

Elementos de Instalações Elétricas

Prof. Clovis Antonio Petry.

Florianópolis, maio de 2021.

Curso Básico de Acionamentos Eletrônicos

O material do curso está disponível em:

1. Moodle para os alunos matriculados na disciplina.
2. Página do professor.
3. Canal no youtube do professor.



<https://moodle.ifsc.edu.br>



www.ProfessorPetry.com.br



<https://www.youtube.com>

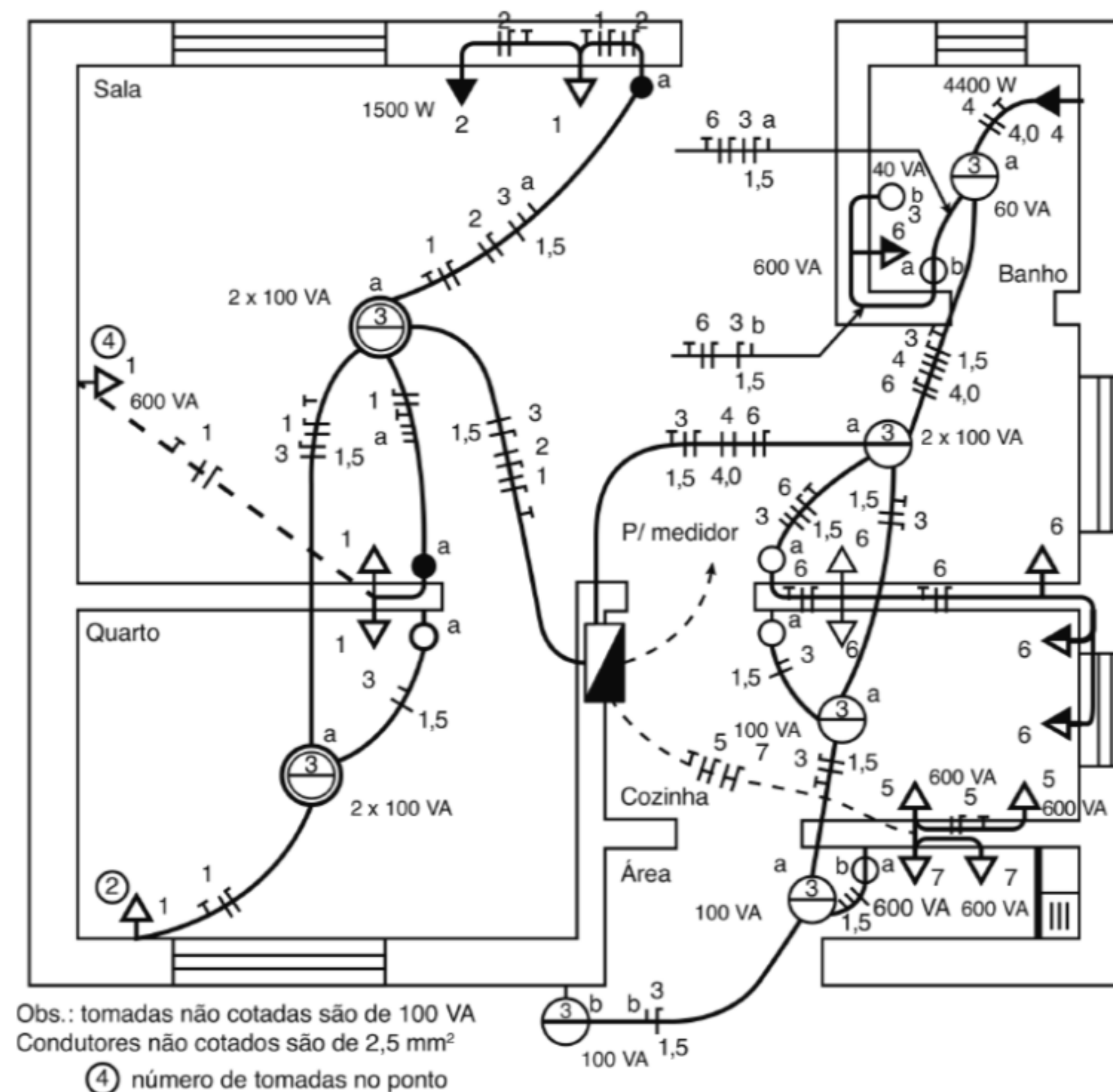
Agenda

Esta aula está organizada em:

1. Simbologia de elementos de instalações;
2. Principais elementos de instalações elétricas:
 - Iluminação;
 - Interruptores;
 - Tomadas;
 - Proteção;
 - Condutores;
 - Dutos e caixas;
 - Quadros;
 - Comunicação, sinalização e demais circuitos auxiliares;
 - Entrada de energia elétrica.



O projeto de uma instalação elétrica depende do conhecimento dos elementos utilizados na mesma.



Fonte: (Creder, 2002)

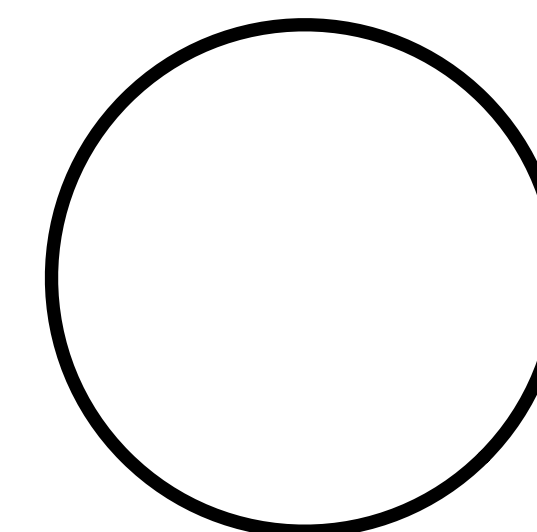
Simbologia dos elementos de uma instalação elétrica

Simbologia utilizada em instalações elétricas residenciais:

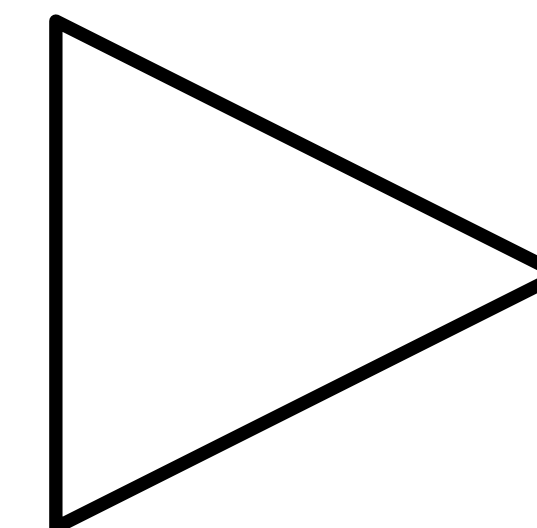
- Norma NBR 5444 de 1989, cancelada, mas ainda em uso;
- Recomenda o uso de:
 - EC 60417 - Graphical symbols for use on equipment;
 - IEC 60617 - Graphical symbols for diagrams.
- Símbolos usuais empregados pelos profissionais da área;
- A NBR 5444 considera:
 - A construção da simbologia é baseada em figuras geométricas, para permitir uma representação adequada e coerente dos dispositivos elétricos;
 - Se baseia na conceituação simbólica de quatro elementos geométricos básicos: o traço, o círculo, o triângulo equilátero e o quadrado;
 - Traço - seguimento de reta que representa o eletroduto;
 - Círculo - representa três funções básicas: o ponto de luz, o interruptor e a indicação de qualquer dispositivo embutido no teto;
 - Triângulo equilátero - representa tomadas em geral;
 - Quadrado - qualquer tipo de elemento no piso ou conversor de energia (motor elétrico).



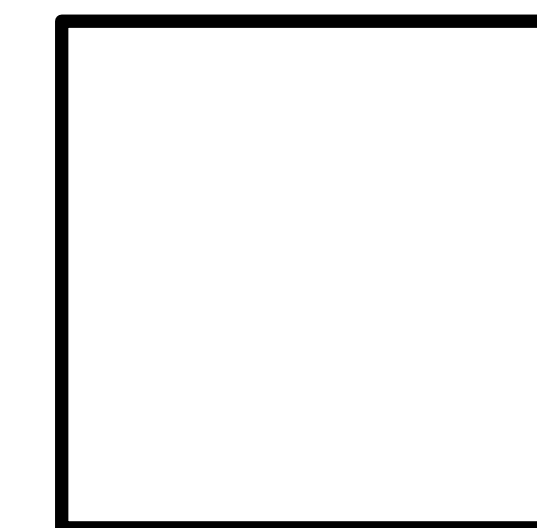
Traço



Círculo



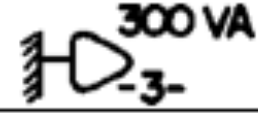
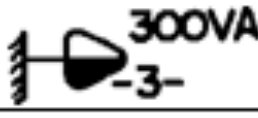
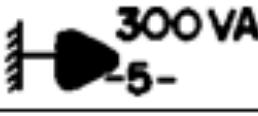
Triângulo equilátero



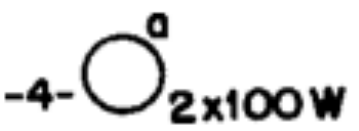
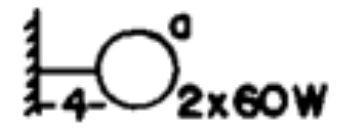
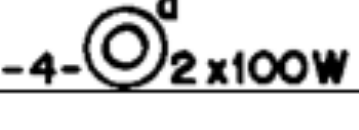
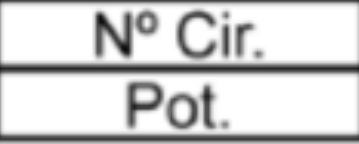
Quadrado

Simbologia dos elementos de uma instalação elétrica

Simbologia dos principais elementos:

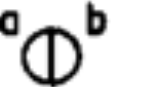
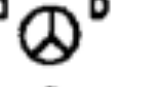
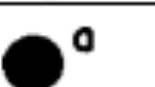
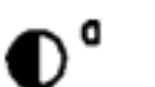
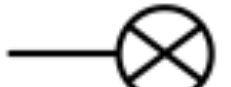
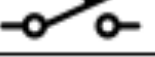
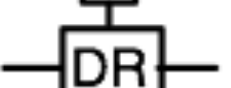
Tomadas		
Símbolos		Significado
NBR 5444	Usual	
		Tomada baixa na parede (a 30 cm do piso acabado)
		Tomada média na parede (a 130 cm do piso acabado)
		Tomada alta na parede (a 200 cm do piso acabado)
		Tomada no piso

Fonte: Adaptado de (NBR 5444, 1989)

Pontos de iluminação		
Símbolos		Significado
NBR 5444	Usual	
		Ponto de luz incandescente no teto
		Ponto de luz incandescente na parede (arandela, altura de 1,80 m)
		Ponto de luz incandescente na parede (arandela, altura de 2,20 m)
		Ponto de luz incandescente embutido no teto
		Ponto de luz fluorescente no teto
		Ponto de luz fluorescente na parede (arandela)
		Ponto de luz fluorescente embutido no teto

Simbologia dos elementos de uma instalação elétrica

Simbologia dos principais elementos:

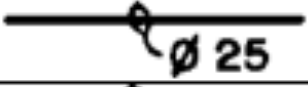
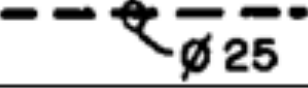
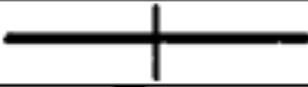
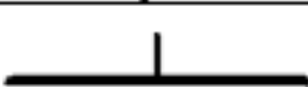
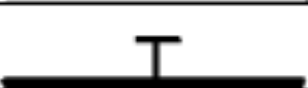
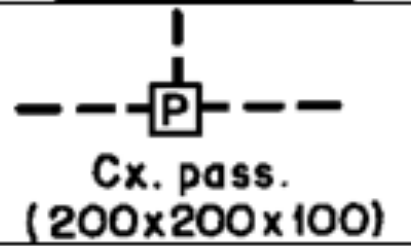
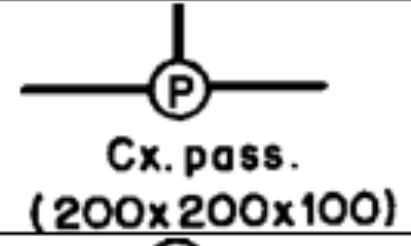
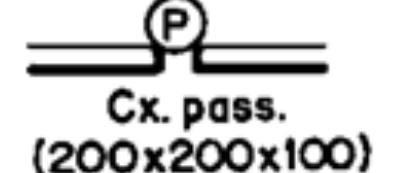
Interruptores			
Símbolos		Significado	
NBR 5444	Usual		
	S		Interruptor simples (1 seção)
	S ₂		Interruptor duplo (2 seções)
	S ₃		Interruptor triplo (3 seções)
	S _W		Interruptor paralelo (<i>Three-Way</i>)
	S _{4W}		Interruptor intermediário (<i>Four-Way</i>)
			Botão na parede (tipo campainha)
			Botão no piso
			Disjuntor a seco
			Disjuntor diferencial residual
			Supressor de surtos

Quadros		
Símbolos		Significado
NBR 5444	Usual	
		Quadro parcial (terminal) aparente na parede
		Quadro parcial (terminal) embutido na parede
		Quadro de distribuição (geral) aparente na parede
		Quadro de distribuição (geral) embutido na parede
		Quadro de comunicação (telefones)
		Quadro geral e de medição

Fonte: Adaptado de (NBR 5444, 1989) e (Creder, 2002)

Simbologia dos elementos de uma instalação elétrica

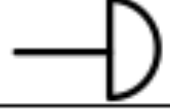
Simbologia dos principais elementos:

Dutos e condutores	
Símbolos NBR 5444	Significado
	Eletroduto embutido no teto ou parede
	Eletroduto embutido no piso
	Condutor da fase no interior do eletroduto
	Condutor do neutro no interior do eletroduto
	Condutor do retorno no interior do eletroduto
	Condutor de proteção no interior do eletroduto (terra)
	Caixa de derivação ou passagem no piso
	Caixa de derivação ou passagem no teto
	Caixa de derivação ou passagem na parede

Fonte: Adaptado de (NBR 5444, 1989)

Simbologia dos elementos de uma instalação elétrica

Simbologia dos principais elementos:

Comunicação, sinalização, etc.	
Símbolos Usual	Significado
	Caixa de entrada de sinal de dados e imagem
	Ponto de telefone (altura de 30 cm ou 110 cm)
	Ponto de sinal de imagem (altura de 30 cm)
	Tubulação de sinal de imagem
	Tubulação de rede de alarme
	Quadro para central de alarme
	Ponto para comando de alarme
	Ponto para sensor de presença

Fonte: Adaptado de (NBR 5444, 1989)

Elementos de iluminação: lâmpadas

Exemplos de lâmpadas:

- LED E27;
- Tubular;
- Dicroica;
- Embutir;
- Vintage.



Lâmpada LED E27

Fonte: <https://saveenergylife.com.br>



Lâmpada dicroica

Fonte: <https://saveenergylife.com.br>



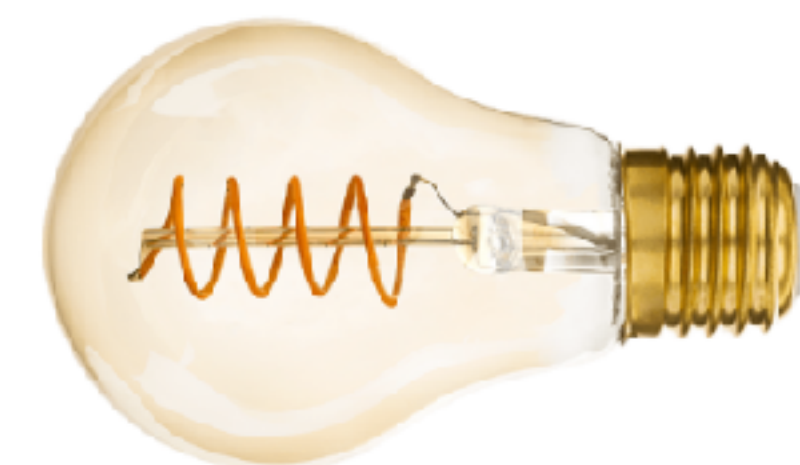
Lâmpada de embutir

Fonte: <https://saveenergylife.com.br>



Lâmpada LED tubo

Fonte: <https://saveenergylife.com.br>



Lâmpada vintage

Fonte: <https://saveenergylife.com.br>

Elementos de iluminação: interruptores

Exemplos de interruptores:

- Simples;
- Duas seções;
- Três seções;
- Paralelo (Three-Way);
- Intermediário (Four-Way);
- Pulsador.



Interruptor simples

Fonte: <https://www.transmobil.com.br>



Interruptor paralelo

Fonte: <https://www.transmobil.com.br>



Interruptor intermediário

Fonte: <https://www.weg.net>



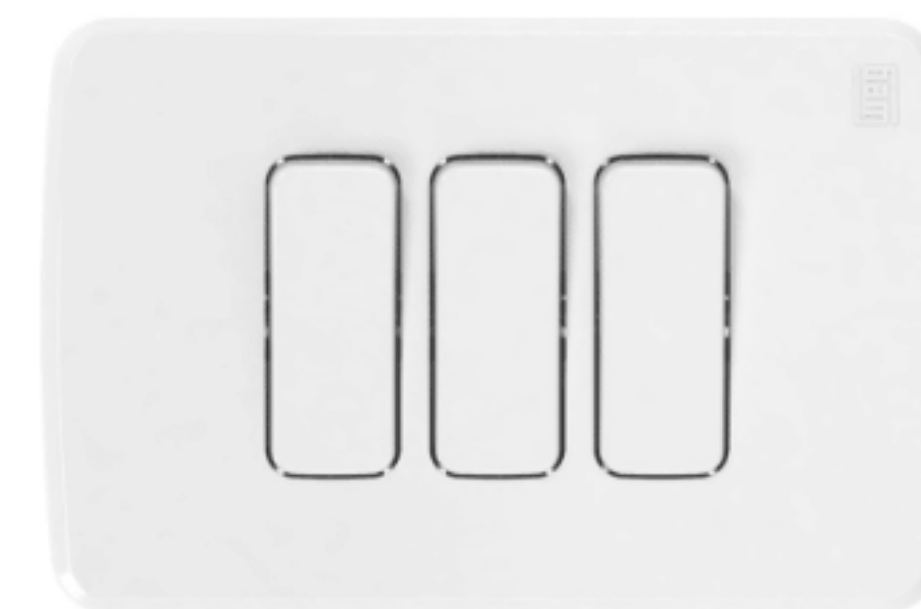
Interruptor de duas seções

Fonte: <https://www.tramontina.com.br>



Pulsador (botão de campainha)

Fonte: <http://www.legrand.com.br>



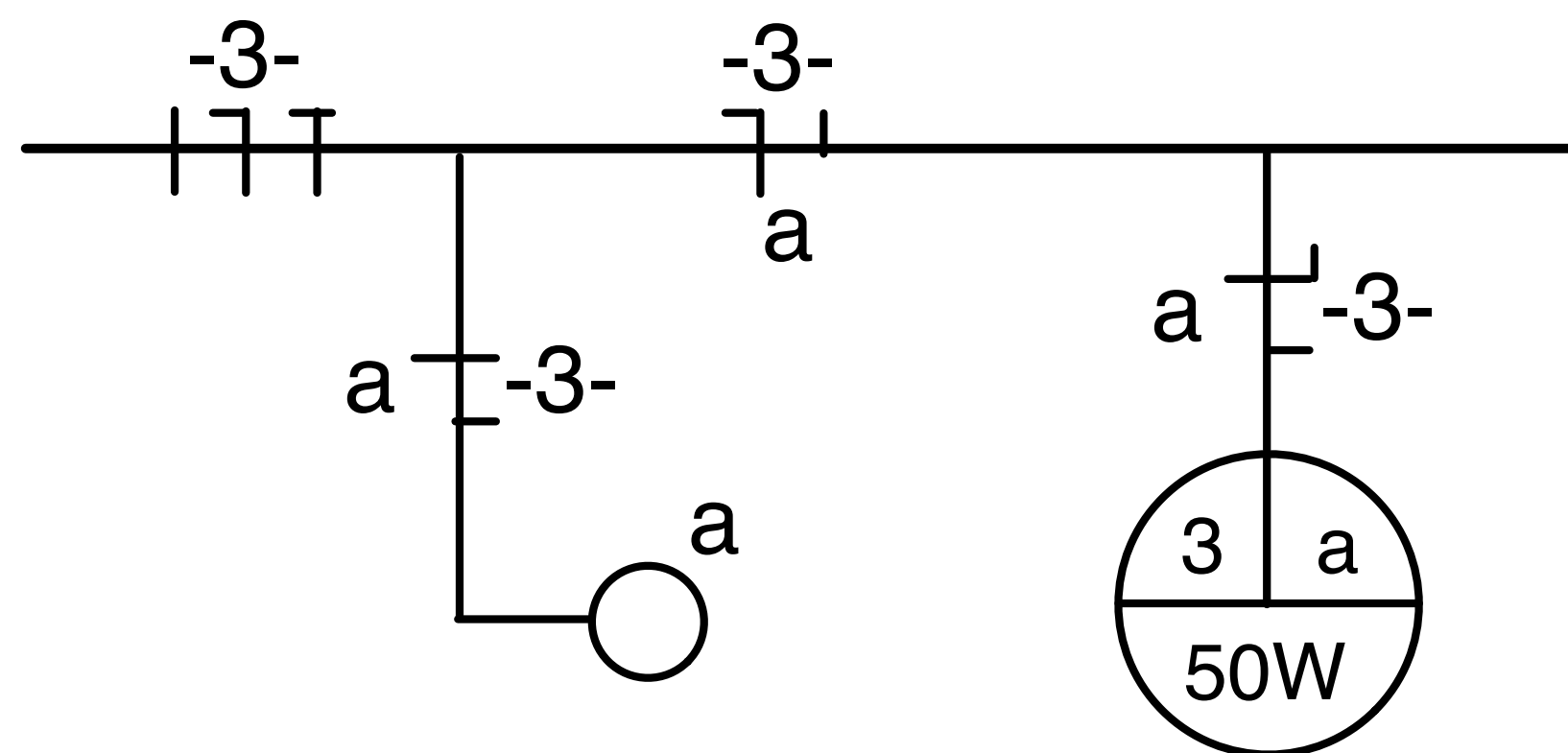
Interruptor de três seções

Fonte: <https://www.weg.net>

Elementos de iluminação: circuitos de comando

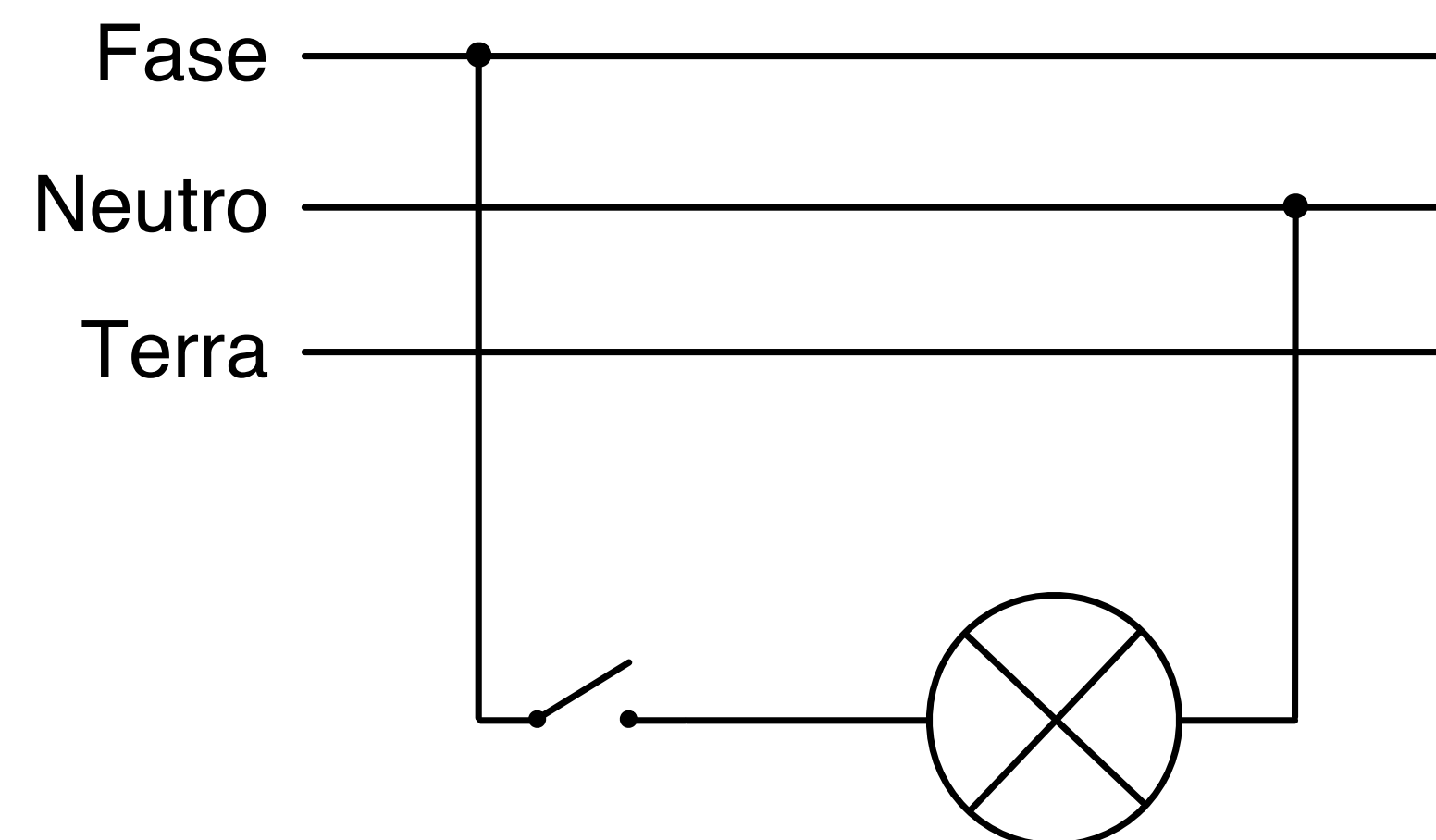
Interruptor simples (1 seção) comandando lâmpada no teto:

Diagrama unifilar



Interruptor simples, circuito 3, seção a

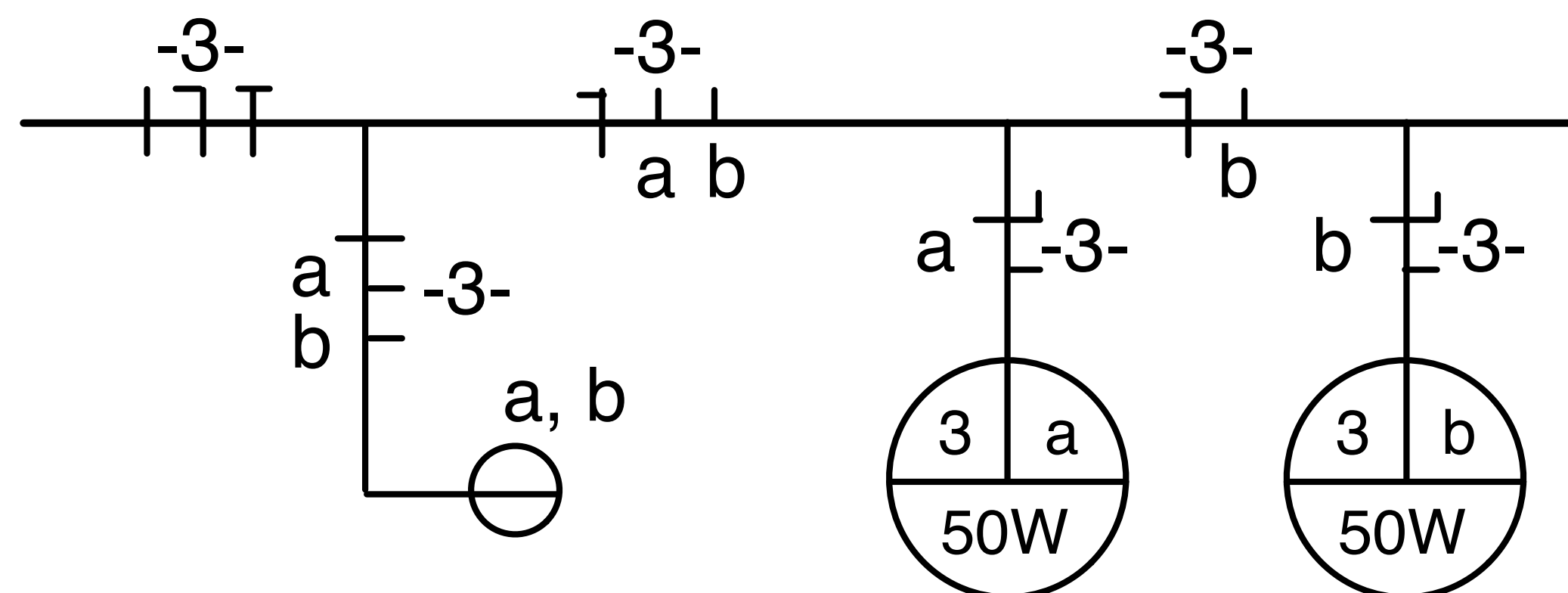
Diagrama multifilar



Elementos de iluminação: circuitos de comando

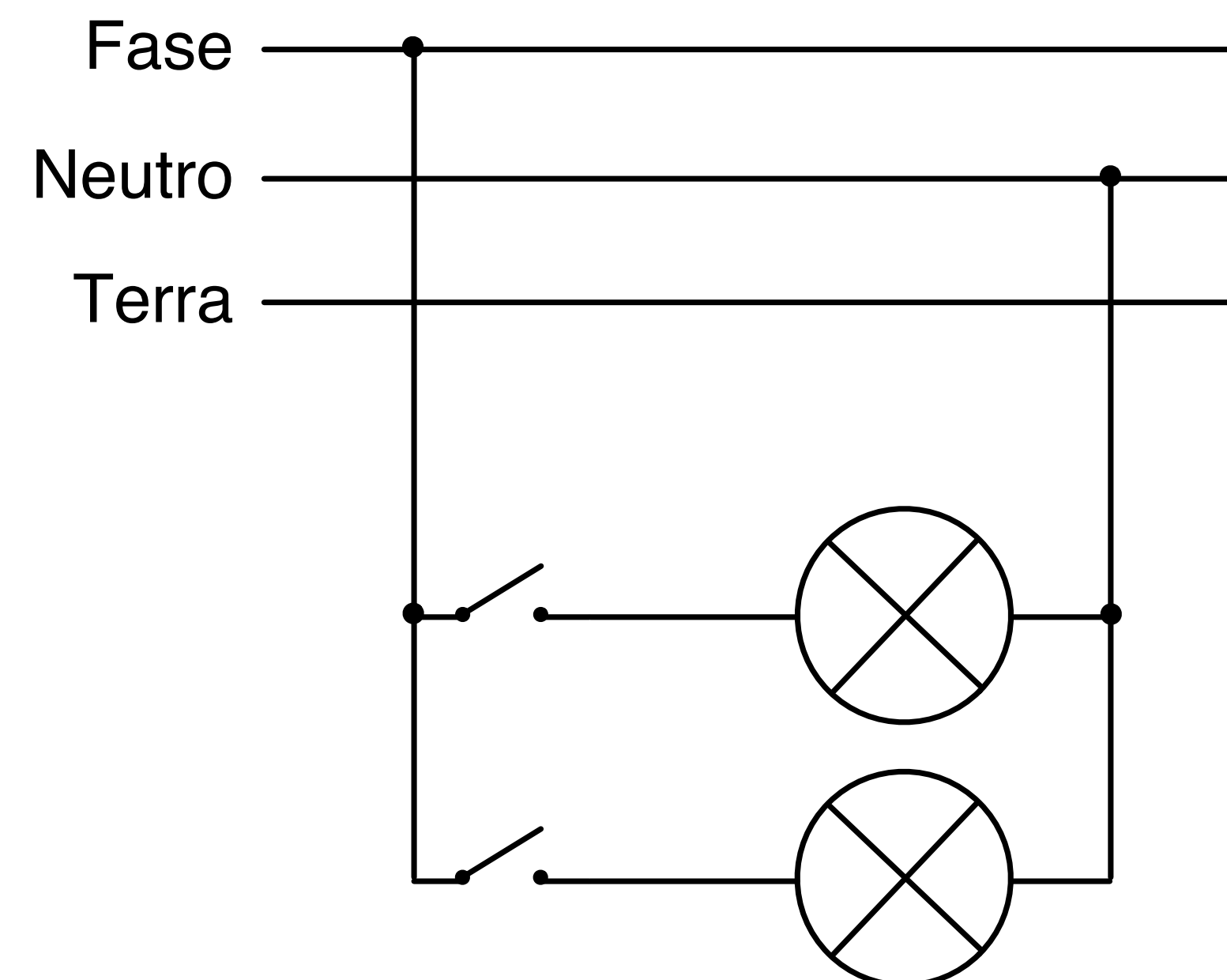
Interruptor duplo (2 seções) comandando lâmpadas no teto:

Diagrama unifilar



Interruptor duplo, circuito 3, seções a e b

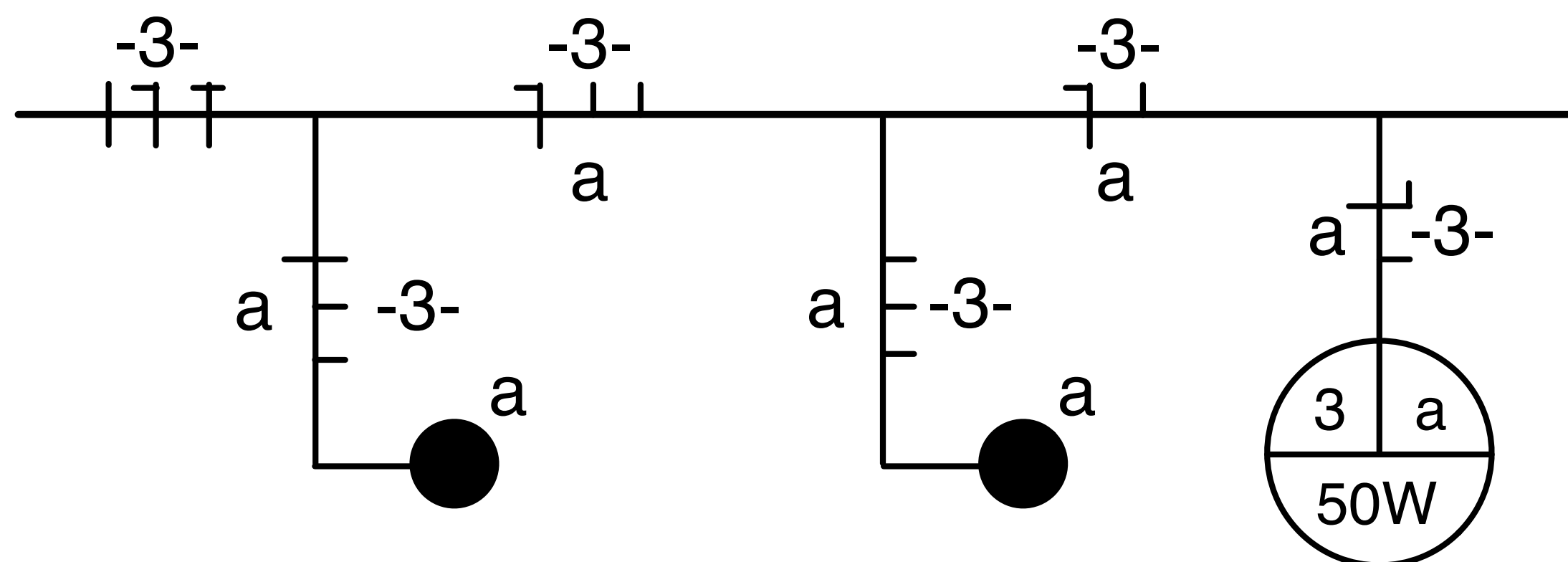
Diagrama multifilar



Elementos de iluminação: circuitos de comando

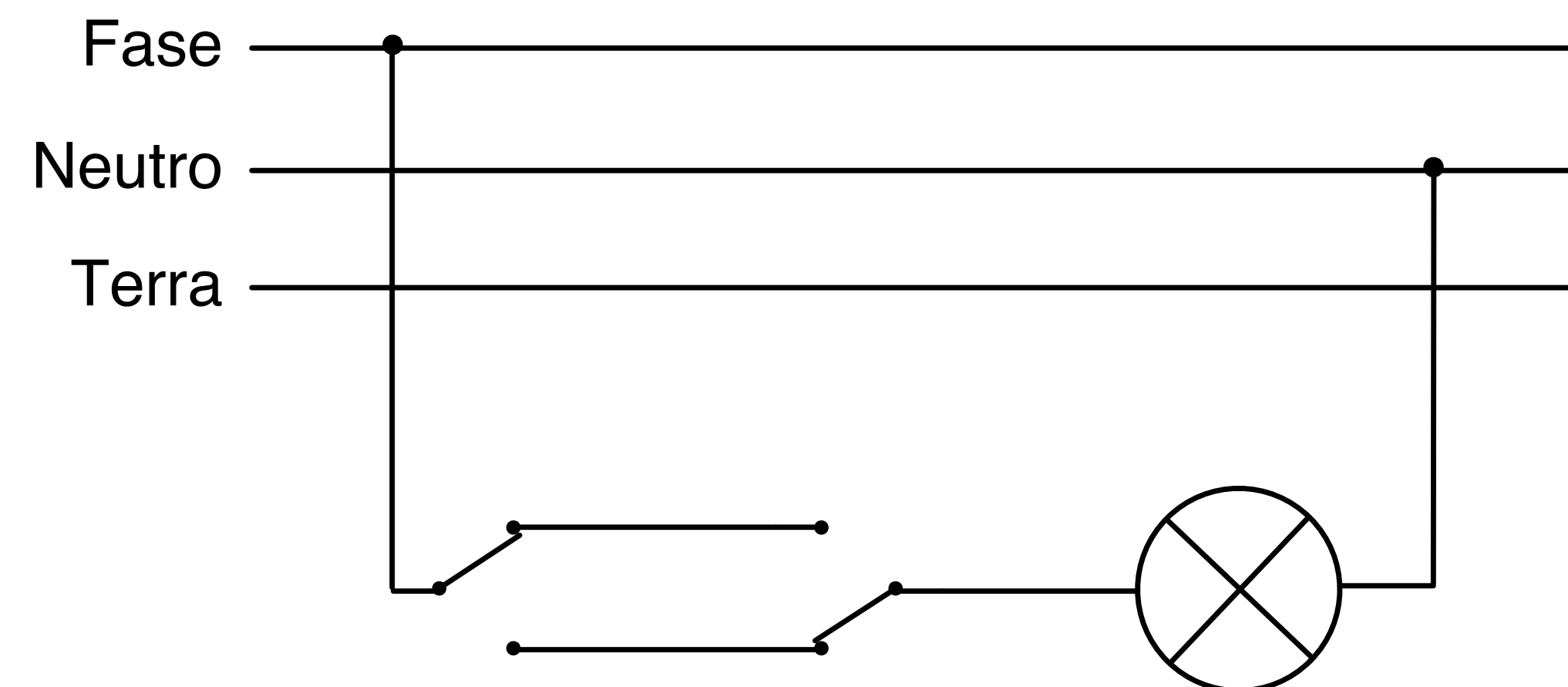
Interruptores paralelos comandando lâmpada no teto:

Diagrama unifilar



Interruptores paralelos, circuito 3, seção a

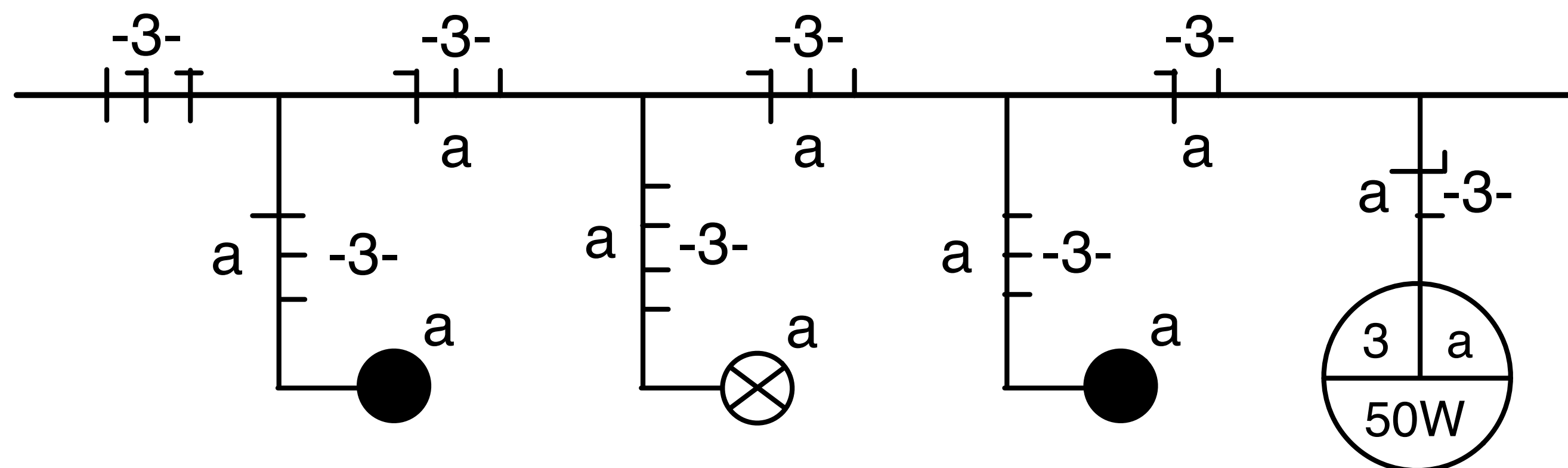
Diagrama multifilar



Elementos de iluminação: circuitos de comando

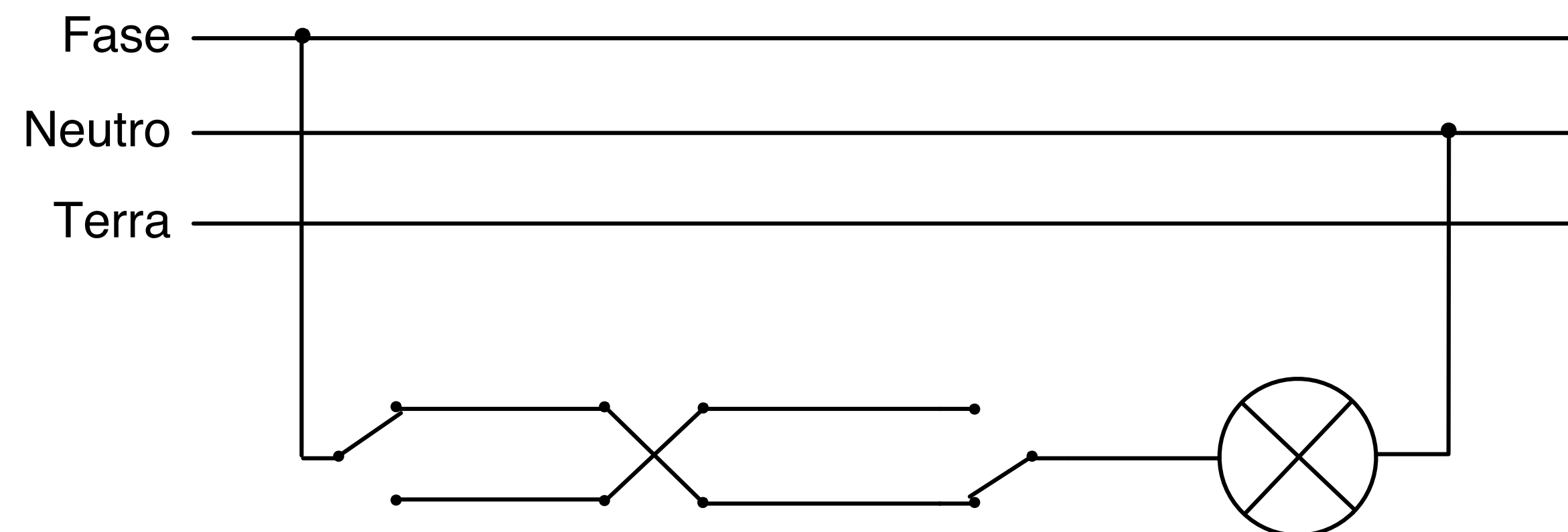
Interruptores paralelos e intermediário comandando lâmpada no teto:

Diagrama unifilar



Interruptores paralelos e intermediário, circuito 3, seção a

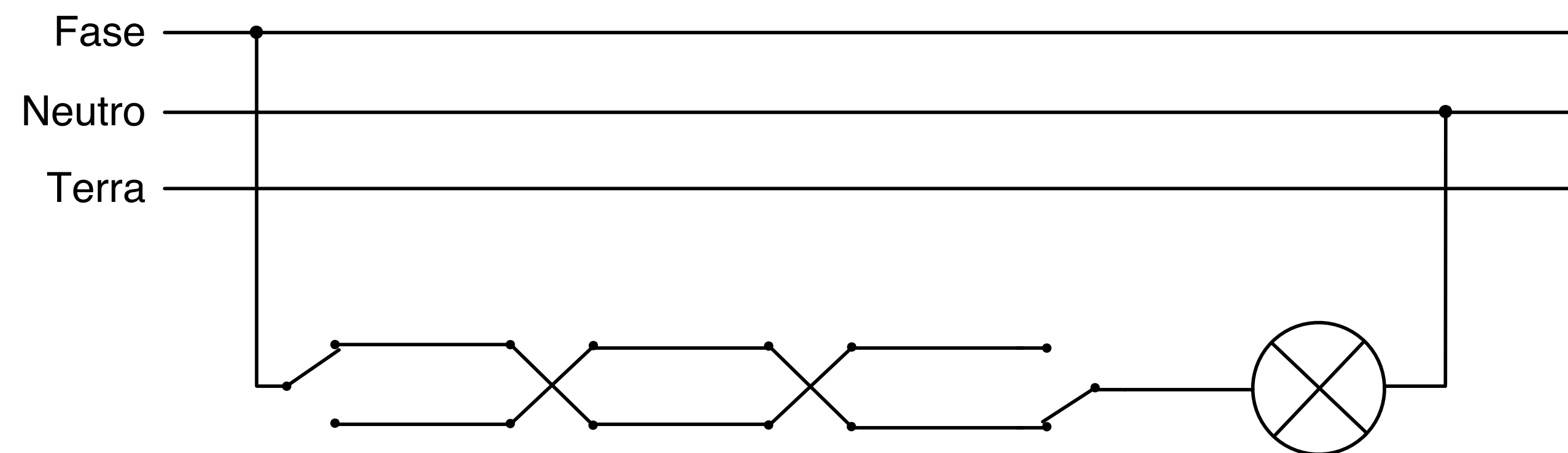
Diagrama multifilar



Elementos de iluminação: circuitos de comando

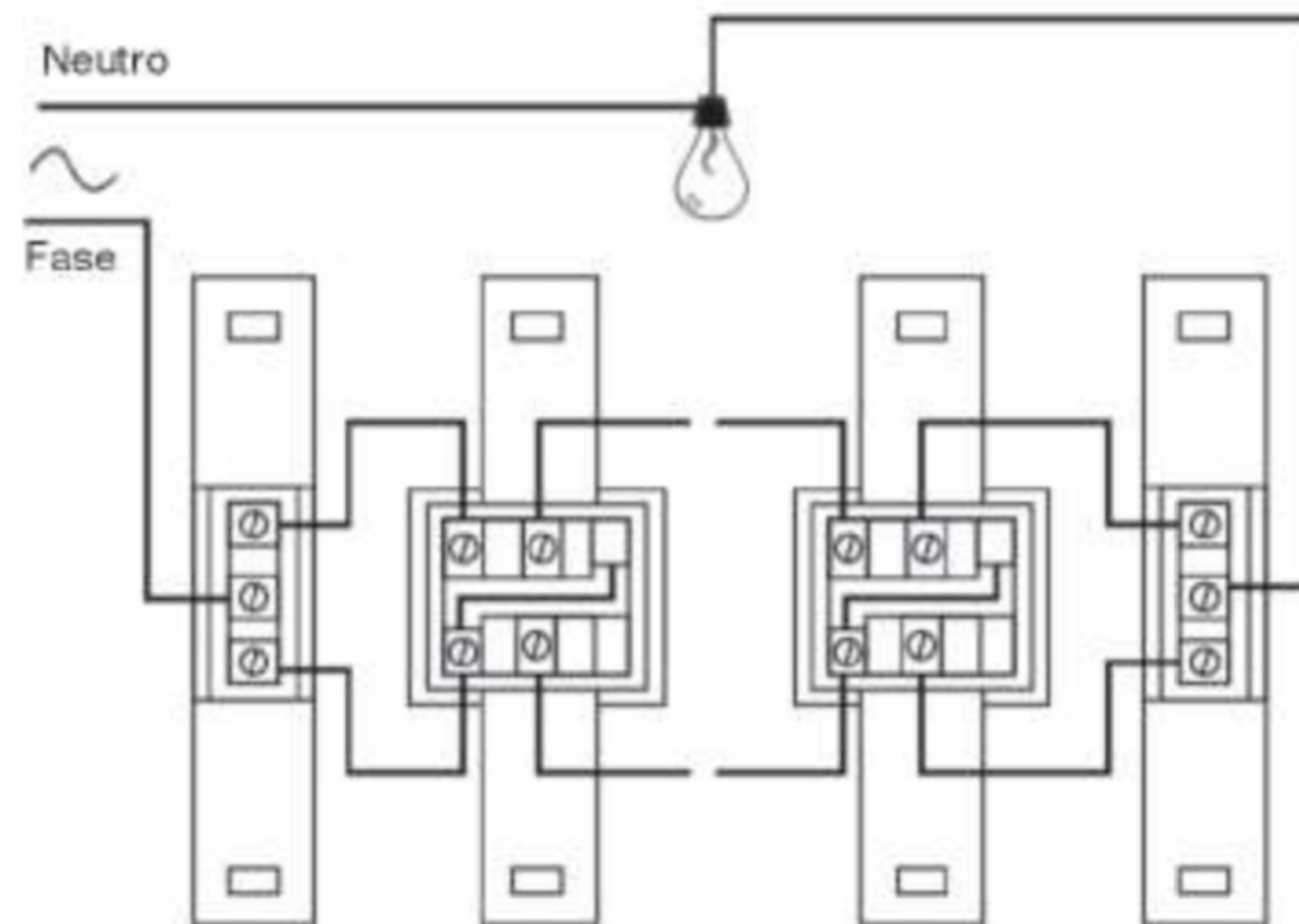
Interruptores paralelos e intermediários comandando lâmpada no teto:

Diagrama multifilar



Interruptores paralelos e intermediários, circuito 3, seção a

Diagrama funcional



Fonte: (Pial-Legrand apud Creder, 2002)

Elementos de conexão: tomadas

Exemplos de tomadas:

- Tomada de uso geral (TUG) de 10 A, orifício de 4 mm;
- Tomada de uso específico (TUE) de 20 A, orifício de 4,8 mm.



Tomada de uso geral

Fonte: <https://www.tramontina.com.br>



Tomada de uso específico

Fonte: <https://www.se.com/br/pt>



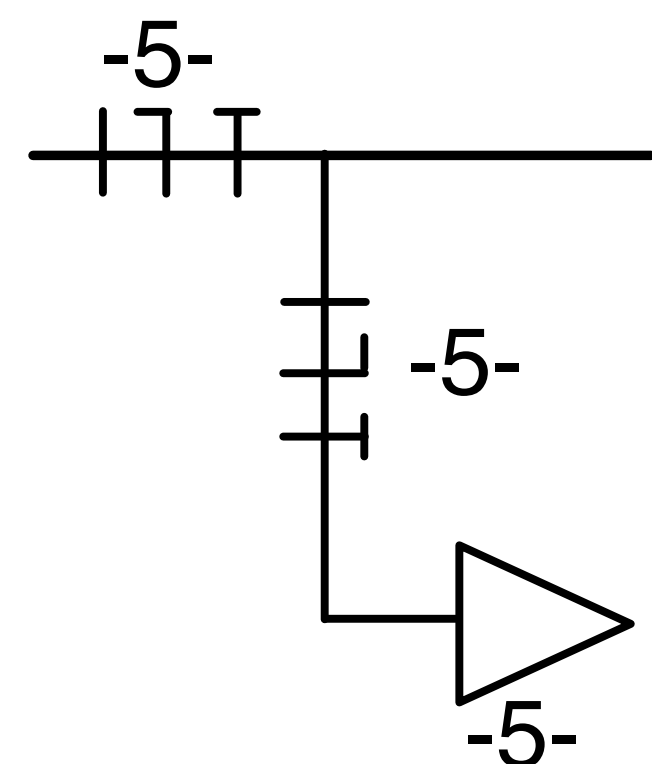
Tomada para painel (embutir)

Fonte: <https://www.steck.com.br>

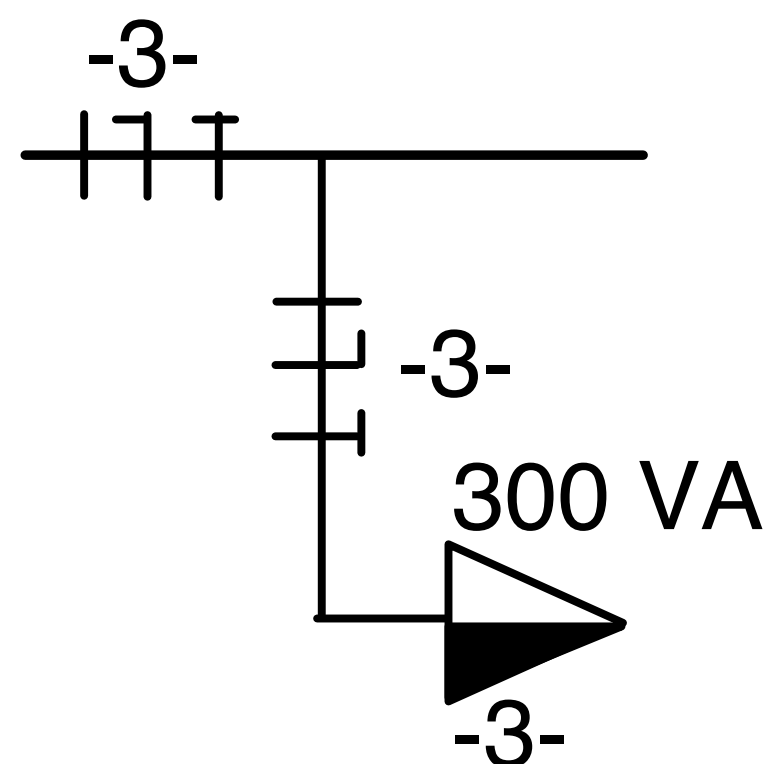
Elementos de conexão: circuitos com tomadas

Simbologia e diagramas elétricos:

Diagrama unifilar

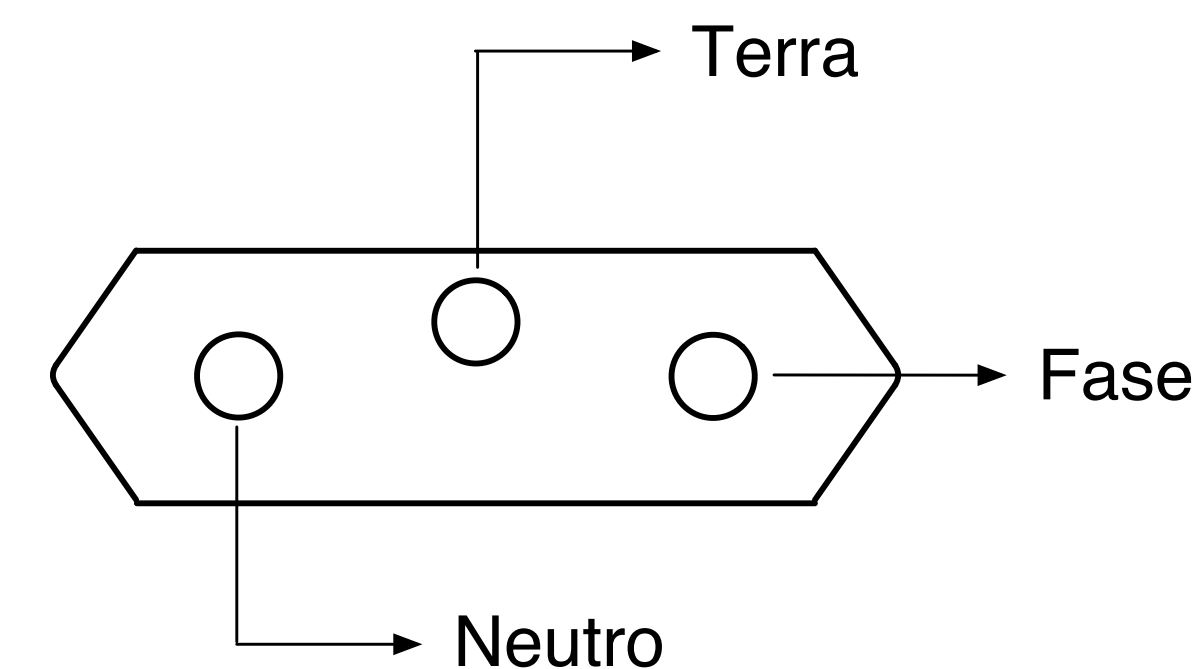
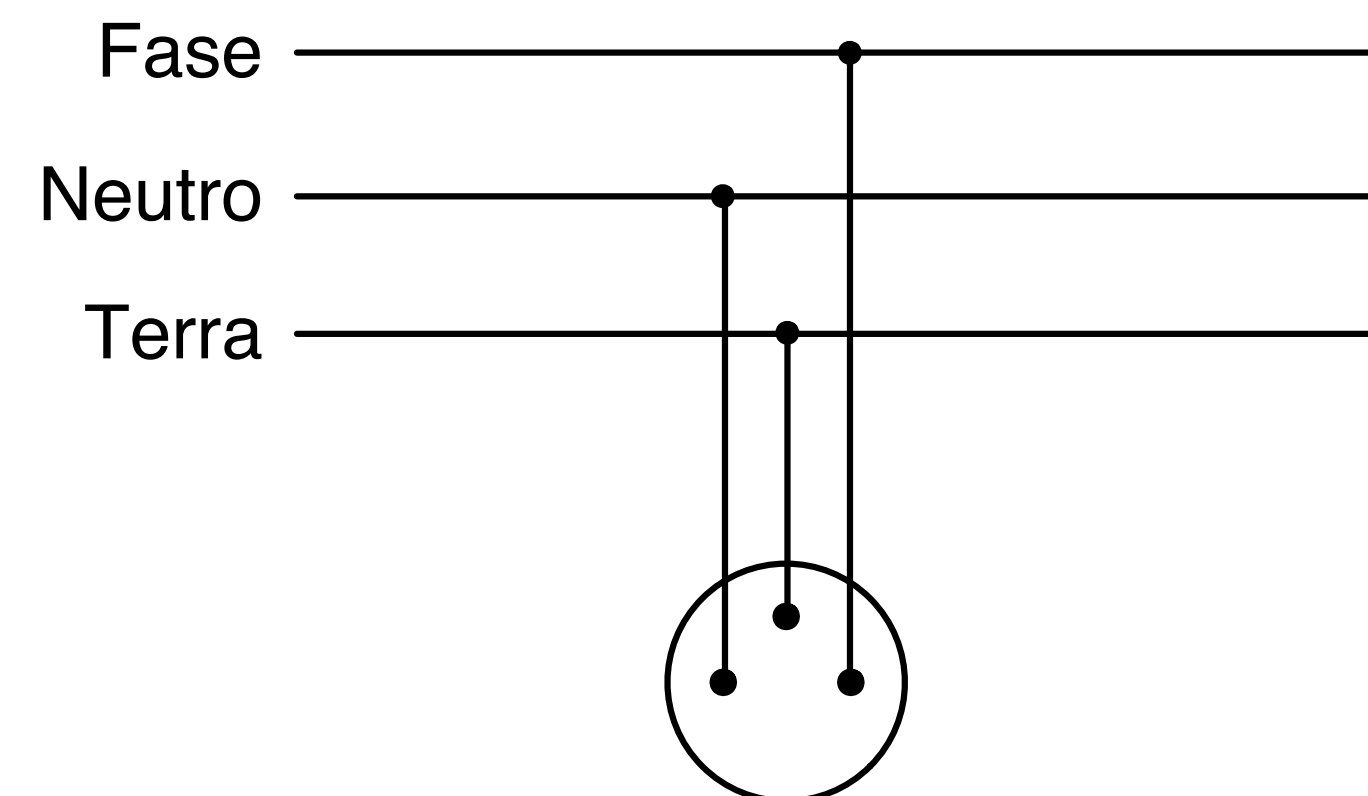


Tomada tripolar do circuito 5,
a 30 cm do piso, 100 VA



Tomada tripolar do circuito 3,
a 130 cm do piso, 300 VA

Diagrama multifilar



Sequência de conexões nas tomadas
tripolares, conforme a NBR 14136

Elementos de proteção: disjuntores termomagnéticos

Exemplos de disjuntores termomagnético:

- Disjuntor de 1 polo (monofásico ou unipolar);
- Disjuntor de 2 polos (bifásico ou bipolar);
- Disjuntor de 3 polos (trifásico ou tripolar).



Disjuntor unipolar

Fonte: <https://www.se.com/br/pt>



Disjuntor bipolar

Fonte: <https://www.tramontina.com.br>



Disjuntor tripolar

Fonte: <https://www.tramontina.com.br>

Elementos de proteção: disjuntores termomagnéticos

Disjuntor termomagnético:

- Dispositivo de manobra (mecânico) e de proteção, capaz de estabelecer, conduzir e interromper correntes em condições normais do circuito, assim como estabelecer, conduzir por tempo especificado e interromper correntes em condições anormais especificadas do circuito, tais como as de curto-circuito;
- Possuem dois níveis de proteção:
 - Contra sobrecorrentes pequenas e moderadas (geralmente correntes de sobrecarga), através de disparadores eletromagnéticos ou térmicos
 - Contra sobrecorrentes elevadas (geralmente correntes de curto-circuito), através de disparadores eletromagnéticos.

Fonte:

Instalações Elétricas. Ademaro A. M. B. Cotrim. Pearson Prentice Hall, 4ª Edição, 2003.



Disjuntor unipolar

Fonte: <https://www.se.com/br/pt>

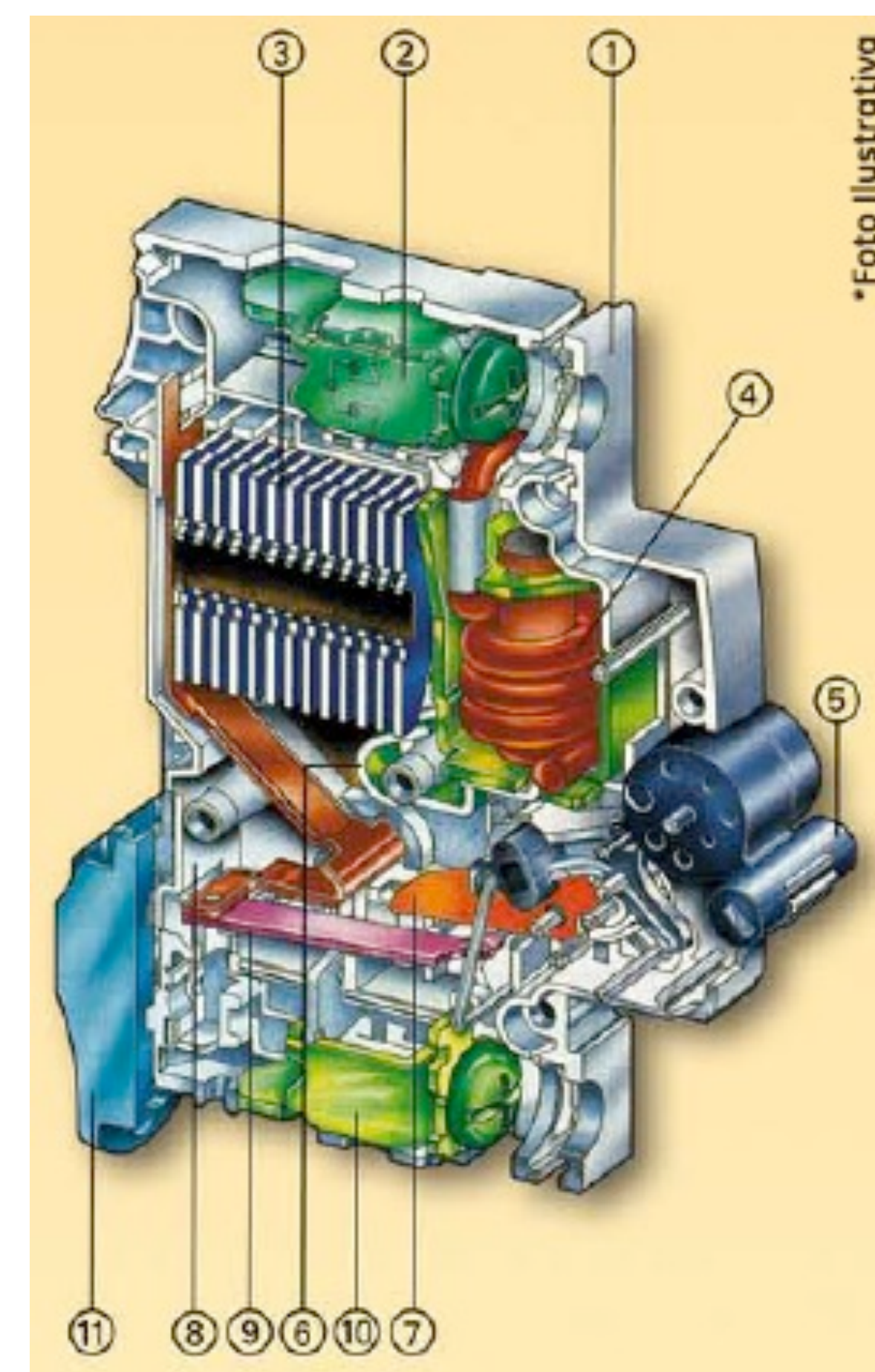
Elementos de proteção: disjuntores termomagnéticos

Partes de um disjuntor:

1. Parte externa, termoplástica;
2. Terminal superior;
3. Câmara de extinção de arco;
4. Bobina responsável pelo disparo instantâneo (magnético);
5. Alavanca liga-desliga;
6. Contato fixo;
7. Contato móvel;
8. Guia para o arco - sob condições de falta, o contato móvel se afasta do contato fixo e o arco resultante é guiado para a câmara de extinção, evitando danos no bimetal, em caso de altas correntes (curto-circuito);
9. Bimetal responsável pelo disparo por sobrecarga (térmico);
10. Terminal inferior;
11. Clip para fixação do trilho DIN.

Figura ilustrativa do interior de um disjuntor

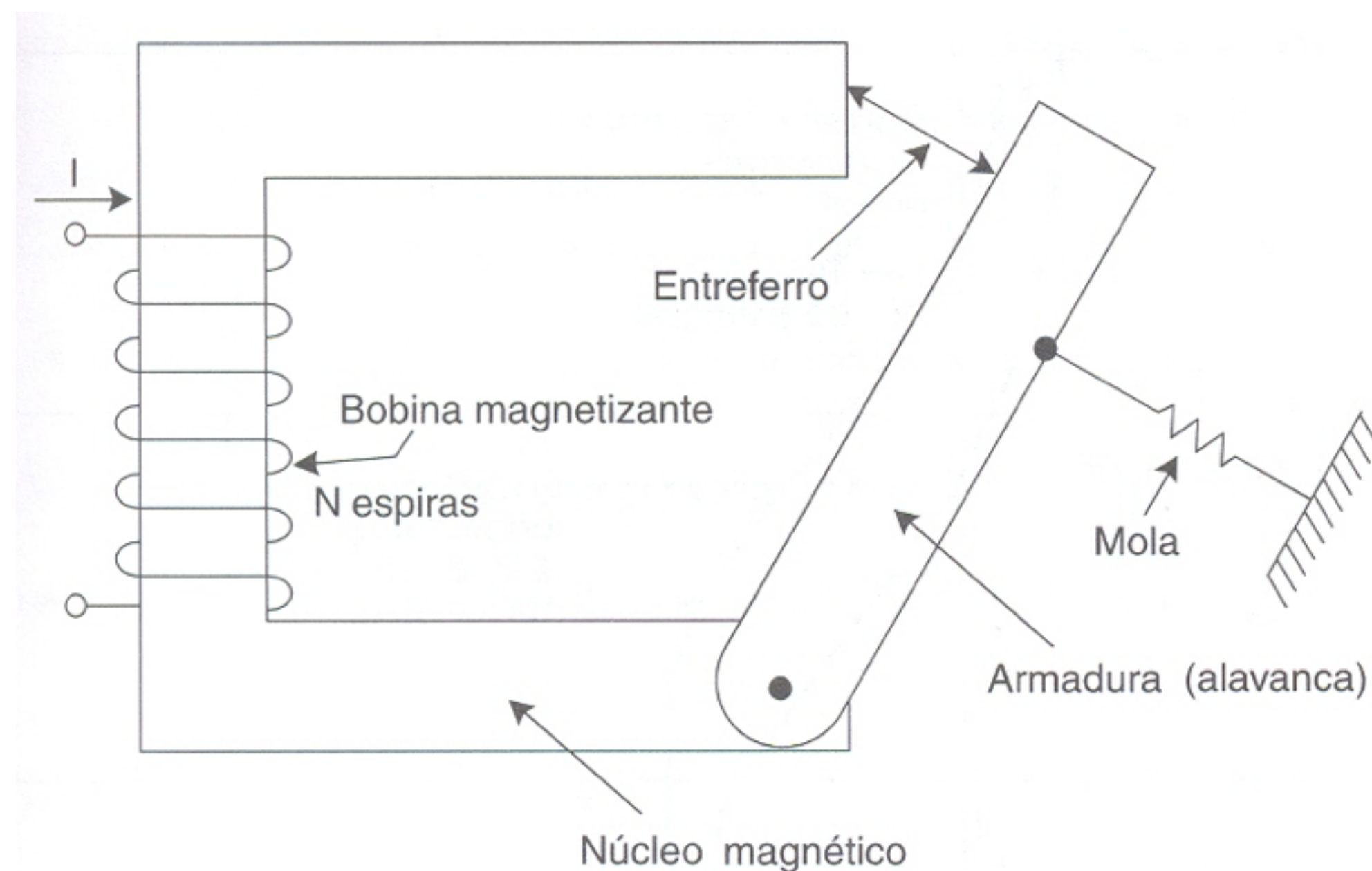
Fonte: www.geindustrial.com.br



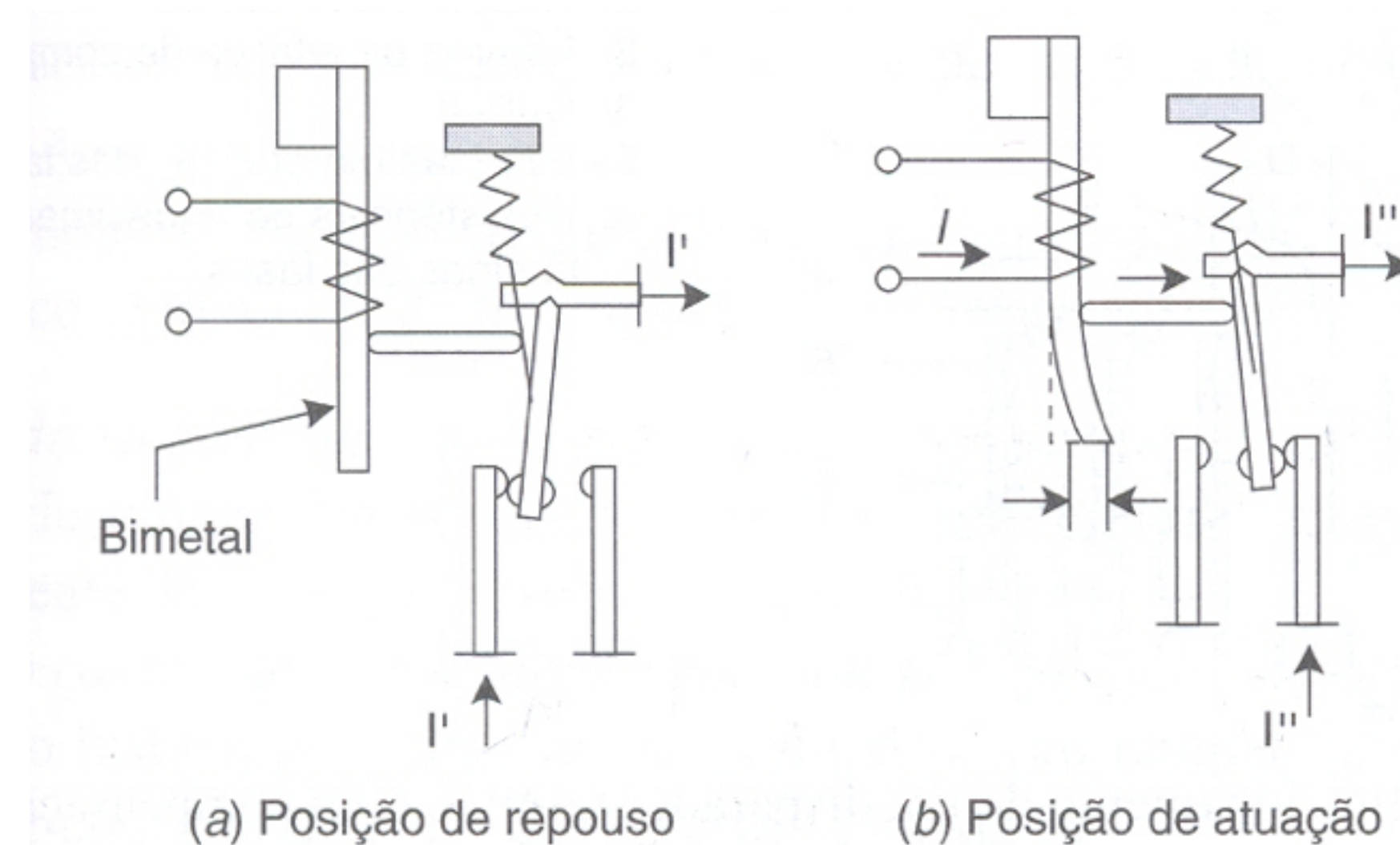
Elementos de proteção: disjuntores termomagnéticos

Funcionamento do disjuntor termomagnético:

- Disparador eletromagnético;
- Disparador bimetálico.



Disparador eletromagnético



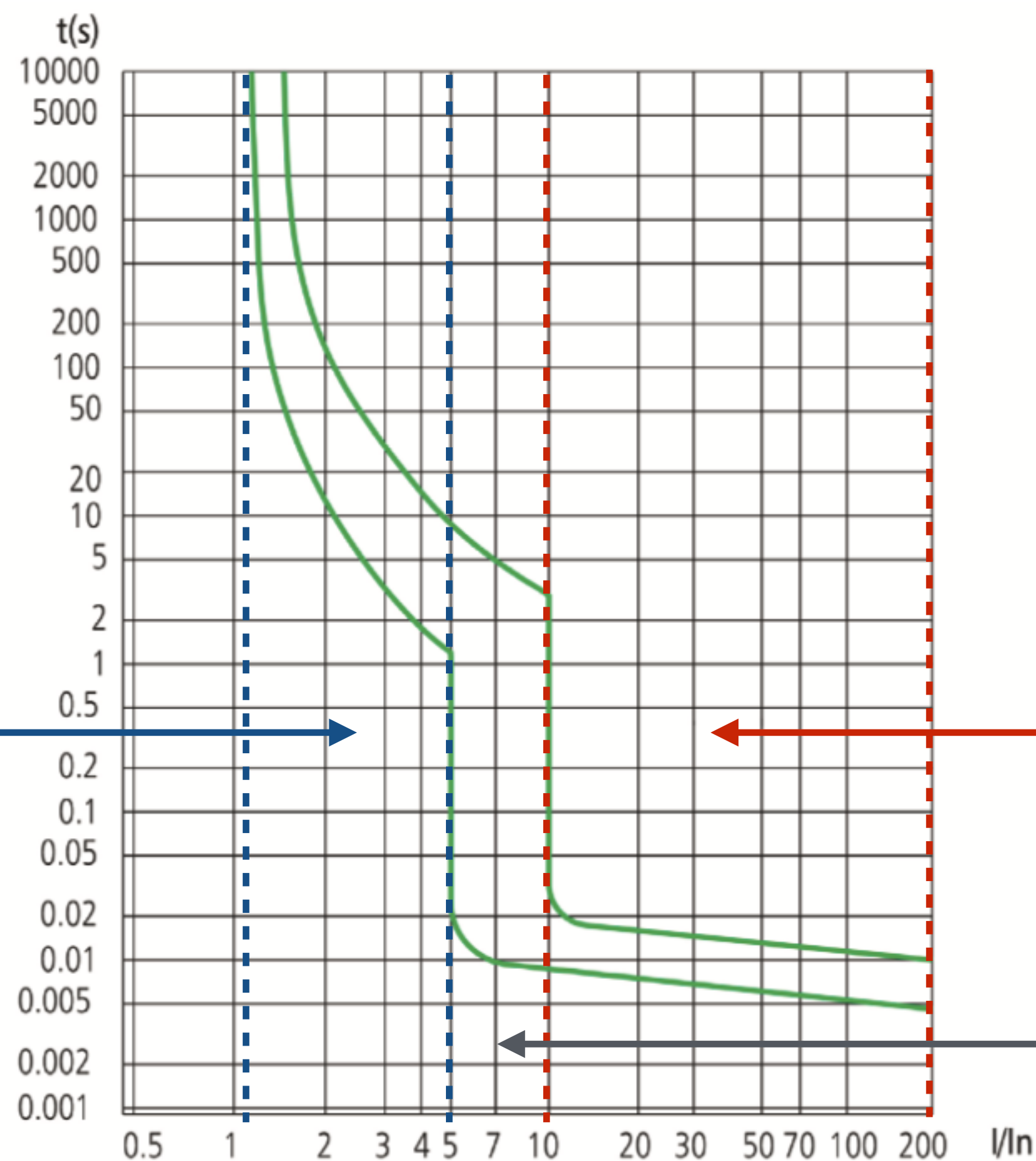
Disparador bimetálico

Elementos de proteção: disjuntores termomagnéticos

Curva características do disjuntor termomagnético:

- Curva D ou k - atuam para correntes entre 10 e 14 vezes acima da nominal (I/I_n);
- Curva C - atuam para correntes entre 5 e 10 vezes acima da nominal (I/I_n);
- Curva B - atuam para correntes entre 3 e 5 vezes acima da nominal (I/I_n);
- Curva Z - atuam para correntes entre 2 e 3 vezes acima da nominal (I/I_n).

Atuação pelo
elemento térmico



Atuação pelo
elemento magnético

Faixa de transição
Atuação pelo elemento
bimetálico ou magnético

Curva típica (C) de atuação do disjuntor termomagnético

Fonte: <https://www.tramontina.com.br>

Elementos de proteção: disjuntores diferenciais

Exemplos de disjuntores diferenciais-residuais (DR):

- Disjuntor DR de 2 polos (fase e neutro);
- Disjuntor DR de 3 polos (2 fases e neutro);
- Disjuntor DR de 4 polos (3 fases e neutro).



Disjuntor DR 2 polos

Fonte: <https://www.steck.com.br>



Disjuntor DR 3 polos

Fonte: <https://www.se.com/br/pt>



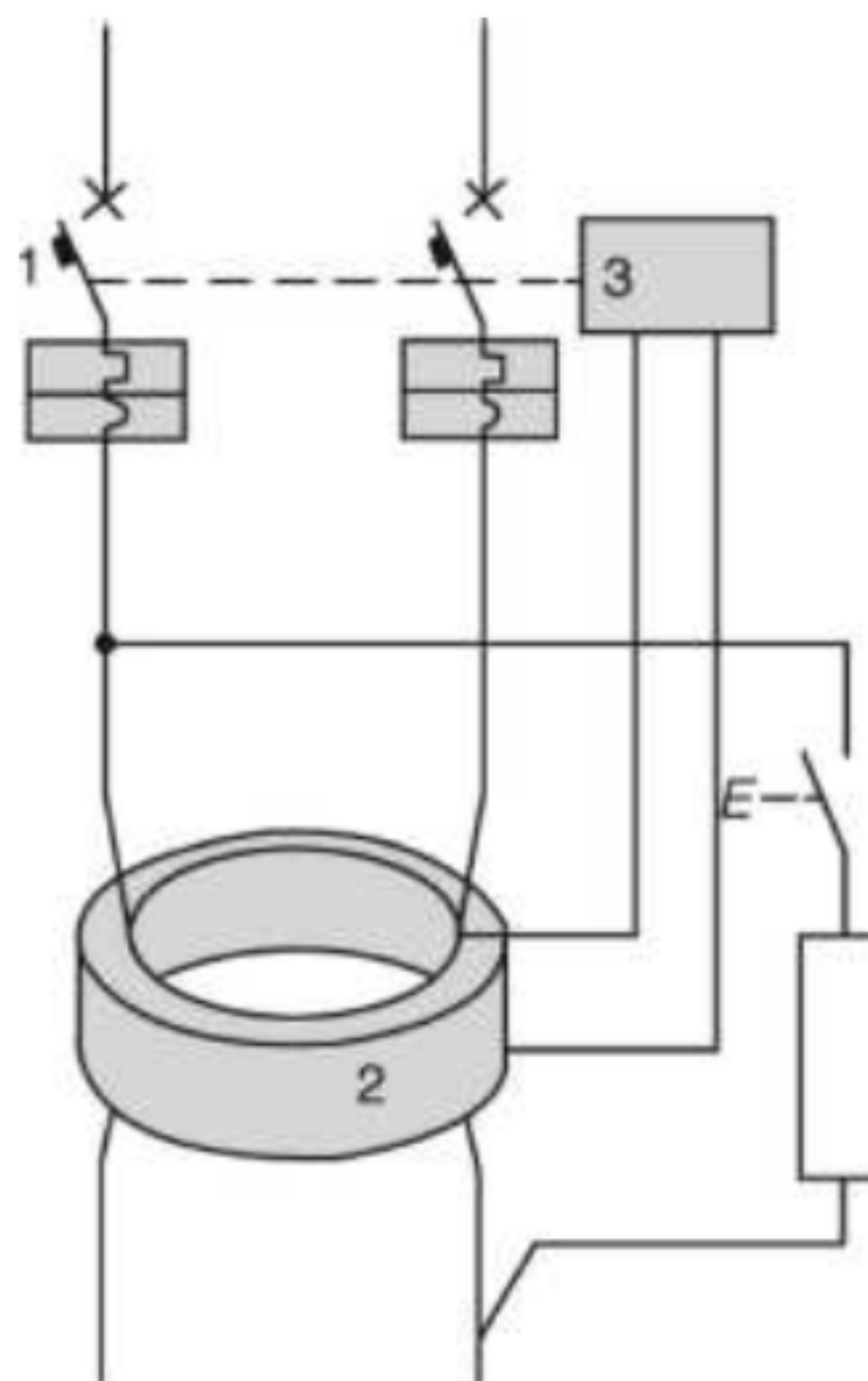
Disjuntor DR 4 polos

Fonte: <https://new.siemens.com/br>

Elementos de proteção: disjuntores diferenciais

Disjuntor diferencial-residual (DR):

- Tem a finalidade de detectar fugas de corrente em um circuito elétrico, desligando o circuito imediatamente;
- Atua na ocorrência de choques elétricos ou falha no isolamento do equipamento ou instalação;
- Formado pelos seguintes elementos:
 - Contatos fixos e contatos móveis;
 - Transformador diferencial;
 - Disparador diferencial (relé polarizado).



Fonte: (Creder, 2002)



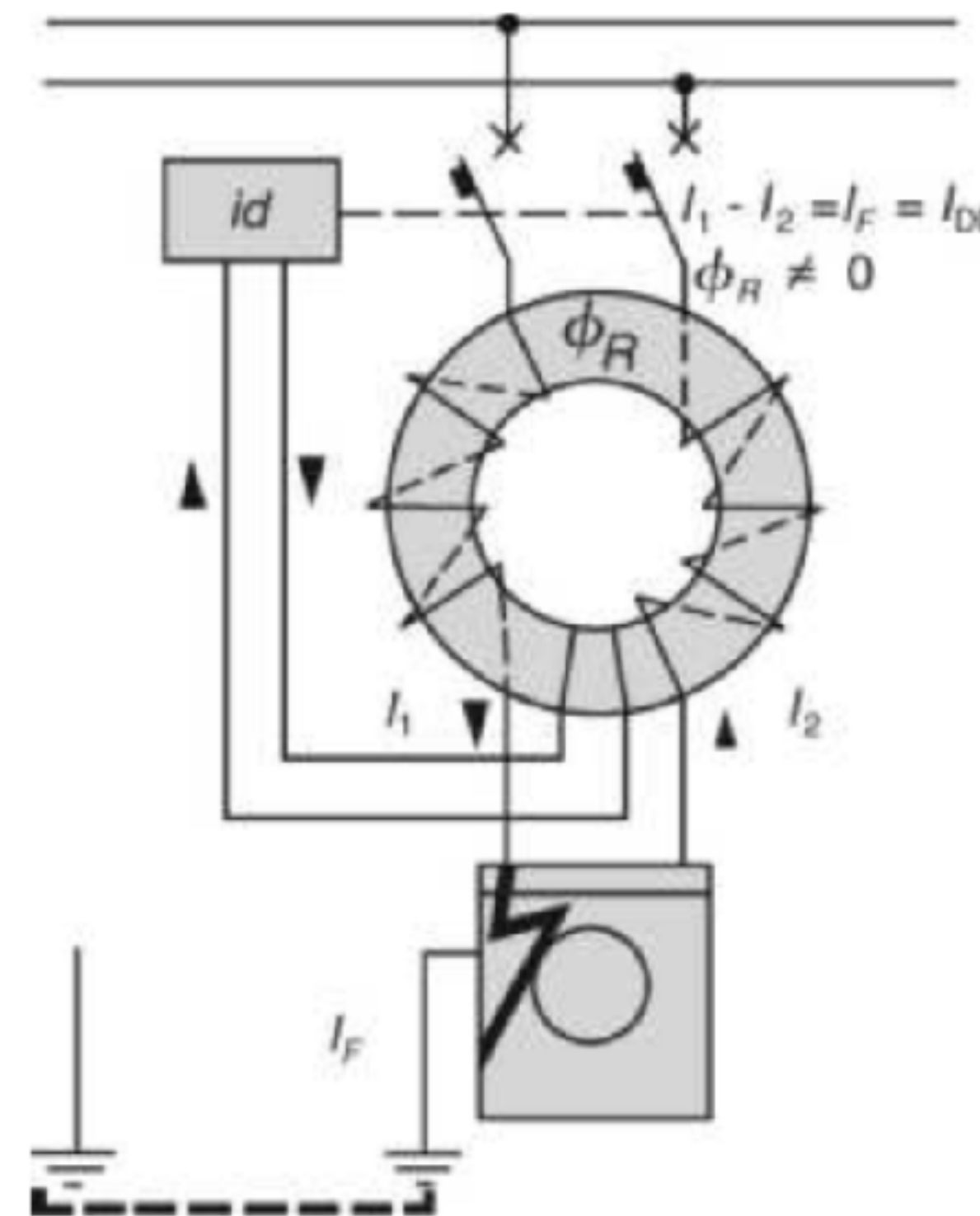
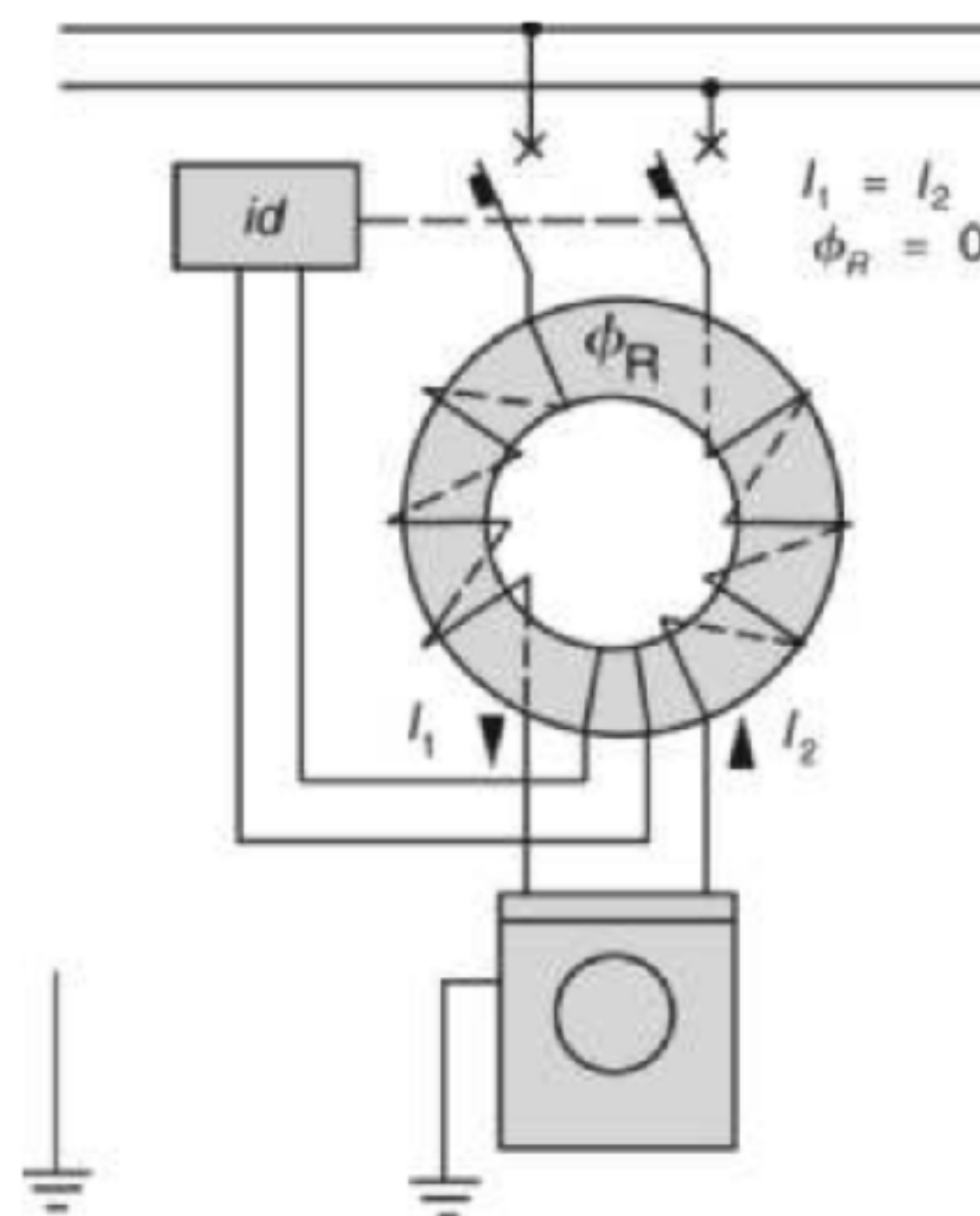
Disjuntor DR 2 pólos

Fonte: <https://www.steck.com.br>

Elementos de proteção: disjuntores diferenciais

Disjuntor diferencial-residual (DR):

- Correntes I_1 e I_2 iguais - o circuito está operando normalmente;
- Correntes I_1 e I_2 diferentes entre si - ocorreu algum problema (falha = falta), resultando em fluxo diferente de zero no transformador diferencial, ocasionando uma corrente diferencial-residual (I_{DR}), que se suficiente, irá provocar o acionamento do disparador diferencial, a abertura do disjuntor e o desligamento do circuito;
- Disjuntores para proteção de seres humanos atuam com corrente inferior a 30 mA.



Fonte: (Creder, 2002)

Elementos de proteção: supressores de surtos

Exemplos de supressores de surto (DPS):

- DPS unipolar (fase ou neutro à terra);
- DPS bipolar (fase e neutro à terra);
- DPS tripolar (3 fases à terra);
- DPS tetrapolar (3 fases e neutro à terra).



DPS unipolar

Fonte: <https://www.clamper.com.br>



DPS bipolar, tripolar e tetrapolar

Fonte: <https://www.soprano.com.br>

Elementos de proteção: supressores de surtos

Supressores de surto (DPS):

- Tem a finalidade de detectar tensões e correntes provenientes de surtos elétricos ou transitórias, desviando as mesmas para a terra, impedindo que cheguem até os aparelhos eletroeletrônicos ligados a rede elétrica.
- Classes:
 - Classe I: dispositivos com capacidade para drenagem de correntes parciais de um raio, para áreas urbanas periféricas e rurais, que ficam expostas a descargas atmosféricas diretas;
 - Classe II: dispositivos que drenam correntes induzidas, em edificações, com efeitos indiretos de descarga atmosférica;
 - Classe III: dispositivos instalados próximos a equipamentos ligados à rede elétrica, de dados ou telefônica, para proteção fina.
- Pode ser para-raios de resistência não-linear (varistor) ou por para-raios de expulsão.

Fonte: <https://www.se.com/br/pt/>

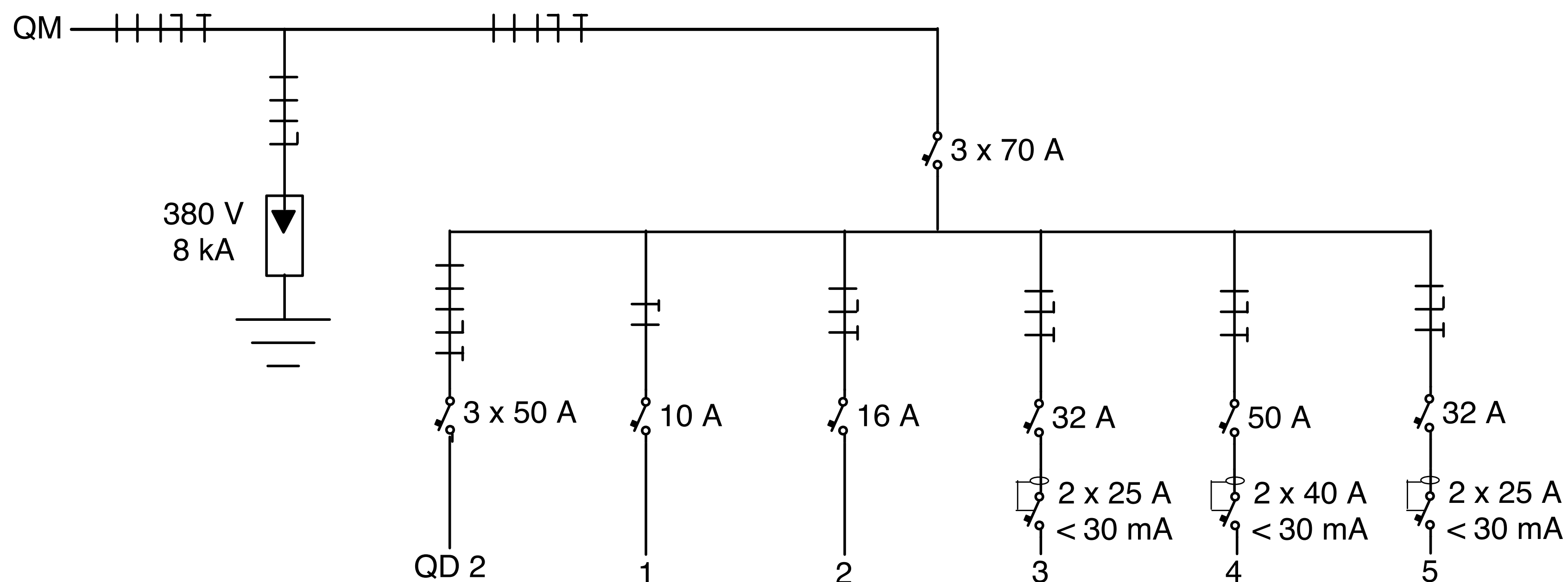


DPS unipolar

Fonte: <https://www.clamper.com.br>

Elementos de proteção: circuito exemplo

Simbologia e diagramas elétricos:



- QM - Quadro de medição
- QD 2 - Quadro de distribuição 2
- 1 - Circuito de iluminação
- 2 - Tomadas de uso geral (TUG)
- 3 - Tomada de uso específico (TUE), cozinha
- 4 - Tomada de uso específico (TUE), chuveiro
- 5 - Tomada de uso específico (TUE), banheiro

Exemplo hipotético de quadro de distribuição residencial

Elementos de conexão elétrica: condutores

Exemplos condutores:

- Material isolante:
 - Nus (sem isolamento) - usados para malhas de aterramento.
 - PVC (policloreto de vinila) - isolação termoplástica que suporta temperaturas até 70 °C;
 - XLPE (polietileno articulado) - borracha termofixa, mais flexíveis e suportam até 90 °C;
 - EPR (etileno polipropileno) - borracha termofixa, mais flexíveis e suportam até 90 °C;
 - EVA (etileno vinil acetado) - livres de halogênios, emitem menos fumaça e não emitem gases tóxicos;
 - LSHF/A (composto poliolefínico termoplástico não halogenado) - livres de halogênios, emitem menos fumaça e não emitem gases tóxicos.
- Material condutor:
 - Cobre;
 - Alumínio;
- Rigidez mecânica:
 - Rígidos;
 - Flexíveis.



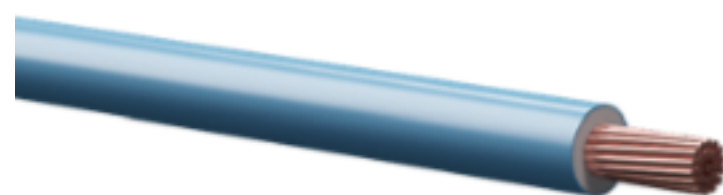
Cabo flexível (EPR, HEPR ou EPR 105; até 35 kV)

Fonte: <http://www.corfio.com.br>



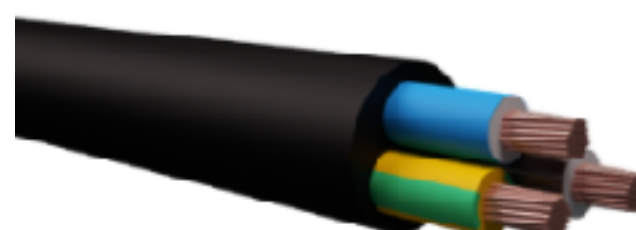
Cabo flexível (LSHF/A; até 1 kV)

Fonte: <http://www.corfio.com.br>



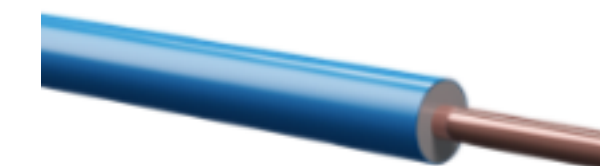
Cabo flexível (PVC; até 750 V)

Fonte: <http://www.corfio.com.br>



Cabo flexível (PVC; até 750 V)

Fonte: <http://www.corfio.com.br>



Fio rígido (PVC; até 750 V)

Fonte: <http://www.corfio.com.br>

Elementos de conexão elétrica: condutores

Exemplos condutores:

- Material isolante:
 - Nus (sem isolamento) - usados para malhas de aterramento.
 - PVC (policloreto de vinila) - isolação termoplástica que suporta temperaturas até 70 °C;
 - XLPE (polietileno articulado) - borracha termofixa, mais flexíveis e suportam até 90 °C;
 - EPR (etileno polipropileno) - borracha termofixa, mais flexíveis e suportam até 90 °C;
 - EVA (etileno vinil acetado) - livres de halogênios, emitem menos fumaça e não emitem gases tóxicos;
 - LSHF/A (composto poliolefínico termoplástico não halogenado) - livres de halogênios, emitem menos fumaça e não emitem gases tóxicos.
- Material condutor:
 - Cobre;
 - Alumínio;
- Rigidez mecânica:
 - Rígidos;
 - Flexíveis.



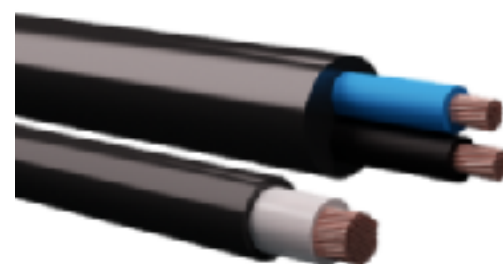
Cabo de cobre nu

Fonte: <http://www.corfio.com.br>



Cabo plano (PVC; até 750 kV)

Fonte: <http://www.corfio.com.br>



Cabo flexível (HEPR; até 1 KV)

Fonte: <http://www.corfio.com.br>



Cabo de alumínio nu

Fonte: <http://www.corfio.com.br>



Cabo paralelo (PVC; até 750 V)

Fonte: <http://www.corfio.com.br>

Elementos de linhas elétricas: dutos e caixas

Exemplos de eletrodutos (3/4", 1/2", 1"):

- Rígido;
- Corrugado (mangueira).

Exemplos de caixas:

- 4" x 2";
- 3" x 3"
- 4" x 4";
- Octogonal.



Eletroduto rígido

Fonte: <https://www.tigre.com.br>



Eletroduto corrugado (flexível)

Fonte: <https://www.tigre.com.br>



4 x 2



4 x 4



3 x 3

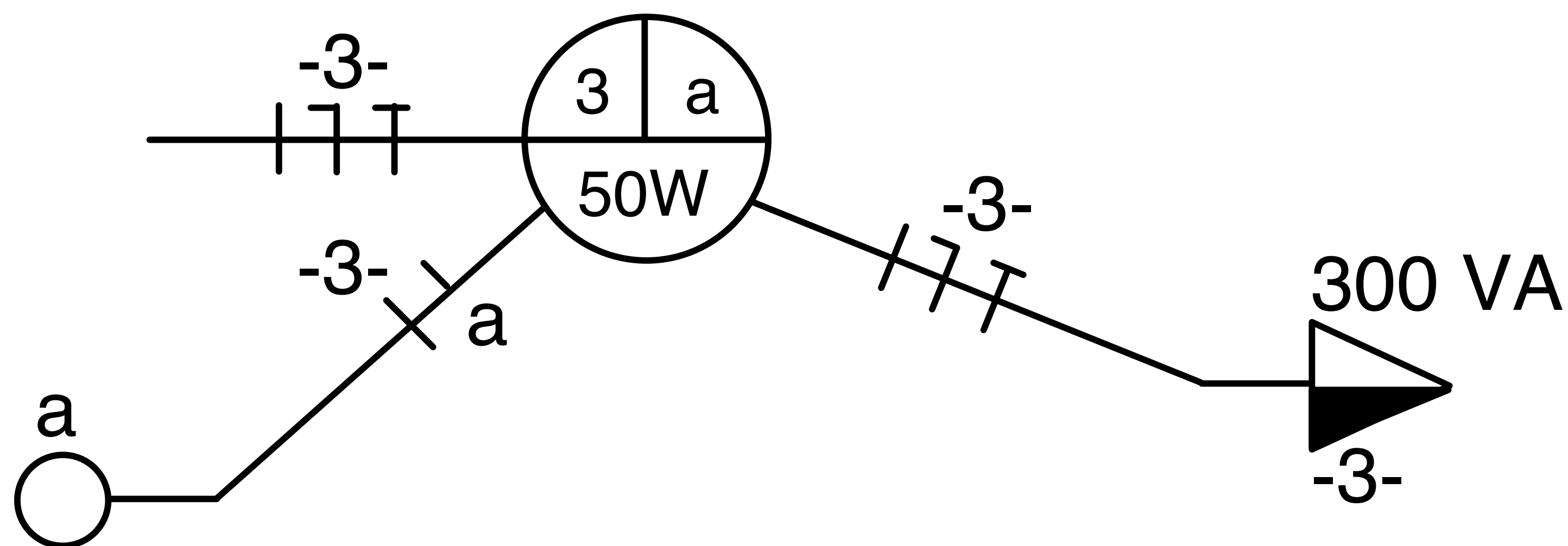


Octogonal

Exemplos de caixas
Fonte: <https://www.tigre.com.br>

Elementos de linhas elétricas: dutos e caixas

Simbologia e diagramas elétricos:



Exemplo de caixa octogonal no teto, conectando interruptor,
lâmpada no teto e saída para tomada na parede

Elementos de linhas elétricas: quadros

Exemplos de quadros:

- Distribuição;
- Comunicação (voz, dados e imagem).



Quadro de distribuição

Fonte: <https://www.se.com/br/pt>

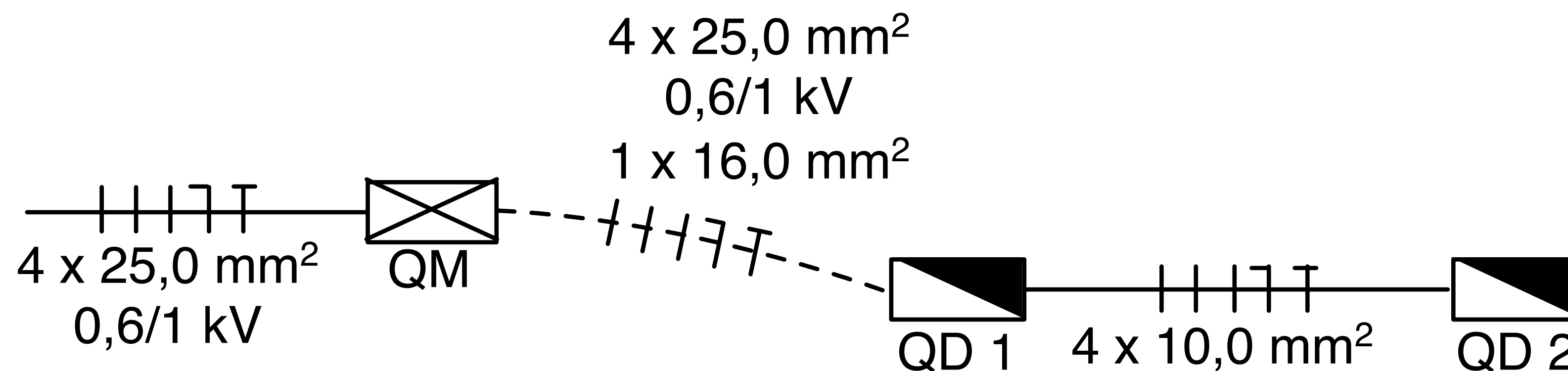


Quadro de comunicação

Fonte: <https://www.tigre.com.br>

Elementos de linhas elétricas: quadros

Simbologia e diagramas elétricos:



Exemplo de linha do quadro de medição até os quadros de distribuição 1 e 2,
em eletroduto flexível no piso e/ou parede ou teto

Elementos de circuitos auxiliares

Tomadas diversas:

- Televisão;
- Telefone (Rj 11);
- Dados (Rj 45).



Rj 45 (internet)

Fonte: <https://www.alumbra.com.br>



Rj 11 (telefone)

Fonte: <https://www.alumbra.com.br>



Antena TV

Fonte: <https://www.se.com/br/pt>

Elementos de circuitos auxiliares

Elementos diversos:

- Campainha;
- Sensor de presença (para alarmes, iluminação ou automação);
- Interfone.



Campainha

Fonte: <http://www.legrand.com.br>



Sensor de presença

Fonte: <https://www.multicraft.com.br>



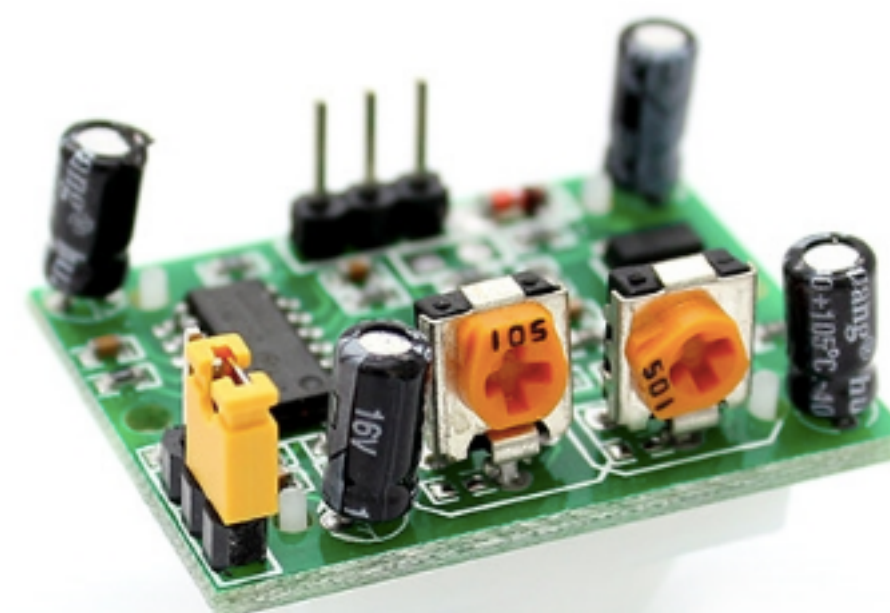
Interfone

Fonte: <https://www.intelbras.com>

Elementos de circuitos auxiliares

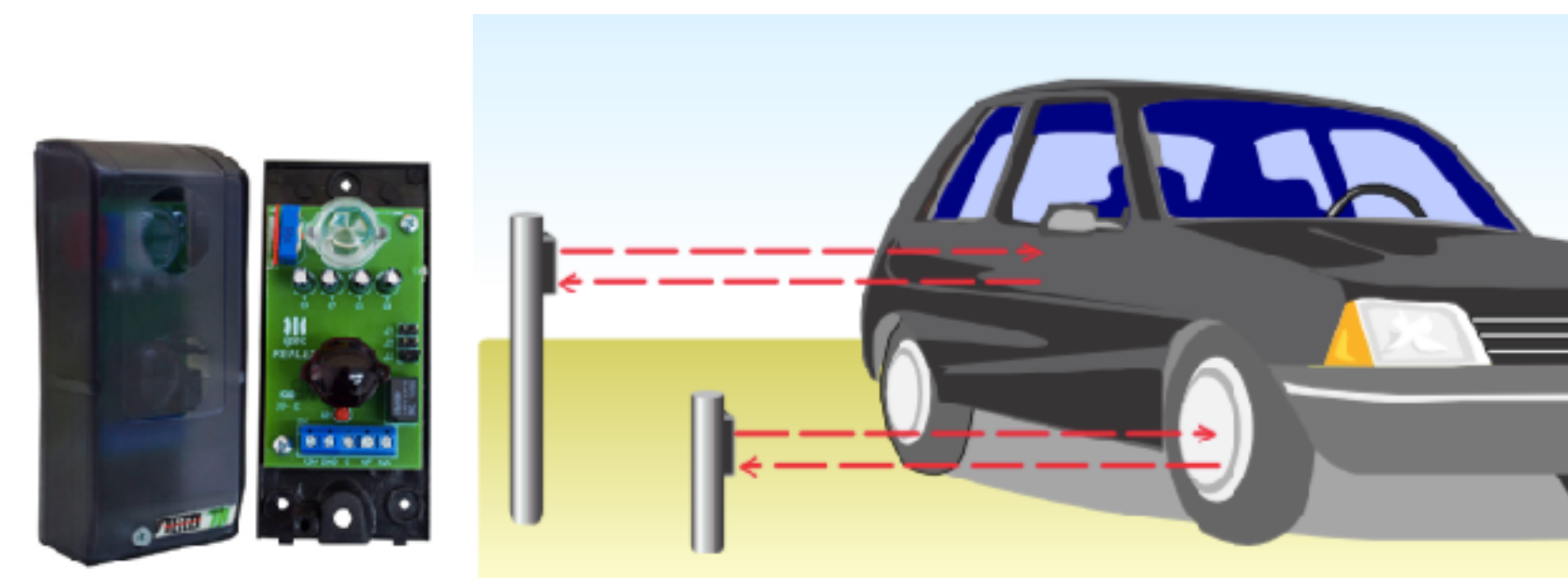
Sensor de presença:

- Utiliza sensor de movimento e presença (PIR = passive infrared, sensor infravermelho);
- Fonte de alimentação (ou bateria) e circuito de acionamento (relés) integrado no gabinete.



Sensor infravermelho

Fonte: <https://www.filipeflop.com>



Aplicação em automação

Fonte: <https://www.ipec.ind.br>

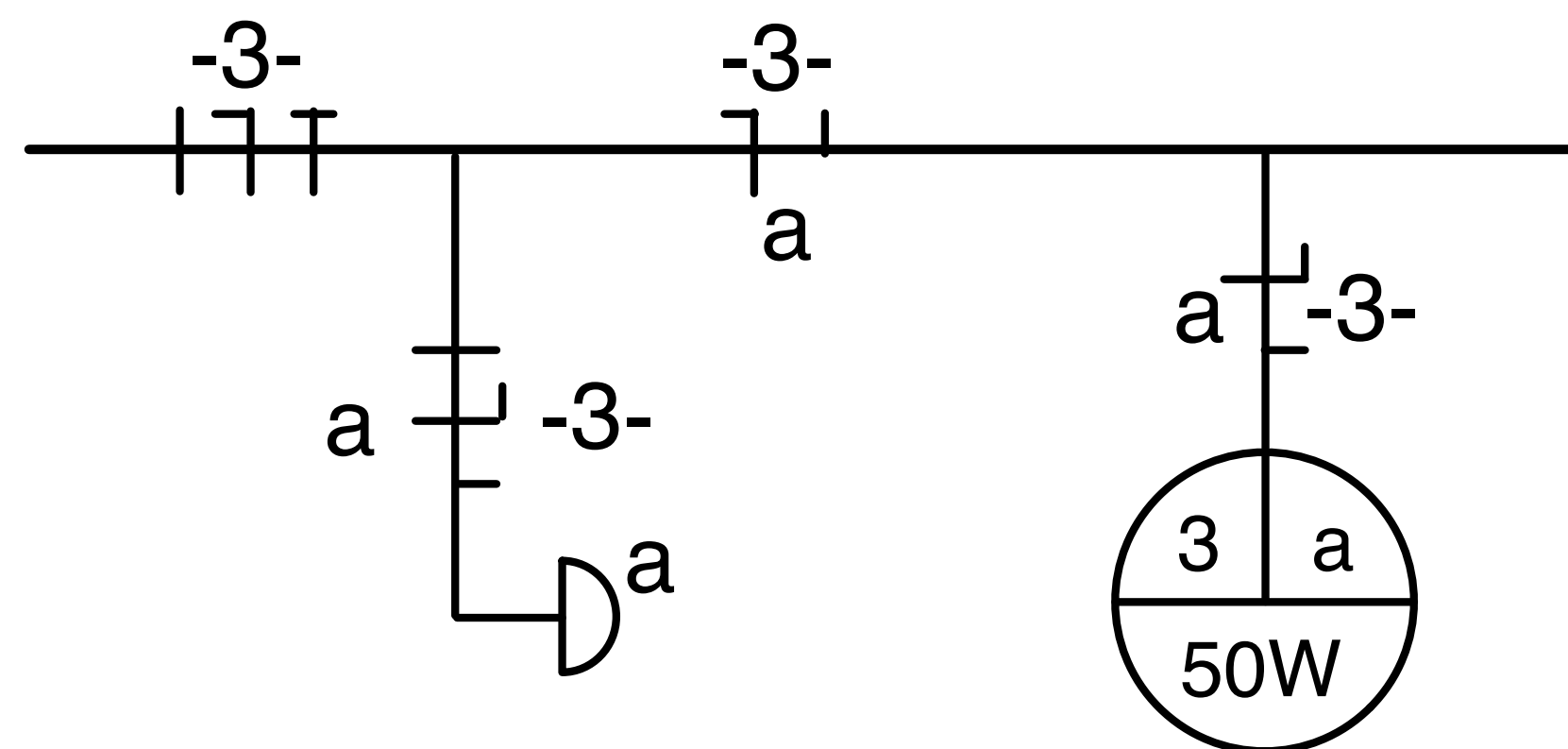
Aspecto interno de sensor de presença

Fonte: <https://www.magazineluiza.com.br>

Elementos de circuitos auxiliares

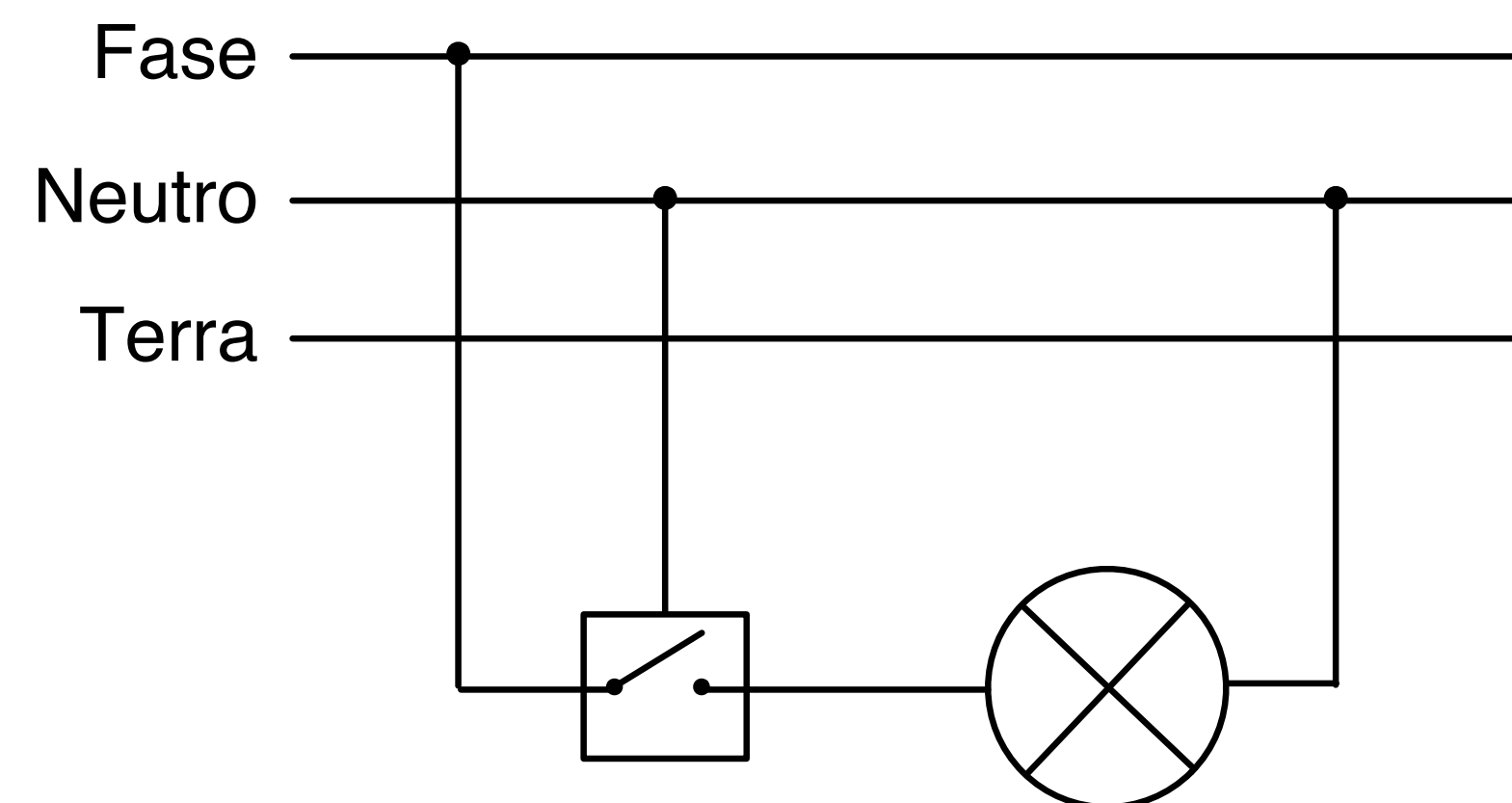
Sensor de presença comandando lâmpada no teto:

Diagrama unifilar



Sensor de presença, circuito 3, seção a

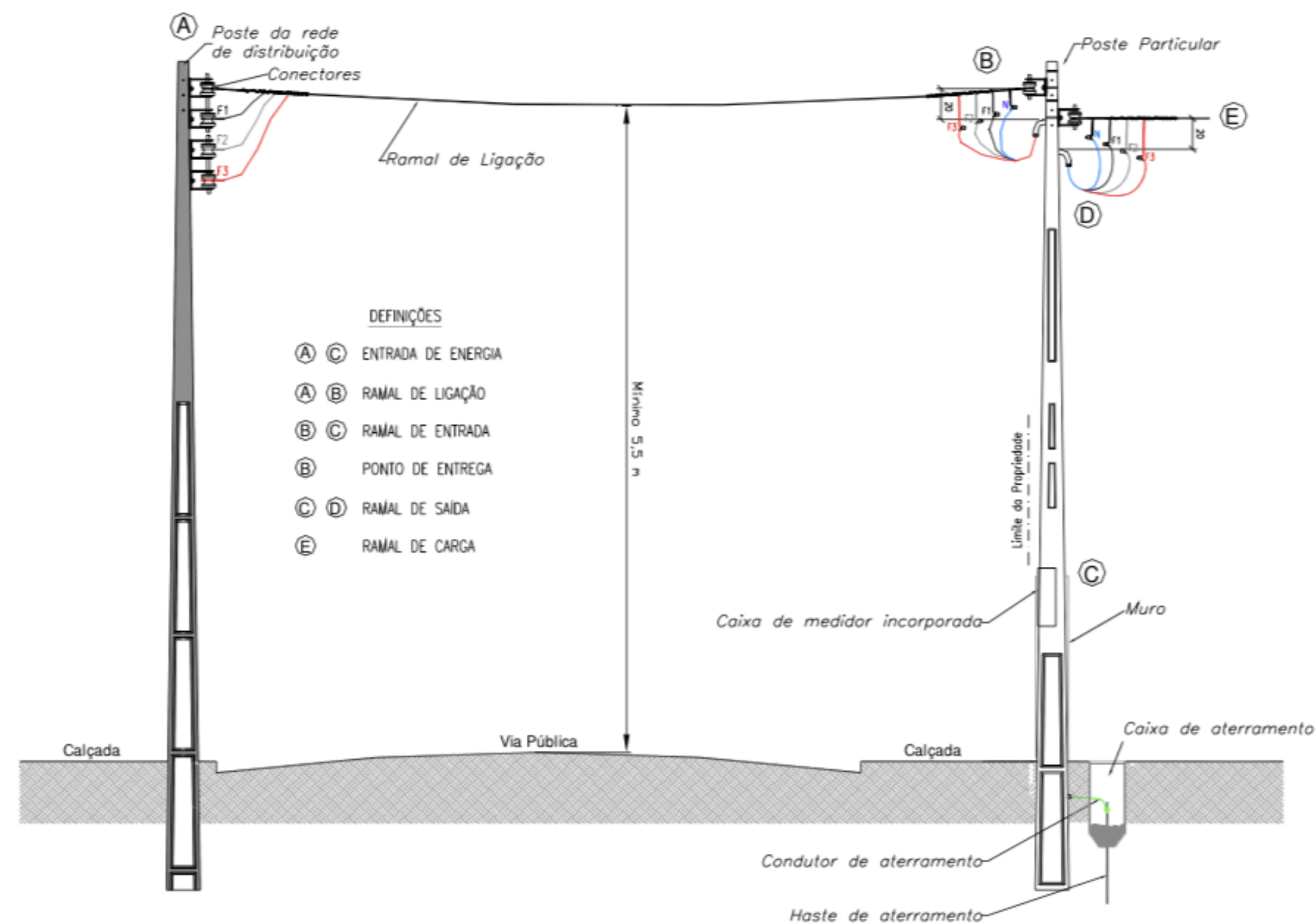
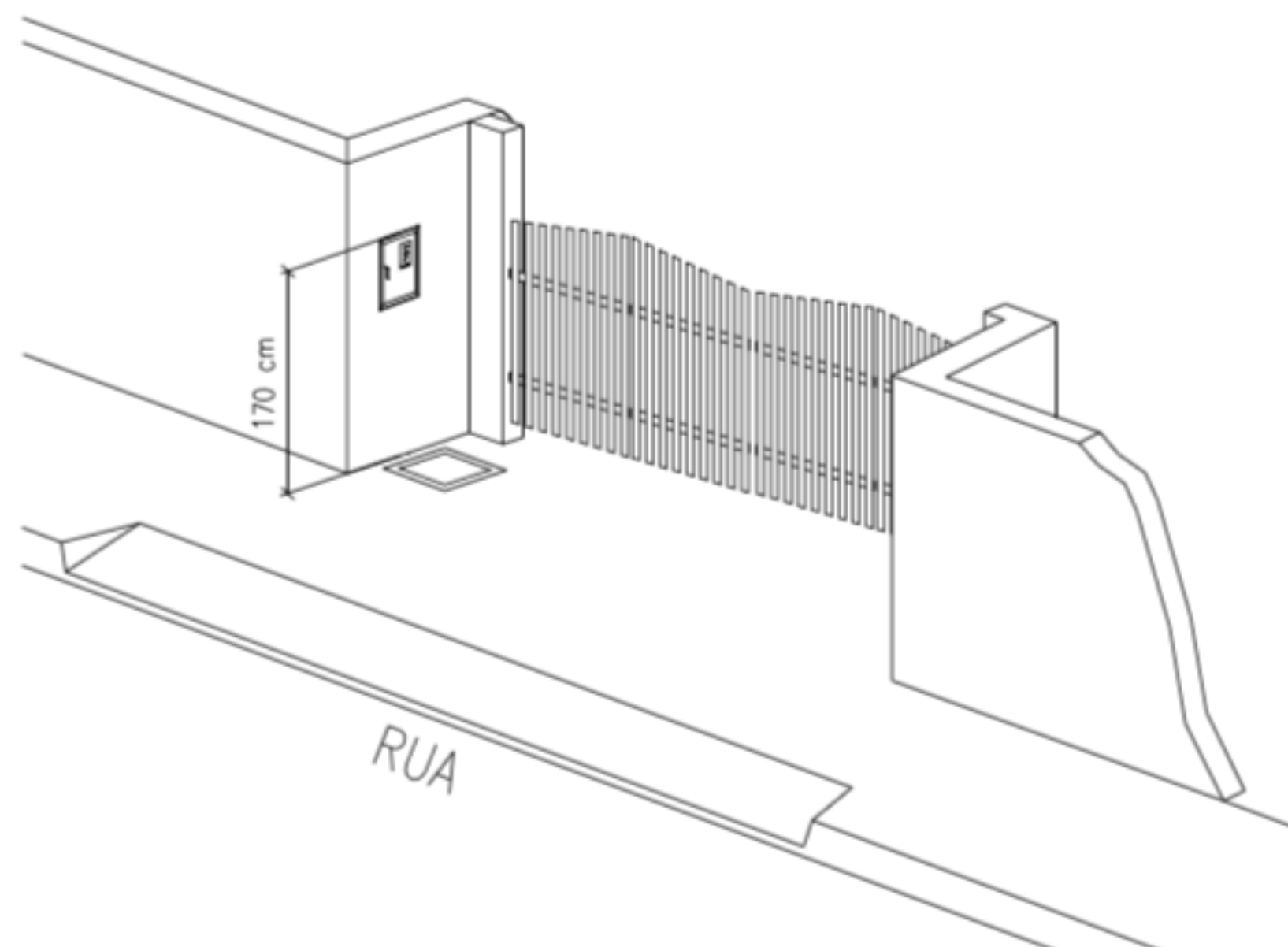
Diagrama multifilar



Elementos da entrada de energia elétrica

Fornecimento de energia elétrica:

- Regulamentado pela concessionária de energia elétrica;
- Norma Técnica N-321.0001;
- Em baixa tensão (alimentação secundária):
 - Monofásico (fase e neutro), potência até 15 kW;
 - Bifásico (2 fases e neutro), potência de 15 a 25 kW;
 - Trifásico (3 fases e neutro), potência de 25 a 75 kW.



Entrada em mureta ou poste

Fonte: Norma Técnica N-321.0001/CELESC

Elementos da entrada de energia elétrica

Elementos do sistema de fornecimento de energia elétrica:

- Rede de distribuição (da concessionária);
- Ramal de distribuição ou ligação;
- Ramal de entrada;
- Ramal de saída;
- Ramal de carga;
- Medição (quadro e medidor);
- Aterramento.



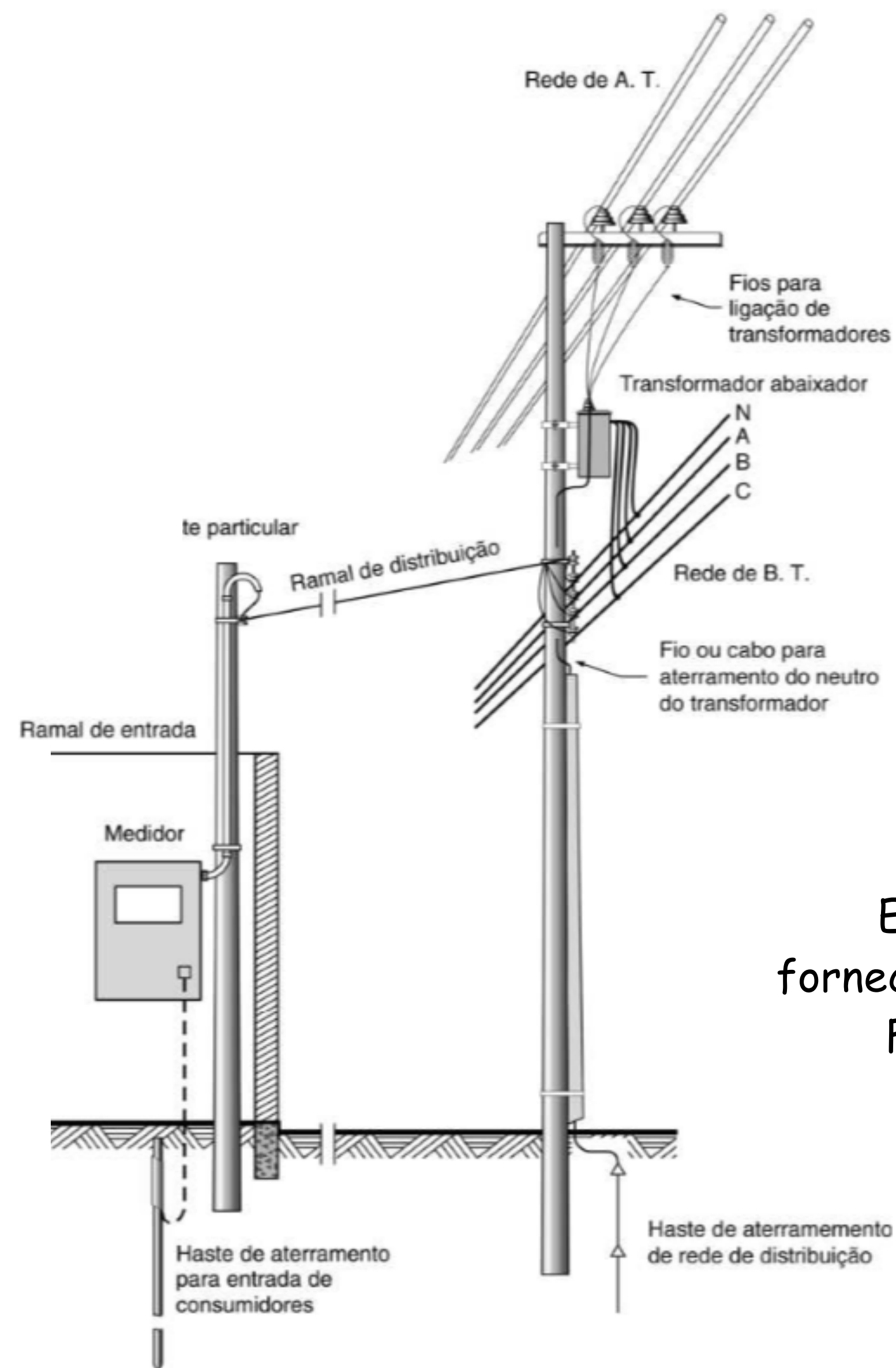
Quadro de medição

Fonte: <https://www.comandopaineis.com.br>



Haste de terra

Fonte: <https://www.leroymerlin.com.br>



Exemplo de sistema de fornecimento de energia elétrica

Fonte: (Creder, 2002)

Próxima Aula

Projeto de instalações elétricas

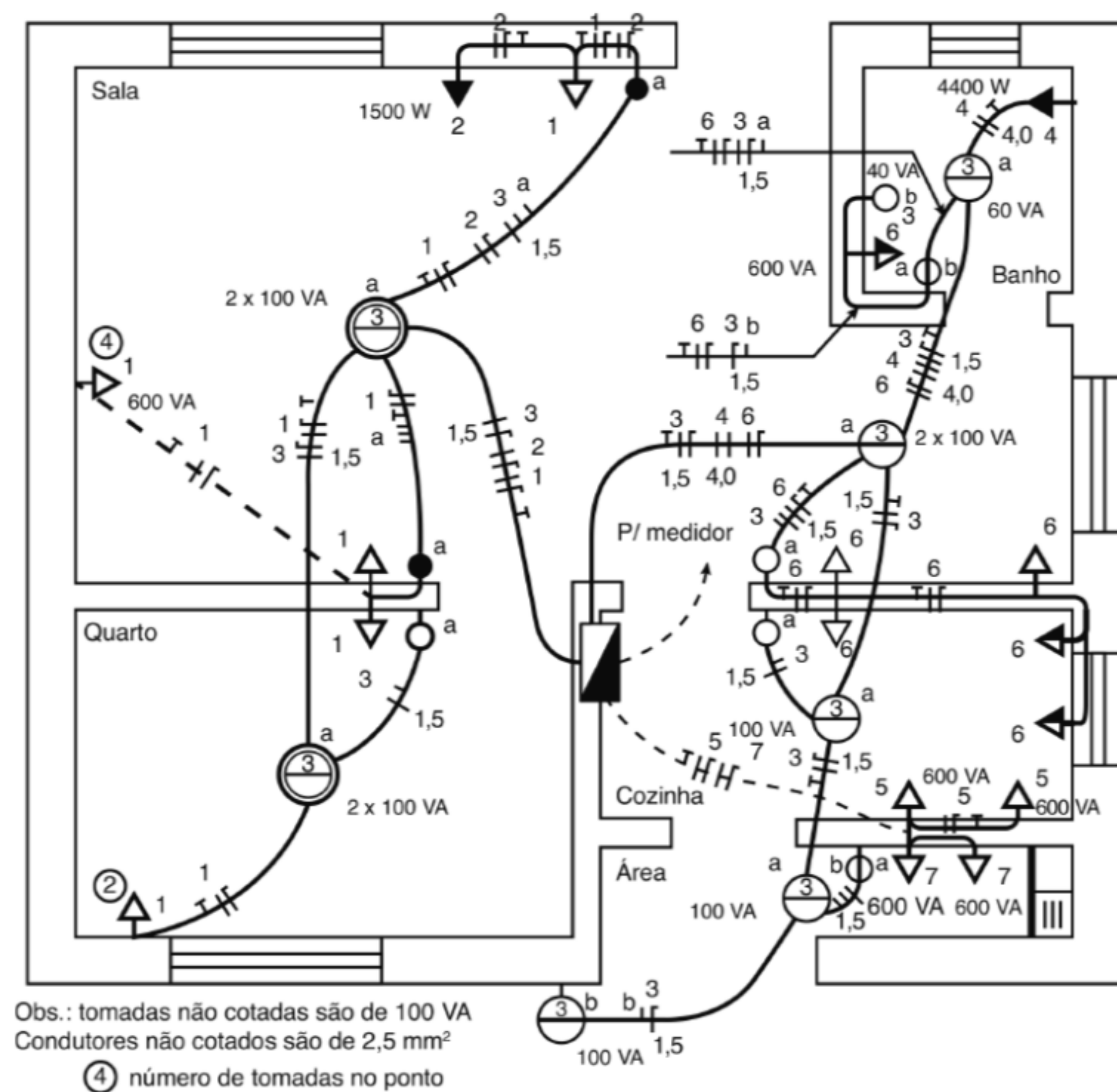


Diagrama unifilar de uma instalação elétrica
Fonte: (Creder, 2002)

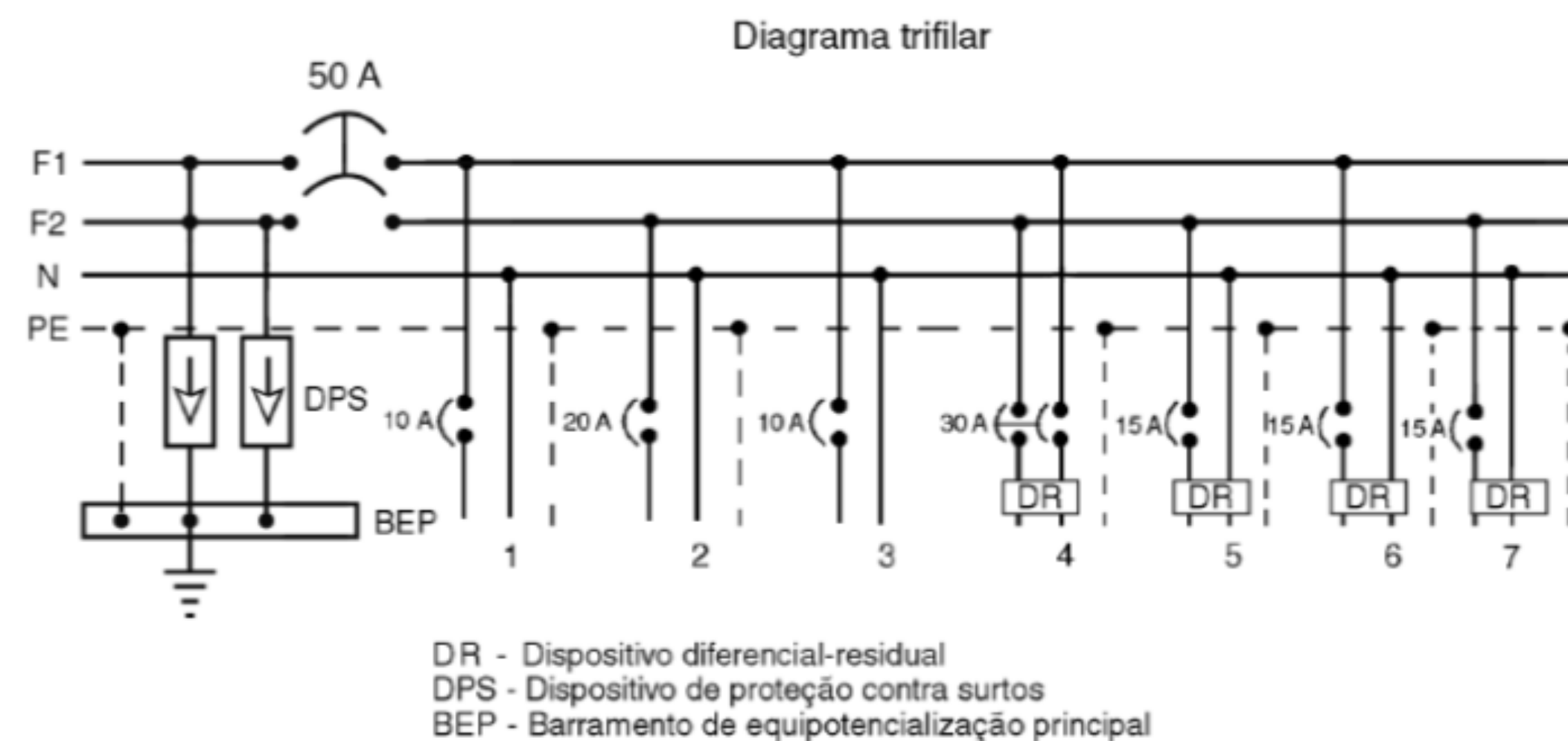


Diagrama multifilar de parte de uma instalação elétrica
Fonte: (Creder, 2002)