

2º Bimestre

Prof. Evandro Junior Rodrigues

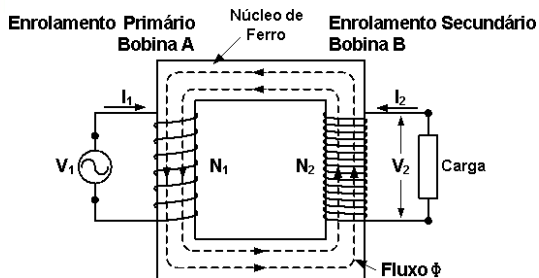
Agosto 2016

Sumário

- 1 Transformadores
- 2 Geração + Transmissão + Distribuição
- 3 Proteção contra sobrecorrente
- 4 Proteção contra choques elétricos
- 5 Motores Elétricos: Dimensionamento e Acionamento

Transformador

É um dispositivo que permite modificar a amplitude de uma tensão alternada, aumentando-a ou diminuindo-a



Transformador

A tensão alternada aplicada no primário faz circular por suas espiras uma corrente alternada I_P , originando um fluxo magnético alternado no núcleo de ferro. Este fluxo variável corta as espiras do secundário, induzindo nele uma tensão alternada.

Considerações:

- Núcleo é de ferro laminado para diminuir as perdas causadas pelas corrente de Foucault
- Em um Trafo ideal, a potência do primário é igual a potência do secundário, assim:

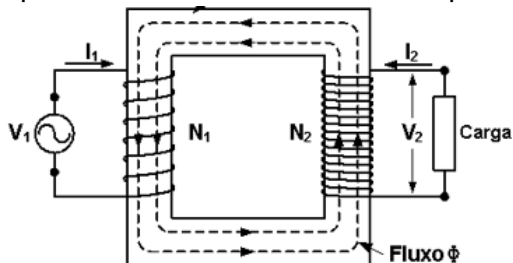
$$\begin{aligned} P_P &= V_P * I_P \\ P_S &= V_S * I_S \end{aligned} \quad \Rightarrow \quad V_P * I_P = V_S * I_S$$

$$\frac{V_P}{V_S} = \frac{N_P}{N_S}$$

$$\frac{I_S}{I_P} = \frac{N_P}{N_S}$$

Exemplo 1

Um transformador ideal tem 200 espiras no primário e 800 espiras no secundário. Aplicando uma tensão de 10 V no primário, determinar:



Carga = 100 Ω

- Tensão induzida no secundário
- Corrente no primário e no secundário, quando o Trafo alimenta uma carga resistiva de 100 Ω .

Exemplo 1 - Resolução

a) Como o número de espiras no secundário é maior, irá haver uma tensão maior no secundário.

$$\boxed{\frac{V_P}{V_S} = \frac{N_P}{N_S}} \Rightarrow \frac{10}{V_S} = \frac{200}{800} \Rightarrow V_S = 40 \text{ V}$$

b)

$$I_S = \frac{V_S}{R} \Rightarrow I_S = \frac{40}{100} \Rightarrow I_S = 0,4 \text{ A}$$

$$\boxed{\frac{I_S}{I_P} = \frac{N_P}{N_S}} \Rightarrow \frac{0,4}{I_P} = \frac{200}{800} \quad I_P = 1,6 \text{ A}$$

Exercício 1

Um transformador tem 500 espiras no primário, no qual é aplicada uma tensão de 110V. Qual o número de espiras do secundário para que sua tensão seja de 12 V ?

Resp. 54,5 Espiras

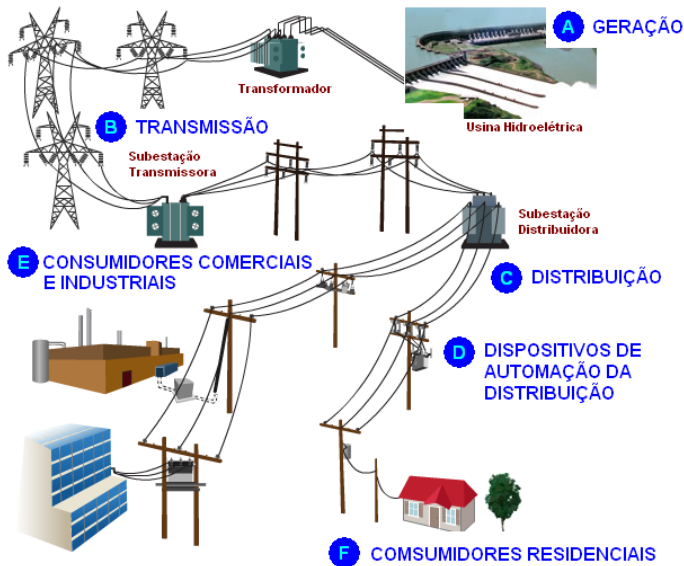
Exercício 2

Qual deve ser a relação de espiras num transformador abaixador de tensão de 110 V para 24 V ?. Qual a corrente no primário, se o secundário fornece 1 A para uma carga resistiva?.

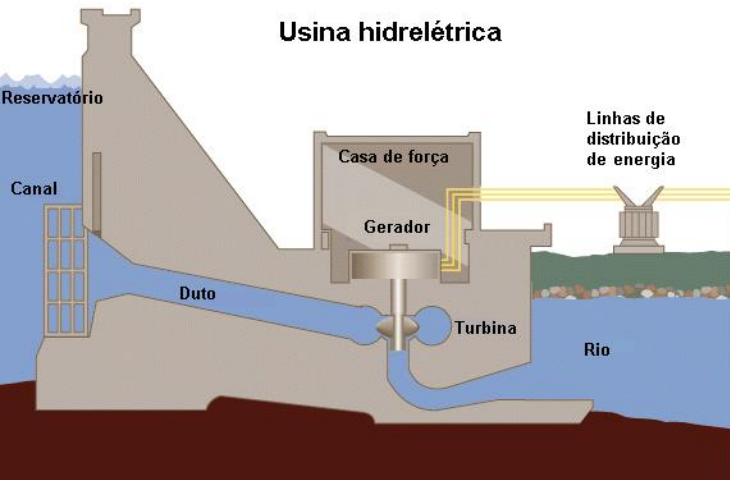
Relação: 4,6

$I_p = 0,217 \text{ A}$

Geração + Transmissão + Distribuição

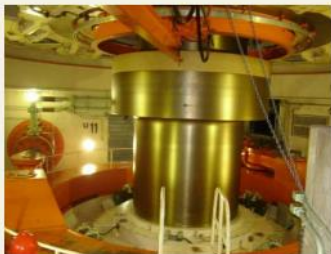


Geração



Geração

- ❑ A dimensão do gerador é função da quantidade de energia que vai ser gerada
- ❑ 6,9 kV – 13,8 kV - 18,0 kV
- ❑ Altas correntes (kA)
- ❑ Altas potências (MW)



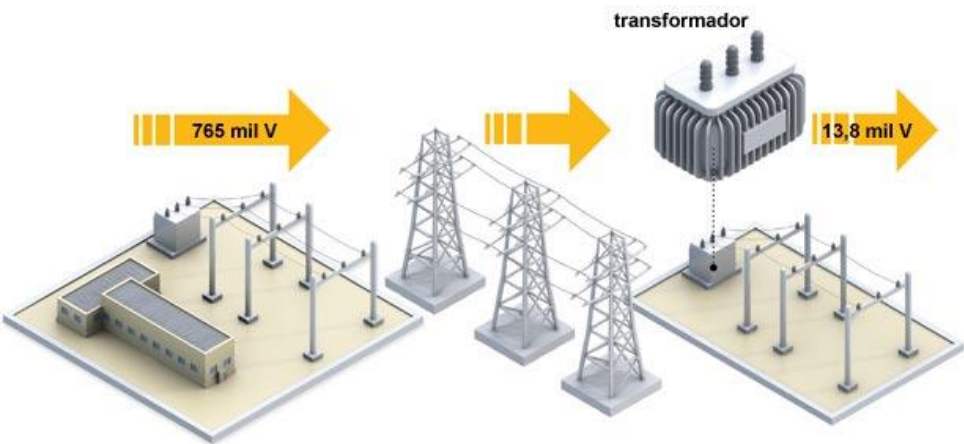
Geração

Usinas

- ❑ Hidrelétricas
- ❑ Termoelétricas
- ❑ Eólicas
- ❑ Nucleares
- ❑ Células solares



Transmissão



Distribuição

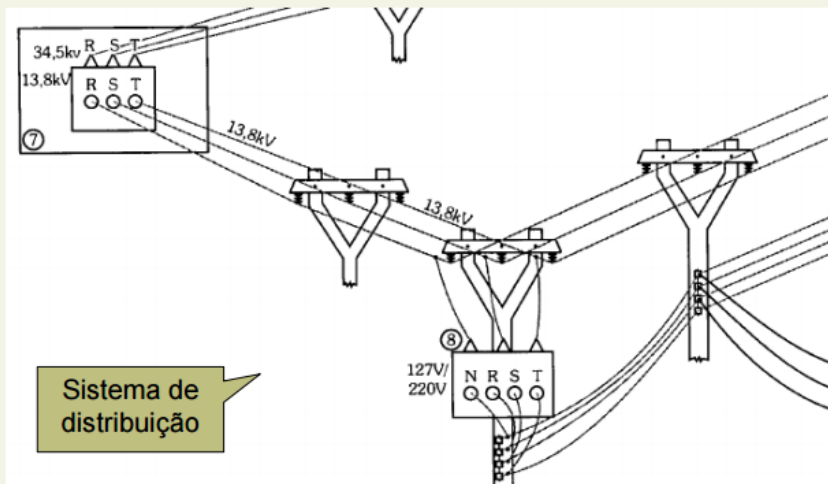
- Na subestação de distribuição, a energia segue para distribuição urbana (cidades) em 13,8kV
 - De trechos em trechos, nas ruas, conforme o consumo e em função da quantidade de consumidores, são instalados transformadores nos postes das concessionárias
-
- 127 e 220V (residências e indústrias)
 - 127 e 254V (área rural)

Distribuição

- Na subestação de distribuição, a energia segue para distribuição urbana (cidades) em 13,8kV
 - De trechos em trechos, nas ruas, conforme o consumo e em função da quantidade de consumidores, são instalados transformadores nos postes das concessionárias
-
- 127 e 220V (residências e indústrias)
 - 127 e 254V (área rural)

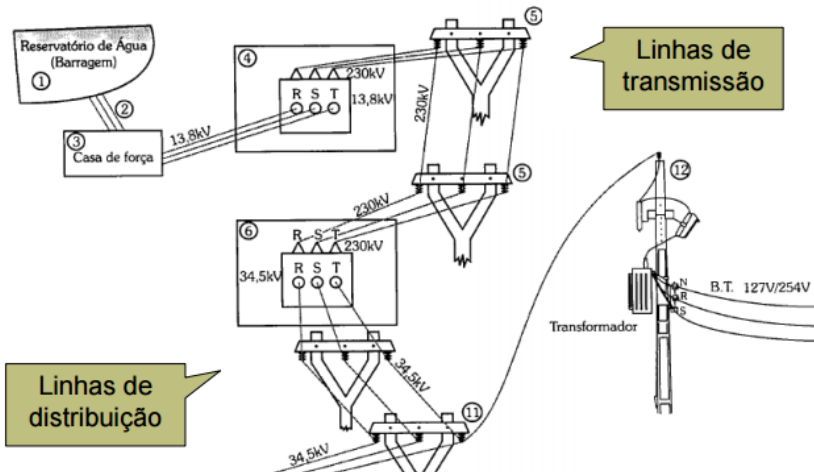
Distribuição

□ Áreas residencial e industrial



Distribuição

□ Área rural

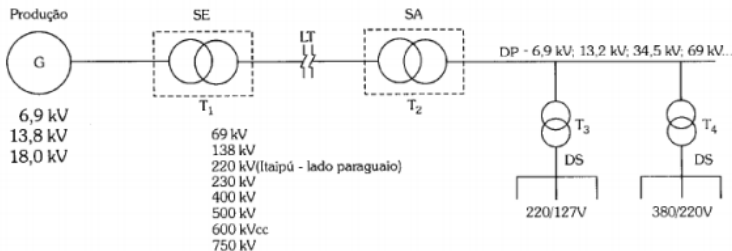


Níveis de Tensão – Esquema Unifilar

Geração

Transmissão

Distribuição



Dimensionamento de Dispositivos de Proteção

1. Proteção contra sobrecorrente

- ❑ **Sobrecarga:** quando a corrente nominal da carga é superior à corrente de projeto do circuito.
- ❑ **Curto-circuito:** corrente extremamente elevada devido ao contato ou falta elétrica.

❖ Disjuntores



2. Proteção contra choques elétricos e incêndios

❖ DR



Dimensionamento de Dispositivos de Proteção

➤ 1 - Disjuntor Termomagnético – DTM

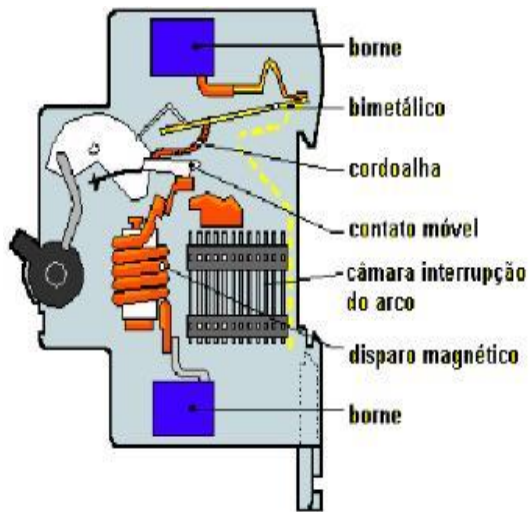
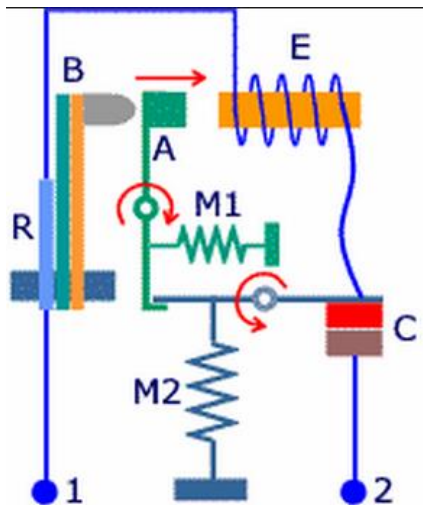
- Dispositivo de manobra
- Dispositivo de proteção

Funcionamento:

- **Relé Magnético:** é uma bobina com núcleo metálico que se magnetiza quando a corrente a atravessa.
Atua apenas em caso de corrente de curto-circuito.
- **Relé Térmico:** formado por um bimetal cujos materiais possuem coeficiente de dilatação.
Atua quando houver corrente de sobrecarga. Quanto maior a intensidade da corrente, mais rapidamente o bimetal deforma.

Dimensionamento de Dispositivos de Proteção

➤ Disjuntor Termomagnético – DTM



Dimensionamento de Dispositivos de Proteção

➤ Curva Tempo x Corrente

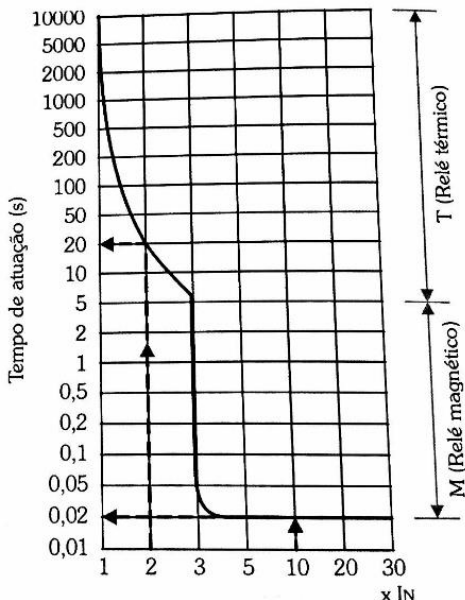
Em quanto tempo o Disjuntor dispara se:

- A corrente do circuito for duas vezes a corrente nominal? ($2 \cdot I_n$)

❖ 20 s

- A corrente do circuito for dez vezes a corrente nominal? ($10 \cdot I_n$)

❖ 0,02 s



Dimensionamento de Dispositivos de Proteção

➤ Especificação do Disjuntor Termomagnético

- **Número de polos:** monopolar, bipolar, tripolar
- **Corrente nominal – In:** Corrente nominal do disjuntor
 - ❖ Quadro aberto – com ventilação
 - ❖ Quadro fechado (quadro com tampa) – sem ventilação (Aumentar 10° na temperatura do quadro)
- **Tensão de operação:** Baixa tensão (Até 1000 V), média e alta tensão.
- **Capacidade de interrupção – Ics:** Corrente de curto-circuito que o disjuntor consegue interromper sem se danificar.

Dimensionamento de Dispositivos de Proteção

➤ Coordenação entre Condutor e Dispositivo de Proteção

$$I) \quad I_B \leq I_N \leq I_Z$$

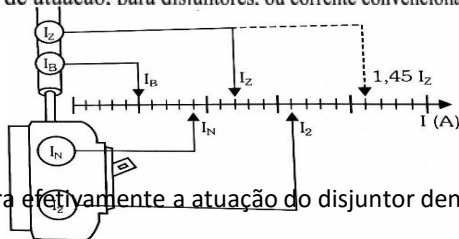
$$II) \quad I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z$$

Para o condutor: $I_Z = I_c \cdot FCA \cdot FCT$

Para o Disjuntor: $I_N = I_N / FCT (+10^\circ)$

- I_B = corrente de projeto do circuito
- I_N = corrente nominal do dispositivo de proteção (ou corrente de ajuste, para dispositivos ajustáveis), nas condições previstas para sua instalação
- I_Z = capacidade de condução de corrente dos condutores, nas condições previstas para a sua instalação
- I_2 = corrente convencional de atuação, para disjuntores, ou corrente convencional de fusão, para fusíveis

$$I_B = I_P$$



I_2 = Aquela que assegura efetivamente a atuação do disjuntor dentro de um intervalo de tempo

Dimensionamento de Dispositivos de Proteção

➤ Escolha do Disjuntor (Catálogo – Pial-Legrand/Bticino)

UNIC® DIN
disjuntores termomagnéticos
de 4 a 63A



609 908



609 933

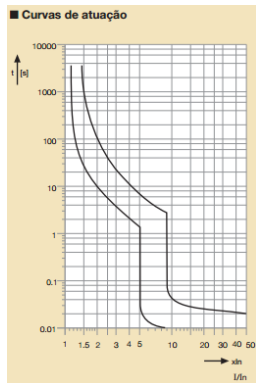


609 953

Dimensionamento de Dispositivos de Proteção

➤ Corrente nominal dos Disjuntores (Unipolares)

Emb.	Ref.	Disjuntores termomagnéticos UNIC DIN
		Certificado conforme norma ABNT NBR NM 60698:2004
		Unipolares 127 / 220 V~
	Curva Tipo C	Corrente Nominal (A)
12	609 903	4
12	609 904	6
12	609 905	10
12	609 906	16
12	609 907	20
12	609 908	25
12	609 909	32
12	609 911	40
12	609 912	50
12	609 913	63



Dimensionamento de Dispositivos de Proteção

➤ Correção de Temperatura (40°C)

■ Correntes nominais em função da temperatura ambiente

Temperatura Ambiente (°C)	30°C		10°C		20°C		40°C	
	Unipolar	Multipolar	Unipolar	Multipolar	Unipolar	Multipolar	Unipolar	Multipolar
Correntes nominais, In (A)	10,0	10,0	11,4	11,4	10,7	10,7	9,6	9,6
	16,0	16,0	17,4	17,4	16,6	16,6	15,7	15,7
	20,0	20,0	22,0	22,0	20,8	20,8	19,6	19,6
	25,0	25,0	27,5	27,5	26,0	26,0	24,5	24,5
	32,0	32,0	34,6	34,6	33,3	33,3	32,0	32,0
	40,0	40,0	43,2	43,2	41,6	41,6	40,0	40,0
	50,0	50,0	54,0	54,0	52,0	52,0	50,0	50,0
	63,0	63,0	68,0	68,0	65,5	65,5	63,0	63,0

Dimensionamento de Dispositivos de Proteção

➤ Bipolares e Tripolares da UNIC DIN

Bipolares 220 / 380 V~		
	Curva Tipo C	Corrente Nominal (A)
6	609 923	4
6	609 924	6
6	609 925	10
6	609 926	16
6	609 927	20
6	609 928	25
6	609 929	32
6	609 931	40
6	609 932	50
6	609 933	63

Tripolares 220 / 380 V~		
	Curva Tipo C	Corrente Nominal (A)
4	609 943	4
4	609 944	6
4	609 945	10
4	609 946	16
4	609 947	20
4	609 948	25
4	609 949	32
4	609 951	40
4	609 952	50
4	609 953	63

Exemplo 1

➤ Dimensionamento de Disjuntores

Dimensione uma proteção de um polo para um circuito cuja a corrente de projeto $I_P = 24,8 \text{ A}$, sendo que o condutor de fase foi selecionado sendo de PVC e embutido em alvenaria a temperatura de $30 \text{ }^\circ\text{C}$, onde sua seção escolhida seja de 4 mm^2 , cuja a capacidade de condução de corrente $I_z = 32 \text{ A}$.

Considere que a caixa geral será instalada na parede sem tampa (Com ventilação)

Exemplo 2

➤ Dimensionamento de Disjuntores

Dimensione uma proteção de um polo para um circuito cuja a corrente de projeto $I_P = 24,8 \text{ A}$, sendo que o condutor de fase foi selecionado sendo de PVC e embutido em alvenaria a temperatura de $30 \text{ }^\circ\text{C}$, onde sua seção escolhida seja de 4 mm^2 , cuja a capacidade de condução de corrente $I_z = 32 \text{ A}$.

Considere que a caixa geral será instalada na parede com tampa de proteção.

Exemplo 3

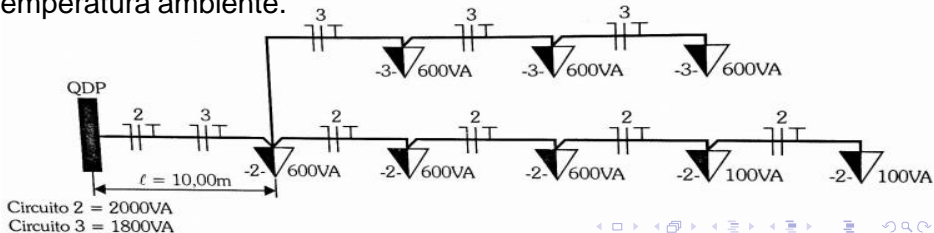
➤ Dimensionamento de Disjuntores

Seja o esquema seguinte, dimensione as proteções para os circuitos para quadro instalado:

a) Sem tampa (com ventilação)

b) Com tampa (sem ventilação)

Será utilizado condutores isolados de cobre com isolamento de PVC, instalados em eletroduto embutido em alvenaria, sendo 30°C a temperatura ambiente.



Dimensionamento de Dispositivos de Proteção

➤ 2 – Dispositivo Diferencial Residual(DR)

A NBR 5410 estabelece que toda instalação elétrica deve ter ao menos um condutor de proteção PE, mas para que a proteção contra choques elétricos seja garantida, é necessário instalar o dispositivo diferencial residual (DR)

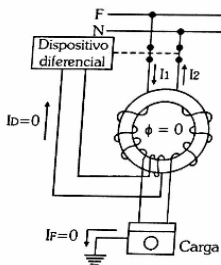
Funcionamento:

O DR é um tipo de interruptor que detecta a fuga de corrente à terra e desliga o circuito antes que uma pessoa sofra o efeito do choque elétrico ou antes que um curto-circuito provoque superaquecimento nos condutores, causando incêndio.

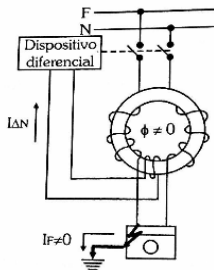
Dimensionamento de Dispositivos de Proteção

Funcionamento:

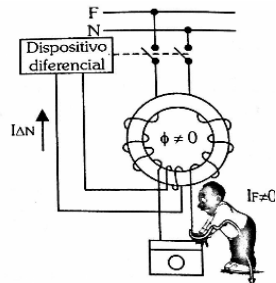
- ❑ Garantir a proteção das pessoas contra choques elétricos causados por contatos direto e indireto.
- ❑ Proteger o local da instalação contra incêndio



(a) Operação normal



(b) DR atuando por fuga à terra



(c) DR atuando por choque elétrico

Dimensionamento de Dispositivos de Proteção

Tipos de Dispositivo DR

- ❑ **IDR** – Interruptor DR
- ❑ **Disjuntor DR** – ele também faz a proteção contra sobrecorrente.

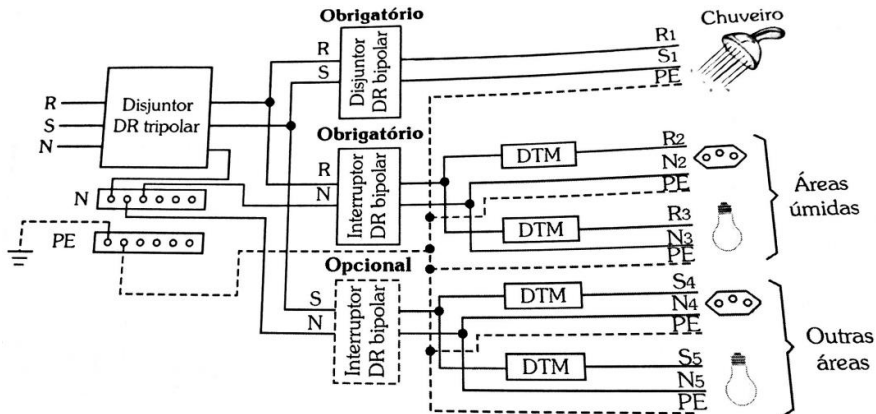
O dispositivo DR pode ser usado individualmente para proteger um único circuito ou um dos seus pontos de utilização, mas ele também é usado para a proteção de grupos de circuitos com características similares, como por exemplo:

- ❖ TUG – Tomadas de uso Geral de áreas úmidas
- ❖ TUE – Tomadas de uso Específicos de áreas úmidas
- ❖ Tomadas e pontos de iluminação de áreas externas etc.

Dimensionamento de Dispositivos de Proteção

Observação

- ❑ No caso de utilização de IDR, ele deve ser instalado sempre em série com o disjuntor ou grupo de disjuntores.



Dimensionamento de Dispositivos de Proteção

➤ Lugares a serem utilizados DR

- Circuitos de pontos de utilização situados em locais com banheiro ou chuveiro;
- Circuitos de tomadas e de iluminação localizadas em áreas externas;
- Circuitos de tomadas localizadas em áreas internas, mas usadas para alimentar equipamentos no exterior;
- Circuitos de pontos de utilização situados em dependências internas molhadas ou sujeitas a lavagens como:
 1. Cozinha
 2. Copa-cozinha
 3. Lavanderia
 4. Área de serviço
 5. Garagem

Obs.: Admite a exclusão dos pontos de iluminação posicionados a uma altura igual ou superior a 2,5m.

Dimensionamento de Dispositivos de Proteção

➤ Observações

- Não se deve instalar dispositivo DR em torneira elétricas e chuveiros que sejam construídos em carcaça metálica e/ou possuam resistência elétrica aberta (elevada corrente de fuga).
- A maioria dos chuveiros e torneiras elétricas comercializados no Brasil possui resistência elétrica aberta, de modo que o contato com a água é direto, dificultando o cumprimento da norma que obriga o uso do dispositivo DR.

Dimensionamento de Dispositivos de Proteção

➤ Especificações dos Dispositivos DR

- ❖ Corrente Nominal – I_N : Dependendo da função como interruptor ou disjuntor.

I_N : 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100 A.

- ❖ Número de Polos:

- Bipolar
- Tetrapolar

- ❖ Corrente diferencial-residual nominal de atuação – $I_{\Delta N}$

- Alta sensibilidade ($I_{\Delta N} \leq 30 \text{ mA}$)
 - ✓ Proteção contra contatos indiretos e diretos.

- Baixa sensibilidade ($I_{\Delta N} \geq 30 \text{ mA}$)
 - ✓ Proteção contra contatos indiretos e incêndio.

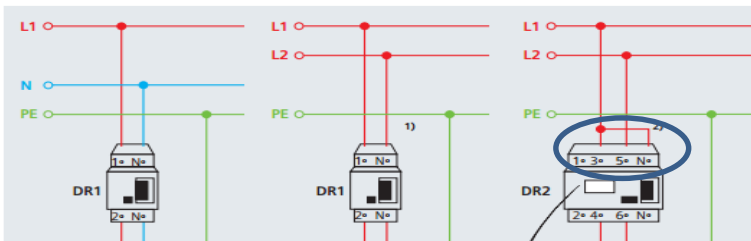
Dimensionamento de Dispositivos de Proteção


➤ Instalação dos Dispositivos DR

- Todos os condutores vivos de um circuito (fase e neutro) devem ser ligados no dispositivo DR.
- No caso de circuitos com dois condutores vivos:
 - FN
 - FF } DR Bipolar (preferencialmente)
- Nos demais casos:
 - FFN
 - FFF
 - FFFN } DR Tetrapolar

Dimensionamento de Dispositivos de Proteção

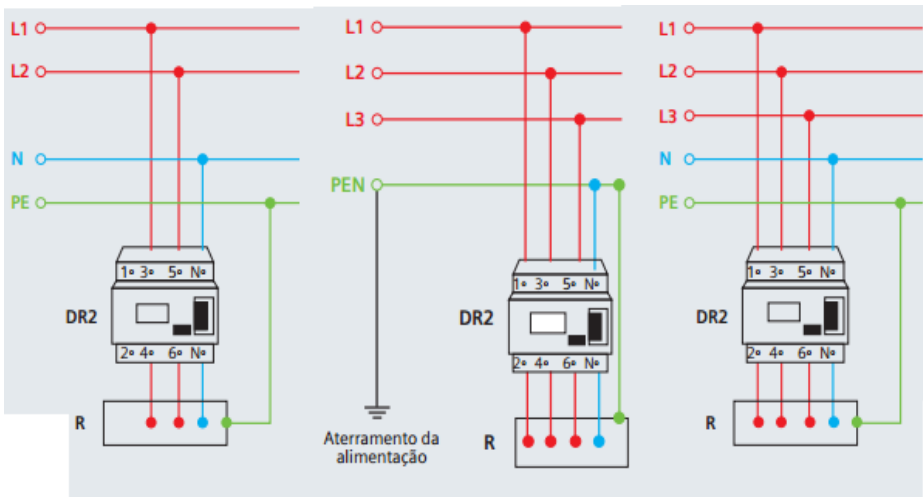
➤ Instalação dos Dispositivos DR



2) O botão de teste , possibilita a verificação do correto funcionamento e instalação do dispositivo DR, gerando uma corrente de fuga interna entre dois terminais de conexão (acionar semestralmente, pois é a garantia de funcionamento do Dispositivo DR). Portanto, em redes bifásica ou trifásica (L1+L2+N ou L1+L2+L3 sem N), verifique o diagrama no frontal do dispositivo DR para proporcionar a correta energização dos terminais utilizados por este teste. No exemplo foi interligado o terminal de conexão 3 ao terminal de conexão N para permitir a operação do botão de teste.

Dimensionamento de Dispositivos de Proteção

➤ Instalação dos Dispositivos DR

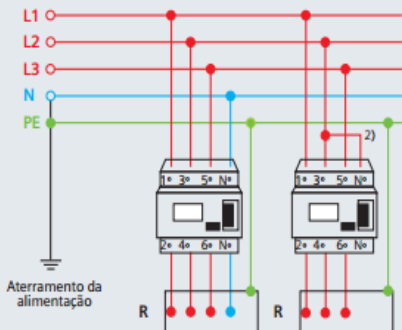


Dimensionamento de Dispositivos de Proteção

➤ Esquema de ligação com aterramento

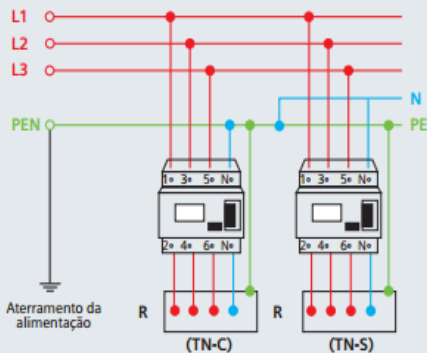
Esquema TN-S

As funções do condutor Neutro (N) e do condutor de Proteção (PE) são distintos na rede.



Esquema TN-C-S

Em parte do sistema as funções do condutor Neutro (N) e do condutor de Proteção (PE) são combinadas em um único condutor (PEN).

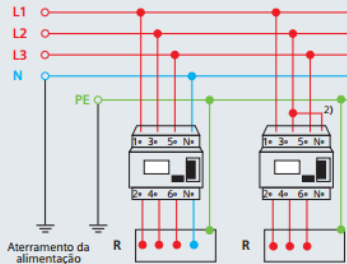


Dimensionamento de Dispositivos de Proteção

➤ Esquema de ligação com aterramento

Esquema TT

O esquema TT possui um ponto da alimentação diretamente aterrado, estando as massas da instalação ligadas a eletrodo(s) de aterramento eletricamente distinto(s) do eletrodo de aterramento da alimentação.



Notas:

- Em sistemas TN-C o dispositivo DR somente poderá ser instalado se o circuito protegido for transformado em TN-S, caracterizando-se um sistema TN-C-S.
- Para sistemas IT, consultar ABNT NBR 5410.

Dimensionamento de Dispositivos de Proteção

➤ Escolha dos DR



Proteção contra choques elétricos e incêndios

Fabricado no Brasil

The advertisement features a photograph of a baby crawling on a wooden floor, reaching out with its right hand towards a white wall outlet. The text 'Proteção contra choques elétricos e incêndios' is positioned above the outlet. On the left side, there is a vertical blue bar containing two images of Siemens DR (Residual Current) devices. The text 'Fabricado no Brasil' is written vertically in white on the bottom part of this bar.






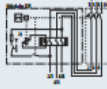




Dispositivos DR

Proteção contra correntes de fuga à terra em instalações elétricas de baixa tensão

SIEMENS







Dimensionamento de Dispositivos de Proteção

➤ Interruptores DR (para acoplar ao disjuntor)

Diagrama Elétrico	Execução	Para acoplar ao disjuntor	Corrente nominal residual $I_{\Delta n}$	Corrente nominal I_n	Tipo AC 	Tipo A 
 	Bipolar Fase e Neutro ou Fase e Fase	5SY7 ou 5SY8	30 mA	6 a 40 A	5SM2 322-0	5SM2 322-6
		5SP4		6 a 63 A	5SM2 325-0	5SM2 325-6
		5SY7 ou 5SY8	100 mA	80 a 100 A	5SM2 327-0	5SM2 327-6
		5SY7 ou 5SY8		6 a 63 A	-	5SM2 425-6
		5SP4	300 mA	6 a 40 A	5SM2 622-0	5SM2 622-6
		5SP4		6 a 63 A	5SM2 625-0	5SM2 625-6
		5SY7 ou 5SY8	80 a 100 A	5SM2 627-0	5SM2 627-6	
 	Tripolar 3 Fases ou 2 Fases e Neutro	5SY7 ou 5SY8	30 mA	0,3 a 40 A	5SM2 332-0	5SM2 332-6
		5SY7 ou 5SY8		0,3 a 63 A	5SM2 335-0	5SM2 335-6
		5SY7 ou 5SY8	100 mA	0,3 a 63 A	-	5SM2 435-6
		5SY7 ou 5SY8		0,3 a 40 A	5SM2 632-0	5SM2 632-6
		5SY7 ou 5SY8	300 mA	0,3 a 63 A	5SM2 635-0	5SM2 635-6
		5SY7 ou 5SY8		0,3 a 63 A	5SM2 735-0	5SM2 735-6
		 	Tetrapolar 3 Fases e Neutro	5SY7 ou 5SY8	30 mA	0,3 a 40 A
5SP4	0,3 a 63 A			5SM2 345-0		5SM2 345-6
5SY7 ou 5SY8	100 mA			80 a 100 A	5SM2 347-0	5SM2 347-6
5SY7 ou 5SY8				0,3 a 63 A	-	5SM2 445-6
5SP4	300 mA			0,3 a 40 A	5SM2 642-0	5SM2 642-6
5SP4				0,3 a 63 A	5SM2 645-0	5SM2 645-6
5SY7 ou 5SY8	300 mA  ⁷⁾			80 a 100 A	5SM2 647-0	5SM2 647-6
5SY7 ou 5SY8				80 a 100 A	-	5SM2 647-8
5SY7 ou 5SY8	500 mA			0,3 a 63 A	5SM2 745-0	5SM2 745-6
5SP4	1000 mA  ⁷⁾	80 a 100 A	-	5SM2 847-8		




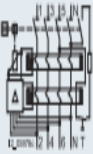



Dimensionamento de Dispositivos de Proteção

➤ Disjuntores DR (Monopolar e Bipolar)

Diagrama Elétrico		Corrente nominal residual $I_{\Delta n}$	Corrente nominal I_n	Tipo AC 			Tipo A 
				Curva C - capacidade de interrupção em 380V / 220 VCA - Norma IEC 61009			
				4,5 kA Monopolar	6 kA Monopolar	10 kA Monopolar	10 kA Bipolar
Monopolar Fase e Neutro  	Bipolar Fase e Neutro ou Fase e Fase  	30 mA	6 A	SSU1 353-1KK06	SSU1 356-1KK06	SSU1 354-1KK06	SSU1 324-7FA06
		10 A	SSU1 353-1KK10	SSU1 356-1KK10	SSU1 354-1KK10	SSU1 324-7FA10	
		13 A	SSU1 353-1KK13	SSU1 356-1KK13	SSU1 354-1KK13	SSU1 324-7FA13	SSU1 324-7FA13
		16 A	SSU1 353-1KK16	SSU1 356-1KK16	SSU1 354-1KK16	SSU1 324-7FA16	SSU1 324-7FA16
		20 A	SSU1 353-1KK20	SSU1 356-1KK20	SSU1 354-1KK20	SSU1 324-7FA20	SSU1 324-7FA20
		25 A	SSU1 353-1KK25	SSU1 356-1KK25	SSU1 354-1KK25	SSU1 324-7FA25	SSU1 324-7FA25
		32 A	SSU1 353-1KK32	SSU1 356-1KK32	SSU1 354-1KK32	SSU1 324-7FA32	SSU1 324-7FA32
		40 A	SSU1 353-1KK40	SSU1 356-1KK40	SSU1 354-1KK40	SSU1 324-7FA40	SSU1 324-7FA40
		300 mA	6 A	SSU1 653-1KK06	SSU1 656-1KK06	SSU1 654-1KK06	-
		10 A	SSU1 653-1KK10	SSU1 656-1KK10	SSU1 654-1KK10	-	-
		13 A	SSU1 653-1KK13	SSU1 656-1KK13	SSU1 654-1KK13	-	-
		16 A	SSU1 653-1KK16	SSU1 656-1KK16	SSU1 654-1KK16	-	-
		20 A	SSU1 653-1KK20	SSU1 656-1KK20	SSU1 654-1KK20	-	-
		25 A	SSU1 653-1KK25	SSU1 656-1KK25	SSU1 654-1KK25	-	-
		32 A	SSU1 653-1KK32	SSU1 656-1KK32	SSU1 654-1KK32	-	-
		40 A	SSU1 653-1KK40	SSU1 656-1KK40	SSU1 654-1KK40	-	-

Dimensionamento de Dispositivos de Proteção

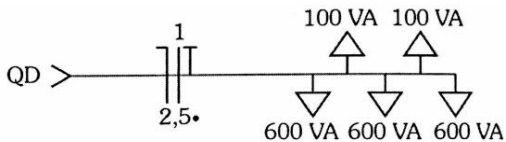
➤ Disjuntores DR (Tetrapolar)

Diagrama Elétrico	Execução	Corrente nominal residual $I_{\Delta n}$	Corrente nominal I_n	Tipo B		
						
					Fusíveis ⁵⁾	Disjuntor
 	Tetrapolar 220V / 127 VCA 380V / 220 VCA	30 mA  ⁶⁾	25 A	SSM3 342-4	100 A	25 A
			40 A	SSM3 344-4	100 A	40 A
			63 A	SSM3 346-4	100 A	63 A
			80 A	SSM3 347-4	100 A	80 A
		300 mA  ⁶⁾	25 A	SSM3 642-4	100 A	25 A
			40 A	SSM3 644-4	100 A	40 A
			63 A	SSM3 646-4	100 A	63 A
			80 A	SSM3 647-4	100 A	80 A
		300 mA  ⁷⁾	63 A	SSM3 646-5	100 A	63 A
			80 A	SSM3 647-5	100 A	80 A

Exemplo 3

➤ Dimensionamento de Disjuntor DR

O circuito de alimentação das cinco tomadas monofásicas da cozinha tem a seguintes especificações:



- Tensão monofásica: 127 V
- Potência aparente: 2000 VA
- Corrente de projeto: $I_B = 15,75 \text{ A}$
- Condutores fase, neutro e PE: $2,5 \text{ mm}^2$
- Capacidade de condução de correntes: $I_Z = 24 \text{ A}$

Dimensione o disjuntor termomagnético e, se necessário, o dispositivo DR, para fazer a proteção do circuito, considerando que os dispositivos de proteção serão instalados em um quadro de distribuição sem ventilação (40° C).