

Disciplina: Eletricidade

Aula 09 Introdução – Instalações Elétricas

Curso: Engenharia Mecânica

Professor: Paulo Cesar da Silva

E-mail: paulocesar@ifsul.edu.br

Passo Fundo
2024



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SUL-RIO-GRANDENSE

Introdução – Instalações Elétricas

- **Generalidades**
- O principal objetivo é analisar o projeto e a execução das instalações elétricas de baixa tensão; porém, para que o projetista ou o instalador se situe melhor, é importante saber onde se localiza a sua instalação dentro de um sistema elétrico, a partir do gerador até os pontos de utilização em baixa tensão.
- As instalações elétricas de baixa tensão são regulamentadas pela norma NBR 5410/2004, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que estabelece a tensão de 1000 volts como o limite para a baixa tensão em corrente alternada e de 1500 volts para a corrente contínua. A frequência máxima de aplicação dessa norma é de 400 Hz.

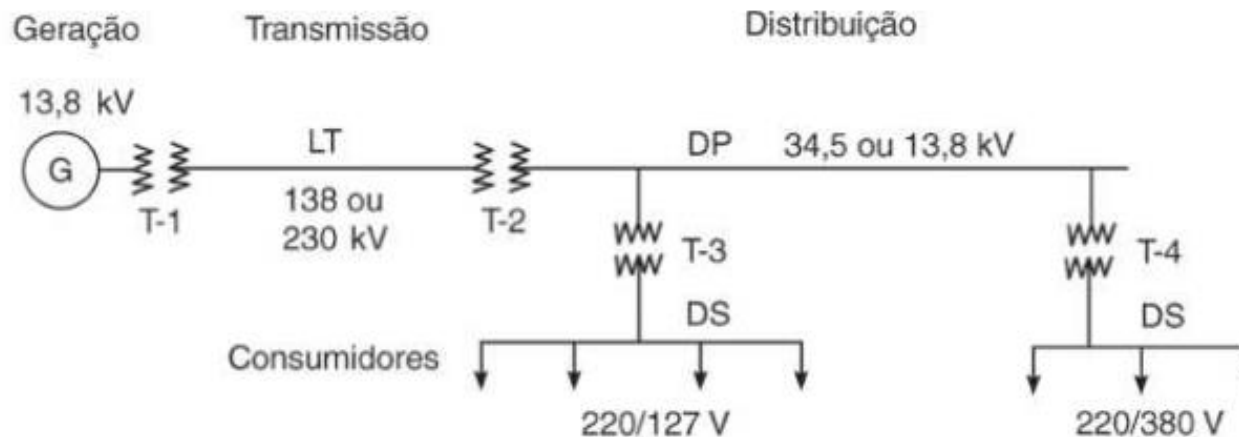
Introdução – Instalações Elétricas

- **Generalidades**

- A fim de visualizarmos melhor onde se encontra a nossa instalação predial dentro de um sistema elétrico, conheçamos os componentes do mesmo, desde a estação geradora até os consumidores de baixa tensão. Desse modo, compreenderemos facilmente as diferentes transformações de tensões, desde o gerador até a nossa residência. Toda a energia gerada para atender a um sistema elétrico existe sob a forma alternada trifásica, tendo sido fixada, por decreto governamental, a frequência de 60 ciclos/segundo para uso em todo o território brasileiro.

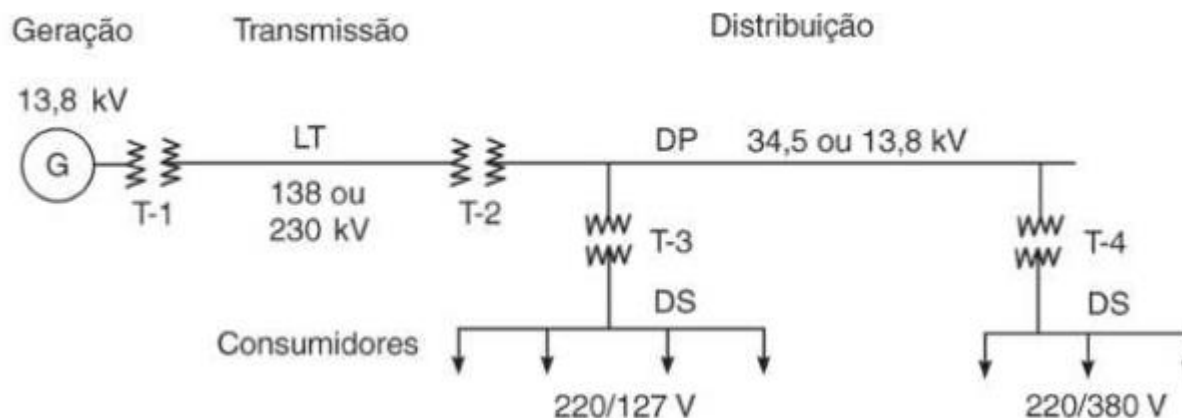
Introdução – Instalações Elétricas

- **Generalidades**
- Observemos a Figura abaixo, na qual está representado, em diagrama, um sistema elétrico que compreende os seguintes componentes:
 - geração;
 - transmissão englobando a subestação elevadora (T1) e a abaixadora (T2);
 - distribuição.



Introdução – Instalações Elétricas

- Generalidades



- G = gerador síncrono de energia (turbina hidráulica ou a vapor)
- T-1 = transformador elevador
- LT = linha de transmissão de energia (transporta a energia até próximo aos centros consumidores)
- T-2 = transformador abaixador
- DP = distribuição primária (dentro da zona urbana, distribui a energia em média tensão)
- T-3 = transformador de distribuição (baixa as tensões para valores utilizáveis em instalações residenciais e comerciais)
- T-4 = idem para instalações industriais;
- DS = distribuição secundária

Diagrama de um sistema elétrico.

Figura 1.1

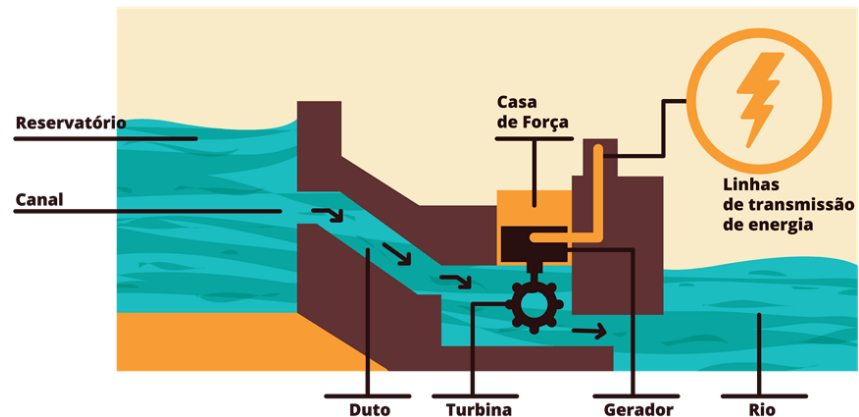
Introdução – Instalações Elétricas

- **Generalidades**



Introdução – Instalações Elétricas

- **Generalidades**
- Os geradores de eletricidade necessitam de energia mecânica (cinética) para fazer girar os rotores das turbinas, nos quais estão acoplados, no mesmo eixo, os rotores dos geradores de eletricidade. Portanto, a geração precisa de uma turbina (hidráulica ou térmica) e de um gerador síncrono.



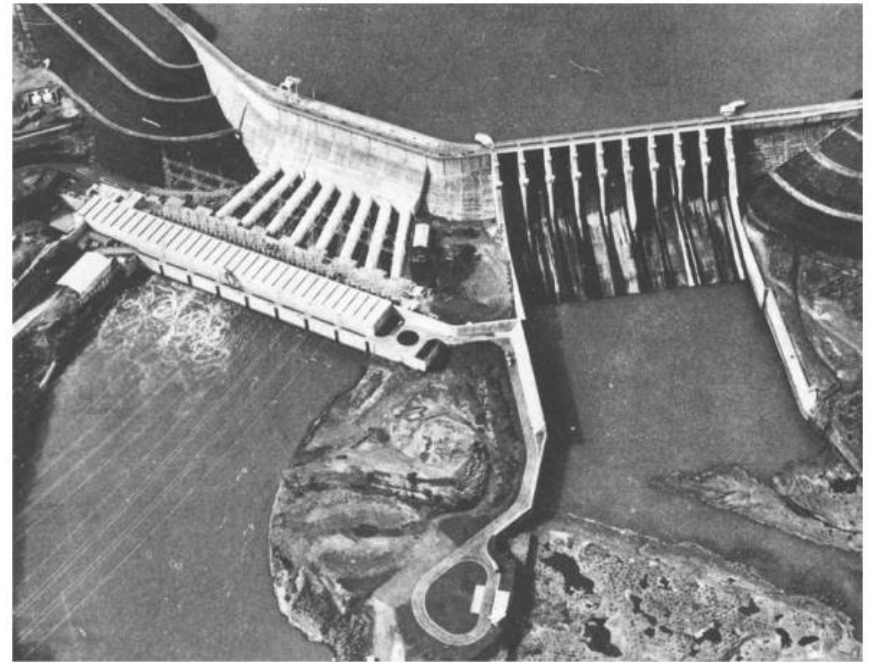
Introdução – Instalações Elétricas

- **Generalidades**
- Para que haja possibilidade de aproveitamento hidrelétrico, duas condições têm de existir:
 - água em abundância;
 - desnível entre a barragem e a casa de máquinas.



Introdução – Instalações Elétricas

- **Generalidades**
- Na Figura ao lado, vemos a fotografia da usina hidrelétrica de Marimbondo, que consta de uma barragem de concreto, 8 geradores de 180 MVA cada um e uma subestação elevadora com 24 transformadores de 63,3 MVA cada um.



Usina hidrelétrica de Marimbondo — Furnas, com oito geradores de 180 MVA.

Introdução – Instalações Elétricas

- **Generalidades**
- A título de exemplo, a seguir, as potências de algumas usinas hidrelétricas brasileiras que figuram entre as maiores do mundo.

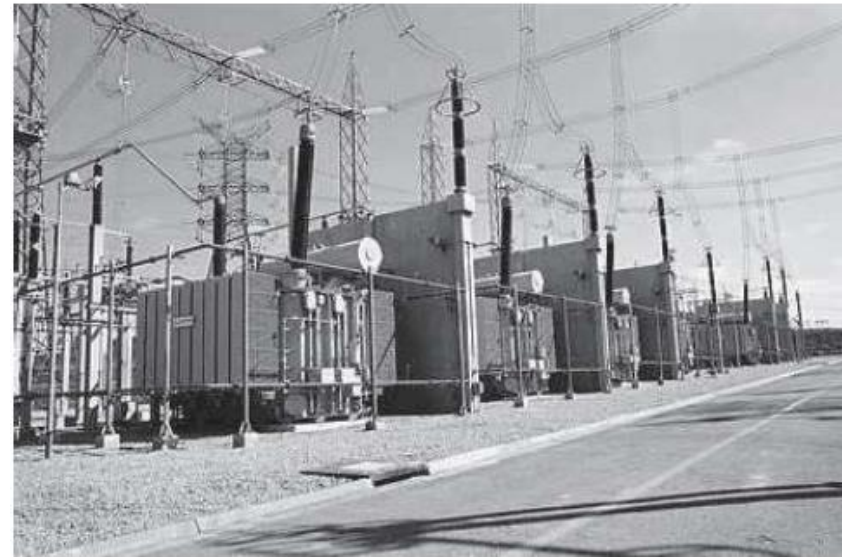
Usina de Itaipu	12 600 MW
Usina de Tucuruí	8 000 MW
Usina de Ilha Solteira	3 444 MW
Usinas de Paulo Afonso I - II - III - IV	462 MW
Usina de Jupia	1 551 MW
Usina de Serra da Mesa	1 275 MW
Usina de Furnas	1 216 MW

País	Consumo anual (kWh/habitante)
Noruega	24 880
Canadá	16 544
Estados Unidos	12 857
Japão	7 572
Alemanha	6 610
Rússia	6 095
Portugal	4 520
Argentina	2 587
Brasil	2 138
Índia	523
Média mundial	2 600

Fonte: *CIA World Fact Book*, 2008 – população
EIA, US Information Administration – consumo

Introdução – Instalações Elétricas

- **Transmissão**
- Transmissão significa o transporte de energia elétrica gerada até os centros consumidores.
- Para que seja economicamente viável, a tensão gerada nos geradores trifásicos de corrente alternada normalmente de 13,8 kV deve ser elevada a valores padronizados em função da potência a ser transmitida e das distâncias aos centros consumidores.
- Desse modo, temos uma subestação elevadora junto à geração, conforme se pode ver na Figura anterior, uma fotografia aérea da usina de Marimbondo (parte esquerda da figura), e na Figura 1.6.



Subestação elevadora. (Cortesia de Furnas Centrais Elétricas.)

Figura 1.6

Introdução – Instalações Elétricas

- **Transmissão**
- As tensões mais usuais em corrente alternada nas linhas de transmissão são: 69 kV, 138 kV, 230 kV, 400 kV e 500 kV. A partir de 500 kV, somente um estudo econômico decidirá se deve ser usada a tensão alternada ou contínua, como é o caso da linha de transmissão de Itaipu, com ± 600 kV em corrente contínua. Nesse caso, a instalação necessita de uma subestação retificadora – ou seja, que transforma a tensão alternada em tensão contínua, transmitindo a energia elétrica em tensão contínua – e, próximo aos centros consumidores, precisa de uma estação inversora para transformar a tensão contínua em tensão alternada outra vez, a fim de que se permita a conexão com a malha do sistema interligado.
- Na Figura 1.5, vemos em destaque três torres de linhas de transmissão, duas em corrente alternada trifásica e, à frente, uma de corrente contínua (um bipolo de ± 600 kV).

Introdução – Instalações Elétricas

- **Transmissão**



Linha de transmissão. (Cortesia de Furnas Centrais Elétricas.)

Figura 1.5

Introdução – Instalações Elétricas

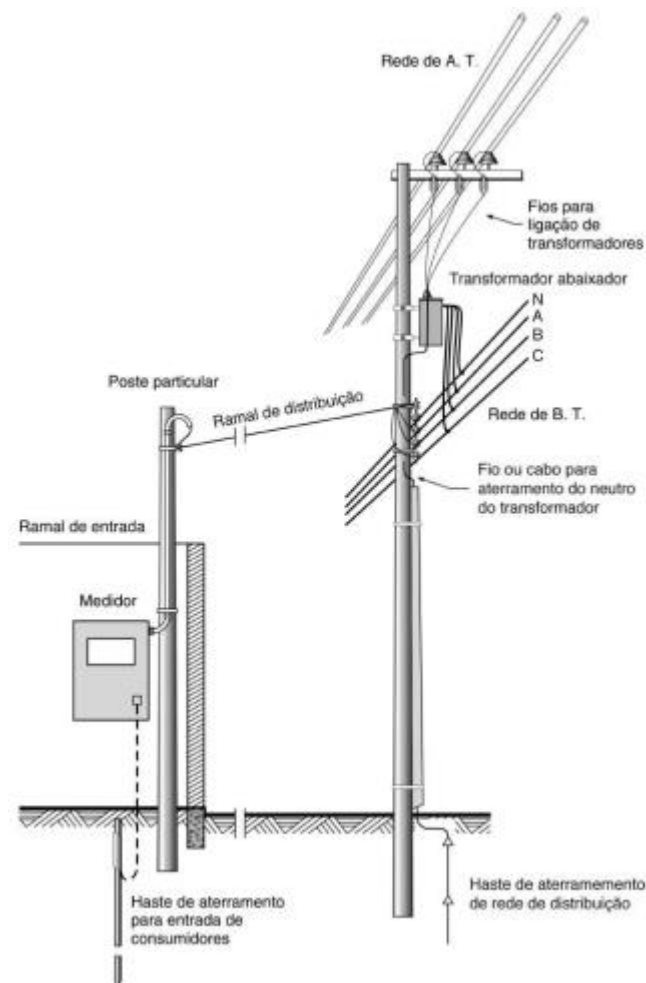
- **Distribuição**
- A distribuição é a parte do sistema elétrico incluída nos centros de utilização (cidades, bairros, indústrias). A distribuição começa na subestação abaixadora, onde a tensão da linha de transmissão é reduzida para valores padronizados nas redes de distribuição primária, por exemplo, 13,8 kV e 34,5 kV.
- As redes de distribuição dentro dos centros urbanos podem ser aéreas ou subterrâneas. Nas redes aéreas, os transformadores podem ser montados em postes ou em subestações abrigadas; nas redes subterrâneas, os transformadores deverão ser montados em câmaras subterrâneas.

Introdução – Instalações Elétricas

- **Distribuição**
- A entrada de energia dos consumidores finais é denominada ramal de entrada (aérea ou subterrânea).
- As redes de distribuição primária e secundária normalmente são trifásicas, e as ligações aos consumidores poderão ser monofásicas, bifásicas ou trifásicas, de acordo com a sua carga;

Introdução – Instalações Elétricas

- **Distribuição**
- Na Figura 1.9 é apresentado o esquema de ligação final para um consumidor, no qual observamos a rede primária de alta tensão e a rede secundária de baixa tensão.
- Detalhes de redes de distribuição elétrica primária e secundária: ligações de transformador, ramal de entrada de consumidor e aterramentos



Detalhes das ligações do ramal de ligação e de entrada de consumidor.

Figura 1.9

Introdução – Instalações Elétricas

- **Distribuição**
- Como sabemos, o transformador tem como finalidade abaixar e aumentar as tensões com vistas a permitir a transmissão de energia elétrica da maneira mais econômica possível.



(A)



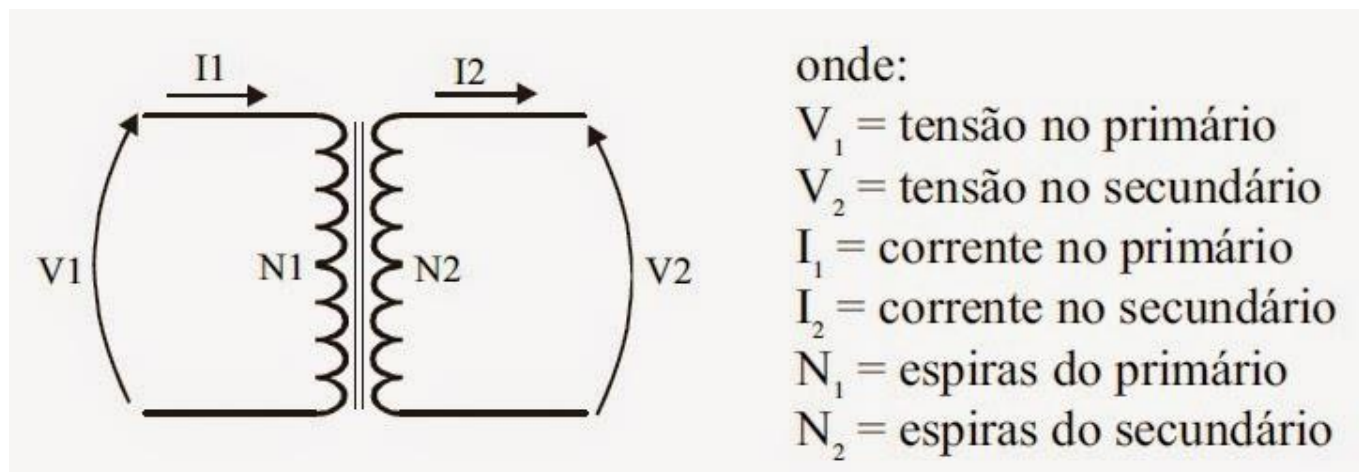
(B)

Transformador abaixador a óleo e a seco. (Cortêsias de Indústria de Transformadores ITAIPU Ltda. e de TRAFOMIL Ltda.)

Figura 1.10

Introdução – Instalações Elétricas

- **Distribuição**
- **Transformador:** um transformador é um dispositivo destinado a modificar os níveis de tensão e corrente elétrica, mantendo a potência elétrica praticamente constante, de um circuito a outro (primário e secundário).

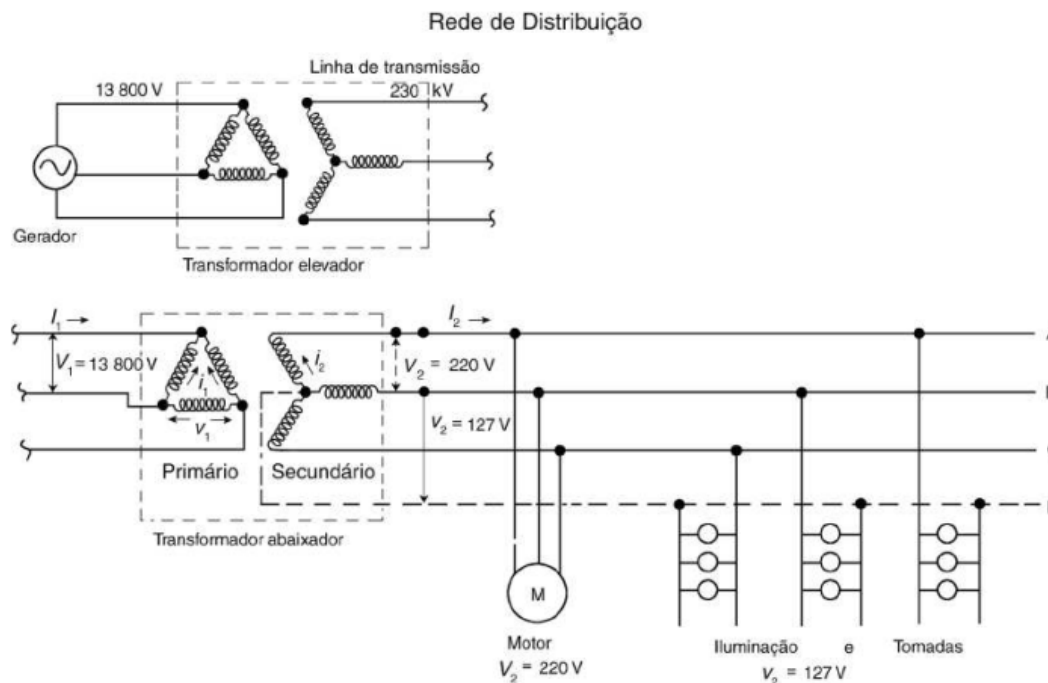


$$V_1 \times I_1 = V_2 \times I_2 \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$$

Introdução – Instalações Elétricas

- Distribuição**

- Na Figura 1.11, que apresenta um sistema típico de geração-transmissão-distribuição de energia elétrica, vemos como se processam o aumento e a diminuição de tensão nos transformadores ao longo do sistema.
- Nos transformadores trifásicos, mais usuais nas redes de distribuição, o lado primário é ligado em triângulo, e o lado secundário, em estrela aterrado.



Sistema típico de geração-transmissão-distribuição.

Introdução – Instalações Elétricas

- **Distribuição**
- **Configuração em estrela (Y)**
- Nesse tipo de ligação os terminais F_1 , F_2 e F_3 são ligados em um ponto interno comum (0 – também denominado de neutro) e os terminais 1, 2 e 3 das partes iniciais S_1 , S_2 e S_3 dos enrolamentos ficam acessíveis para a conexão da carga ($3\phi - 3$ fios).

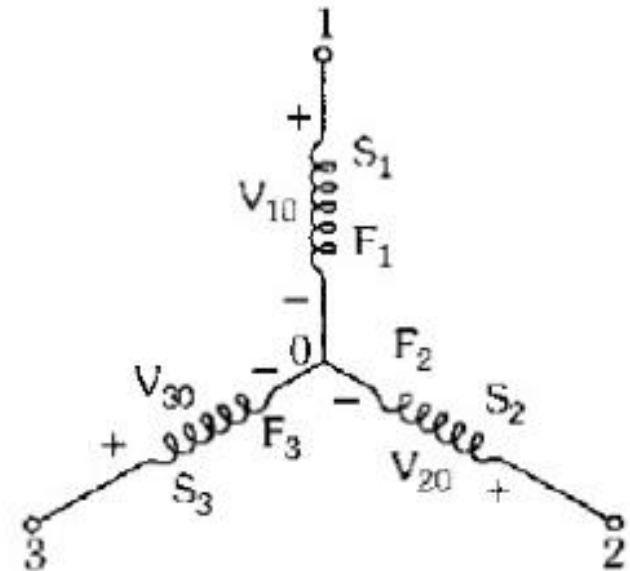


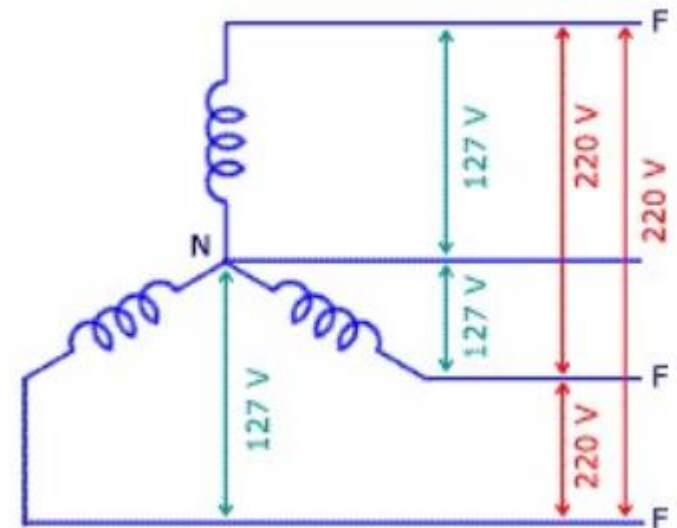
Figura 2.29 - Ligação dos enrolamentos em estrela.

Introdução – Instalações Elétricas

- **Distribuição**
- **Configuração em estrela (Y)**
- A conexão estrela se caracteriza por ter tensões de fase diferentes das de linha. As tensões entre os terminais 1,2 e 3 em relação ao neutro correspondem às tensões de fase do gerador (V_F ou V_{AN}). As tensões entre dois terminais 1-2, 2-3 e 3-1 correspondem as tensões de linha (V_L ou V_{AB})

$$V_L = V_F \cdot \sqrt{3}$$

$$I_L = I_F$$

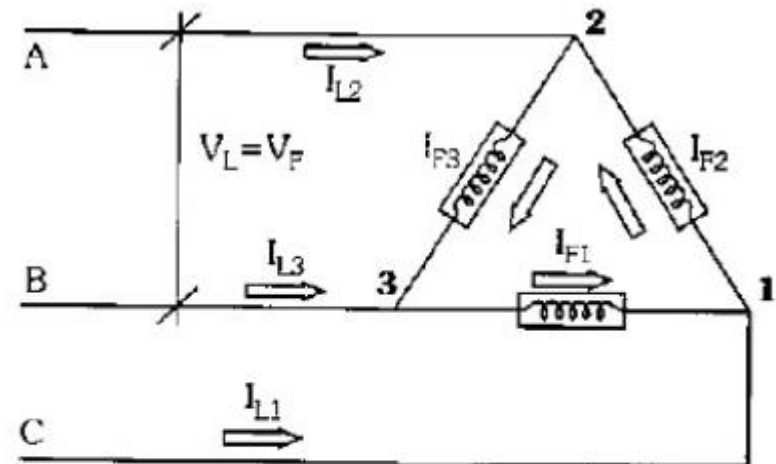


Introdução – Instalações Elétricas

- **Distribuição**
- **Configuração em estrela (Y)**
- Tensão de linha (V_L): é a tensão entre fase-fase;
- Tensão de fase (V_F): é a tensão entre fase-neutro;
- Corrente de linha (I_L): é a corrente na linha que liga a fonte a carga;
- Corrente de fase (I_F): é a corrente que passa por uma das tensões;
- **Observação:** Para a ligação estrela (Y) a $I_L = I_F$ e $V_L = V_F\sqrt{3}$.

Introdução – Instalações Elétricas

- **Distribuição**
- **Ligação em triângulo ou delta (Δ)**
- Nesse tipo de ligação, sempre é ligado o princípio de um enrolamento com o final do enrolamento subsequente, conforme a figura.



$$V_{\text{Linha}} (V_L \text{ ou } V_{\Delta B}) = V_{\text{Fase}} (V_F)$$

$$I_{\text{Linha}} (I_L) = \sqrt{3} \cdot I_{\text{Fase}} (I_F)$$

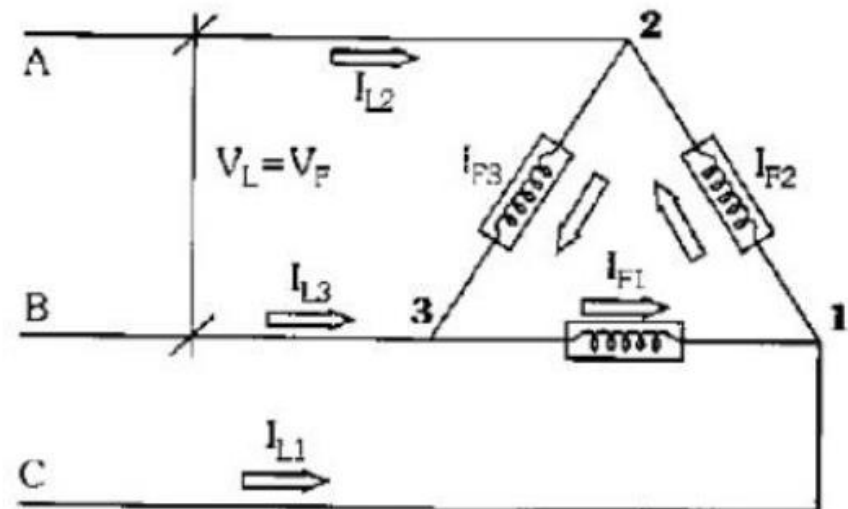
Figura 2.34 - Ligação dos enrolamentos em triângulo.

Introdução – Instalações Elétricas

- **Distribuição**
- **Ligação em triângulo ou delta (Δ)**
- Nesta ligação ocorre as seguintes situações:

$$V_F = V_L$$

$$I_L = I_F \sqrt{3}$$



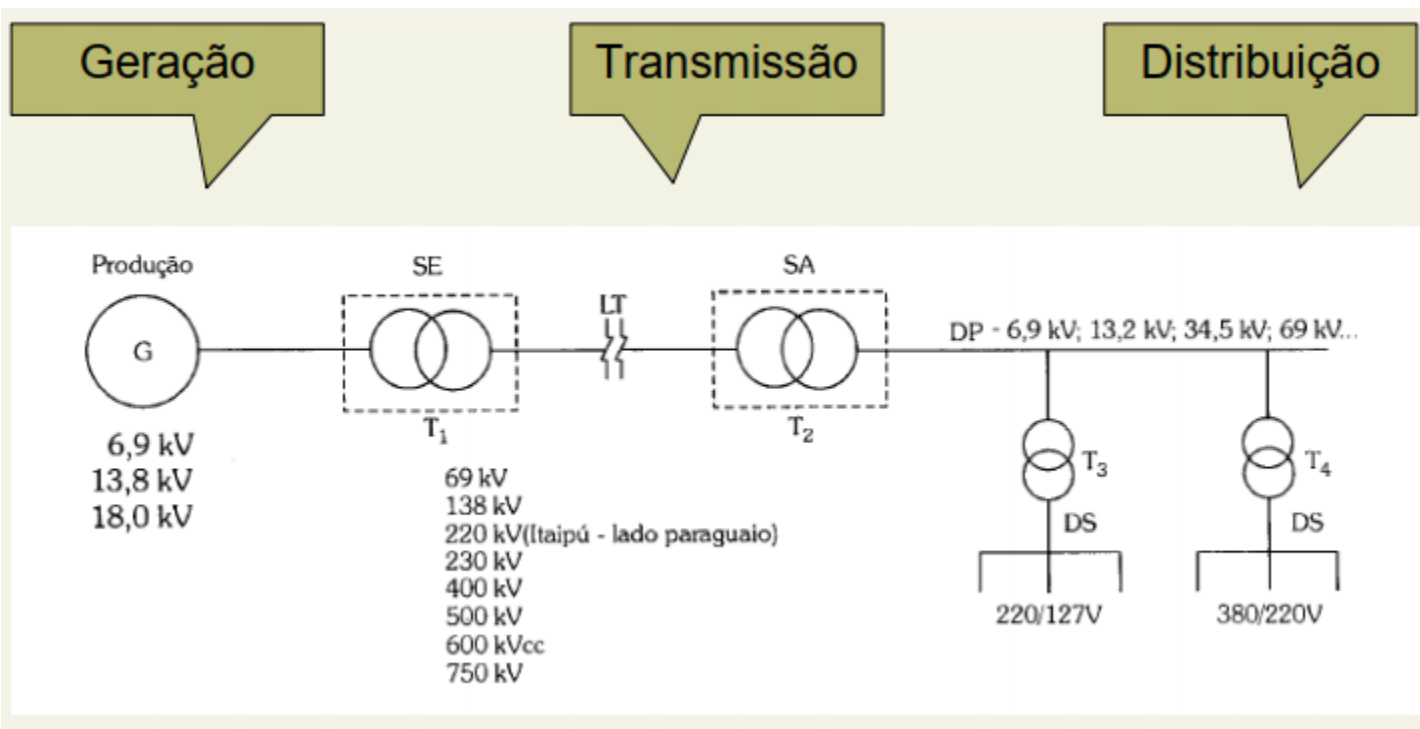
$$V_{\text{Linha}} (V_L \text{ ou } V_{AB}) = V_{\text{fase}} (V_F)$$

$$I_{\text{Linha}} (I_L) = \sqrt{3} \cdot I_{\text{fase}} (I_F)$$

Figura 2.34 - Ligação dos enrolamentos em triângulo.

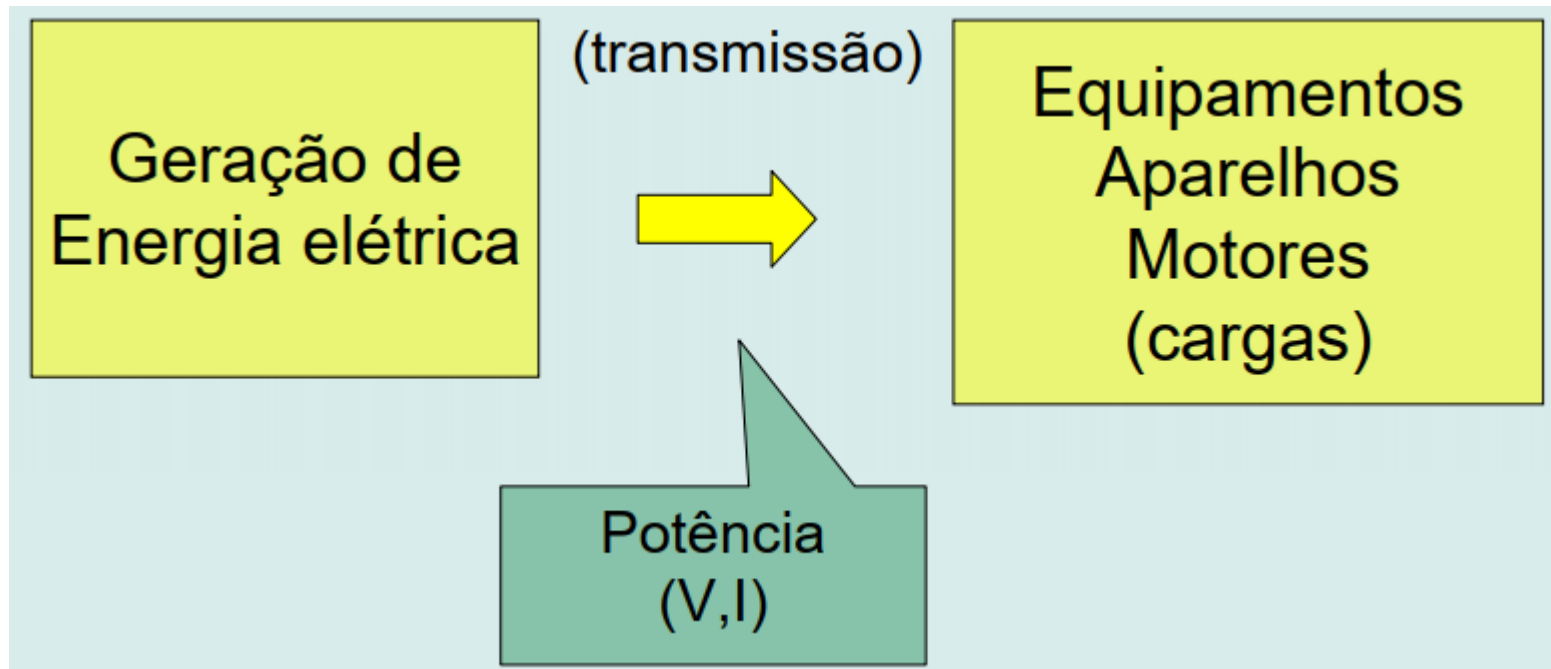
Introdução – Instalações Elétricas

- Esquema Unifilar



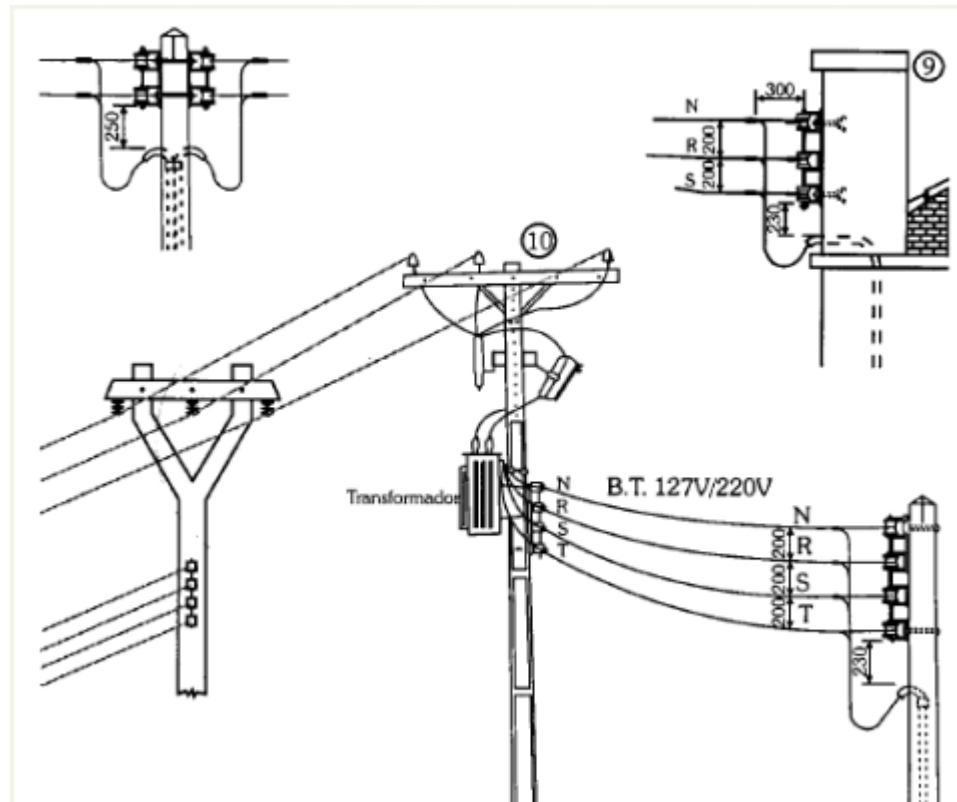
Introdução – Instalações Elétricas

- Energia Elétrica



Introdução – Instalações Elétricas

- **Sistema de Distribuição**
- A NBR 5410 utiliza as seguintes denominações para identificar as fases (L1, L2 e L3) e o neutro (N)



Introdução – Instalações Elétricas

- **Usina**

- Hidrelétricas
- Termoelétricas
- Eólicas
- Nucleares
- Células solares



Introdução – Instalações Elétricas

- **Geração – Energia Hidráulica**



Usina de Itaipu



Usina de Tucuruí

A força da água faz mover as pás de uma turbina
(geradores síncronos)

Introdução – Instalações Elétricas

- **Geração – Energia Térmica**



Usina de Candiota - RS

Carvão, óleo ou gás natural são queimados para gerar calor

Introdução – Instalações Elétricas

- **Geração – Energia Eólica**



Osório - RS

A energia do vento faz mover as pás de uma turbina (aerogerador)

Introdução – Instalações Elétricas

- **Geração – Energia Nuclear**



Chernobyl - Ucrânia



Fukushima - Japão



Angra - Brasil

O calor é obtido a partir de uma reação nuclear (fissão nuclear) e depois convertido em energia elétrica

Introdução – Instalações Elétricas

- **Geração – Células Solares**



Convertem energia luminosa em energia elétrica

Introdução – Instalações Elétricas

- Energia Elétrica



Geração, transmissão e distribuição de energia elétrica

Introdução – Instalações Elétricas

- **Cargas**
- Equipamentos e aparelhos



Introdução – Instalações Elétricas

- **Cargas**
- Motores (eletrodomésticos)



Introdução – Instalações Elétricas

- **Cargas**
- Motores (Engenharia)



Introdução – Instalações Elétricas

- **Potência**

$$Potência = V.I \quad (Aparente)$$

- A potência aparente é composta por duas parcelas:
 - Ativa
 - Reativa

$$Potência = V.I$$

Aparente

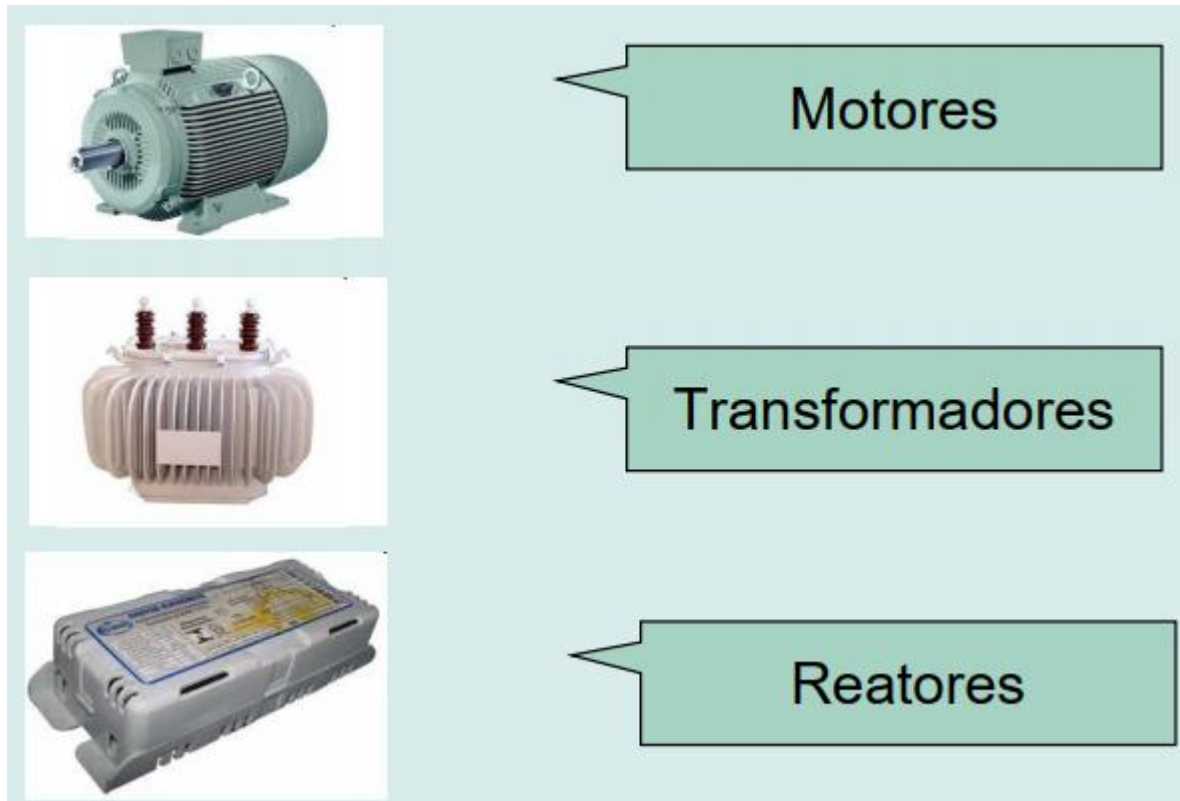
Introdução – Instalações Elétricas

- **Potência Ativa**
- A potência ativa é transformada em:



Introdução – Instalações Elétricas

- **Cargas**
- A potência reativa é transformada em campo magnético, necessário ao funcionamento de:

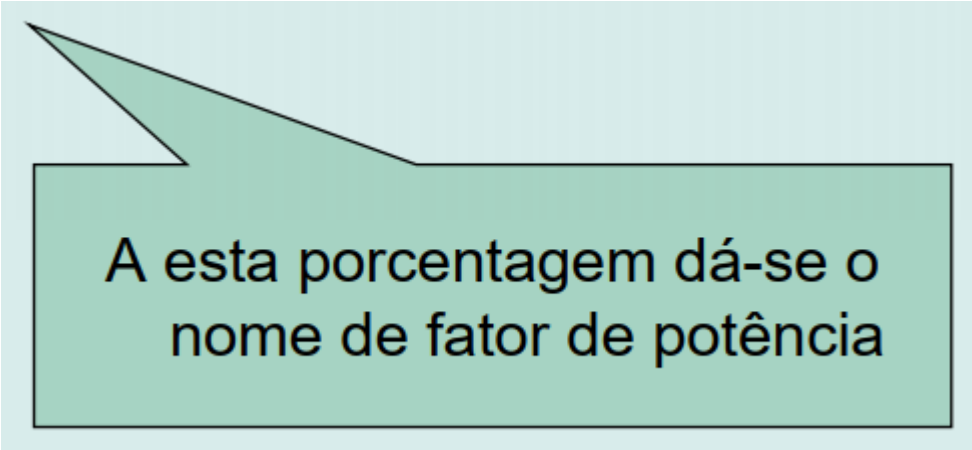


Introdução – Instalações Elétricas

- **Potência**
- Em projetos de instalação elétrica residencial os cálculos efetuados são baseados na potência ativa e na potência aparente.
- Portanto, é importante conhecer a relação entre elas para que se entenda o que é fator de potência.

Introdução – Instalações Elétricas

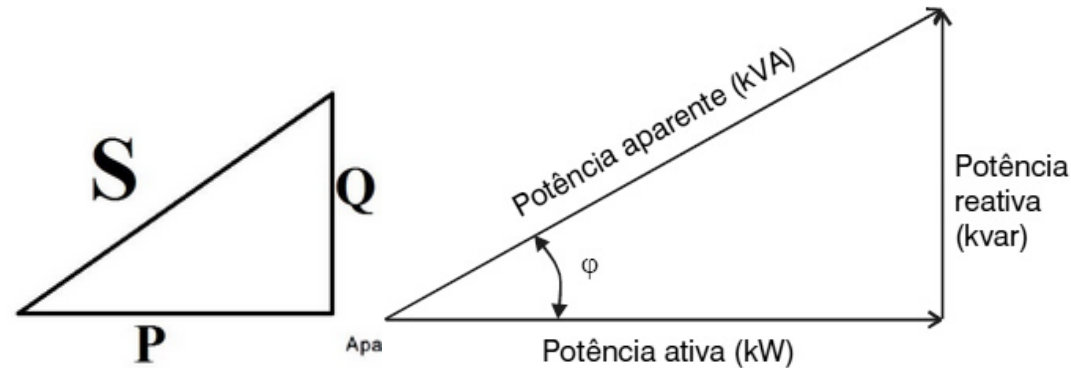
- **Fator de Potência**
- Sendo a potência ativa uma parcela da potência aparente, pode-se dizer que ela representa uma porcentagem da potência aparente que é transformada em potência mecânica, térmica ou luminosa.



A esta porcentagem dá-se o nome de fator de potência

Introdução – Instalações Elétricas

- **Fator de potência**
- O **fator de potência** é a razão entre a **potência ativa** (P) e **potência aparente** (S).
- Indica a eficiência com a qual a energia esta sendo usada. Um baixo **fator de potência** indica que a energia paga não está sendo plenamente utilizada.
- Um triângulo retângulo é frequentemente utilizado para representar as relações entre kW , $kVAr$ e kVA .



$$FP = \cos\phi = \frac{P}{S} = \frac{kW}{kVA}$$

Introdução – Instalações Elétricas

- **Fator de Potência**
- **Potência Aparente (S):** a potência total de um circuito elétrico, instalação ou fonte de energia oferecida.
- **Potência Ativa (P):** realiza um trabalho de conversão da energia elétrica em energia mecânica ou térmica, por exemplo, dependendo da necessidade.
- **Potência Reativa (Q):** é responsável apenas por desenvolver o campo magnético para basear equipamentos que funcionam por indução, como transformadores e motores.

Introdução – Instalações Elétricas

- **Fator de Potência**
- **Em projetos elétricos:**

FP

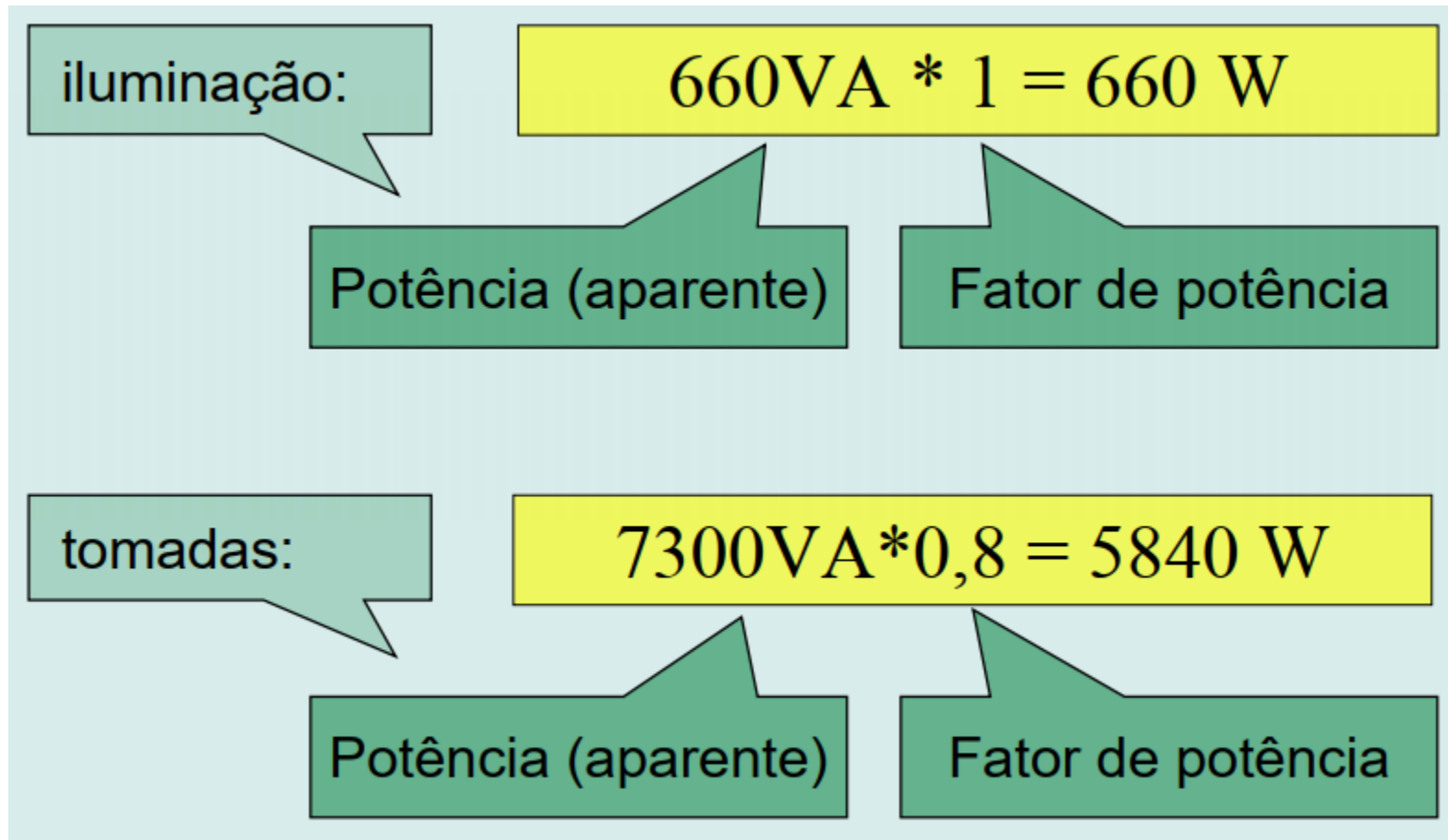
1 – para iluminação (incandescente)

< 1 – para tomadas de uso geral

Quanto menor pior! (maiores perdas nos sistemas de energia elétrica). No Brasil o limite é 0,92 (Indústria)

Introdução – Instalações Elétricas

- **Fator de Potência**
- **Em projetos elétricos (exemplo):**



Introdução – Instalações Elétricas

- **Potência**
- **Potências típicas de aparelhos eletrodomésticos**

Tipo	Potência (W)	Tipo	Potência (W)
Aquecedor de água (até 80l)	1500	Fogão (valor por boca)	1500
Aquecedor de água (de 100l a 150l)	2500	Forno (Embutir)	4500
Aquecedor de água (de 200 l a 400 l)	4000	Forno Microondas	750
Aquecedor de água por Passagem	6000	Freezer Horizontal	500
Aquecedor de Ambiente	1000	Freezer vertical	300
Aspirador de pó	600	Geladeira	250
Batedeira	100	Grill	1200
Cafeteira - Uso doméstico	600	Liquidificador	200
Cafeteira - Uso comercial	1200	Máquina de Costura	100
Chuveiro (127 V)	4400	Máquina de Lavar Louças	1500
Chuveiro (220 V)	6000	Máquina de Lavar Roupas	1000
Aparelho de SOM	100	Máquina de Secar Roupas	3500
Ebulidor	1000	Rádio Gravador	50
Enceradeira	300	Secador de Cabelos	1000
Espremedor de frutas	200	Televisor a cores	300
Exaustor	150	Torneira Elétrica	2500
Ferro de Passar Roupa Automático	1000	Torradeira	800
Ferro de Passar Roupa Simples	500	Ventilador	100

Introdução – Instalações Elétricas

- **Exercício)**

- 1) Uma residência apresenta os equipamentos listados abaixo, determinar a potência total instalada nessa residência em watts [W].
 - 1. Iluminação (lâmpadas fluorescentes): 3.000,00 VA, FP = 0,93;
 - 2. Iluminação (lâmpadas incandescentes): 1.000,00 W;
 - 3. Tomadas: 5.000,00 VA, fator de potência, FP = 0,94;
 - 4. Forno de microondas: 1.500,00 VA, fator de potência, FP = 0,90;
 - 5. Torneira elétrica: 3.000,00 W;
 - 6. Chuveiro elétrico: 5.500,00 W;
 - 7. Motor monofásico: $V = 127\text{ V}$, $I = 4\text{ A}$, FP = 0,83;
 - 8. Motor trifásico: $V = 220\text{ V}$, $I = 6\text{ A}$, FP = 0,85.

- **Resposta:** $P_{Total} = 20705W$

Introdução – Instalações Elétricas

- **Exercício)**
- 2) Um apartamento apresenta os equipamentos listados abaixo, determinar a potência total instalada nessa residência em watts [W].
 - 1. Forno de microondas: 1.500,00 VA, Fator de Potência FP = 0,82;
 - 2. Chuveiro elétrico: 6.000,00 W;
 - 3. Ar-condicionado: 7.800,00 VA, FP = 0,91;
 - 4. Motor monofásico: 7.000,00 VA, FP = 0,77;
 - 5. Motor trifásico: 35.000,00 VA, FP = 0,92;
 - 6. Ferro de passar roupa: 1.000,00 W;
 - 7. Torneira elétrica: 5.000,00 W;
 - 8. Iluminação (lâmpadas fluorescentes): 3.000,00 VA, FP = 0,90.
- **Resposta:** $P_{Total} = 60618W$

Introdução – Instalações Elétricas

- **Exercício)**
- 3) Uma moradia apresenta os equipamentos listados abaixo, determinar a potência total instalada nessa residência em watts [W].
 - 1. Forno de microondas: 1.300,00 VA, Fator de Potência FP = 0,87;
 - 2. Chuveiro elétrico: 5.500,00 W;
 - 3. Ar-condicionado: 7.300,00 VA, FP = 0,92;
 - 4. Motor monofásico: $V = 127\text{ V}$, $I = 3\text{ A}$, FP = 0,80;
 - 5. Motor trifásico: $V = 220\text{ V}$, $I = 5\text{ A}$, FP = 0,87;
 - 6. Ferro de passar roupa: 1.300,00 W;
 - 7. Torneira elétrica: 5.500,00 W;
 - 8. Iluminação (lâmpadas fluorescentes): 3.500,00 VA, FP = 0,92.
- **Resposta:** $P_{Total} = 25329,37W$

**NBR 5444 –
Símbolos gráficos para
Instalações elétricas prediais**

Simbologia – NBR5444

- Simbologia – NBR5444



**ABNT-Associação
Brasileira de
Normas Técnicas**

Sede:
Rio de Janeiro
Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar
CEP 20003-900 - Caixa Postal 1880
Rio de Janeiro - RJ
Tel.: PABX (021) 210-3122
Telex: (021) 34333 ABNT - BR
Endereço Telegráfico:
NORMATECNICA

Copyright © 1989,
ABNT—Associação Brasileira
de Normas Técnicas
Printed in Brazil/
Impresso no Brasil
Todos os direitos reservados

FEV 1989

NBR 5444

Símbolos gráficos para instalações elétricas prediais

Simbologia

Origem: Projeto NBR 5444/1988 (SB-02)
CB-03 - Comitê Brasileiro de Eletricidade
CE-03:003.02 - Comissão de Estudo de Assuntos Gerais de Eletricidade
NBR 5444 - Graphical symbols for electrical installations of buildings - Simbology
Descriptor: Electrical installation

Palavra-chave: Instalação elétrica

9 páginas

Simbologia – NBR5444

- **Simbologia – NBR5444**
- A simbologia elétrica residencial é a representação gráfica dos elementos que compõem o projeto elétrico residencial, uma vez que esses elementos não podem ser representados de acordo com a sua forma real.
- Esses elementos são os pontos de iluminação, as tomadas de uso específico (TUE's), as tomadas de uso geral (TUG's), os interruptores, os condutores, o quadro de distribuição dos circuitos e outros detalhes do projeto elétrico residencial.
- A norma NBR5444, é a norma que aborda a simbologia elétrica residencial.
- A norma NBR5444 foi criada pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) em 1989, com o objetivo de estabelecer os símbolos gráficos referentes às instalações elétricas prediais usadas em projetos elétricos.

Simbologia – NBR5444

- **Simbologia – NBR5444**
- O objetivo da norma NBR5444 é padronizar a simbologia elétrica residencial utilizada pelos profissionais da elétrica, de forma que qualquer profissional habilitado seja capaz de compreender e executar a instalação através do projeto.
- A NBR5444 foi cancelada em 2014 pela ABNT, sem substituição, por estar em um formato bastante antigo e desatualizado.
- Entretanto, essa norma continua sendo referência na simbologia elétrica residencial, por ser de fácil compreensão e por não existir alguma norma que a substitua.
- Cada profissional pode utilizar uma simbologia própria, uma vez que toda a simbologia elétrica residencial deve ser especificada na legenda do projeto.

Simbologia – NBR5444

• Simbologia – NBR5444

SUMÁRIO

- 1 Objetivo
- 2 Documentos complementares
- 3 Condições gerais
- 4 Símbolos
- ANEXO - Exemplo de uma planta de instalações para casa residencial

1 Objetivo

Esta Norma estabelece os símbolos gráficos referentes às instalações elétricas prediais.

2 Documentos complementares

Na aplicação desta Norma é necessário consultar:

- NBR 5626 - Instalações prediais de água - Procedimento
- NBR 5984 - Norma geral de desenho técnico - Procedimento

3 Condições gerais

3.1 A planta de instalações deve ser executada sobre um desenho em vegetal transparente, levando em consideração as recomendações da NBR 5984. Esse desenho deve conter os detalhes de arquitetura e estrutura para compatibilização com o projeto elétrico.

3.1.1 Basicamente deve ser usada uma matriz para a instalação de cada um dos seguintes sistemas:

- a) luz e força; que dependendo da complexidade, podem ser divididos em dois sistemas distintos: teto e piso;

b) telefone: interno e externo;

c) sinalização, som, detecção, segurança, supervisão e controle e outros sistemas

3.1.2 Em cada matriz deve ser localizados os aparelhos e seus dutos de distribuição, com todos os dados e dimensões para perfeito esclarecimento do projeto. Sendo necessário devem ser feitos detalhes, de maneira que não fique dúvida quanto à instalação a ser executada.

3.2 Eletrodutos de circuitos com importância, tensão e polaridade diferentes podem ser destacados por meio de diferentes espessuras dos traços. Os diâmetros dos eletrodutos bem como todas as dimensões devem ser dados em milímetros.

3.3 Aparelhos com potência ou importância diferentes podem ser destacados por símbolos de tamanhos diferentes.

4 Símbolos

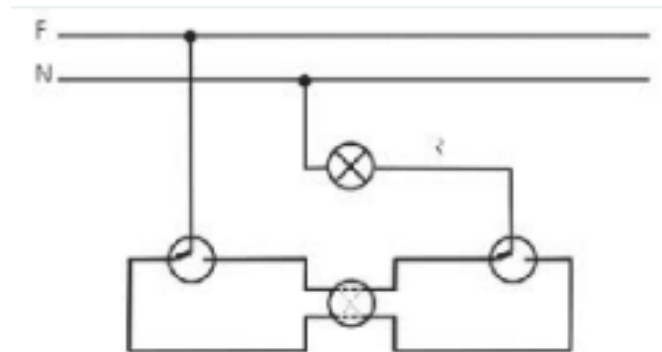
4.1 A construção da simbologia desta Norma é baseada em figuras geométricas simples como enunciado em 4.1.1 a 4.1.4, para permitir uma representação adequada e coerente dos dispositivos elétricos. Esta Norma se baseia na conceitualização simbólica de quatro elementos geométricos básicos: o traço, o círculo, o triângulo equilátero e o quadrado.

4.1.1 Traço

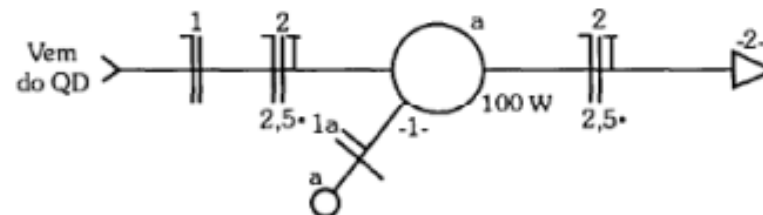
O seguimento de reta representa o eletroduto. Os diâmetros normalizados são segundo a NBR 5626, convertidos em milímetros, usando-se a Tabela 1 a seguir.

Simbologia – NBR5444

- **Simbologia – NBR5444**
- A simbologia é apresentada de dois modos:
- **Diagramas Multifilares**

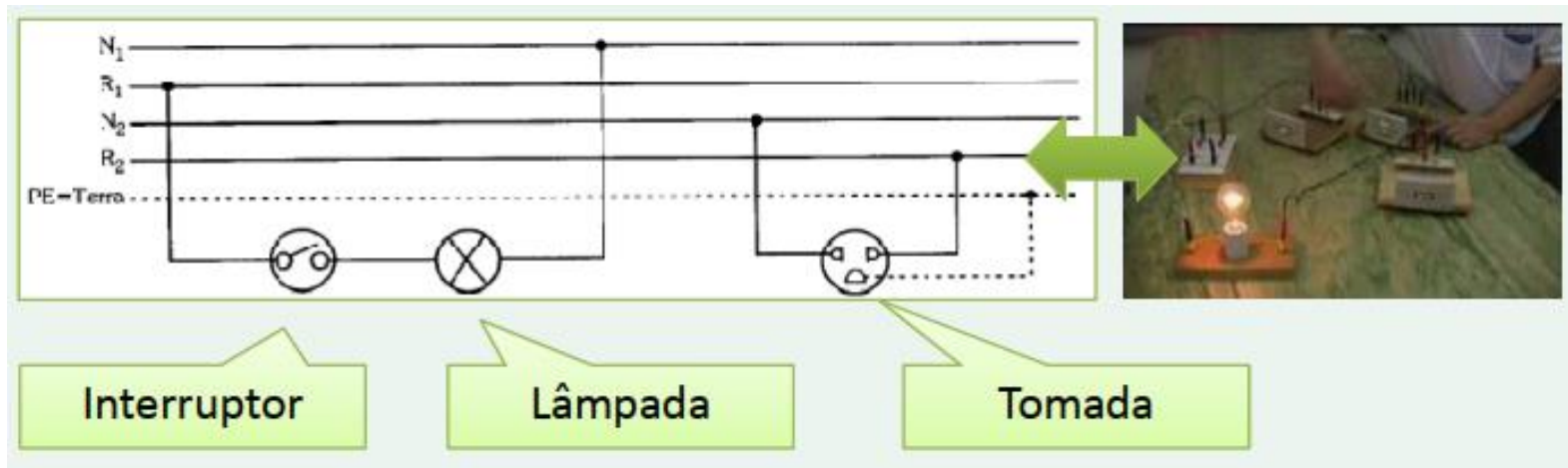


- **Diagramas Unifilares**



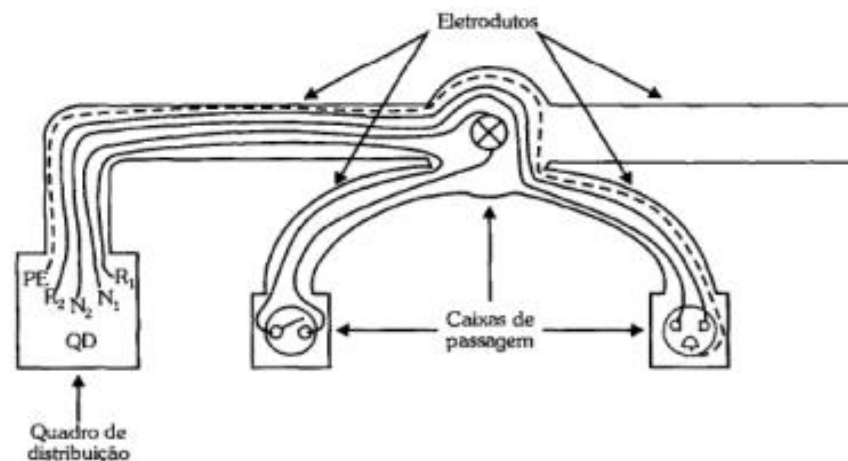
Simbologia – NBR5444

- **Simbologia – NBR5444**
- **Diagramas Multifilar:** Representa todo o sistema elétrico, em seus detalhes, com todos os condutores. Nesta representação cada traço é um fio que será utilizado na ligação dos componentes



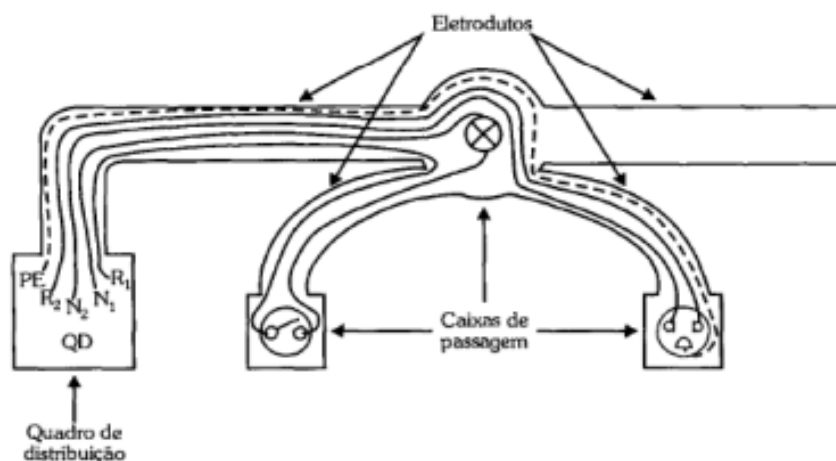
Simbologia – NBR5444

- **Simbologia – NBR5444**
- **Diagramas Multifilar:**
- A figura abaixo exibe como são realizadas ligações de uma instalação elétrica na prática;
- Sempre que for representado um símbolo, ele deve estar instalado em uma caixa de passagem, seja no teto ou na parede, e os condutores devem passar por dentro dos eletrodutos, os quais partem de um quadro de distribuição.



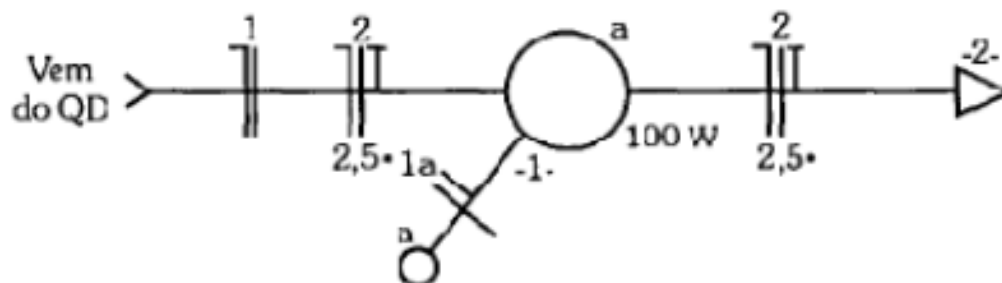
Simbologia – NBR5444

- **Simbologia – NBR5444**
- **Diagramas Multifilar:**
- Em um projeto se essa representação fosse feita na forma multifilar, cada condutor seria representado por um traço;
- Nesse caso seria impossível representar um projeto completo na forma multifilar, devido a quantidade de traços. Então, para realizar o projeto de forma clara e simplificada, utilizam-se os diagramas unifilares.



Simbologia – NBR5444

- **Simbologia – NBR5444**
- **Diagramas Unifilar:**
- Representa um sistema elétrico simplificado, que identifica o número de condutores e representa seus trajetos por um único traço;



- A figura acima representa um circuito elétrico composto por interruptor simples, tomada, lâmpadas incandescentes, rede de eletrodutos e fiação.


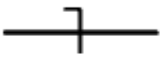

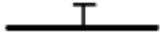
Simbologia – NBR5444

- **Simbologia – NBR5444**
- A simbologia elétrica residencial usada na norma NBR 5444 tem por base quatro figuras geométricas básicas: traço, círculo, triângulo equilátero e quadrado.
 - **Traço:** o traço pode representar um eletroduto ou um condutor elétrico no projeto elétrico.



Simbologia – NBR5444

- **Simbologia – NBR5444**
- **Fase, Neutro, Terra e retorno**

5.6		Condutor de fase no interior do eletroduto	Cada traço representa um condutor. Indicar a seção, nº de condutores, nº do circuito e a seção dos condutores, exceto se forem de 1,5 mm ²
5.7		Condutor neutro no interior do eletroduto	
5.8		Condutor de retorno no interior do eletroduto	
5.9		Condutor terra no interior do eletroduto	

Simbologia – NBR5444

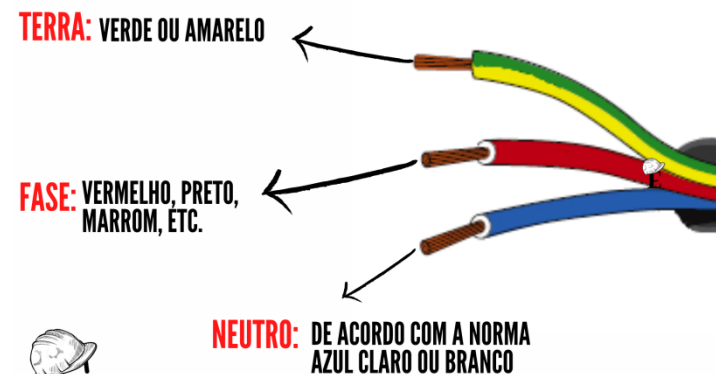
- Simbologia – NBR5444
- Padrão de cores (NBR5410)

COR PADRÃO DOS CABOS

FUNÇÃO	COR
NEUTRO	AZUL CLARO
TERRA	VERDE OU AMARELO/VERDE
FASE	TODAS EXCETO AZUL, VERDE OU AMARELO/VERDE

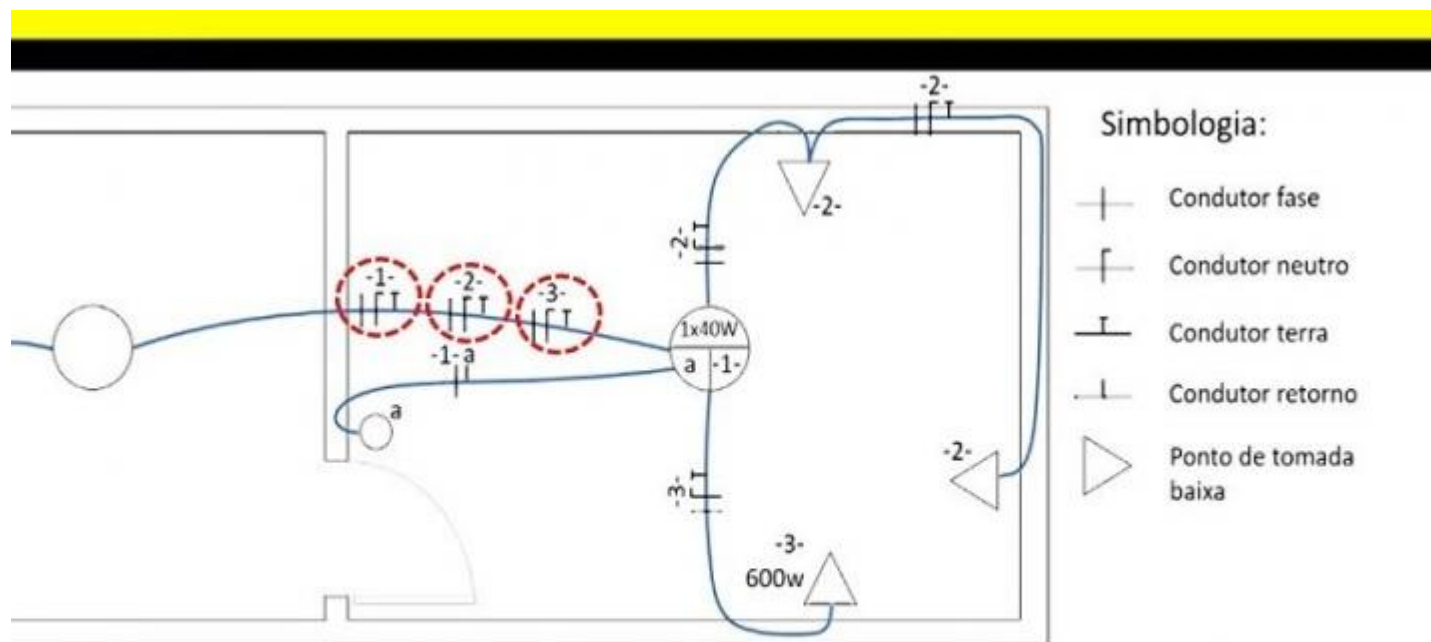
WUNDO DA ELÉTRICA

PADRÃO DE CORES DOS FIOS - NBR 5410



Simbologia – NBR5444

- Simbologia – NBR5444



Simbologia – NBR5444

- **Simbologia – NBR5444**
- **Círculo:** o círculo pode representar um ponto de luz, um interruptor ou qualquer dispositivo embutido no teto.



Simbologia – NBR5444

- Simbologia – NBR5444
- Ponto de Luz



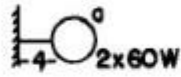
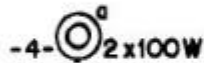


Simbologia – NBR5444

- Simbologia – NBR5444
- Ponto de Luz



Simbologia – NBR5444

- Simbologia – NBR5444
- Ponto de Luz

8.1		Ponto de luz incandescente no teto. Indicar o n ^o de lâmpadas e a potência em watts	A letra minúscula indica o ponto de comando e o número entre dois traços o circuito correspondente
8.2		Ponto de luz incandescente na parede (arandela)	Deve-se indicar a altura da arandela
8.3		Ponto de luz incandescente no teto (embutido)	
8.4		Ponto de luz fluorescente no teto (indicar o n ^o de lâmpadas e na legenda o tipo de partida e reator)	A letra minúscula indica o ponto de comando e o número entre dois traços o circuito correspondente
8.5		Ponto de luz fluorescente na parede	Deve-se indicar a altura da luminária

Simbologia – NBR5444

- Simbologia – NBR5444
- Interruptores



(a)








(b)



(c)

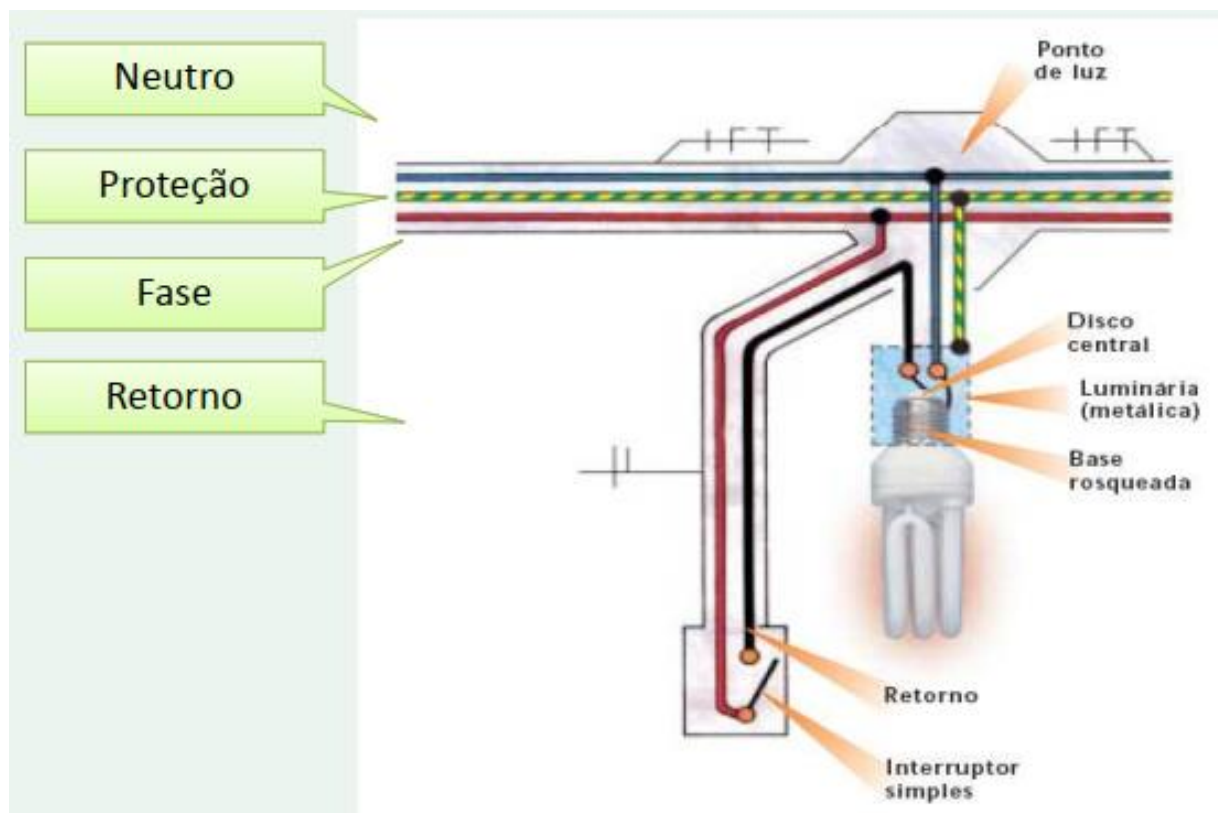
Simbologia – NBR5444

- Simbologia – NBR5444
- Interruptores

Nº	Símbolo	Significado	Observações
7.1		Interruptor de uma seção	A letra minúscula indica o ponto comandado
7.2		Interruptor de duas seções	As letras minúsculas indicam os pontos comandados
7.3		Interruptor de três seções	As letras minúsculas indicam os pontos comandados
7.4		Interruptor paralelo ou Three-Way	A letra minúscula indica o ponto comandado
7.5		Interruptor intermediário ou Four-Way	A letra minúscula indica o ponto comandado

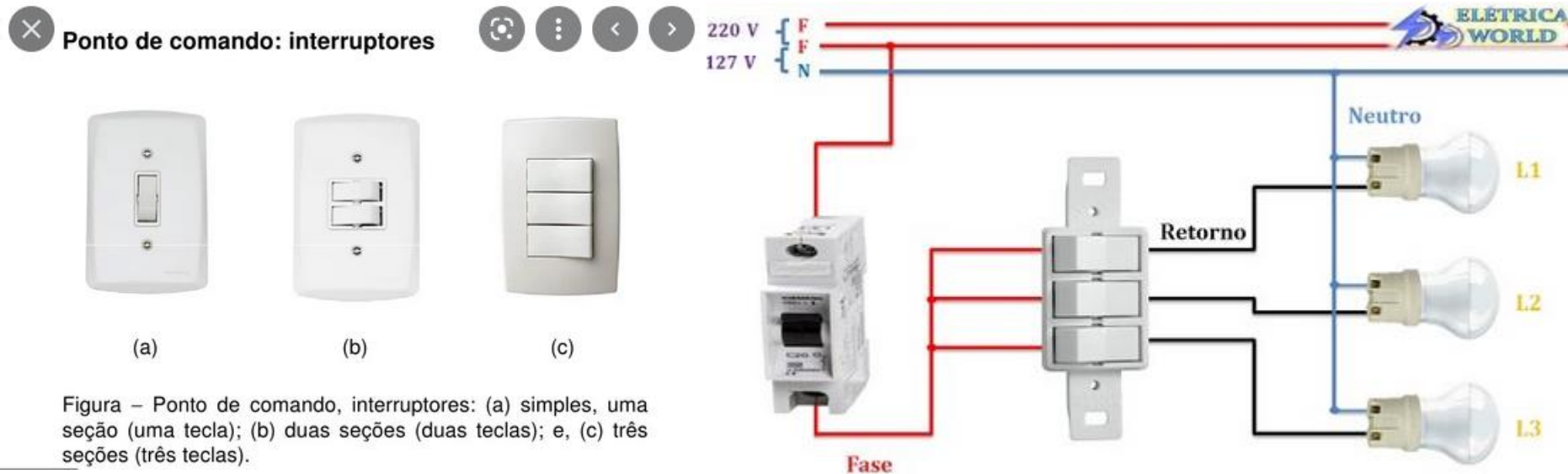
Simbologia – NBR5444

- Simbologia – NBR5444
- Ligação de uma lâmpada



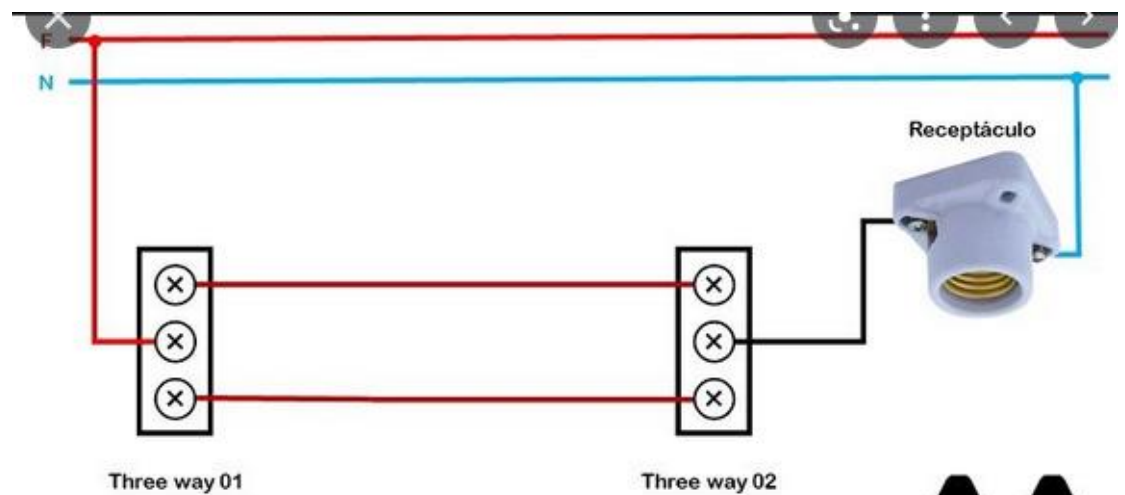
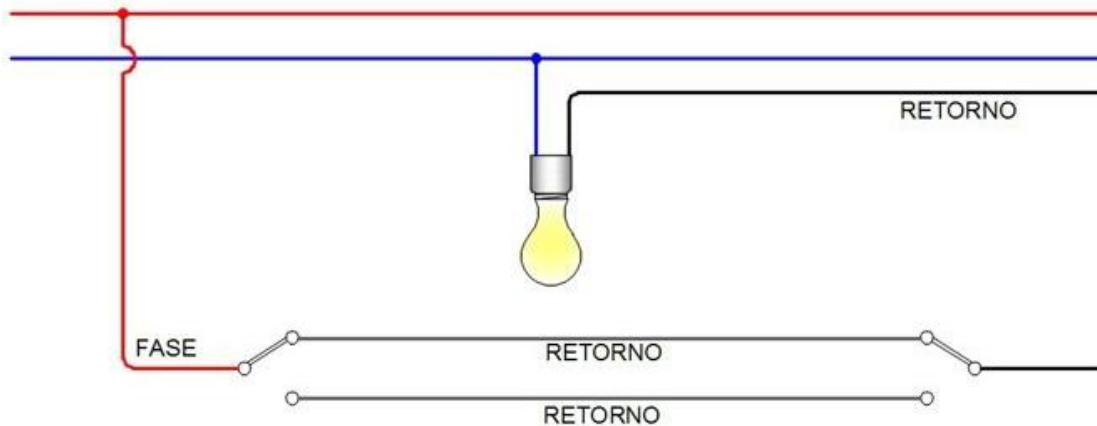
Simbologia – NBR5444

• Simbologia – NBR5444 (Interruptores)



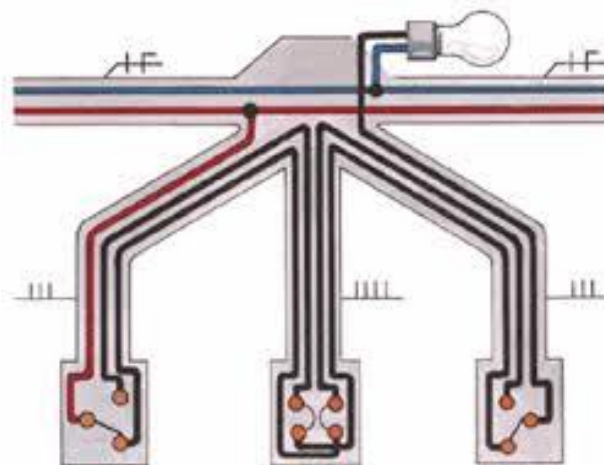
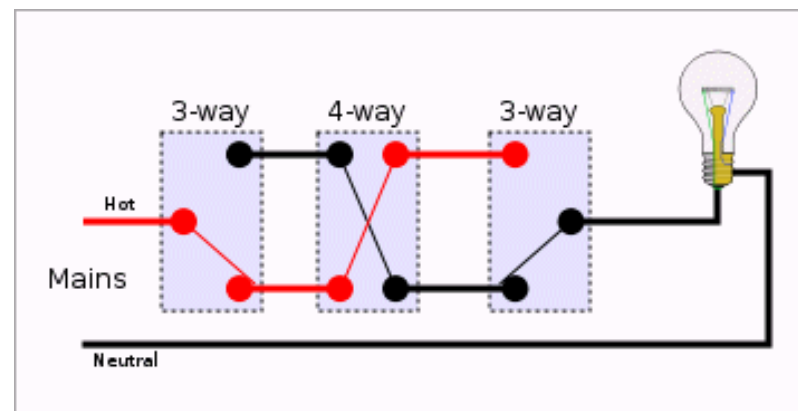
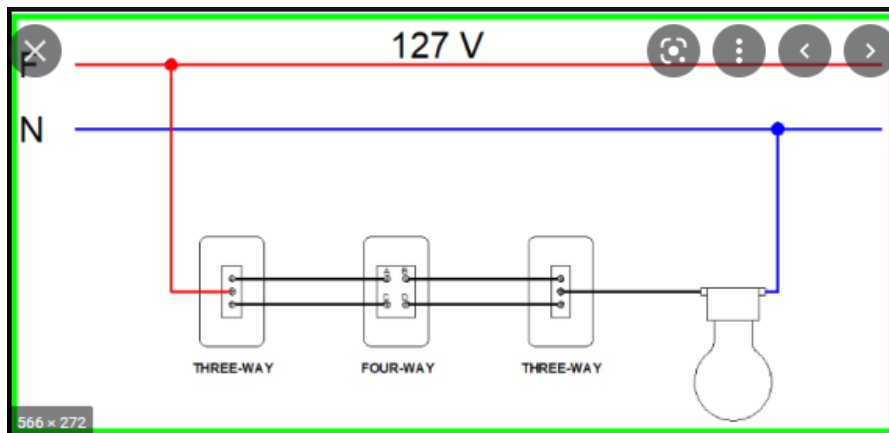
Simbologia – NBR5444

- Simbologia – NBR5444 (Interruptores)



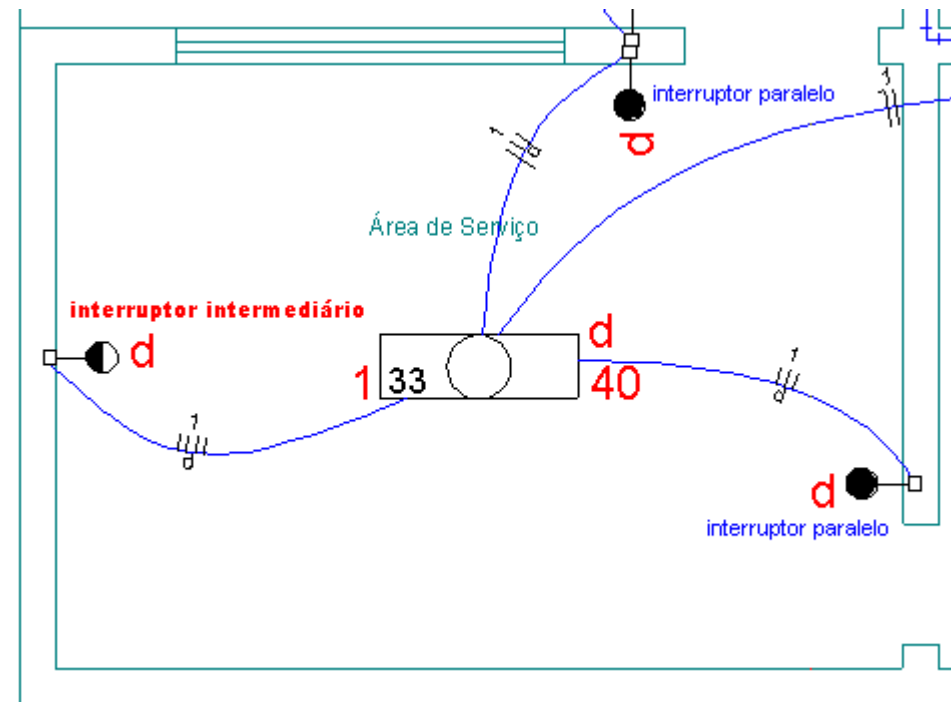
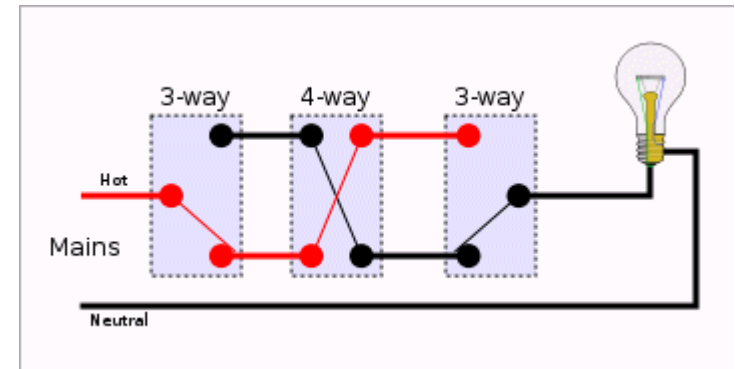
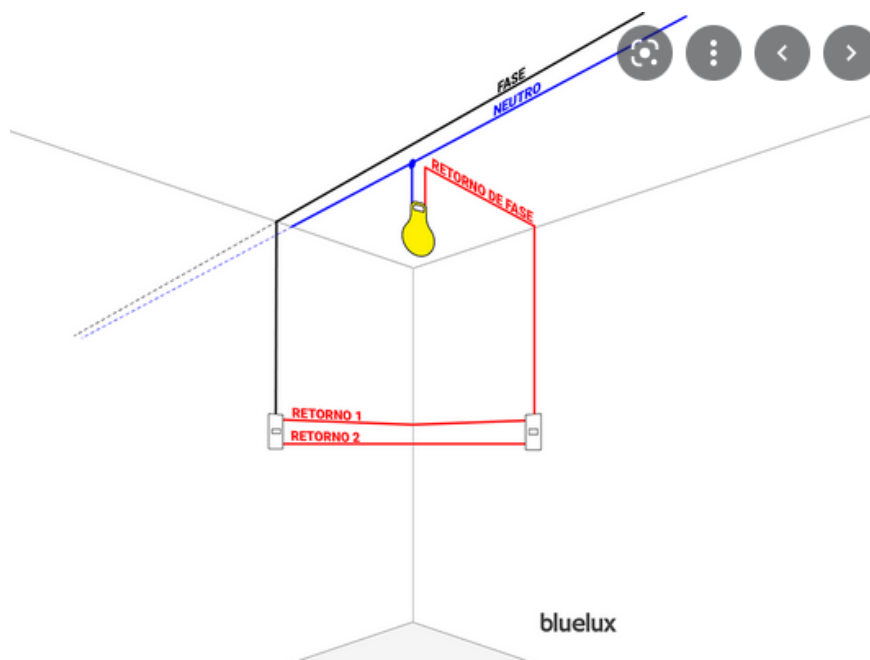
Simbologia – NBR5444

- Simbologia – NBR5444 (Interruptores)



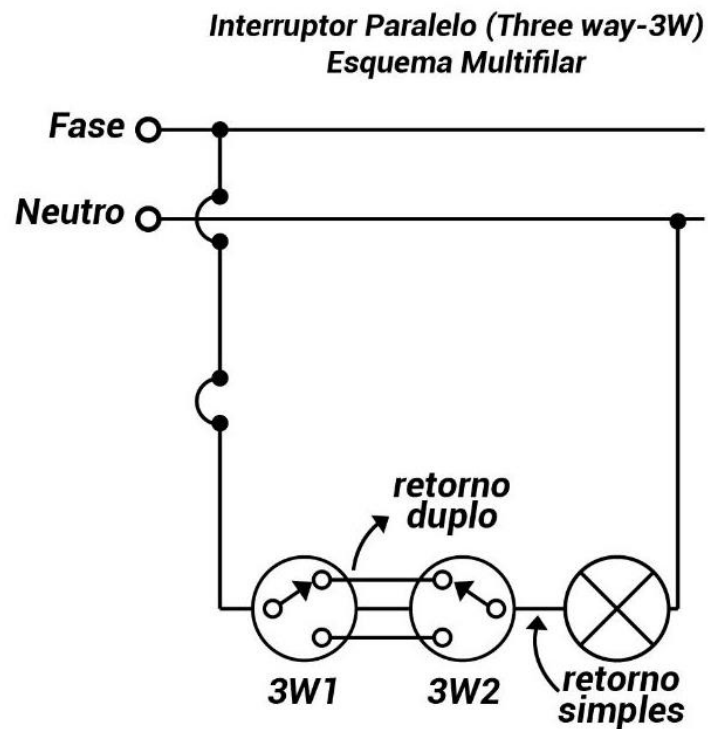
Simbologia – NBR5444

- Simbologia – NBR5444 (Interruptores)

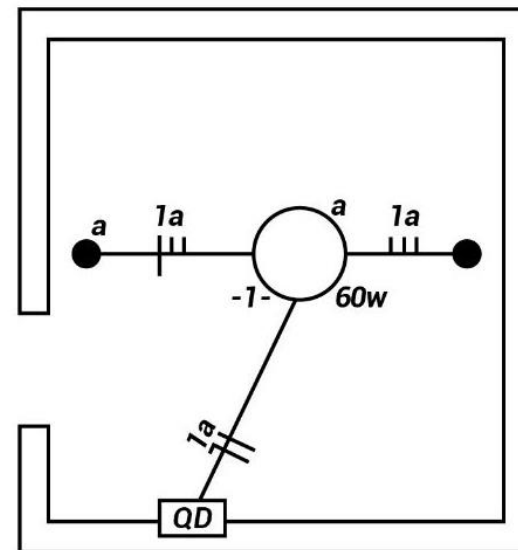


Simbologia – NBR5444

- Simbologia – NBR5444 (Interruptores)



**Interruptor Paralelo (Three way-3W)
Esquema Unifilar**



Simbologia – NBR5444

- Simbologia – NBR5444 (Interruptores)

Fase do Circuito

Neutro do Circuito

Neutro

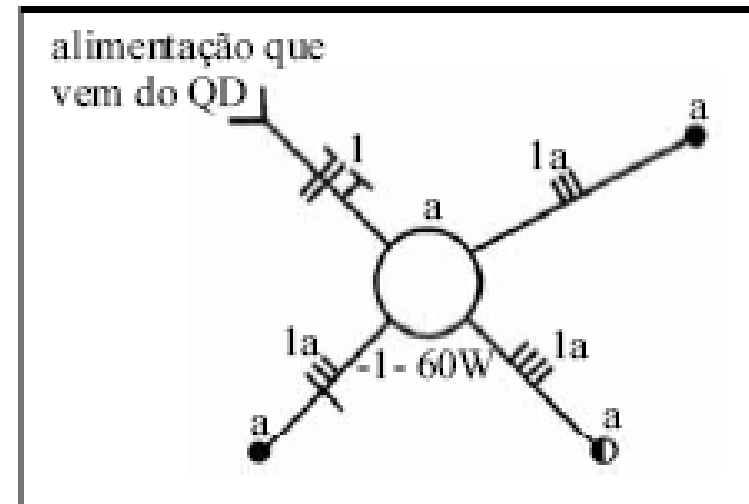
Retorno

Fase

Retorno Paralelo

Interruptor Paralelo
(3 parafusos)

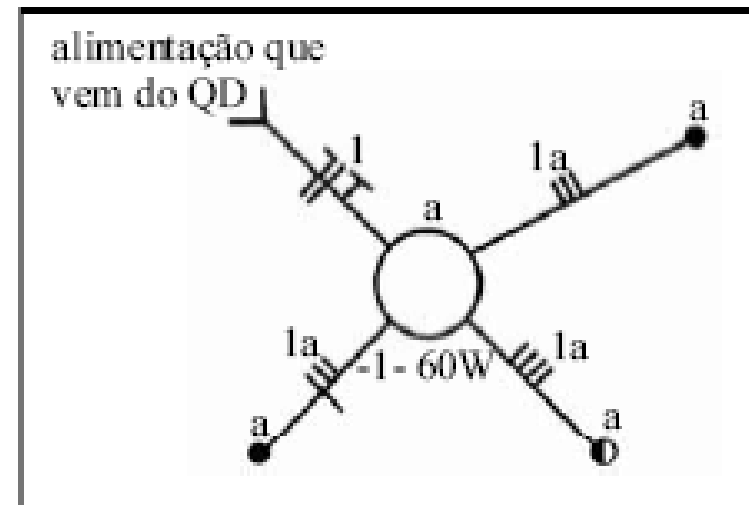
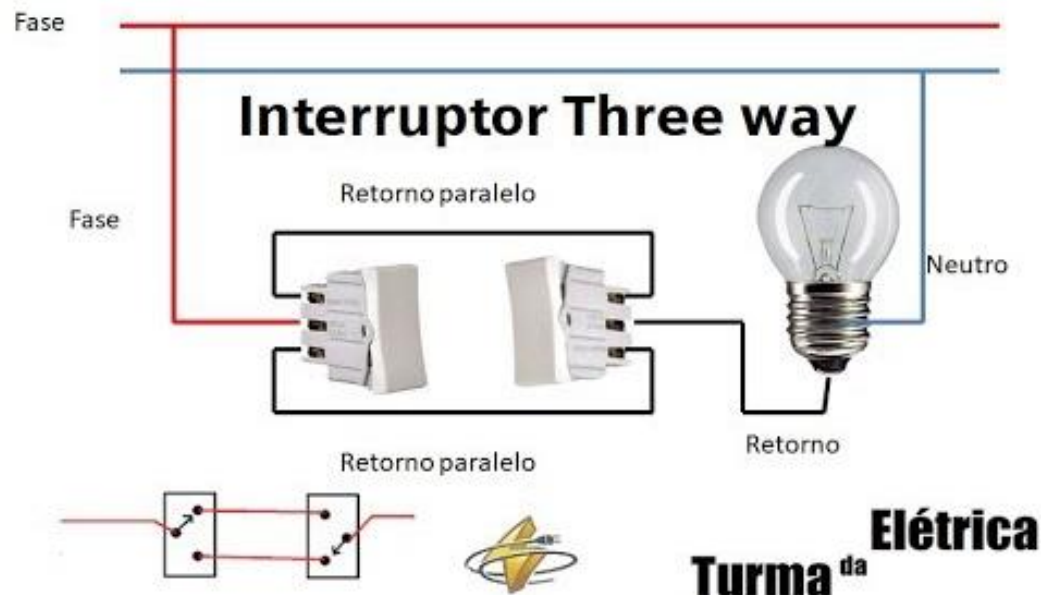
Interruptor Paralelo
(3 parafusos)



G. Cavalin, S. Cervelin, Instalações Elétricas Prediais, Érica, 17.^a Ed., 2007, p. 157 (com adaptações).

Simbologia – NBR5444

- Simbologia – NBR5444 (Interruptores)



G. Cavalin, S. Cervelin, Instalações Elétricas Prediais, Érica, 17.^a Ed., 2007, p. 157 (com adaptações).

Simbologia – NBR5444

- **Simbologia – NBR5444**
- **Triângulo equilátero:** este símbolo indica as tomadas, sejam TUE, TUG, de telefone ou de internet.

Pedreirão
Macetes de Construção
www.pedreirao.com.br

Tomada TUG x TUE
Instalações Elétricas

TUG Tomada de Uso Geral

- Potência 100VA por ponto tomada
- Cozinha, área de serviço e banheiros 600VA em 3 pontos
- Ex: notebook, TV, video game, aspirador pó, etc.



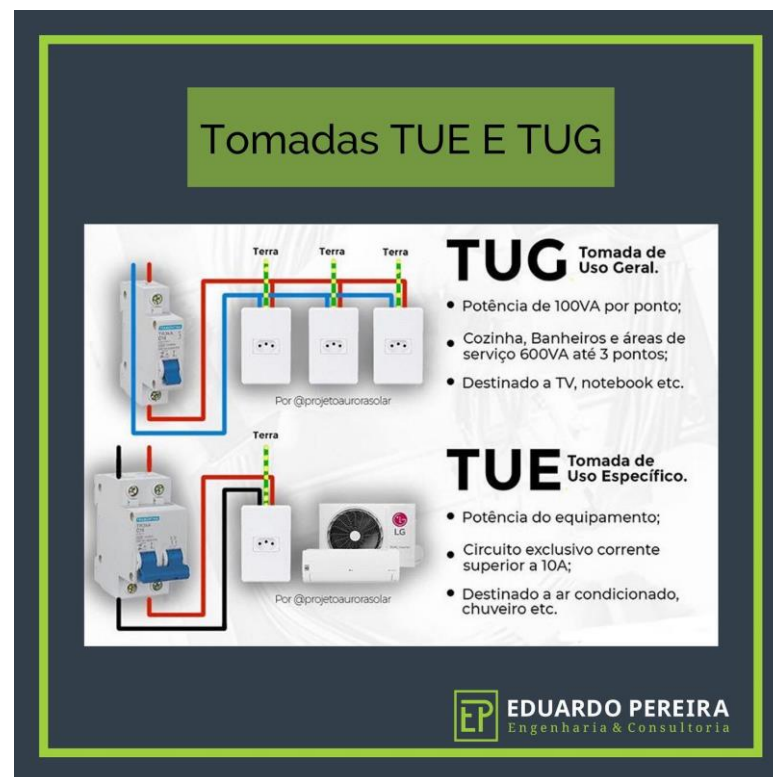
TUE Tomada de Uso Específico

- Potência do Equipamento
- Localizada no máximo a 1,5m do equipamento
- Circuito exclusivo corrente (i) maior 10A
- Ex: Chuveiro, Cook top elétrico, ar-condicionado



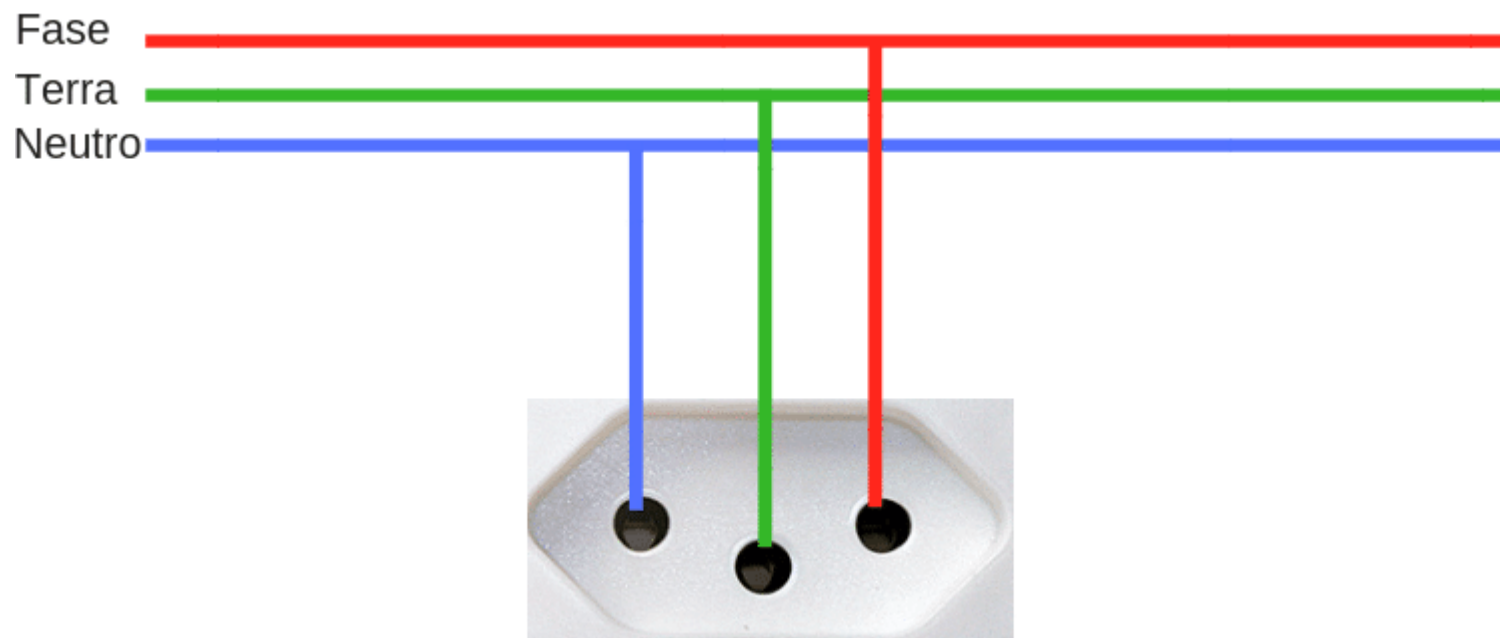
 @pedreirao

ABNT NBR 5410:2004 VC2008



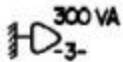





Simbologia – NBR5444

- **Simbologia – NBR5444 (Tomadas)**



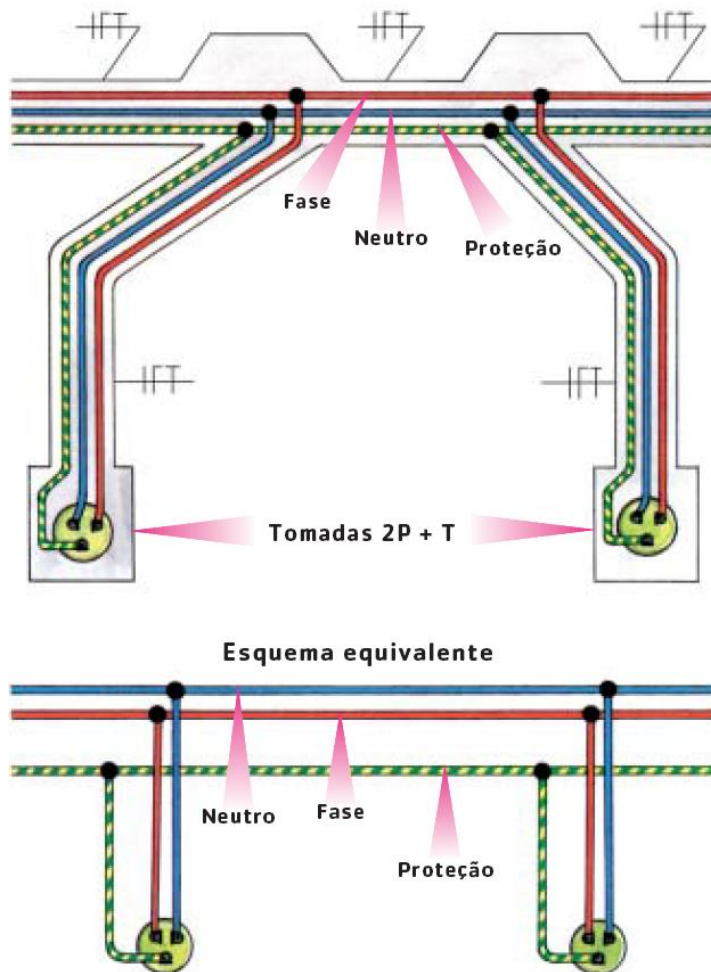
Conceitos Físicos/NBR5444

- Simbologia – NBR5444
- Tomadas

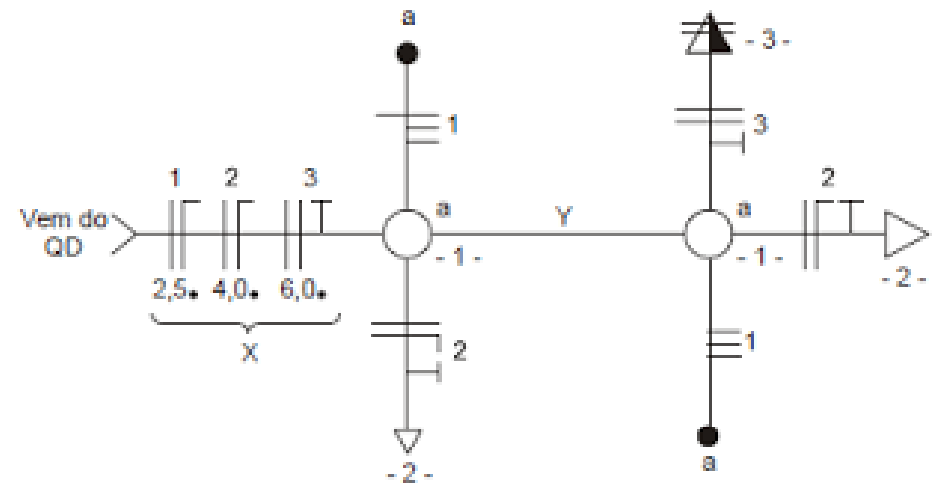
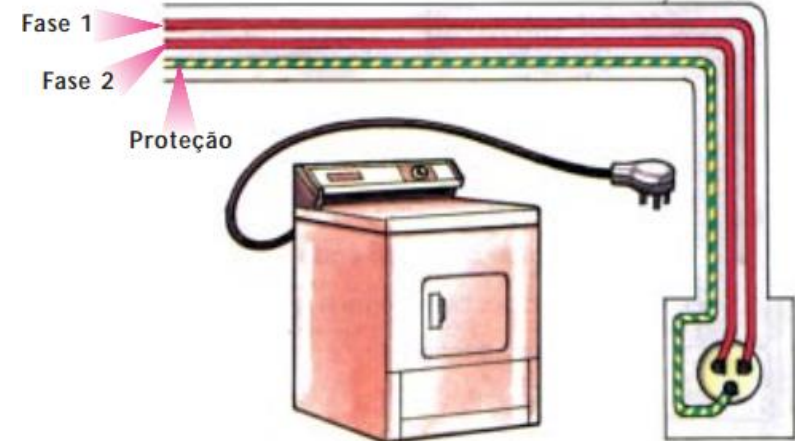
9.1		Tomada de luz na parede, baixo (300 mm do piso acabado)	A potência deverá ser indicada ao lado em VA (exceto se for de 100 VA), como também o nº do circuito correspondente e a altura da tomada, se for diferente da normalizada; se a tomada for de força, indicar o nº de W ou kW
9.2		Tomada de luz a meio a altura (1.300 mm do piso acabado)	
9.3		Tomada de luz alta (2.000 mm do piso acabado)	
9.4		Tomada de luz no piso	
9.5		Saída para telefone externo na parede (rede Telebrás)	
9.6		Saída para telefone externo na parede a uma altura "h"	

Simbologia – NBR5444

• Simbologia – NBR5444 (Tomadas)

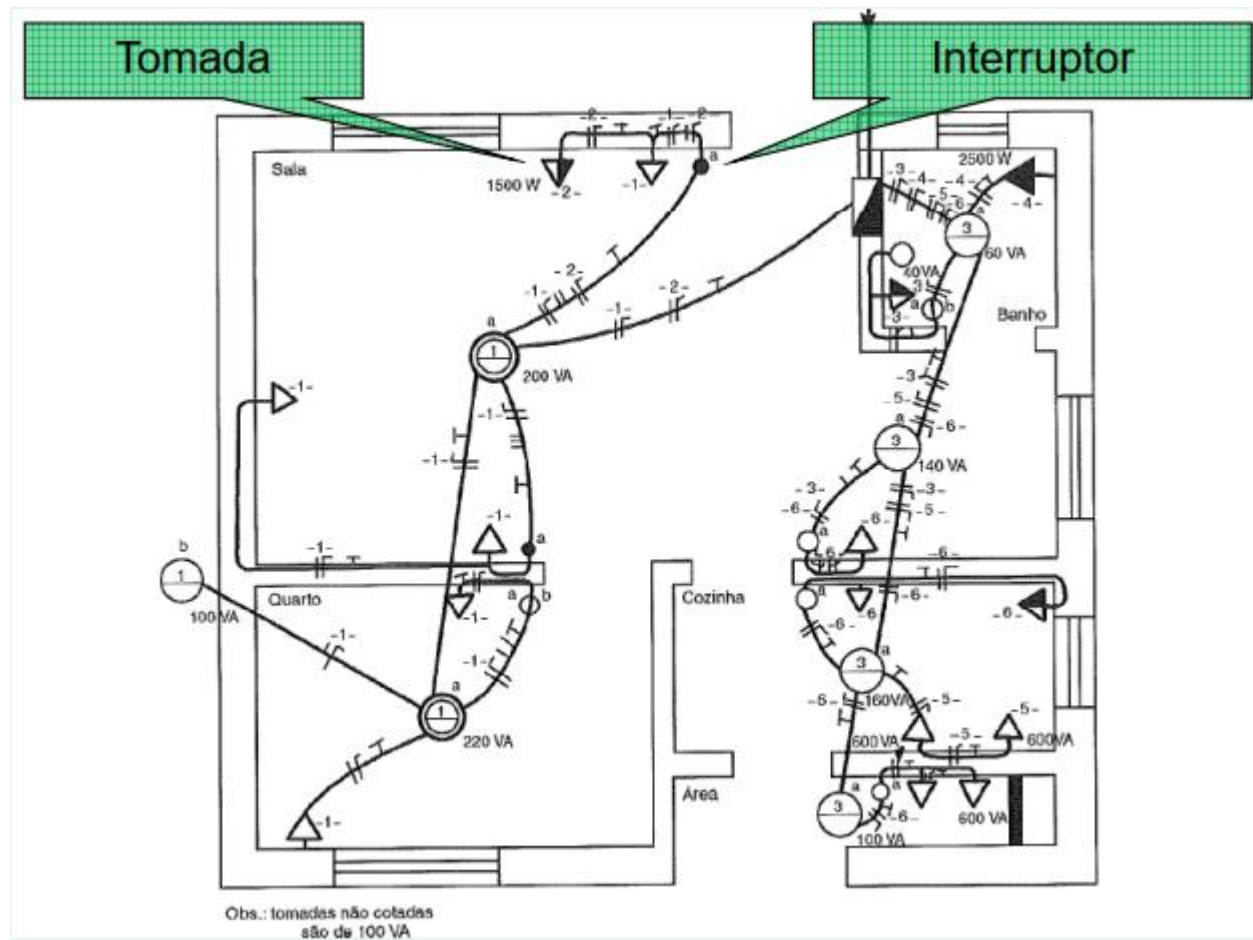


BIFÁSICA



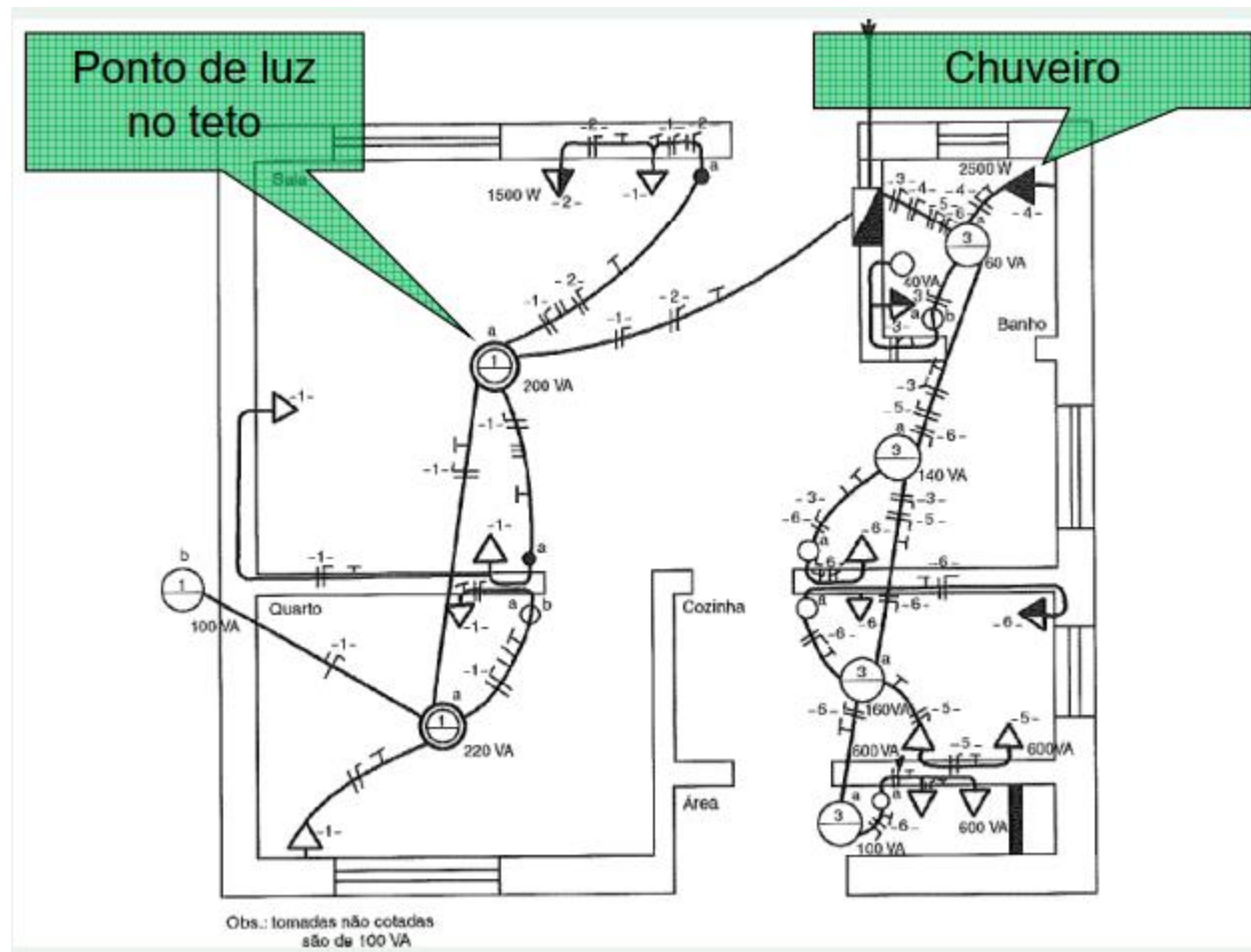
Simbologia – NBR5444

- Simbologia – NBR5444



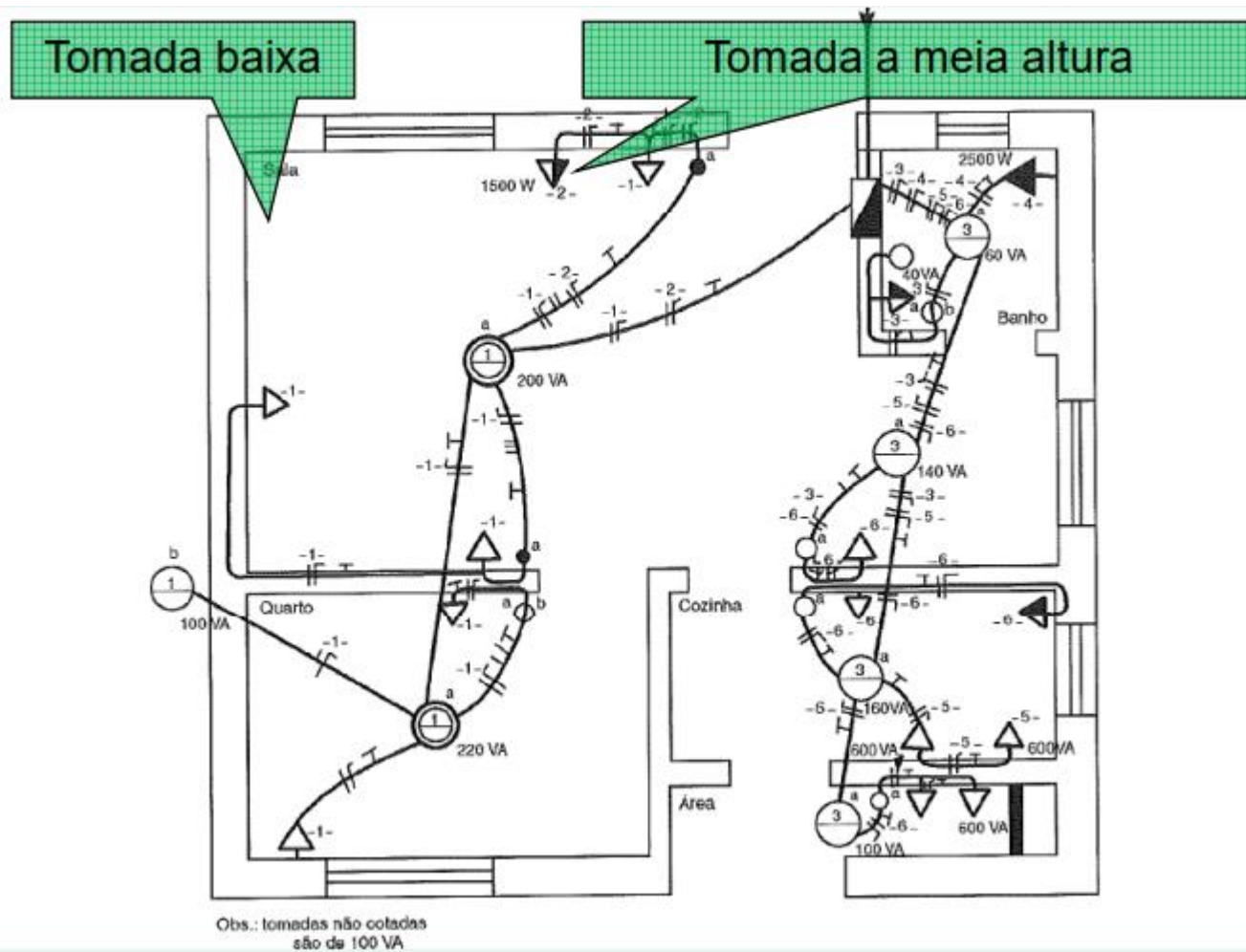
Simbologia – NBR5444

- Simbologia – NBR5444



Simbologia – NBR5444

- Simbologia – NBR5444









Simbologia – NBR5444

- **Simbologia – NBR5444**
- **Quadrado:** o quadrado representa qualquer tipo de elemento no piso ou conversor de energia. Essas quatro figuras exemplificam os símbolos básicos dos elementos elétricos em um projeto.



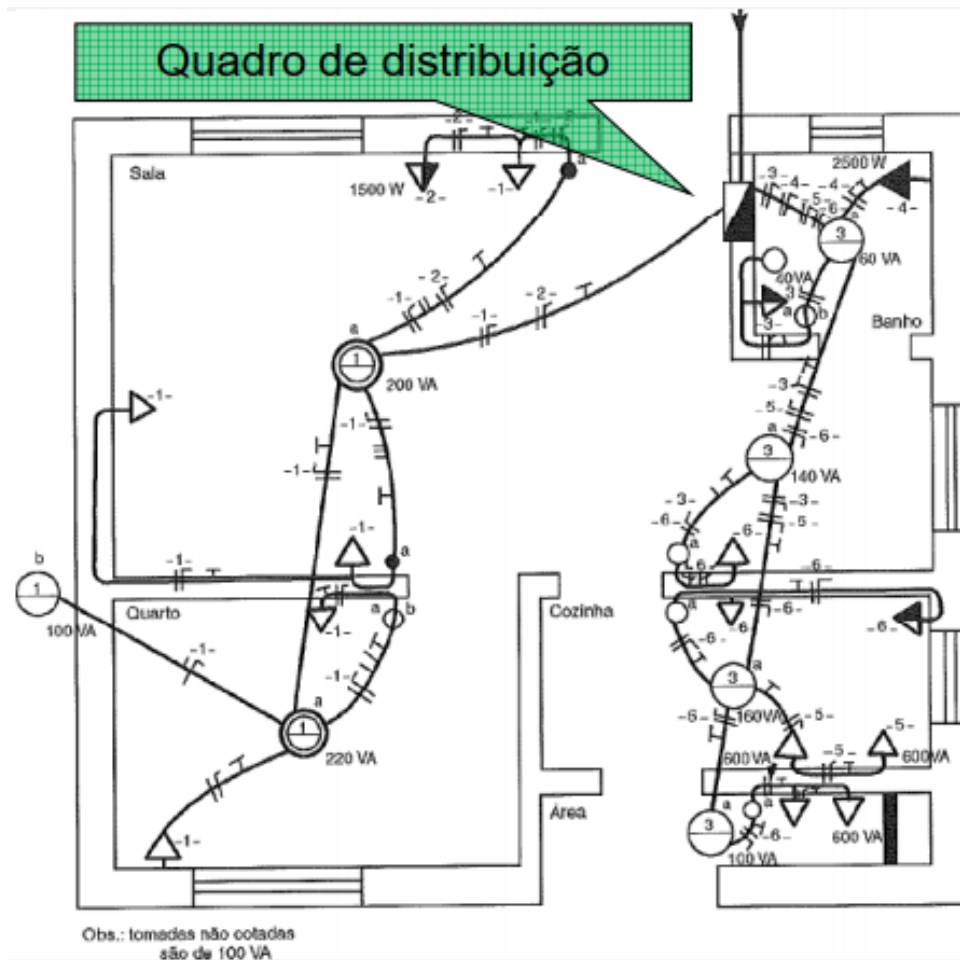
Simbologia – NBR5444

- Simbologia – NBR5444
- Caixas de Distribuição

Nº	Símbolo	Significado	Observações
6.1		Quadro parcial de luz e força aparente	Indicar as cargas de luz em watts e de força em W ou kW
6.2		Quadro parcial de luz e força embutido	
6.3		Quadro geral de luz e força aparente	
6.4		Quadro geral de luz e força embutido	
6.5		Caixa de telefones	
6.6		Caixa para medidor	


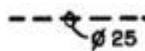



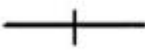
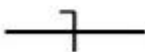

Simbologia – NBR5444

- Simbologia – NBR5444



Simbologia – NBR5444

- Simbologia – NBR5444
- Eletrodutos

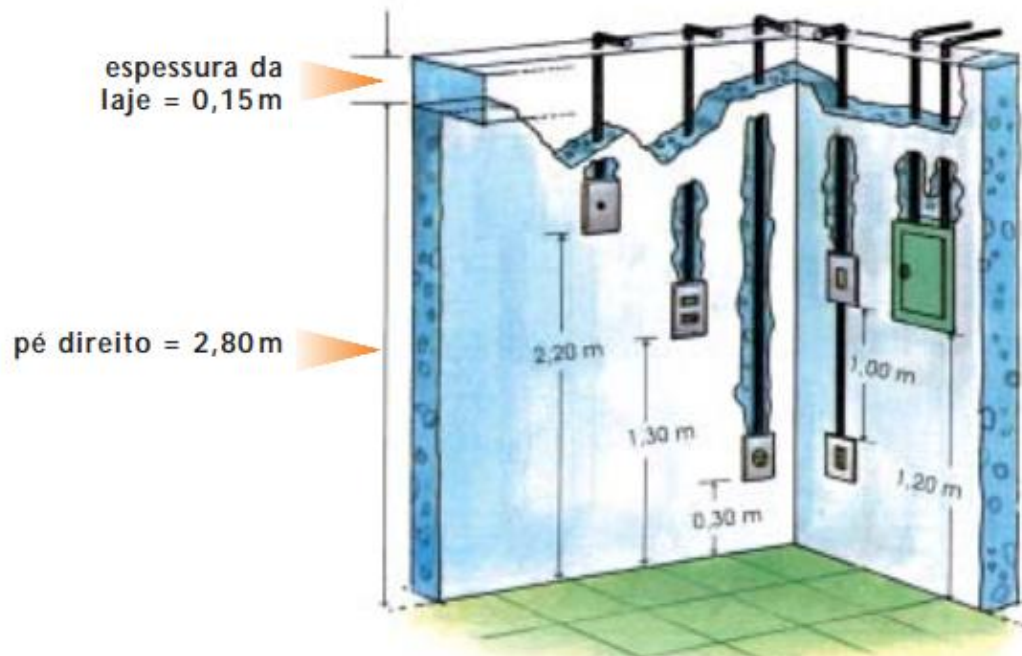
Nº	Símbolo	Significado	Observações
5.1		Eletroduto embutido no teto ou parede	Para todas as dimensões em mm indicar a seção, se esta não for de 15 mm
5.2		Eletroduto embutido no piso	
5.3		Telefone no teto	
5.4		Telefone no piso	
5.5		Tubulação para campainha, som, anunciador ou outro sistema	Indicar na legenda o sistema passante
5.6		Condutor de fase no interior do eletroduto	Cada traço representa um condutor. Indicar a seção, nº de condutores, nº do circuito e a seção dos condutores, exceto se forem de 1,5 mm ²
5.7		Condutor neutro no interior do eletroduto	
5.8		Condutor de retorno no interior do eletroduto	

Simbologia – NBR5444

- **Simbologia – NBR5444 (Eletrodutos)**

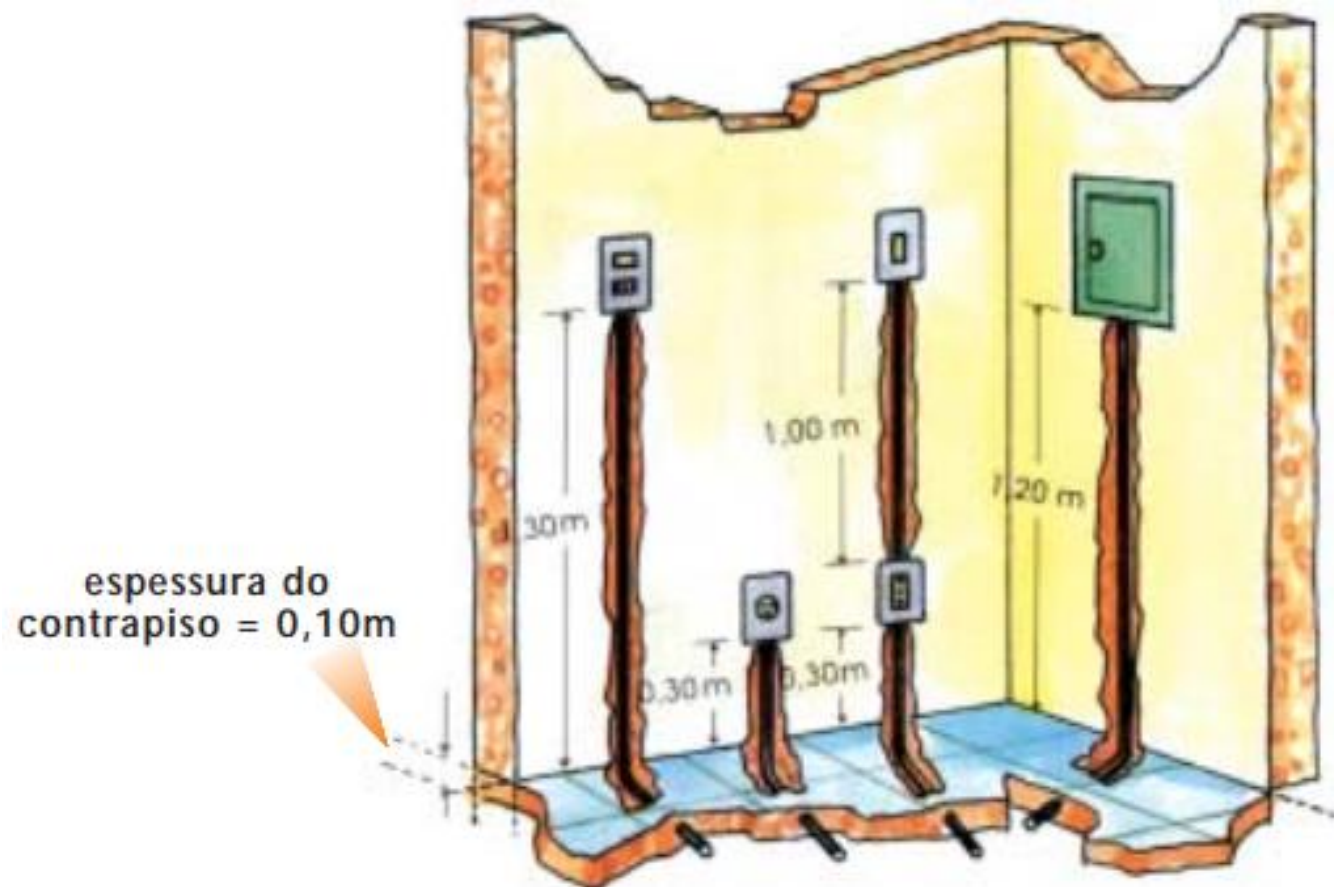
MEDIDAS DOS ELETRODUTOS QUE DESCEM ATÉ AS CAIXAS

São determinadas descontando da medida do pé direito mais a espessura da laje da residência a altura em que a caixa está instalada.



Simbologia – NBR5444

- Simbologia – NBR5444 (Eletrodutos)



Simbologia – NBR5444

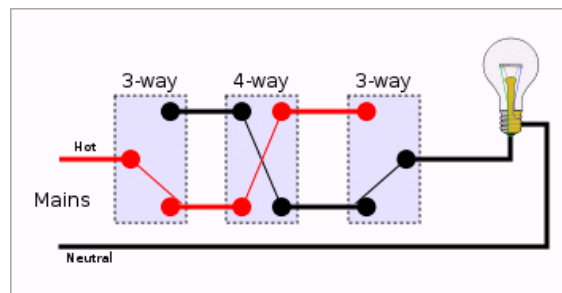
- Exercício)** Esboce uma planta baixa (apenas um cômodo) que contenha: uma lâmpada incandescente embutida no teto, uma tomada baixa, 3 pontos de acionamento da lâmpada, os eletrodutos e as indicações da fiação que passam pelo mesmo, além do Quadro de Distribuição.

Símbolo	Significado
	Quadro parcial de luz e força aparente
	Quadro parcial de luz e força embutido
	Quadro geral de luz e força aparente
	Quadro geral de luz e força embutido

	Tomada de luz na parede, baixo (300 mm do piso acabado)
	Tomada de luz a meio a altura (1.300 mm do piso acabado)
	Tomada de luz alta (2.000 mm do piso acabado)

Símbolo	Significado
	Eletroduto embutido no teto ou parede
	Eletroduto embutido no piso
	Telefone no teto
	Telefone no piso
	Tubulação para campainha, som, anunciador ou outro sistema
	Condutor de fase no interior do eletroduto
	Condutor neutro no interior do eletroduto
	Condutor de retorno no interior do eletroduto

Símbolo	Significado
	Interruptor de uma seção
	Interruptor de duas seções
	Interruptor de três seções
	Interruptor paralelo ou Three-Way
	Interruptor intermediário ou Four-Way



	Ponto de luz incandescente no teto. Indicar o nº de lâmpadas e a potência em watts
	Ponto de luz incandescente na parede (arandela)
	Ponto de luz incandescente no teto (embutido)

Disciplina: Eletricidade

Aula 09 Introdução – Instalações Elétricas

Curso: Engenharia Mecânica

Professor: Paulo Cesar da Silva

E-mail: paulocesar@ifsul.edu.br

Passo Fundo
2024



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SUL-RIO-GRANDENSE