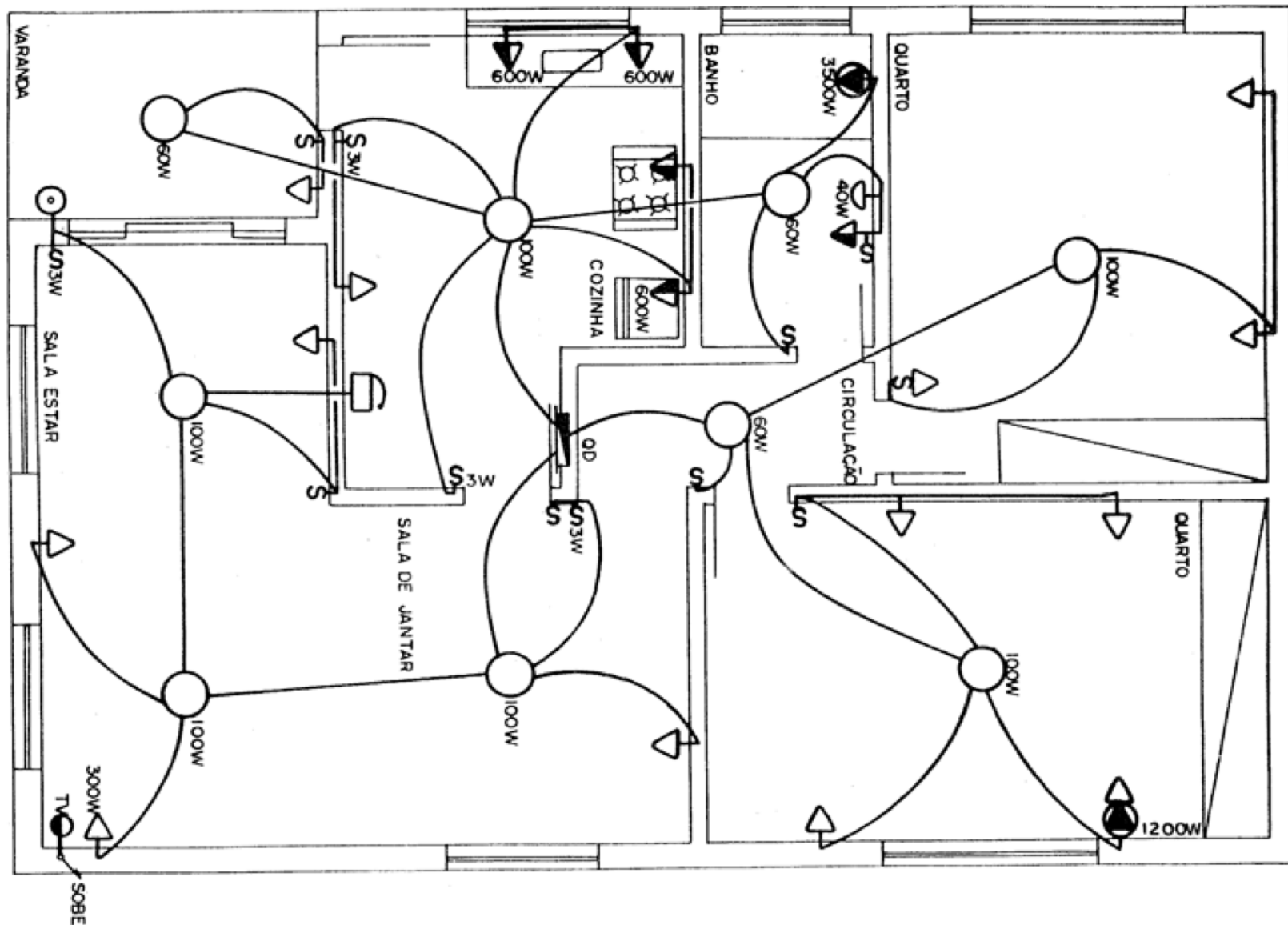
- ▶ Exemplo de uma planta geral de instalação de luz de residência. Trata-se de instalação tubulada em eletrodutos, alimentada por sistema monofásico.



Plantas Baixas



Plantas Baixas



Plantas Baixas

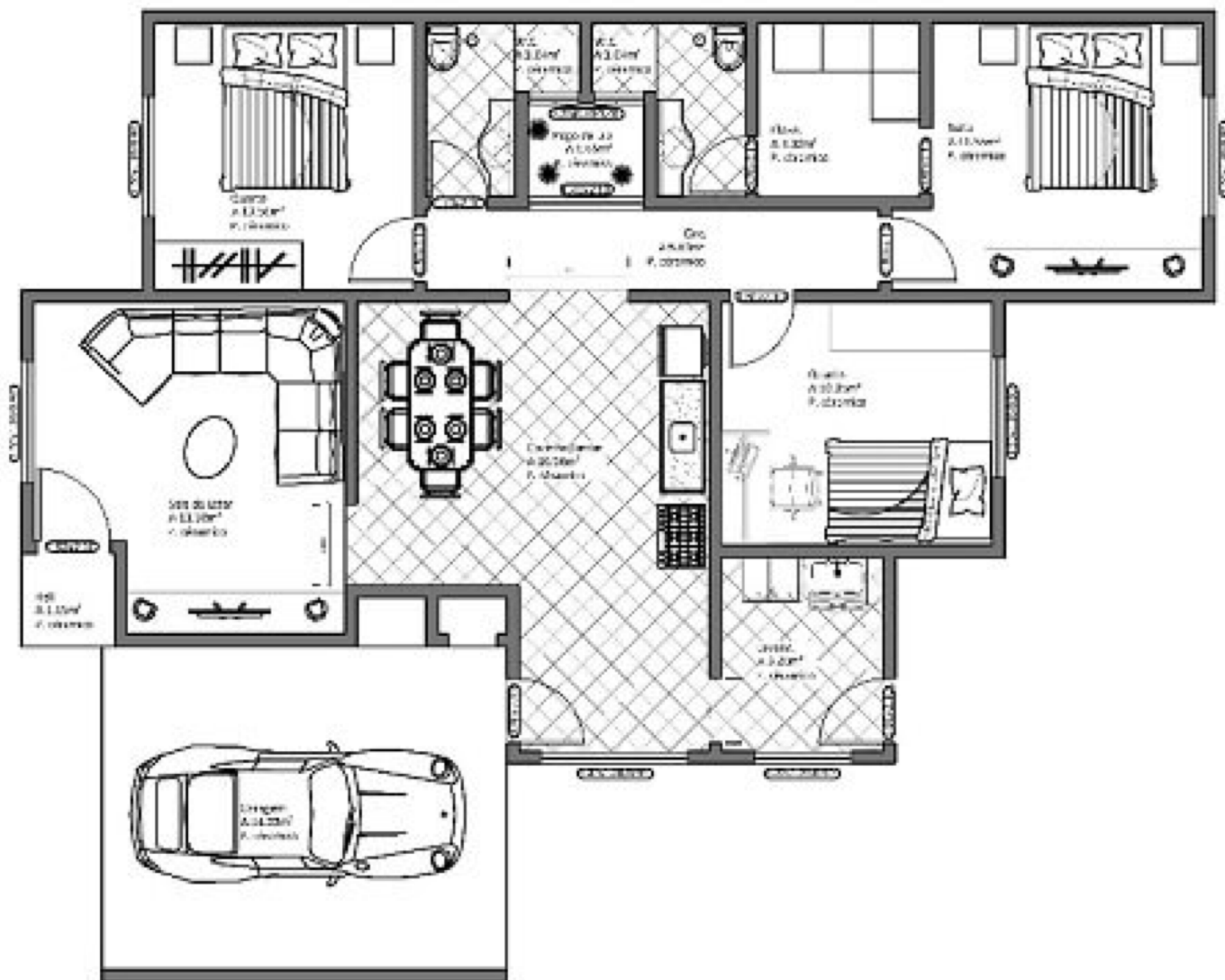


Diagrama Unifilar

- ▶ O diagrama unifilar representa esquematicamente a instalação elétrica mostrando os equipamentos instalados, desde a entrada de energia até os quadros de distribuição, ainda no diagrama são representados os condutores, os dispositivos de proteção contra sobrecarga, a proteção contra o choque elétrico, a proteção contra surto de tensão e as características nominais destes equipamentos.

Diagrama Unifilar

- ▶ A montagem do diagrama unifilar é baseada no quadro de cargas e representa cada quadro de distribuição.
- ▶ A leitura deste tipo de diagrama necessita de mais conhecimento técnico para sua interpretação e instalação.
- ▶ O diagrama unifilar é encontrado em projetos.

Diagrama Unifilar

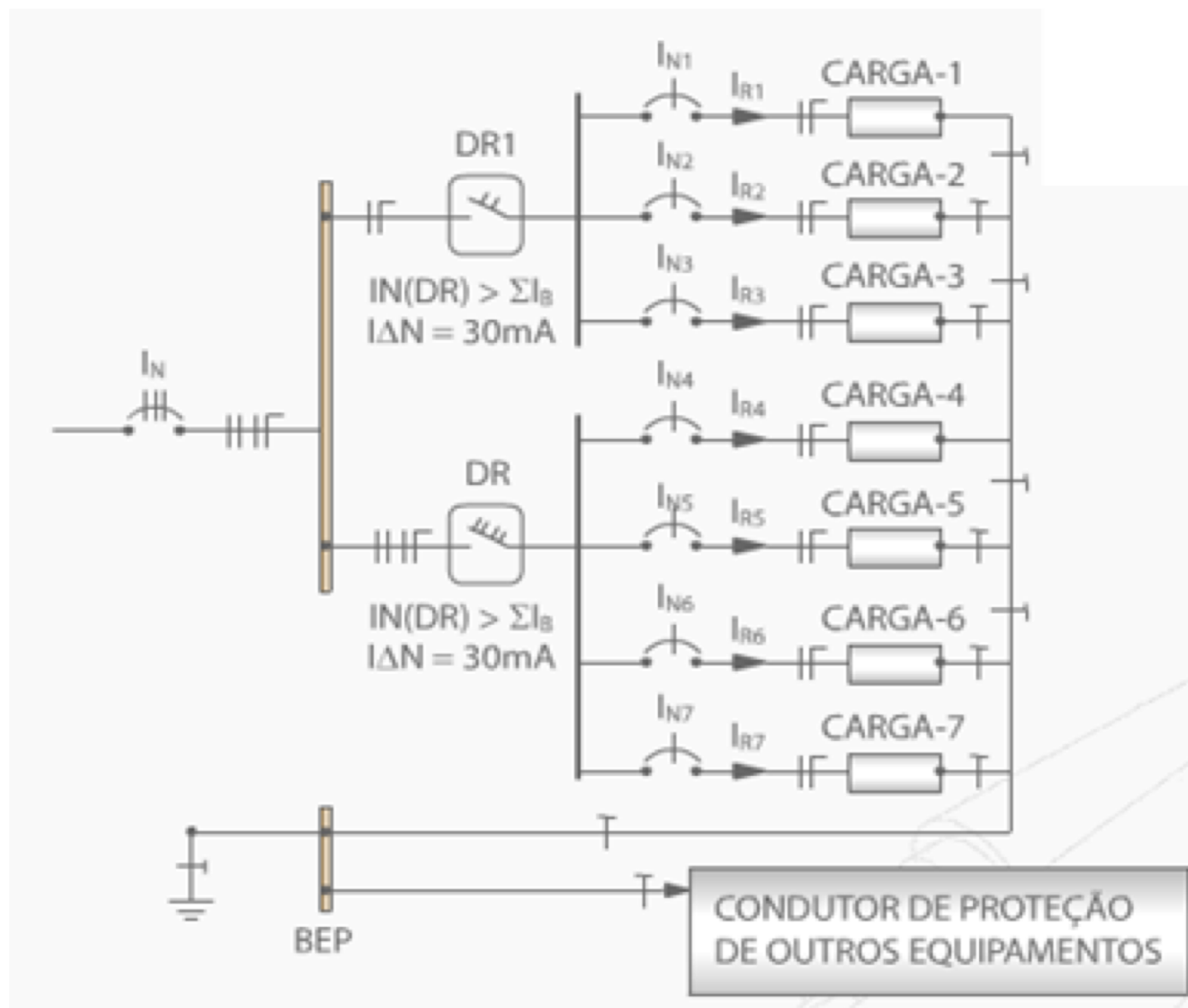


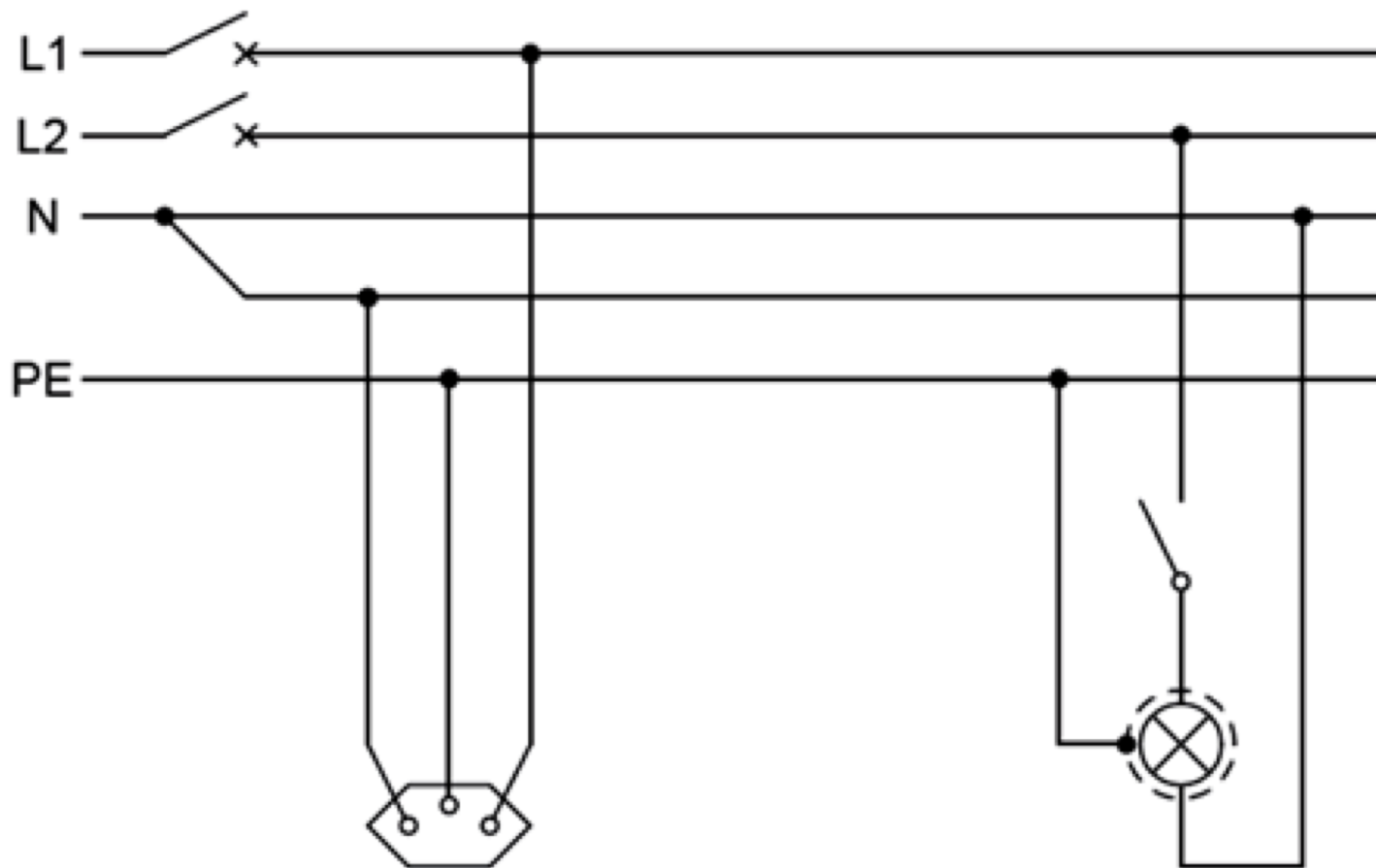
Diagrama Multifilar

- ▶ O diagrama multifilarifilar representa como os Equipamentos e componentes da instalação elétrica são instalados.
- ▶ No diagrama multifilar são representados os pontos de conexão dos condutores e dos componentes, auxiliando na montagem prática, uma vez que alguns equipamentos necessitam desta informação para instalação.

Diagrama Multifilar

- ▶ Este tipo de diagrama vem geralmente nos manuais dos fabricantes, e demonstram através de símbolos, cores e números como devemos instalar os componentes.
- ▶ A interpretação dos símbolos é mais simples, uma vez que a simbologia mostra como o componente ou equipamento é realmente, ou muito próximo.

Diagrama Multifilar

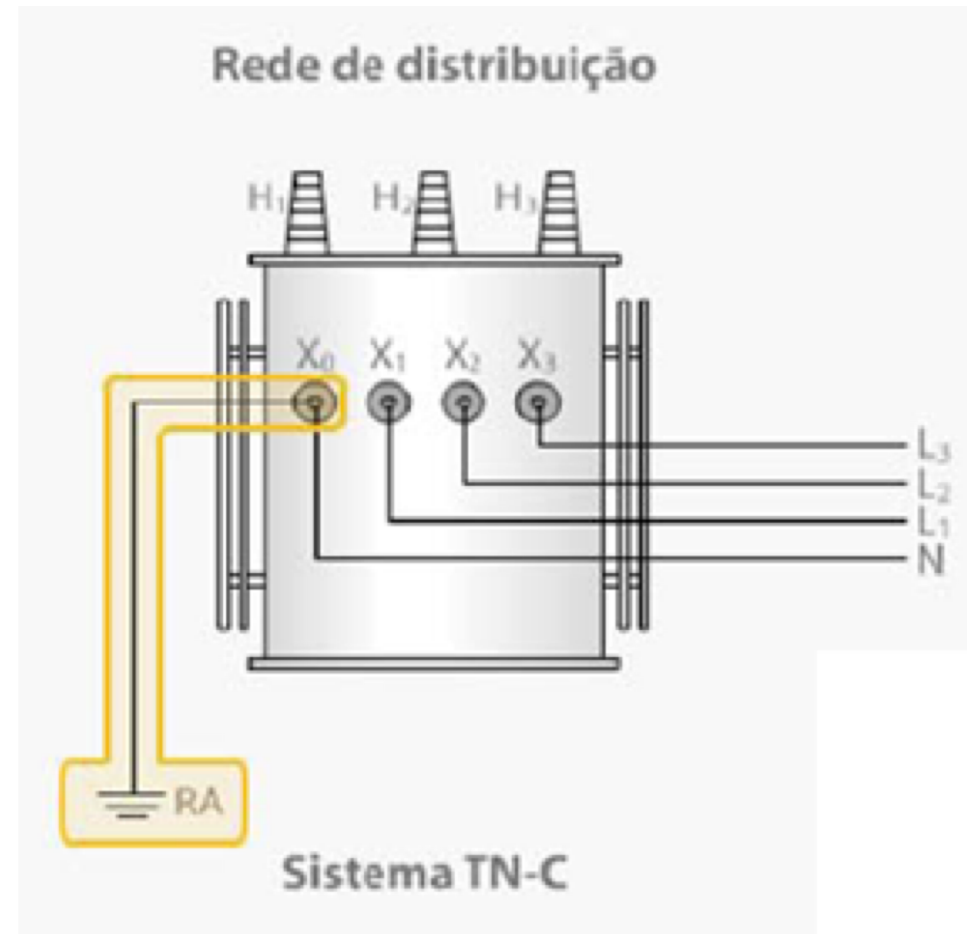


REDES DE DISTRIBUIÇÃO

- ▶ As redes de distribuição das concessionárias de energia em sua grande maioria são sistemas trifásicos, estes sistemas podem ser ligados em estrela ou triângulo, dependendo da forma de instalação da rede e do transformador utilizado.

REDES DE DISTRIBUIÇÃO

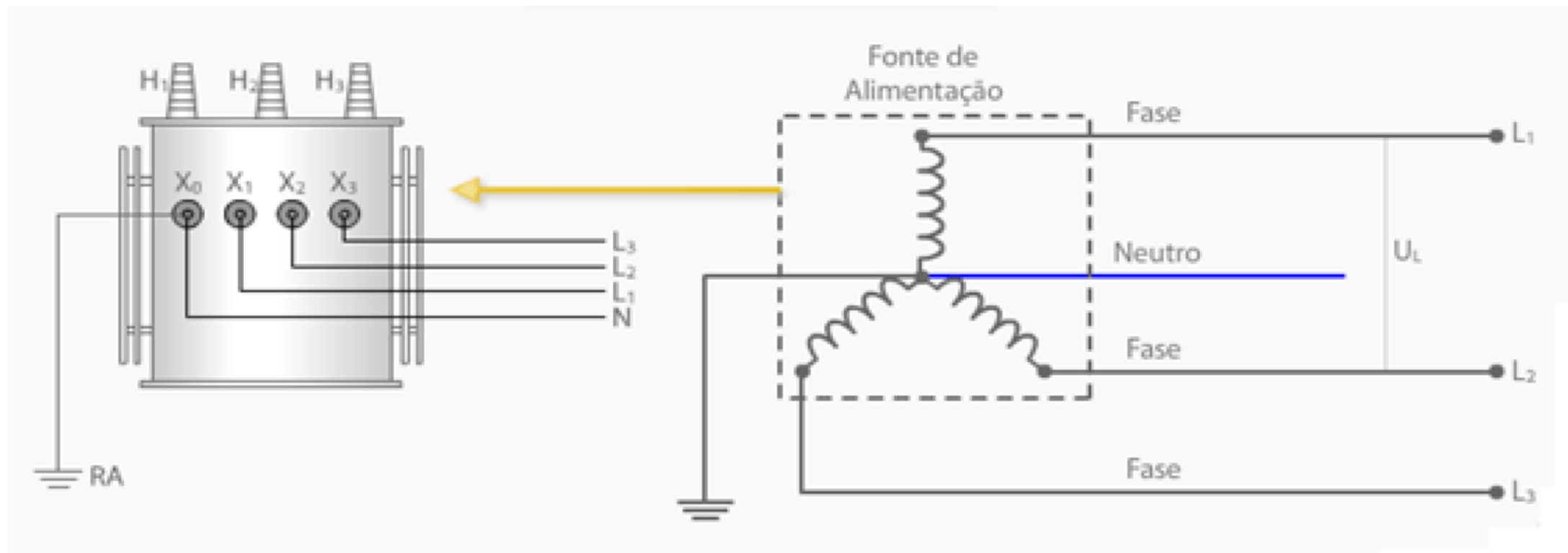
- ▶ A maioria das grandes concessionárias tem como padrão na operação da rede de distribuição o sistema trifásico a quatro condutores, sendo três fase e neutro.



REDES DE DISTRIBUIÇÃO

- ▶ Na ligação em estrela as três bobinas são ligadas em um ponto comum que por sua vez é ligado a terra para a obtenção do neutro da rede, os outros pontos das bobinas são os condutores fases, e a fonte de alimentação pode ser considerada como sendo o transformador da rede distribuição de energia da concessionária.

REDES DE DISTRIBUIÇÃO



REDE DE DISTRIBUIÇÃO SECUNDÁRIA

- ▶ Sistema monofásico: composto por condutores fase e neutro, utilizado em unidades consumidoras com carga instalada até 11KW.



REDE DE DISTRIBUIÇÃO SECUNDÁRIA

- ▶ Sistema bifásico: composto por dois condutores fase e neutro, utilizado em unidades consumidoras com carga instalada acima de 11 até 22KW.



REDE DE DISTRIBUIÇÃO SECUNDÁRIA






- ▶ Sistema trifásico: composto por três condutores fase e neutro, utilizado em unidades consumidoras com carga instalada acima de 22 até 75KW.



Comando de iluminação

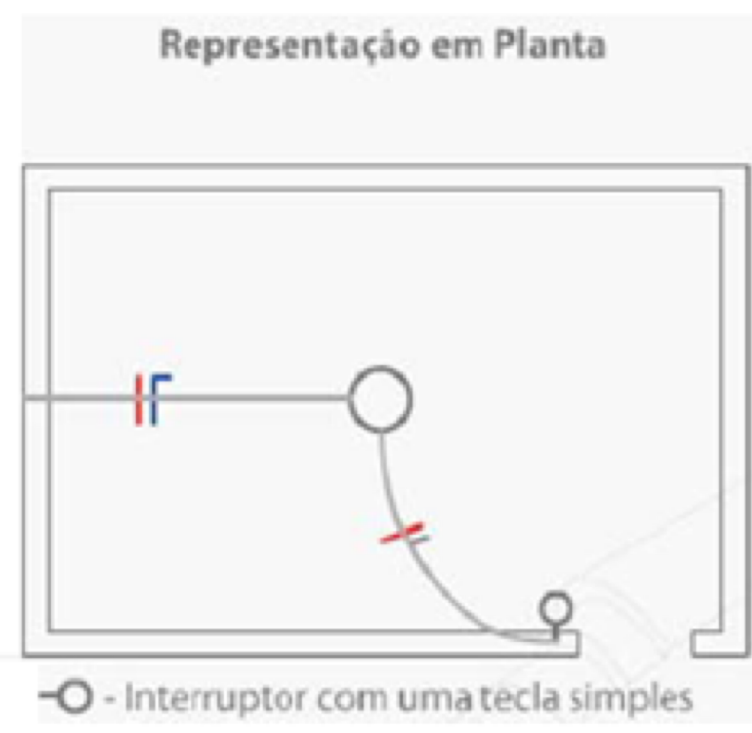
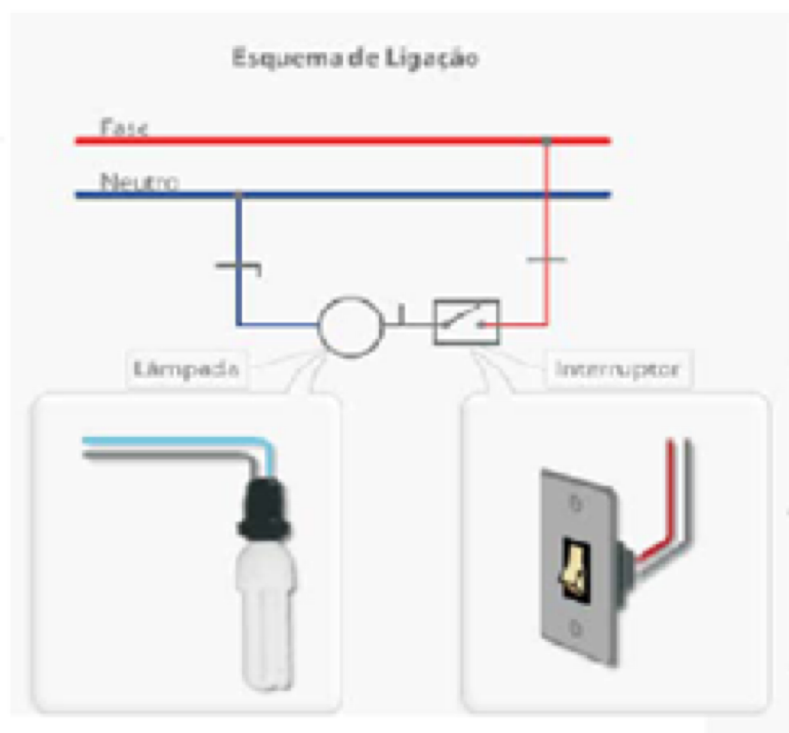
- ▶ Após determinar a posição dos pontos de iluminação o projetista deve fazer a inserção dos comandos responsáveis pelo comando da iluminação e que normalmente nas edificações de uso residencial são os interruptores, de acordo com as necessidades do proprietário ou por definição do projetista podem ser utilizados vários tipos de comandos, dentre os quais podemos citar:

Comando de iluminação

COMANDO	SIMBOLOGIA DO PROJETO
Interruptor de tecla simples	
Interruptor paralelo (<u>three-way</u>)	
Interruptor intermediário (<u>four-way</u>)	
Sensor de presença	
Célula fotoelétrica	

Esquema de ligação de interruptor simples

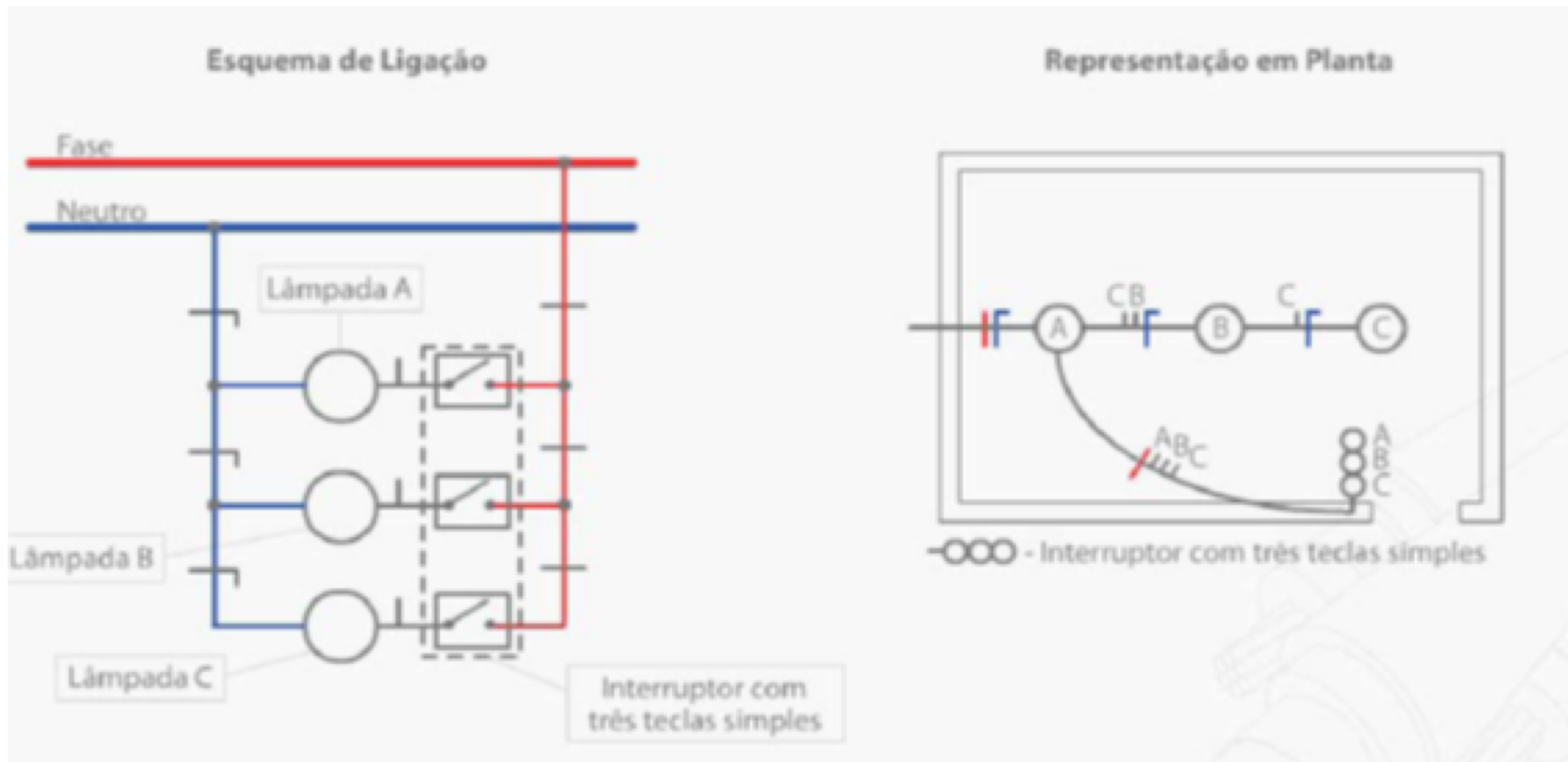
- ▶ Este tipo de interruptor é utilizado em ambientes de pequenas dimensões com apenas um ponto de acesso, sem a necessidade de outro ponto de acesso.



Esquema de ligação de interruptor com 3 teclas simples

- ▶ Nos projetos elétricos existem comandos atendendo a mais de um ponto iluminação, (interruptores de várias teclas), e ou, pontos de iluminação comandados a partir de locais diferentes (interruptores paralelos), deve-se fazer sempre a identificação do interruptor e da lâmpada a ser comandada.

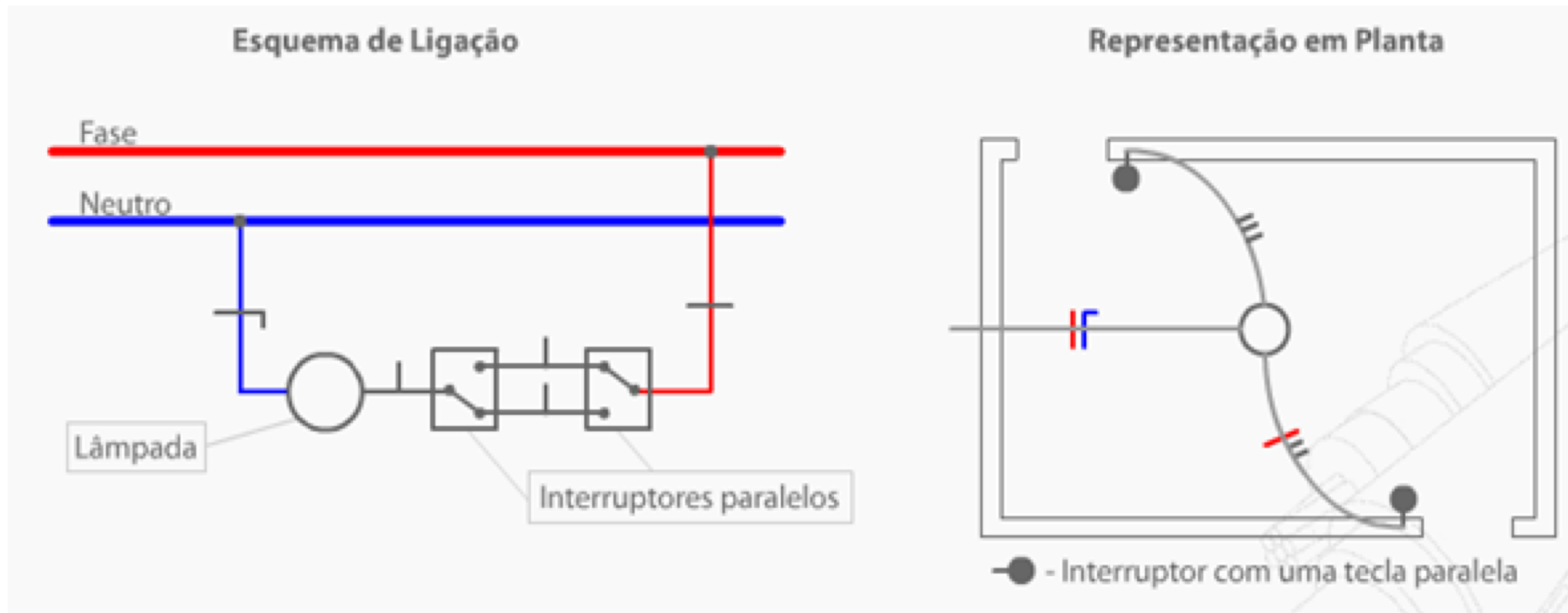
Esquema de ligação de interruptor com 3 teclas simples



Esquema de ligação de interruptor com uma tecla paralela

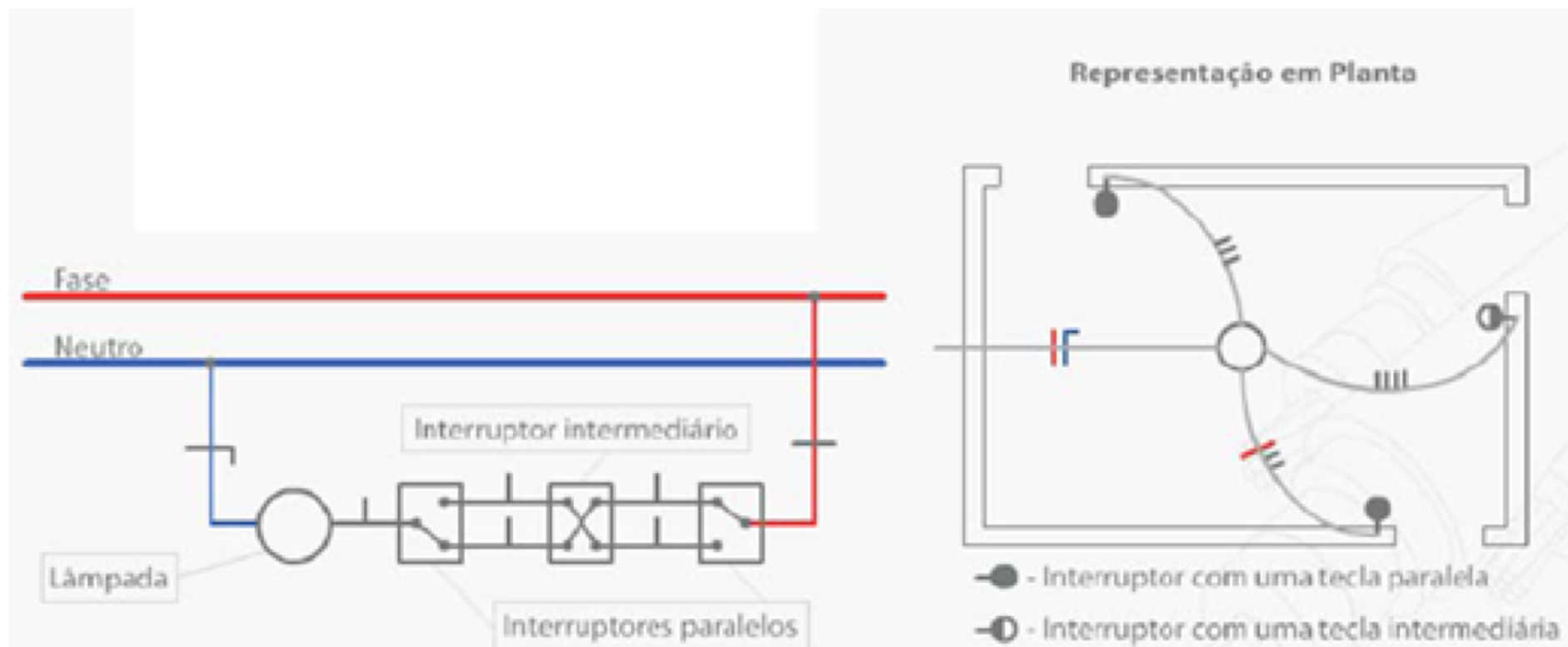
- ▶ A utilização de interruptores com tecla paralela é conveniente quando o ambiente possui dois pontos de acesso e é necessário comandar a iluminação a partir deles.
- ▶ Um exemplo desta situação são os dormitórios, onde os interruptores podem ser colocados ao lado da porta de acesso e junto a cama.

Esquema de ligação de interruptor com uma tecla paralela



Esquema de ligação de interruptores com uma tecla paralela e tecla intermediária

- Ambientes com três ou mais pontos de acesso, ou onde o usuário desejar comandar o mesmo ponto de iluminação a partir de vários pontos. (ex: escadas, corredores de grande extensão...)

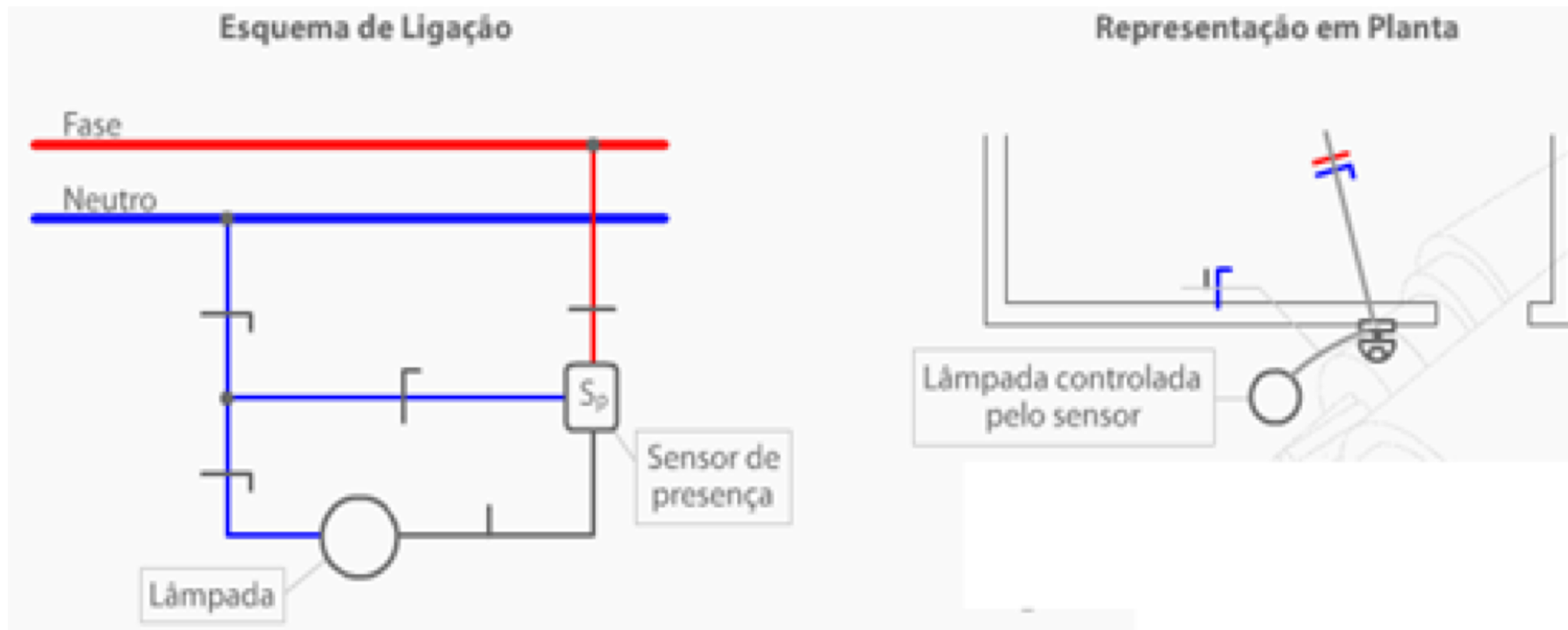


Esquema de ligação de iluminação utilizando sensor de presença

- ▶ O sensor de presença para comando de iluminação tem como finalidade principal a economia de energia, para isto a sua localização deve ser feita em locais de circulação visto em quanto existe movimento o sensor mantém a lâmpada ligada, e quando cessa o movimento a lâmpada é desligada automaticamente. (ex: escadas, corredores...)



Esquema de ligação de iluminação utilizando sensor de presença

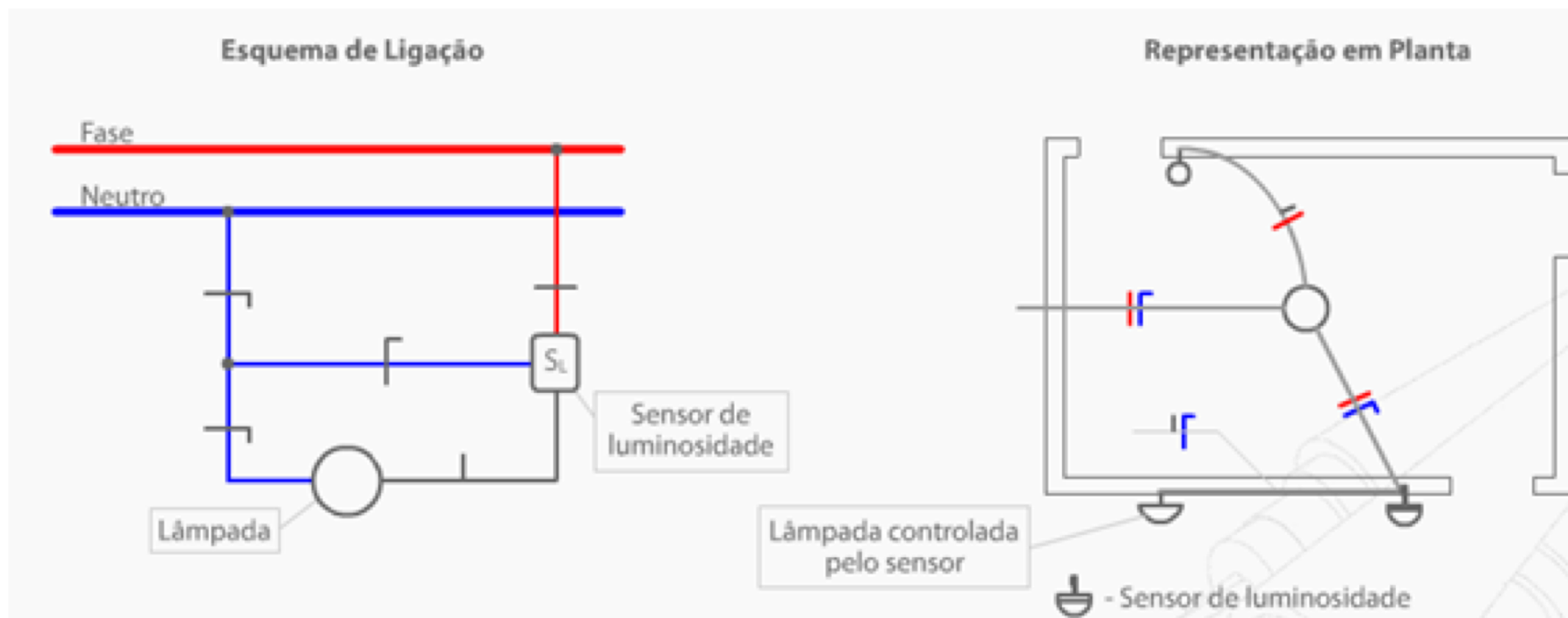


Esquema de ligação de iluminação utilizando sensor de luminosidade

- ▶ Os sensores de luminosidade utilizados em instalações elétricas residenciais normalmente são de pequena potência apesar de existirem modelos com capacidade para alimentar cargas maiores, a escolha deve ser feita de forma adequada a sua utilização como por exemplo os sensores de luminosidade utilizados para iluminação pública de maior potencia.

Esquema de ligação de iluminação utilizando sensor de luminosidade

- ▶ O uso mais frequente do sensor de luminosidade se dá em áreas externas onde o sensor só realiza a alimentação da lâmpada na ausência de luminosidade, o que conseqüentemente provoca economia de energia.



Esquema de ligação das tomadas

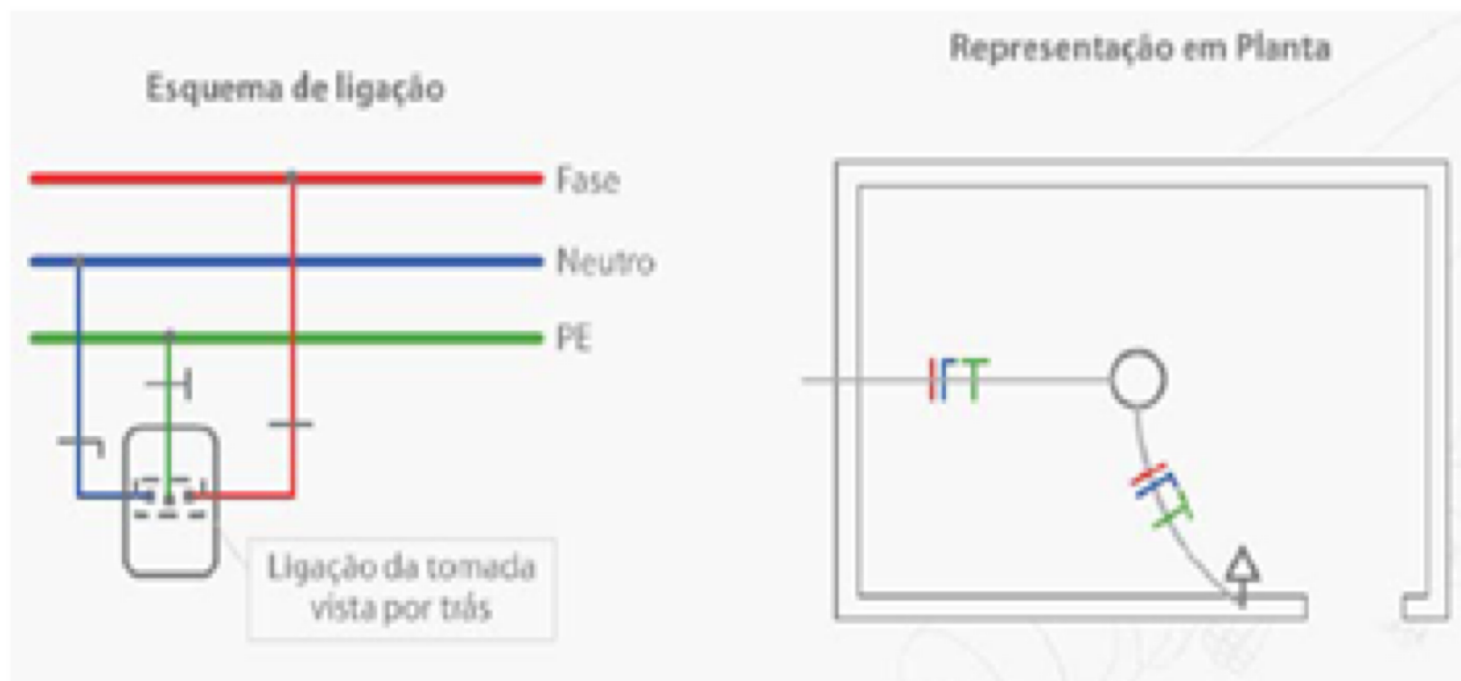
De acordo com a NBR 14.136/2002, estabelece que plugues e tomadas para uso doméstico até 20 A e 250V em corrente alternada siga a seguinte padronização.

- ▶ Tomada bipolar , com contato de terra (2P+T), 10 A, 250 V.
- ▶ Tomada bipolar , com contato de terra (2P+T), 20 A, 250 V.



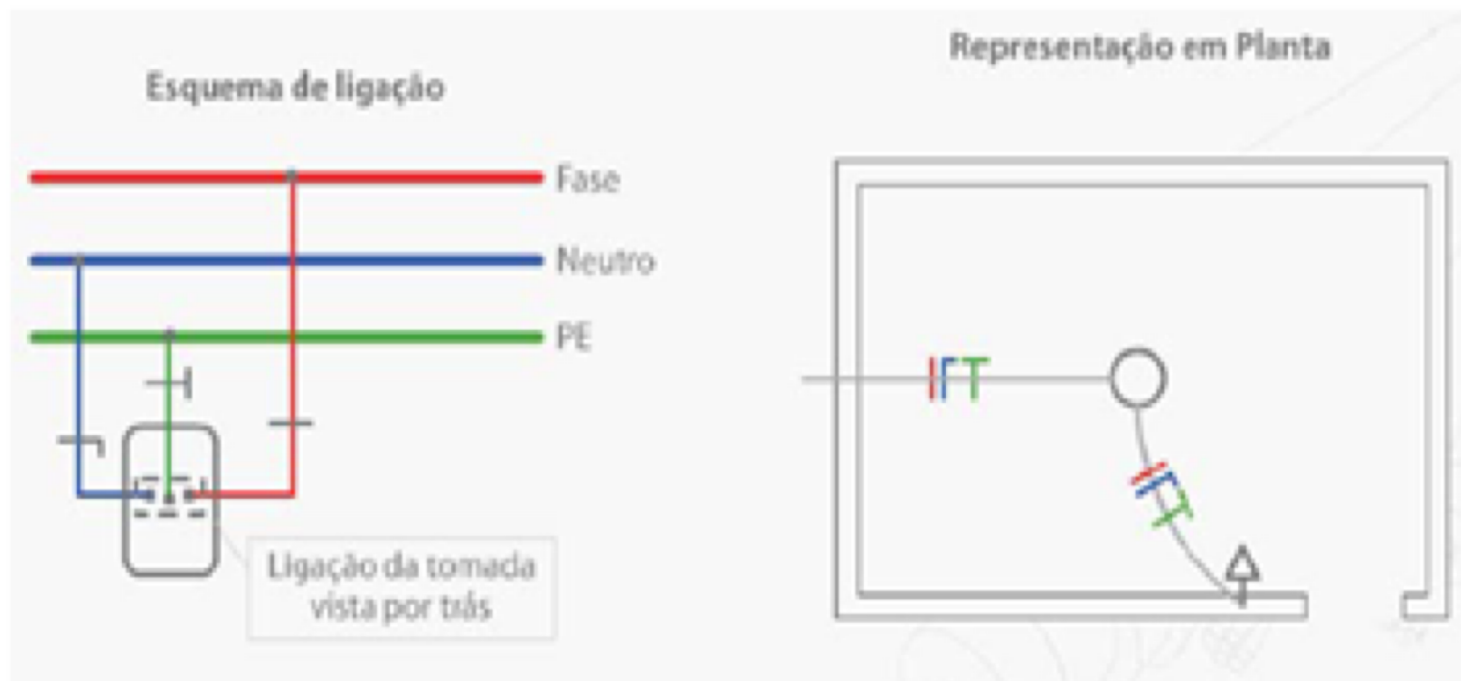
Esquema de ligação das tomadas

- ▶ Nesta tomada padrão temos que observar o esquema de ligação, sendo vamos respeitar não só o esquema de ligação, mas também a padronização de cores de condutores elétricos .



Esquema de ligação das tomadas

- ▶ Nesta tomada padrão temos que observar o esquema de ligação, sendo vamos respeitar não só o esquema de ligação, mas também a padronização de cores de condutores elétricos .



Bibliografia Básica

MARKUS, O. Circuitos elétricos: corrente contínua e corrente alternada. 9. ed. São Paulo: Érica, 2011. Bibliografia

Complementar

CAPUANO, F. G.; MARINO, M. A. M. Laboratório de eletricidade e eletrônica. 24. ed. São Paulo: Érica, 2007.