INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Profª. Drª Juliane C. O. Fandi

Universidade Federal
do Triângulo Mineiro

ETAPAS DO PROJETO ELÉTRICO

MÓDULO I
INTRODUÇÃO

MÓDULO II
INÍCIO DO PROJETO

MÓDULO III
CARGA MÍNIMA – PONTOS DE ILUMINAÇÃO E TOMADAS

MÓDULO IV
RELAÇÃO ENTRE OS PONTOS ELÉTRICOS E AS CARACTERÍSTICAS ARQUITETÔNICAS.

MÓDULO V
DIVISÃO DE CIRCUITOS E REPRESENTAÇÃO NO PROJETO (QUADROS E DIAGRAMAS)

MÓDULO VI
TRAÇADO DE ELETRODUTOS E ALIMENTAÇÃO DOS PONTOS

MÓDULO VII
DIM. DE CONDUTORES

MÓDULO VIII
DIM. DE DISJUNTORES

MÓDULO IX
DIM. DE ELETRODUTOS

MÓDULO X
EDIF. USO INDIVIDUAL

MÓDULO XI
EDIF. USO COLETIVO

MÓDULO XII
INFRAESTRUTURA PARA TELECOMUNICAÇÕES

MÓDULO XIII
LUMINOTÉCNICA

MÓDULO XIV
DPS

MÓDULO XV
SPDA

MÓDULO VIII – DIMENSIONAMENTO DE DISJUNTORES

- **DTM - Disjuntores Termomagnéticos;**
- Sobrecorrentes: Sobrecarga e Curto-Circuito;
- Curva de Disjuntores;
- A escolha do Disjuntor;
- Choque elétrico – causas e consequências;
- Dispositivos DR - Diferenciais Residuais: DDR ou IDR;
- As combinações possíveis entre dispositivos de proteção da uc;
- A especificação da proteção da uc;
- A escolha e a organização do(s) QDC(s) da uc.

DISJUNTORES TERMOMAGNÉTICOS (DTM)

FUNÇÕES BÁSICAS

1 – Proteger os cabos contra sobrecargas e curto-circuitos;
2 – Permitir o fluxo normal de corrente sem interrupções;
3 – Garantir a segurança das instalações e dos utilizadores;
4 – Permitir manobra na instalação.

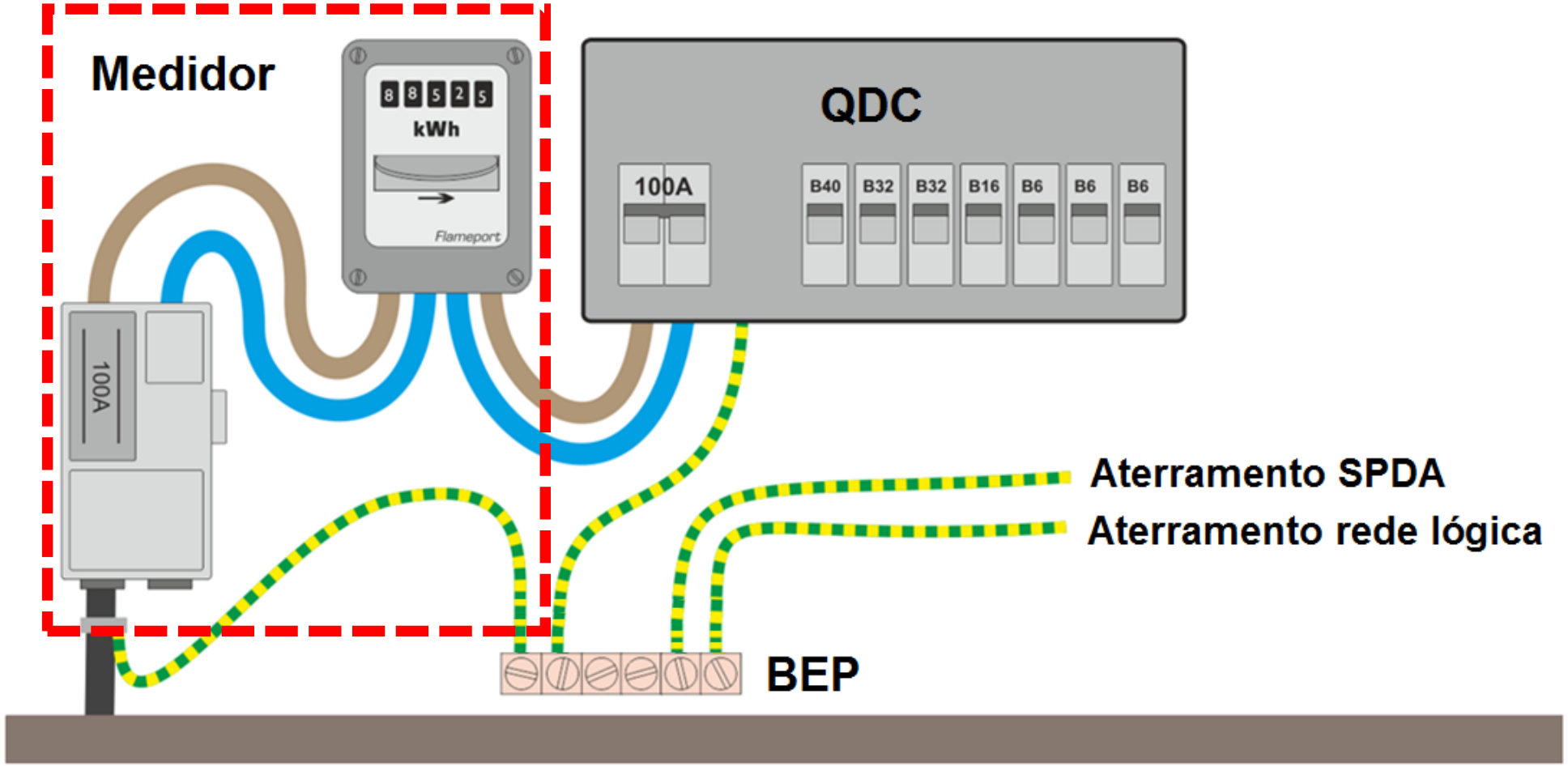
Dispositivos de manobra são componentes eletromecânicos ou eletrônicos responsáveis por impedir ou permitir, através de manobras (e desligar/ligar), a passagem de corrente elétrica entre fonte e carga.

Além dos disjuntores, interruptores também são dispositivos de manobra. Inclusive, alguns acumulam mais de uma função, normalmente a função de proteção ou mesmo a função de sinalização (alguns interruptores vêm com um led indicativo de status para ligado)

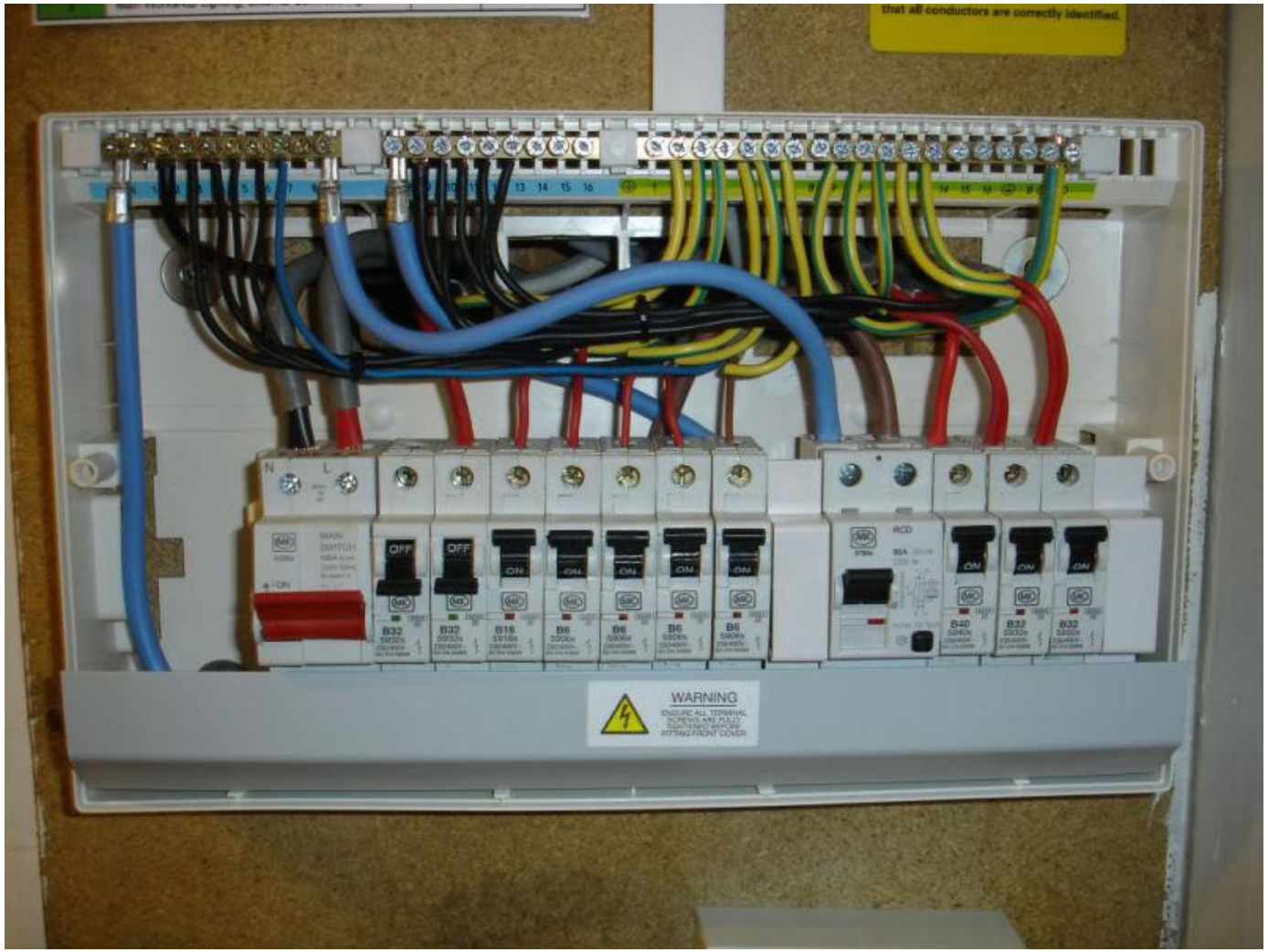
DEFINIÇÃO

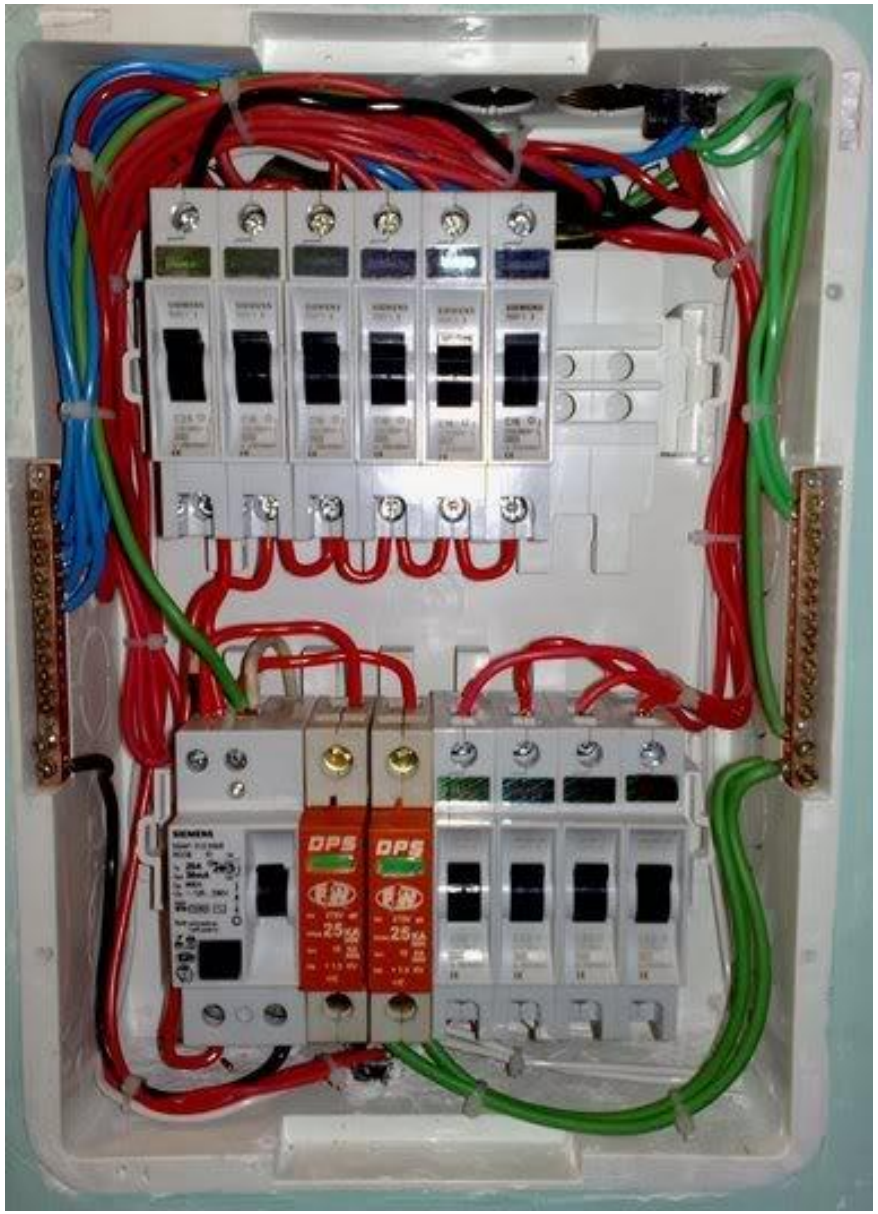
Dispositivo de manobra (mecânico) e de proteção capaz de estabelecer, conduzir e interromper correntes em condições normais do circuito, assim como estabelecer, conduzir por tempo especificado e interromper correntes em condições anormais especificadas do circuito, tais como as de curto-circuito.

Padrão de entrada



DISJUNTORES





DTM: destinado ao comando e proteção das instalações elétricas contra sobrecargas e curtos circuitos.

► Protege os fios e os cabos do circuito;

► Quando ocorre uma sobrecorrente provocada por uma **sobrecarga** ou por um **curto-circuito**, o disjuntor é desligado **automaticamente**;

► Pode ser desligado **manualmente** para a realização de serviços de manutenção.

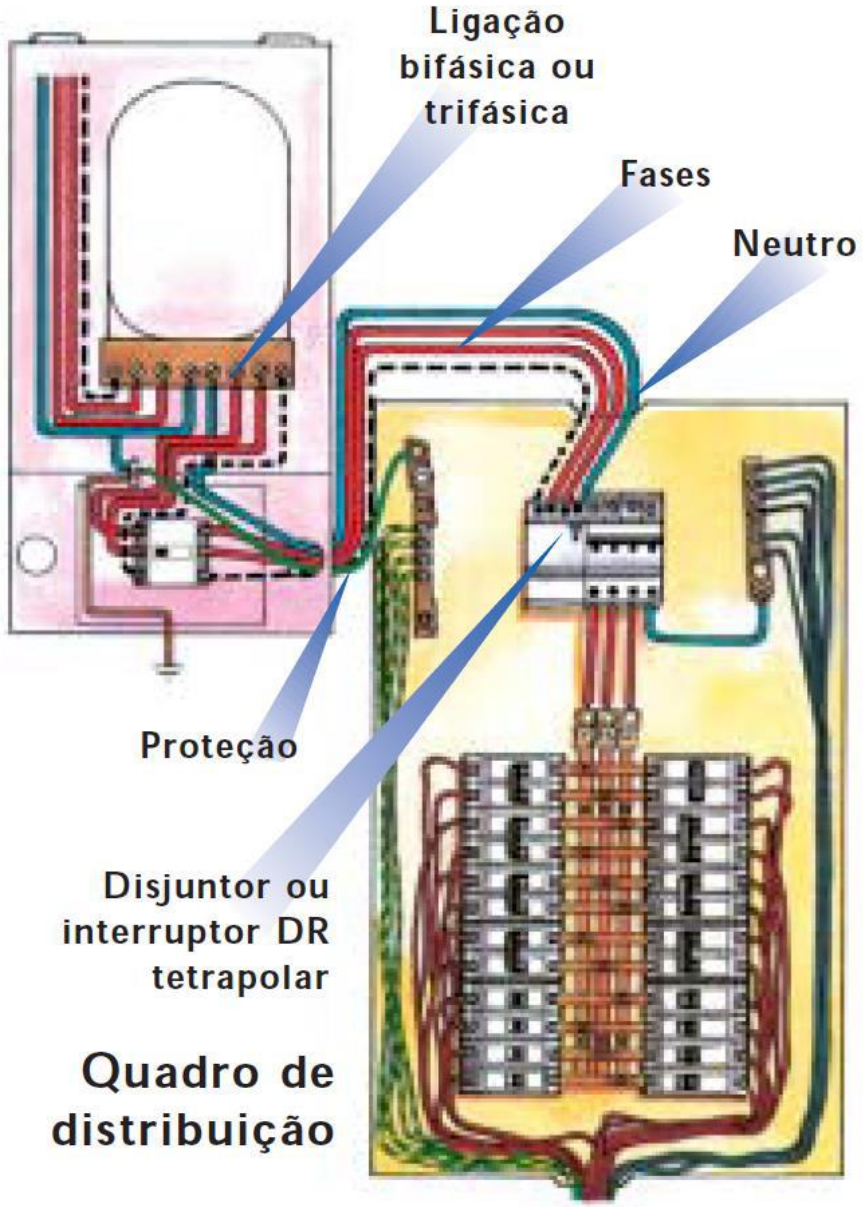
Disjuntor geral
X
Disjuntores parciais

(protegem os circuitos terminais ou outros circuitos de alimentação geral derivados deste QD)

Disjuntor geral:

- **É o principal de uma instalação elétrica.**
- **Protege toda a instalação.**
- **É o disjuntor a montante dos disjuntores parciais (de cada circuito terminal).**
- **É obrigatório na derivação daquele circuito de alimentação geral (o do medidor é obrigatório).**
- **Repetir a proteção geral no QD é opcional.**

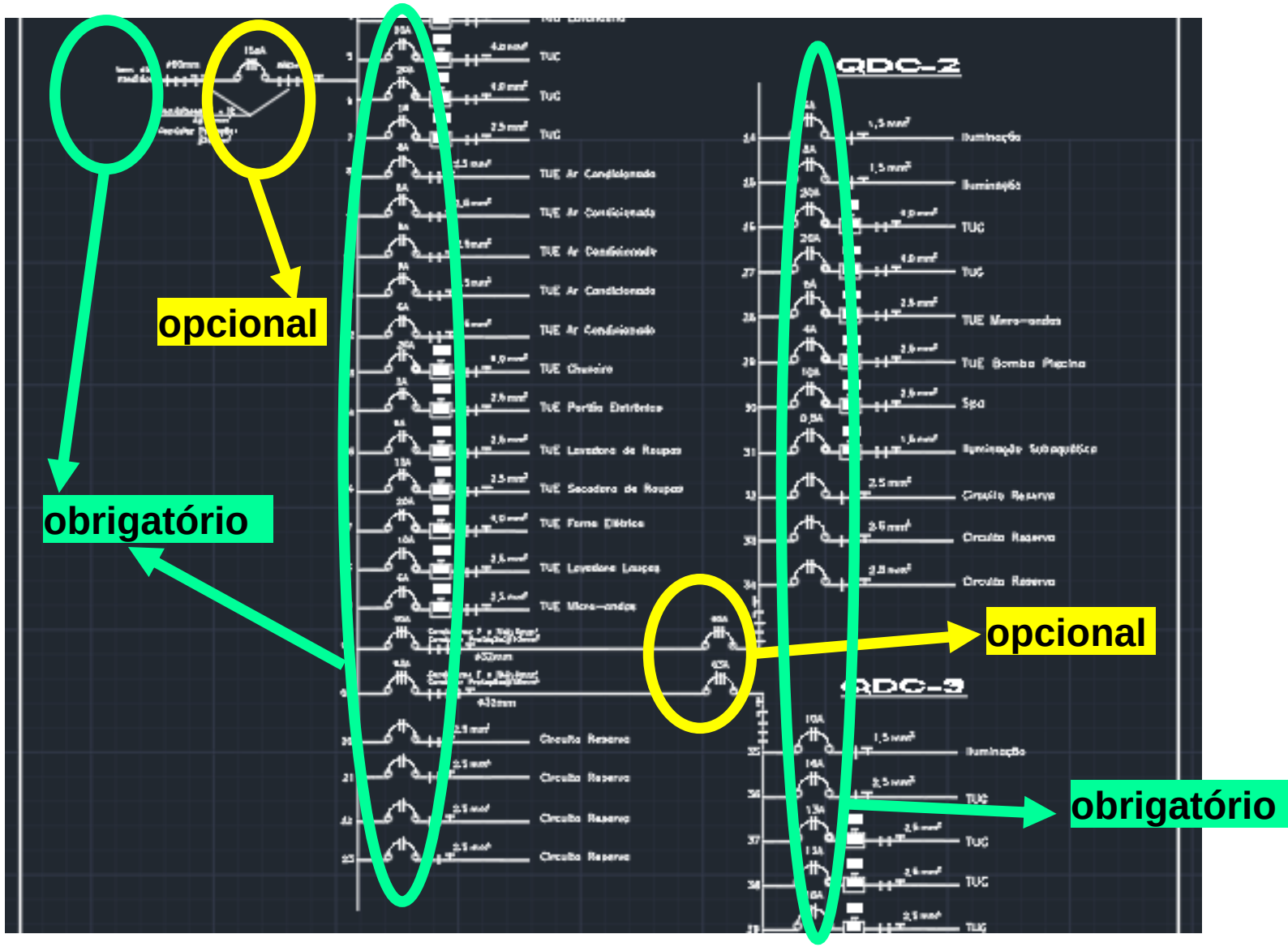
Exemplo de circuito de distribuição bifásico ou trifásico protegido por disjuntor termomagnético:



Residência com um quadro geral e outros dois quadros parciais:

QDC-2 e QDC-3 derivando do QDC – 1.

Observe no Diagrama unifilar ao lado qual proteção é obrigatória e qual é opcional.



Seletividade dos dispositivos de proteção

O correto dimensionamento dos disjuntores gerais e parciais de cada QD da instalação (podem haver vários) garante a seletividade da proteção

Termos montante e jusante definem a posição de um componente da instalação em relação aos demais:

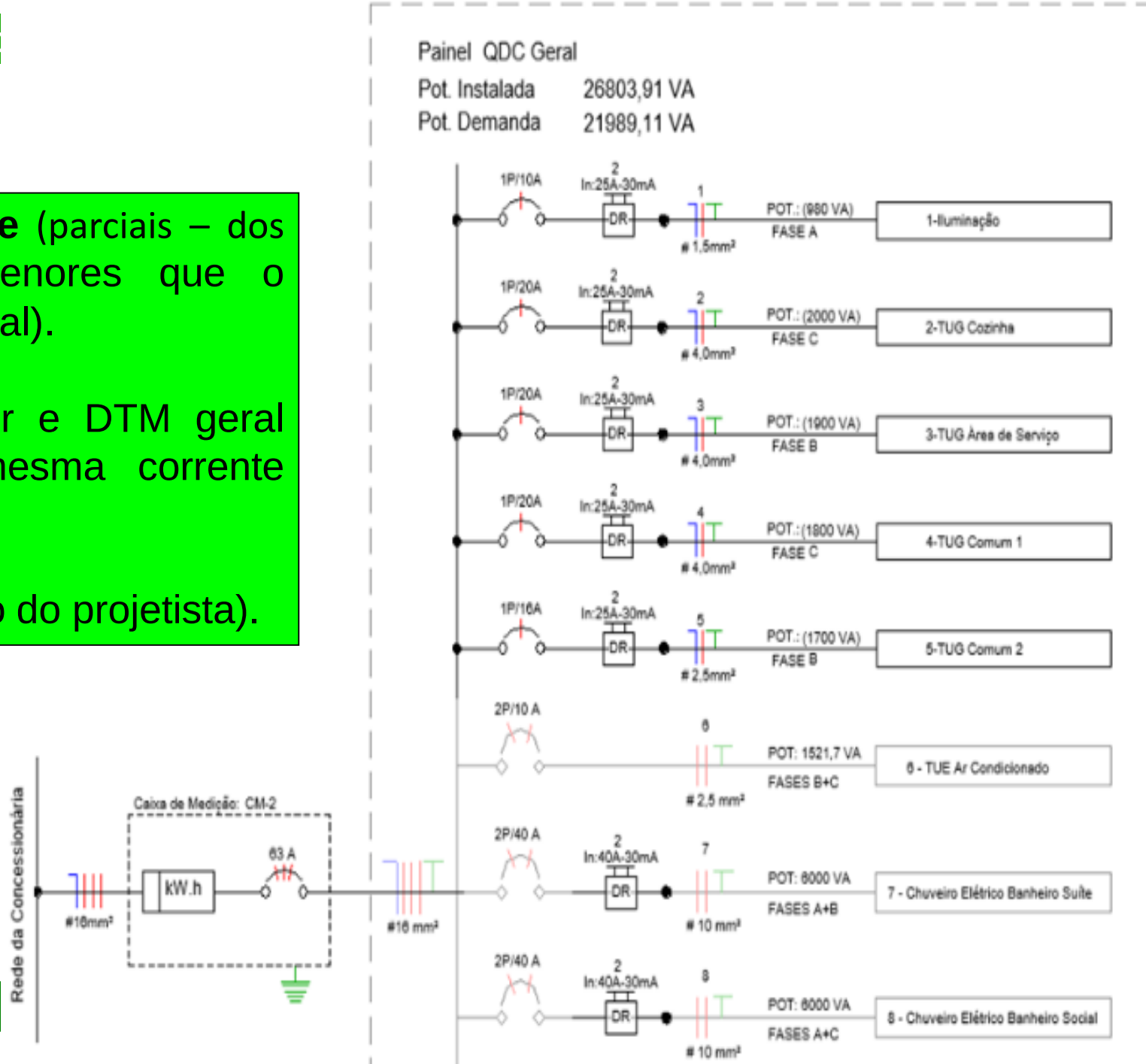
- ✓ Um componente estar **a montante** significa que ele está **antes** do outro em questão (**mais perto da fonte de energia**);
- ✓ Um componente estar **a jusante** significa que ele está **depois** do outro em questão (**mais perto da carga final**);
- ✓ Disjuntores parciais estão **a jusante** do disjuntor geral.

propriedade que determina que, em caso de problema na instalação, somente o dispositivo de proteção que estiver mais próximo do ponto de falta irá atuar

isso garante que a parte da instalação elétrica que ficará **desligada** e **inoperante** seja a menor possível (somente a parte da instalação que apresenta falha).

Para que que ocorra a seletividade é necessário que todos os disjuntores estejam corretamente dimensionados.

- ✓ Observe que os disjuntores **a jusante** (parciais – dos circuitos terminais) são sempre menores que o disjuntores **a montante (proteção** geral).
- ✓ Exceção: DTM instalado no medidor e DTM geral instalado no QD (estes tem a mesma corrente nominal).
- ✓ Este QD não possui DTM geral (opção do projetista).



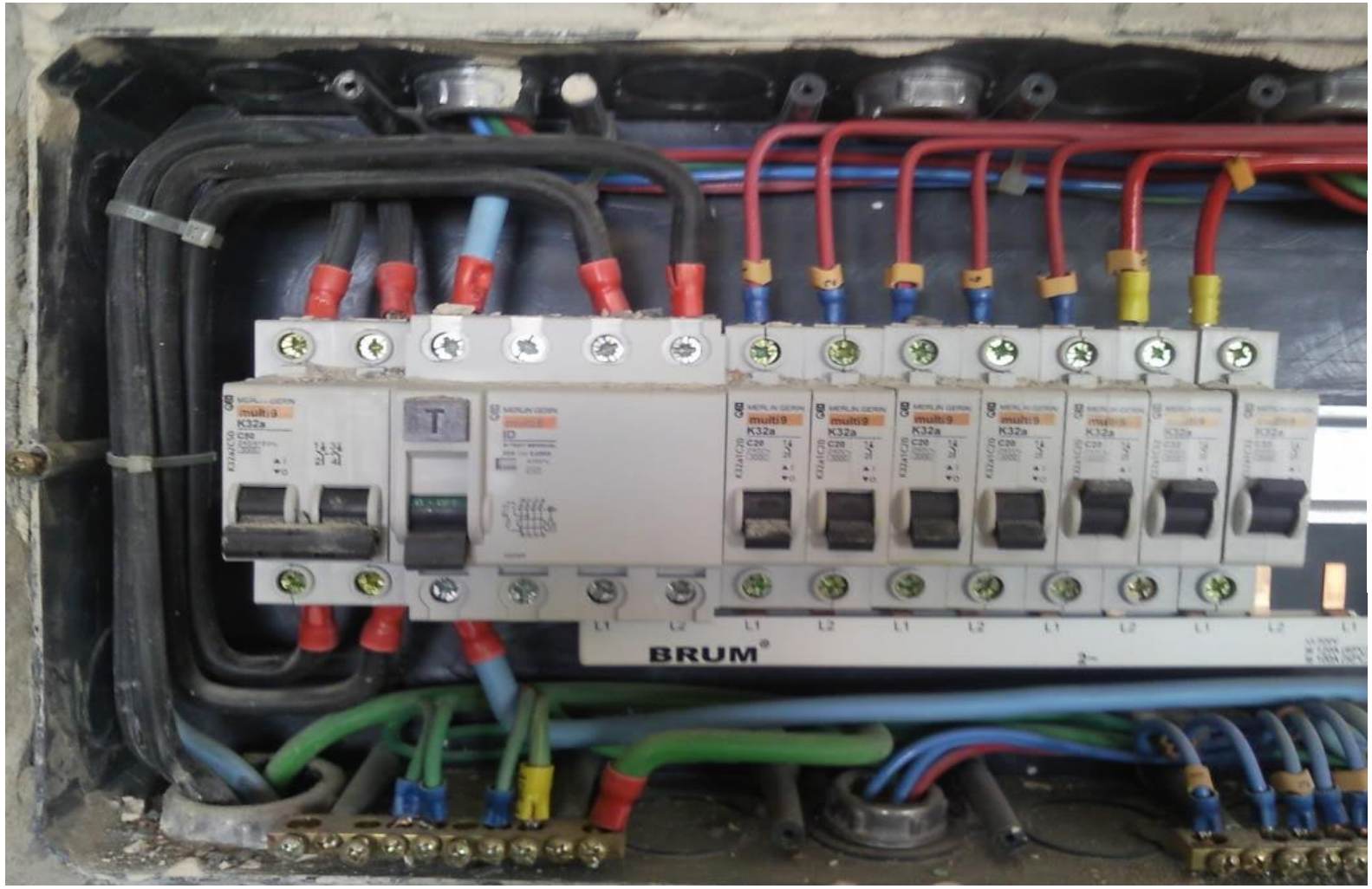
DTM DIN
x
DTM Nema

DTM’s são classificados como NEMA ou DIN:

- **Disjuntor “IEC”: atende as normas NBR IEC 60947-2 e NBR NM 60898;**

- **Disjuntor “NEMA”: atende a norma NBR 5361 e UL 489.**

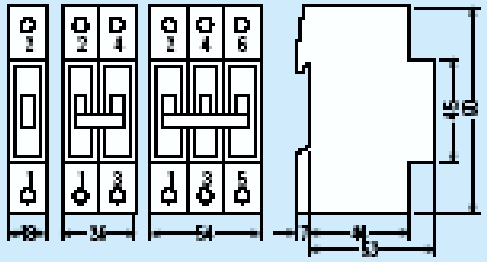
Disjuntores DIN - padrão europeu



Dimensões (mm)

Fixação: rápida sobre trilho
5ST0 141 (35x7,5 mm)

Posição de montagem: qualquer



In (A)	Tipo *Curva característica de disparo* ***B*** monopolar	bipolar
6	**5SX1 106-6**	**5SX1 206-6**
10	**5SX1 110-6**	**5SX1 210-6**
13	**5SX1 113-6**	**5SX1 213-6**
16	**5SX1 116-6**	**5SX1 216-6**
20	**5SX1 120-6**	**5SX1 220-6**
25	**5SX1 125-6**	**5SX1 225-6**
32	**5SX1 132-6**	**5SX1 232-6**

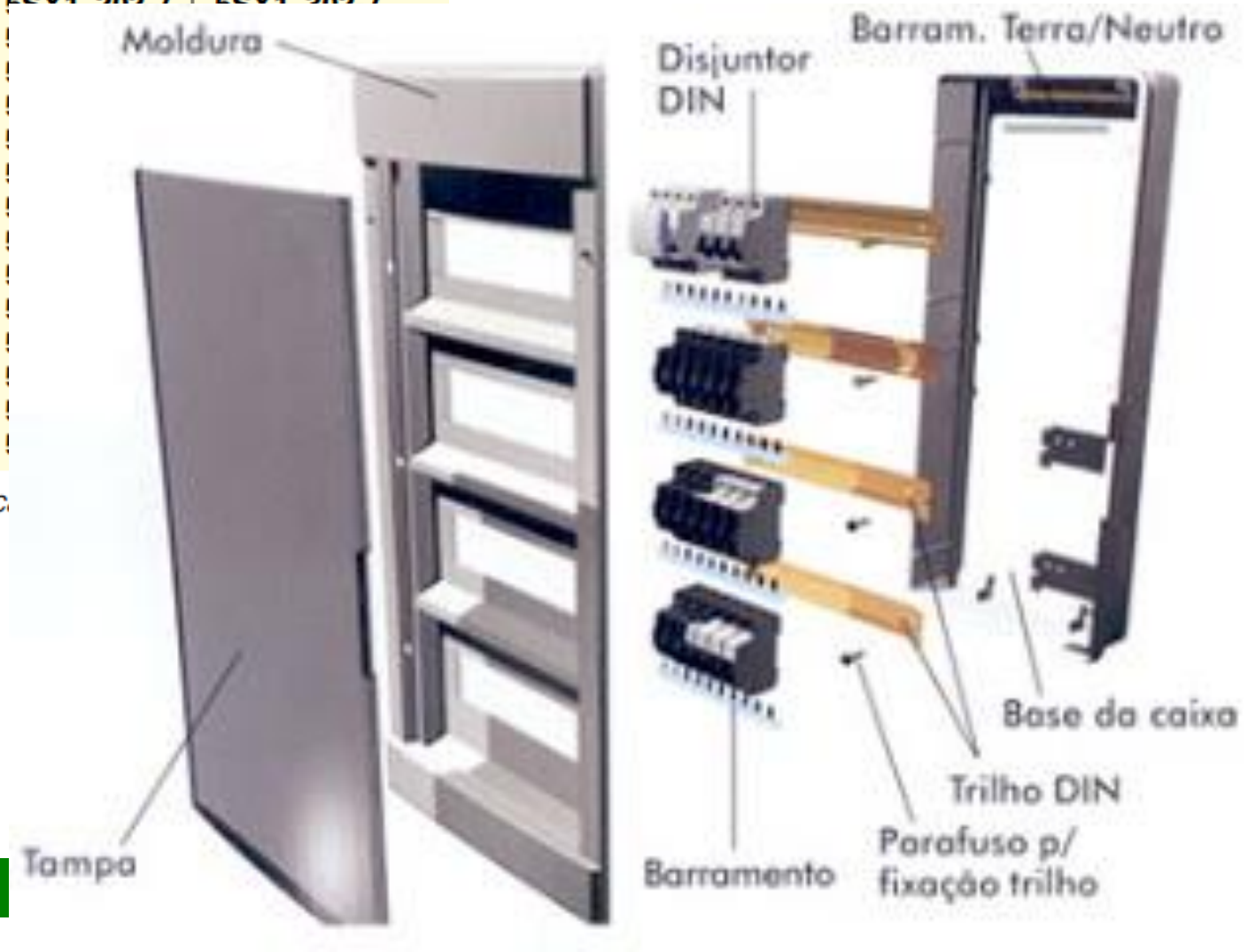
3 a 5 x In *(curva característica de disparo* ***B*** *)*

In (A)	Tipo *Curva característica de disparo* ***C*** monopolar	bipolar	tripolar
0,5	**5SX1 105-7**	**5SX1 205-7**	**5SX1 305-7**
1	**5SX1 101-7**	**5SX1 201-7**	**5SX1 301-7**
2	**5SX1 102-7**		
4	**5SX1 104-7**		
6	**5SX1 106-7**		
10	**5SX1 110-7**		
13	**5SX1 113-7**		
16	**5SX1 116-7**		
20	**5SX1 120-7**		
25	**5SX1 125-7**		
32	**5SX1 132-7**		
40	**5SX1 140-7**		
50	**5SX1 150-7**		
63	**5SX1 163-7**		
70	**5SX1 170-7**		
80 5)	**5SX1 180-1**		

5 a 10 x In *(curva c*

INMETRO OCP-0004
NBR IEC 60898

Disjuntores DIN / IEC / padrão europeu

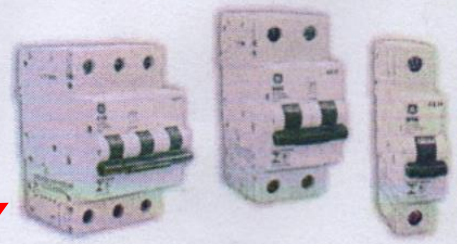


Disjuntores NEMA - padrão americano

Comparação DTMs
DIN x Nema

Comparação DTM's: DIN x Nema

DIN

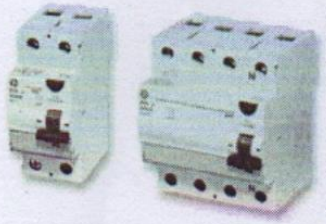


eletromac — Minidisjuntores IEC

Os minidisjuntores da GE Série GE30 são de fabricação 100% nacional e atendem as normas IEC 60898 e IEC 60947-2 podem ser encontrados nas versões 1, 2, 3 e 4* pólos, nas curvas B, C e D. (*sob consulta). A GE possui também as séries G45, G60, G100, Hti e EP100, sendo esta última para aplicação em corrente contínua. Os minidisjuntores GE podem ser encontrados nas correntes de 0,5 a 125A e possui uma vasta gama de acessórios para todas as linhas.

Série	GE30				
Corrente Nominal (In)	Curva B (3 a 5 In)		Curva B (3 a 5 In)		
	1P	2P	1P	2P	3P
6	GE31B06	GE32B06	GE31C06	GE32C06	GE33C06
10	GE31B10	GE32B10	GE31C10	GE32C10	GE33C10
16	GE31B16	GE32B16	GE31C16	GE32C16	GE33C16
20	GE31B20	GE32B20	GE31C20	GE32C20	GE33C20
25	GE31B25	GE32B25	GE31C25	GE32C25	GE33C25
32	GE31B32	GE32B32	GE31C32	GE32C32	GE33C32
40	GE31B40	GE32B40	GE31C40	GE32C40	GE33C40
50	GE31B50	GE32B50	GE31C50	GE32C50	GE33C50
63	GE31B63	GE32B63	GE31C63	GE32C63	GE33C63
70	-	-	GE31C70	GE32C70	GE33C70

eletromac — DR - Interruptor Residual Diferencial



O Interruptor Diferencial tem como função principal proteger as pessoas ou o patrimônio contra faltas à terra:

- Evitando choques elétricos (proteção às pessoas);
- Evitando incêndios (proteção ao patrimônio).

O DR não substitui um disjuntor, pois ele não protege contra sobrecargas e curto-circuitos. Para estas proteções, devem-se utilizar os disjuntores GE em associação. Exigido o uso pela Norma Brasileira de Instalações Elétricas NBR 5410.

Sensibilidade (I△n)

A sensibilidade do interruptor varia de 30 a 500mA e deve ser dimensionada com cuidado , pois existem perdas para terra inerentes à própria qualidade da instalação.

- Proteção contra contato direto: 30mA.

I n (sensibilidade)	In (A)	2 módulos	4 módulos
30 mA	25	BDC225/030	BPC425/030
	40	BDC240/030	BPC440/030
	63	BDC263/030	BPC463/030
	80	BPC280/030	BPC480/030
	100	BPC2100/030	BPC4100/030
100 mA	25	BPC225/100	BPC425/100
	40	BPC240/100	BPC440/100
	63	BPC263/100	BPC463/100
	80	BPC280/100	BPC480/100
	100	BPC2100/100	BPC4100/100
300 mA	25	BDC225/300	BPC425/300
	40	BDC240/300	BPC440/300
	63	BDC263/300	BPC463/300
	80	BPC280/300	BPC480/300
	100	BPC2100/300	BPC4100/300
500 mA	25	BPC225/500	BPC425/500
	40	BPC240/500	BPC440/500
	63	BPC263/500	BPC463/500
	80	BPC280/500	BPC480/500
	100	BPC2100/500	BPC4100/500

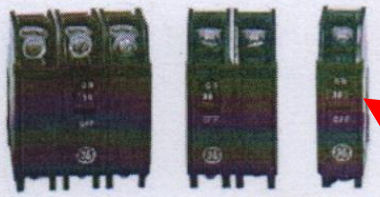
Comparação DTM's: DIN x Nema

eletromac

Disjuntores Residenciais NORMA NEMA = TQC/THQC/THHQC/TQD/THQD

Os disjuntores residenciais da GE - Linha Q são produzidos no Brasil, na primeira fábrica de Disjuntores da América do Sul certificada pela UL UNDERWRITERS LABORATORES INC., com a ISO 9002. Estes disjuntores em caixa moldada, com elementos de proteção térmico e magnético fixos, corrente nominal de 10 a 100A, tensão máxima de serviço de 415 Vca (600 Vca de tensão de isolação).

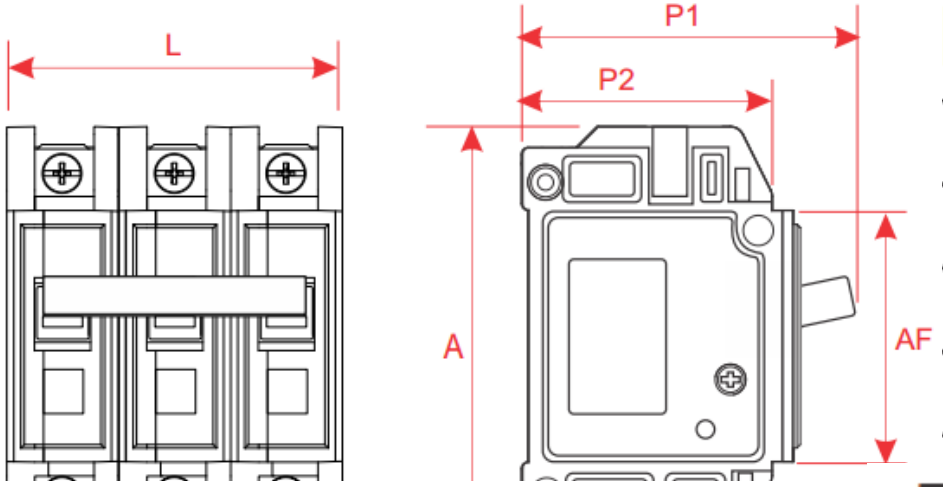
A Linha Q ultrapassa as 10.000 operações mecânicas (Liga/Desliga) exigidas em Norma. Os modelos TQC - THQC - THHQC são fabricados com uma barra de disparo interna que assegura a abertura de todos os polos do disjuntor, mesmo que a falha não afete todos os pólos. Os tempos de desligamento de cada polo são ajustados e verificados em 100% dos disjuntores produzidos, garantindo desta forma e conformidade com as curvas de Tempo x Corrente.



NEMA

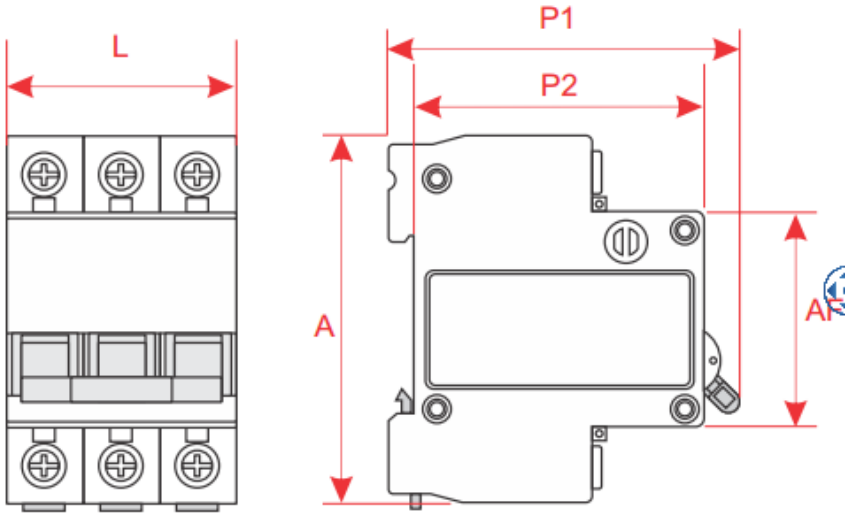
Tipo		TQC			THQC			THHQC			TQD		THQD	
Nº de Polos		1	2	3	1	2	3	1	2	3	2	3	2	3
Corrente Nominal (A)		10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 90, 100			15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 90, 100			15 a 70	15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 90, 100		100, 120, 125, 150, 175, 200, 225, 250		100, 120, 125, 150, 175, 200, 225, 250	
Tensão Máxima (Vca)		220	380		220	380		220	380		415		415	
Capacidade de Ruptura	120 Vca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10 kA	10 kA	22 kA	22 kA
	127 Vca	5 kA	-	-	10 kA	-	-	22kA	-	-	-	-	-	-
	220 Vca	3 kA	5 kA	5 kA	5 kA	10 kA	10 kA	-	22 kA	22 kA	10 kA	10 kA	22 kA	22 kA
	240 Vca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	380 Vca	-	3 kA	3 kA	-	5 kA	5 kA	-	9 kA	9 kA	10 kA	10 kA	10 kA	10 kA
	250 Vca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dimensões (mm)	A	98,4			98,4			98,4			167		167	
	L	25,4	50,8	76,2	25,4	50,8	76,2	25,4	50,8	76,2	70	105	70	105
	P	60,0			60,0			60,0			66,7	66,7	66,7	66,7
Peso (Kg)		0,15	0,35	0,50	0,15	0,35	0,50	0,15	0,35	0,50	1,17	1,65	1,17	1,65
Cabos Mín/Máx (mm²)		1 x ø 7 - 1,5/35			1 x ø 7 - 1,5/35			1 x ø 7 - 1,5/35			1 x ø 17 - 35/120 (*)		1 x ø 17 - 35/120	
Unidade de Disparo	Térmico	Fixo			Fixo			Fixo			Fixo		Fixo	
	Magnético	Fixo			Fixo			Fixo			Fixo		Fixo	

Comparação DTM's: DIN x Nema



Disjuntores NEMA

FN	A	AF	L	P1	P2	PESO (kg)
1P	95	57	25	77	57	0,125
2P	95	57	50	77	57	0,253
3P	95	57	75	77	57	0,389



Disjuntores DIN

FD	A	AF	L	P1	P2	PESO (kg)
1P	79	45	18	71	60	0,084
2P	79	45	36	71	60	0,171
3P	79	45	54	71	60	0,256

Comparação DTM’s: DIN x Nema

Suporte para 4 Disjuntores Nema Aço bicormatizado Kit Flex

R$ 11,90/cada

Suporte para 3 Disjuntores Nema Aço bicormatizado Kit Flex

R$ 9,90/cada

Suporte PVC Antichama para 12 Disjuntores Din Kit Flex

R$ 10,90/cada

Suporte para 2 Disjuntores Nema Aço bicormatizado Kit Flex

R$ 7,90/cada

Suporte para 1 Disjuntor Nema Aço bicormatizado Kit Flex

R$ 3,90/cada

Suporte PVC antichama para 5 Disjuntores Din Kit Flex

R$ 4,90/cada

SUPORTES PARA DISJUNTORES DIN E NEMA.

	DIN / IEC (PADRÃO EUROPEU)	NEMA / UL (PADRÃO AMERICANO)
	Mais eficiente e rápido no desarme frente à curto circuitos	Em desuso progressivo!!!
Proteção	Realizada com 2 elementos independentes: bobina (contra curto circuito) e bimetal (contra sobrecarga)	Realizada com 1 elemento: bimetal (contra sobrecarga e contra curto circuito)
Material	Anti-chama	Possível propagação de chama
Bornes	Terminais com ranhuras (evitam desconexão de fios e cabos): maior confiabilidade	Terminal parafuso (olhal): possível soltura de cabos
Fixação	Encaixado em trilhos: menor tempo de instalação	Por garras
Tamanho	Reduzido	Maior (exige maiores caixas de distribuição)
Câmara de extinção do arco	Aletas múltiplas	Apenas 1 chapa dobrada (dissipação do arco pouco eficiente)
Contatos	Prata (elevada resistência térmica e elétrica)	Material sintetizado
Mecanismo de disparo	Abertura leve e rearme fácil (não exige esforço nos dedos)	Possibilidade de bloqueio da abertura

Comparação DTM's: DIN x Nema

CONCLUSÕES DE TESTE INMETRO:

- **Disjuntores IEC apresentam um tempo de disparo menor do que os disjuntores NEMA, para um mesmo valor de corrente;**

- **A partir de $4xI_n$ (corrente nominal do disjuntor): disjuntores IEC apresentaram tempo de disparo inferior a 0,1 s;**

- **A partir de $27xI_n$: disjuntores NEMA apresentaram tempo de disparo inferior a 0,1 s.**

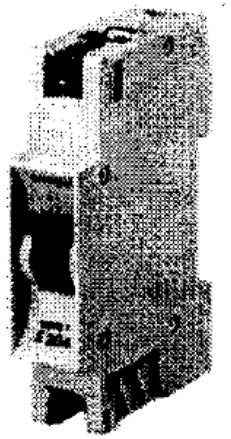
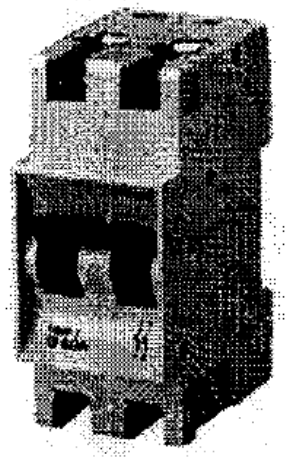
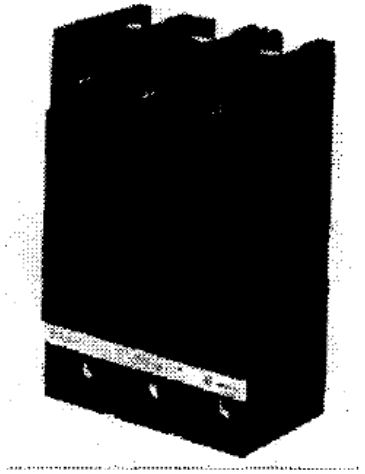
Tabela 1: Quadro comparativo do tempo de atuação dos disjuntores

I/In(A)	t(s) IEC	t(s) NEMA
2	43	50
3	8,1	12
4,5	0,07	4,2
5,9	0,012	2,1
7	0,01	1,6
27,4		0,09

Comparação DTM's: DIN x Nema

Correntes nominais padronizadas do DTM Nema (5 em 5 ampères)

Disjuntores termomagnéticos Siemens (Curva de Atuação C).

Modelo	Corrente Nominal (A)	Modelo	Corrente Nominal (A)	Modelo	Corrente Nominal (A)
Unipolar		Bipolar	10	Tripolar	10
	10		15		15
	15		20		20
	20		25		25
	25		30		30
	30		35		35
	35		40		40
	40		50		50
	50		60		60
	60		70		70
	70		90		90
			100		100

Obs: jamais misture DTMs NEMA e DIN num mesmo QD

Comparação DTM's: DIN x Nema

Obs: jamais misture DTMs NEMA e DIN num mesmo QD

Correntes nominais padronizadas do DTM DIN (algumas linhas oferecem o de 8A)

In (A)	Tipo: Curva B (disparo em curto-circuito 3 a 5 x In) Monopolar	Bipolar
6	5SX1 106-6	5SX1 206-6
10	5SX1 110-6	5SX1 210-6
13	5SX1 113-6	5SX1 213-6
16	5SX1 116-6	5SX1 216-6
20	5SX1 120-6	5SX1 220-6
25	5SX1 125-6	5SX1 225-6
32	5SX1 132-6	5SX1 232-6

In (A)	Tipo: Curva C (disparo em curto-circuito 5 a 10 x In) monopolar	bipolar	tripolar
0.5	5SX1 105-7	5SX1 205-7	5SX1 305-7
1	5SX1 101-7	5SX1 201-7	5SX1 301-7
2	5SX1 102-7	5SX1 202-7	5SX1 302-7
4	5SX1 104-7	5SX1 204-7	5SX1 304-7
6	5SX1 106-7	5SX1 206-7	5SX1 306-7
10	5SX1 110-7	5SX1 210-7	5SX1 310-7
13	5SX1 113-7	5SX1 213-7	5SX1 313-7
16	5SX1 116-7	5SX1 216-7	5SX1 316-7
20	5SX1 120-7	5SX1 220-7	5SX1 320-7
25	5SX1 125-7	5SX1 225-7	5SX1 325-7
32	5SX1 132-7	5SX1 232-7	5SX1 332-7
40	5SX1 140-7	5SX1 240-7	5SX1 340-7
50	5SX1 150-7	5SX1 250-7	5SX1 350-7
63	5SX1 163-7	5SX1 263-7	5SX1 363-7
70	5SX1 170-7	5SX1 270-7	5SX1 370-7
80	5SX1 180-1	5SX1 280-1	5SX1 380-1

MÓDULO VIII – DIMENSIONAMENTO DE DISJUNTORES

- DTM - Disjuntores Termomagnéticos;
- **Sobrecorrentes: Sobrecarga e Curto-Circuito;**
- Curva de Disjuntores;
- A escolha do Disjuntor;
- Choque elétrico – causas e consequências;
- Dispositivos DR - Diferenciais Residuais: DDR ou IDR;
- As combinações possíveis entre dispositivos de proteção da uc;
- A especificação da proteção da uc;
- A escolha e a organização do(s) QDC(s) da uc.

SOBRECORRENTES: SOBRECARGAS ou CURTO-CIRCUITO

SOBRECORRENTE

Valor de corrente que **excede o valor nominal**

ORIGINA-SE POR...

Sobrecarga

Solicitações dos equipamentos e do circuito acima das características de projeto **(uso de cargas com potencias nominais superiores aos valores previstos em projeto).**

- Provocam **$I > I_n$**
- Máximo **$I = 10 \times I_n$.**
- Perdurando podem resultar em **danos aos equipamentos e cabos** (efeito térmico).

Curto-circuito

Falta elétrica: falhas ou defeitos graves.
Falta ou rompimento da isolação FT, FN ou FF (fases distintas).

- Provocam **$I >>> I_n$**
- Ordem típica: **$I = 10^3$ a $10^4 \times I_n$.**
- Geralmente resulta na **queima instantânea**.

MÓDULO VIII – DIMENSIONAMENTO DE DISJUNTORES

- DTM - Disjuntores Termomagnéticos;
- Sobrecorrentes: Sobrecarga e Curto-Circuito;
- **Curva de Disjuntores;**
- A escolha do Disjuntor;
- Choque elétrico – causas e consequências;
- Dispositivos DR - Diferenciais Residuais: DDR ou IDR;
- As combinações possíveis entre dispositivos de proteção da uc;
- A especificação da proteção da uc;
- A escolha e a organização do(s) QDC(s) da uc.

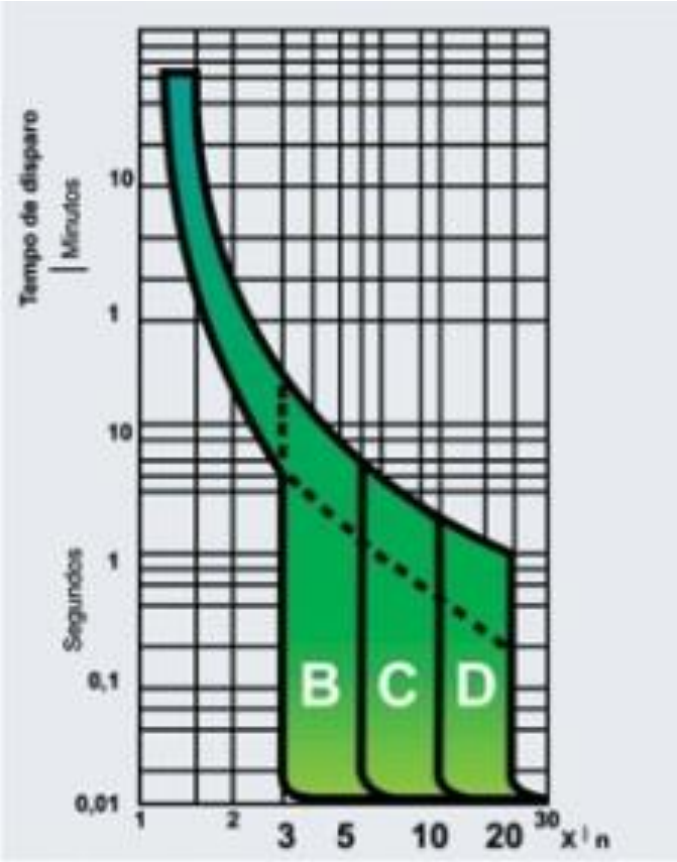
Recomendações úteis para dimensionamento em instalações residenciais ou similares

- Os disjuntores de curva B são aplicados na proteção de circuitos que alimentam cargas com características predominantemente resistivas, como lâmpadas incandescentes, chuveiros, torneiras e aquecedores elétricos, além dos circuitos de tomadas de uso geral.

- Os disjuntores de curva C são aplicados na proteção de circuitos que alimentam especificamente cargas de natureza indutiva, que apresentam picos de corrente no momento de ligação, como microondas, motores para bombas, além de circuitos com cargas de características semelhantes a essas.
- Em ambas as curvas (B e C) os disjuntores protegem integralmente os condutores elétricos da instalação contra curtos-circuitos e sobrecargas, sendo que a curva B protege de forma mais eficaz contra os curtos-circuitos de baixa intensidade muito comuns em instalações residenciais ou similares.

DISJUNTORES TERMOMAGNÉTICOS - DTM

CURVAS DE DISJUNTORES



A norma estabelece que os disjuntores devem atuar em relação à sua corrente nominal da seguinte forma:

- **curva B**: devem atuar para $3xI_n < I < 5xI_n$

  indicados para cargas resistivas com pequena corrente de partida, como é o caso de aquecedores elétricos, fornos elétricos e lâmpadas resistivas.

- **curva C**: devem atuar para $5xI_n < I < 10xI_n$

  indicados para cargas de média corrente de partida, como motores elétricos de menor I_p/I_b (relação entre sua corrente de partida e sua corrente nominal ou de projeto), lâmpadas não resistivas, ar cond, máquinas de lavar roupas, etc.

- **curva D**: devem atuar para $10xI_n < I < 20xI_n$

  indicados para cargas com maior I_p/I_b.

curva B: $3 \times I_n < I < 5 \times I_n$

curva C: $5 \times I_n < I < 10 \times I_n$

curva D: $10 \times I_n < I < 20 \times I_n$

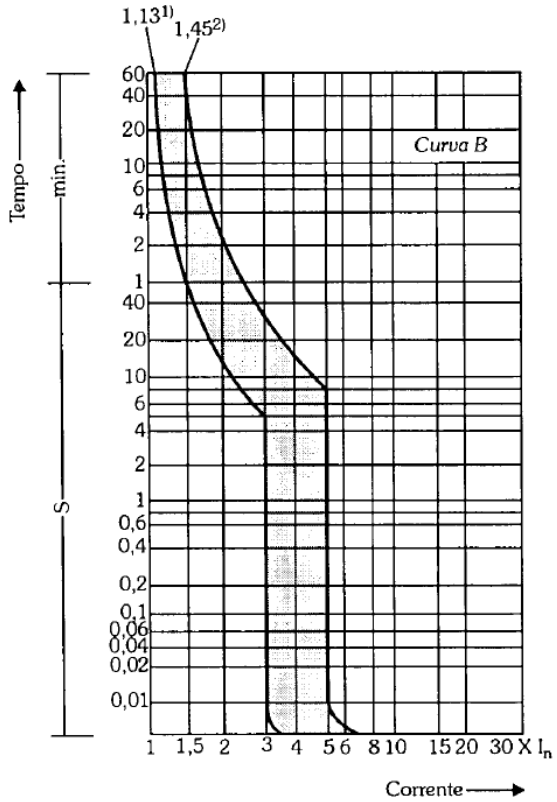
Ex: um DTM de I_n = 30 A

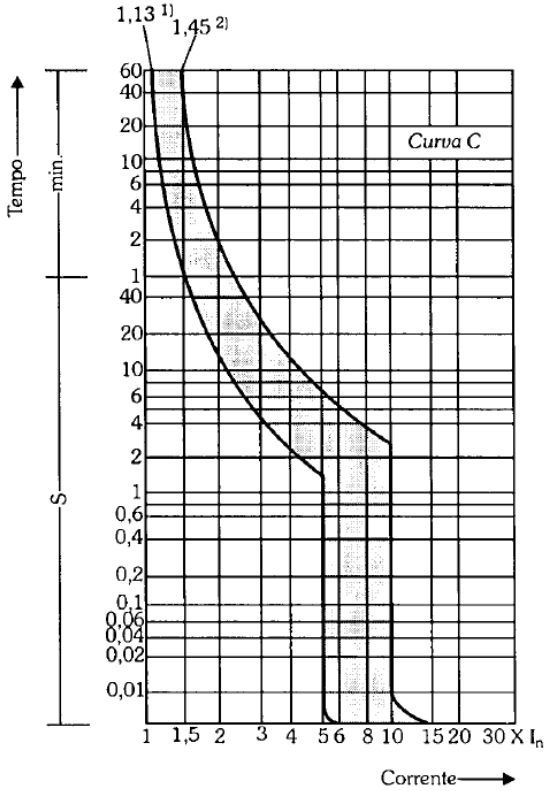
correntes entre 90A e 150A.

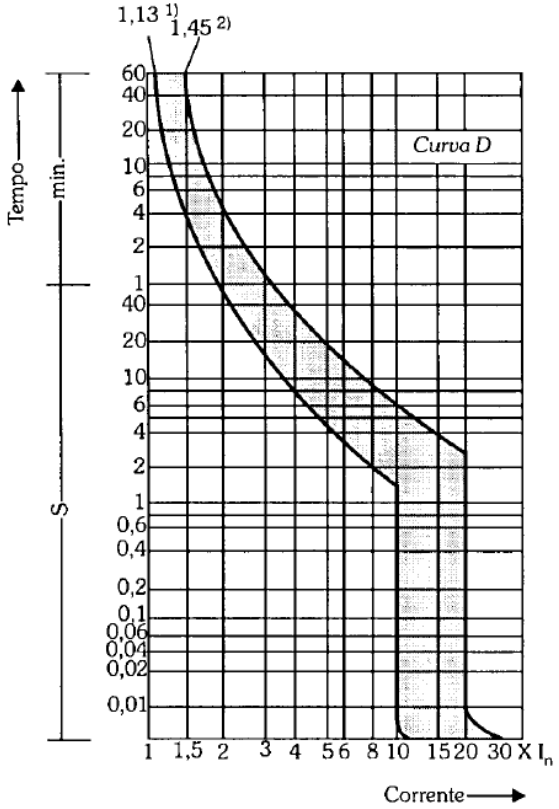
correntes entre 150A e 300A.

correntes 300A e 600A.

1. Corrente convencional de não-atuação (I_{nt});
2. Corrente convencional de atuação (I_t).



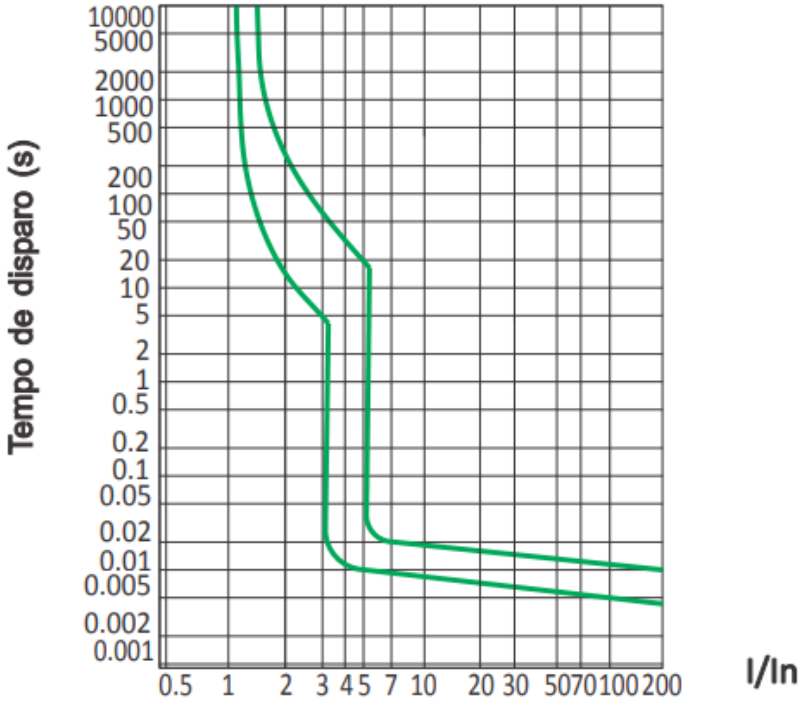




STECK

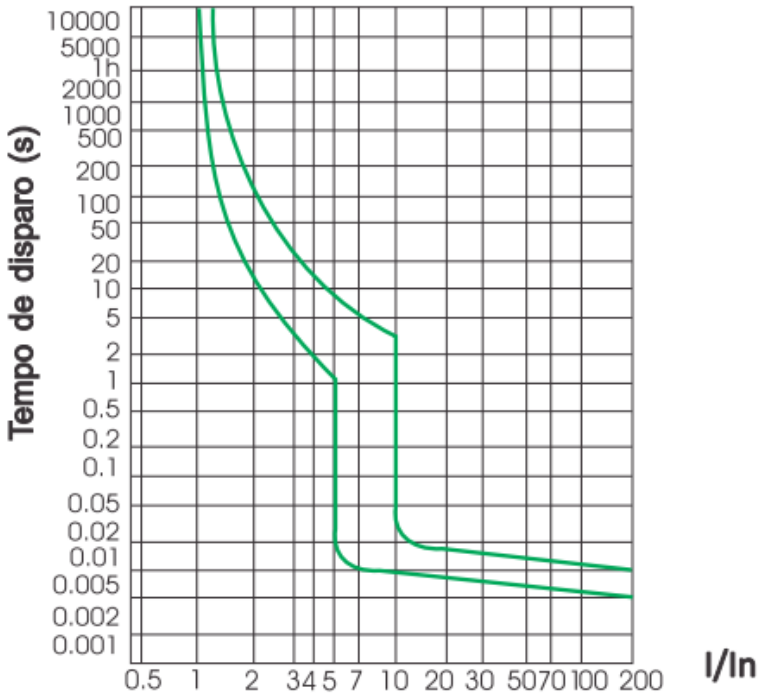
Minidisjuntores

Curva B



Corrente Nominal
2
4
6
10
16
20
25
32
40
50
63

Curva C



IEC 60947-2

Certificado 80A,100A e 125A

Mini-disjuntores Curva B - usados em proteção de circuitos que alimentam cargas com características predominantemente resistivas, como lâmpadas incandescentes, chuveiros, torneiras e aquecedores elétricos, além dos circuitos de tomadas em uso geral.

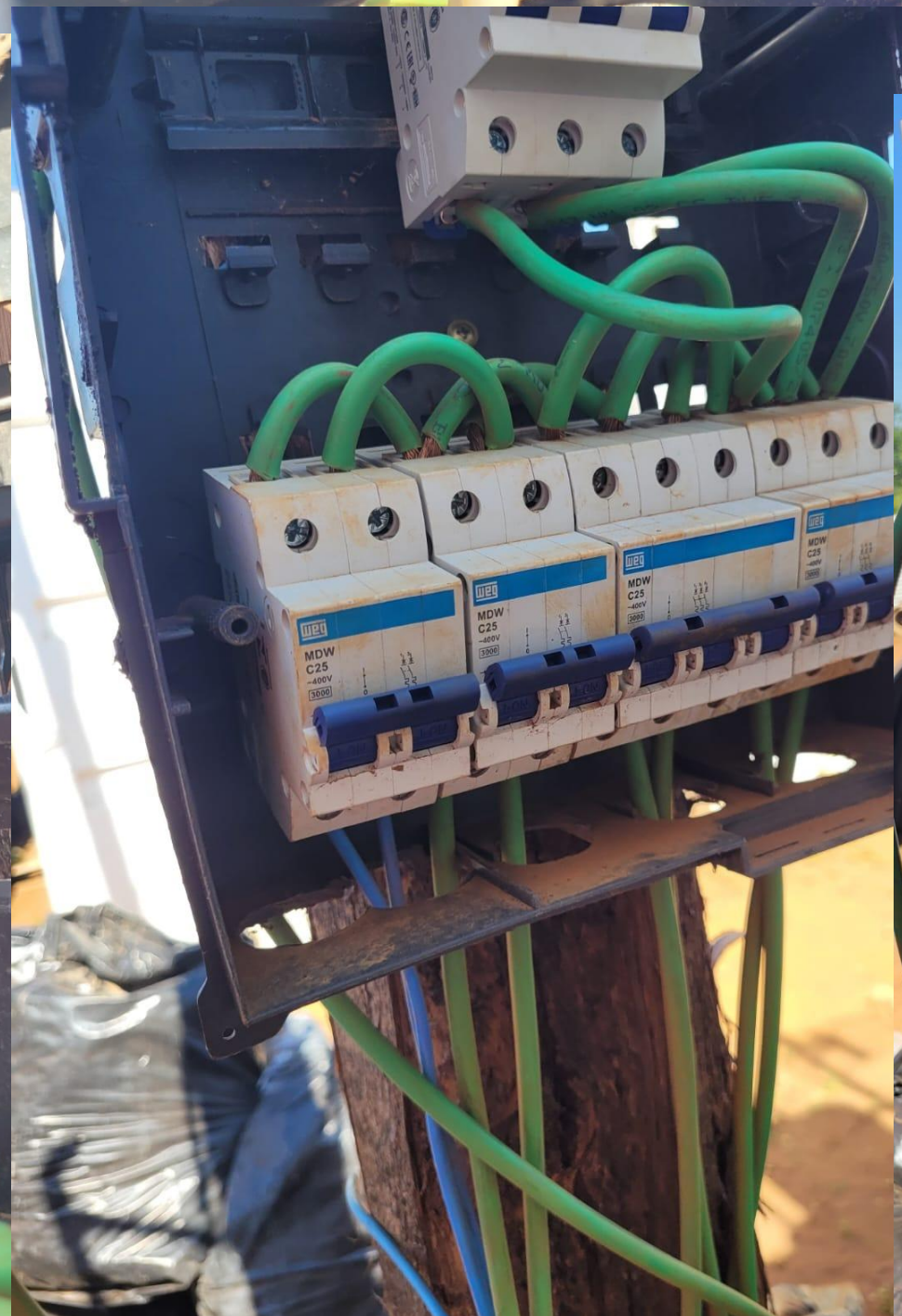
Mini-disjuntores Curva C - usados para proteção de circuitos em geral que também possa ter cargas de natureza indutiva que apresentam picos de corrente no momento de ligação, como microondas, ar condicionado motores para bombas, além de circuitos com carga semelhantes a essas.

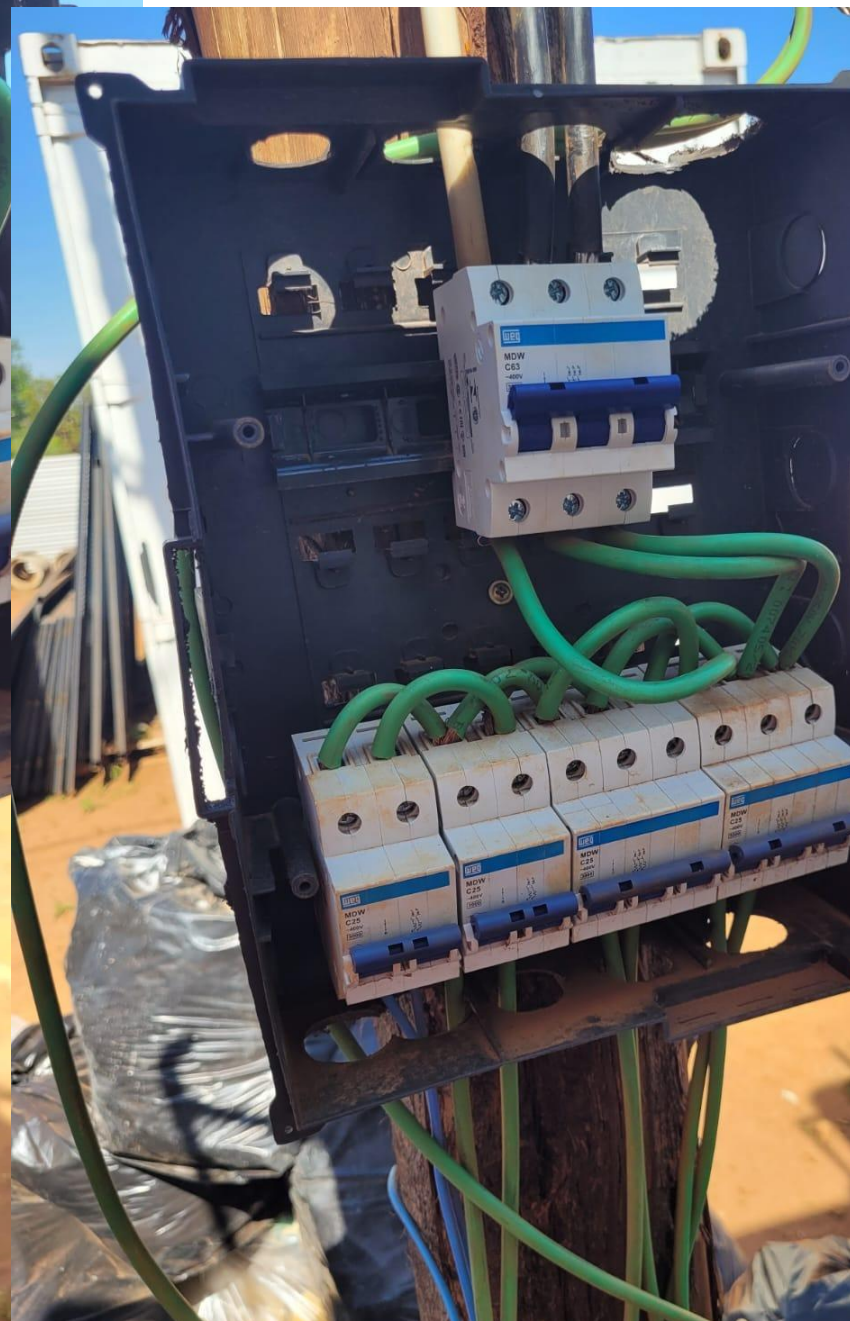
Norma	I_2	t_c (h)
Disjuntores:		
- NBR NM 60898		
$I_n \leq 63$ A	1,45 I_n	1
$I_n > 63$ A	1,45 I_n	2
- NBR IEC 60947-2		
$I_n \leq 63$ A	1,30 I_n	1
$I_n > 63$ A	1,30 I_n	2
- NBR 5361		
$I_n \leq 50$ A	1,35 I_n	1
$I_n > 50$ A	1,35 I_n	2
Fusíveis:		
- NBR IEC 60269-1		
$I_n \leq 63$ A	1,6 I_n	1
63 A $< I_n \leq 160$ A	1,6 I_n	2
160 A $< I_n \leq 400$ A	1,6 I_n	3
400 A $< I_n$	1,6 I_n	4

MÓDULO VIII – DIMENSIONAMENTO DE DISJUNTORES

- DTM - Disjuntores Termomagnéticos;
- Sobrecorrentes: Sobrecarga e Curto-Circuito;
- Curva de Disjuntores;
- **A escolha do Disjuntor;**
- Choque elétrico – causas e consequências;
- Dispositivos DR - Diferenciais Residuais: DDR ou IDR;
- As combinações possíveis do dispositivos de proteção da uc;
- A especificação da proteção da uc;
- A escolha e a organização do(s) QDC(s) da uc.

MDW-C63-3


MDW
C25
~400V
3000


MDW
C63

DISJUNTORES TERMOMAGNÉTICOS - DTM

A ESCOLHA DOS DISJUNTORES

$$I_n = I_{nominal\ do\ disjuntor}$$

1ª condição: $I_{projeto} \leq I_n \leq I_{condutor}$

2ª condição: $I_n \geq (I_{projeto}/FCT_{quadro})$

3ª condição: $I_{atuação_disjuntor} \leq (1{,}45\ .\ I_{máx.condutor})$

A ESCOLHA DOS DISJUNTORES: SOBRE A 2ª CONDIÇÃO

$$I_{disjuntor} \geq (I_{projeto}/FCT_{quadro})$$

Para a escolha do disjuntor deve-se levar em consideração se:

a) o Quadro de Distribuição (QD) **É VENTILADO** e a corrente que circula pelos barramentos e disjuntores não interfere na temperatura interna do quadro **(HÁ TROCA DE CALOR COM O AMBIENTE EXTERNO)**;

b) o Quadro de Distribuição (QD) **É TOTALMENTE VEDADO (NÃO VENTILADO)** e a circulação de corrente pelos barramentos e dispositivos de proteção interfere na temperatura interna do quadro.

Fatores de Correção para Temperatura				
Temperatura (ºC)	Isolação			
	PVC	EPR ou XLPE	PVC	EPR ou XLPE
	Ambiente		Do solo	
10	1,22	1,15	1,10	1,07
15	1,17	1,12	1,05	1,04
20	1,12	1,08	1	1
25	1,06	1,04	0,95	0,96
30	1	1	0,89	0,93
35	0,94	0,96	0,84	0,89
40	0,87	0,91	0,77	0,85
45	0,79	0,87	0,71	0,82
50	0,71	0,82	0,63	0,76
55	0,61	0,76	0,55	0,71
60	0,50	0,71	0,45	0,65

Se QD NÃO VENTILADO: Considere um FCT para $T_{ambiente}$ + 10°C

3ª condição: $I_{atuação_disjuntor} \leq (1{,}45\ .\ I_{máx.condutor})$

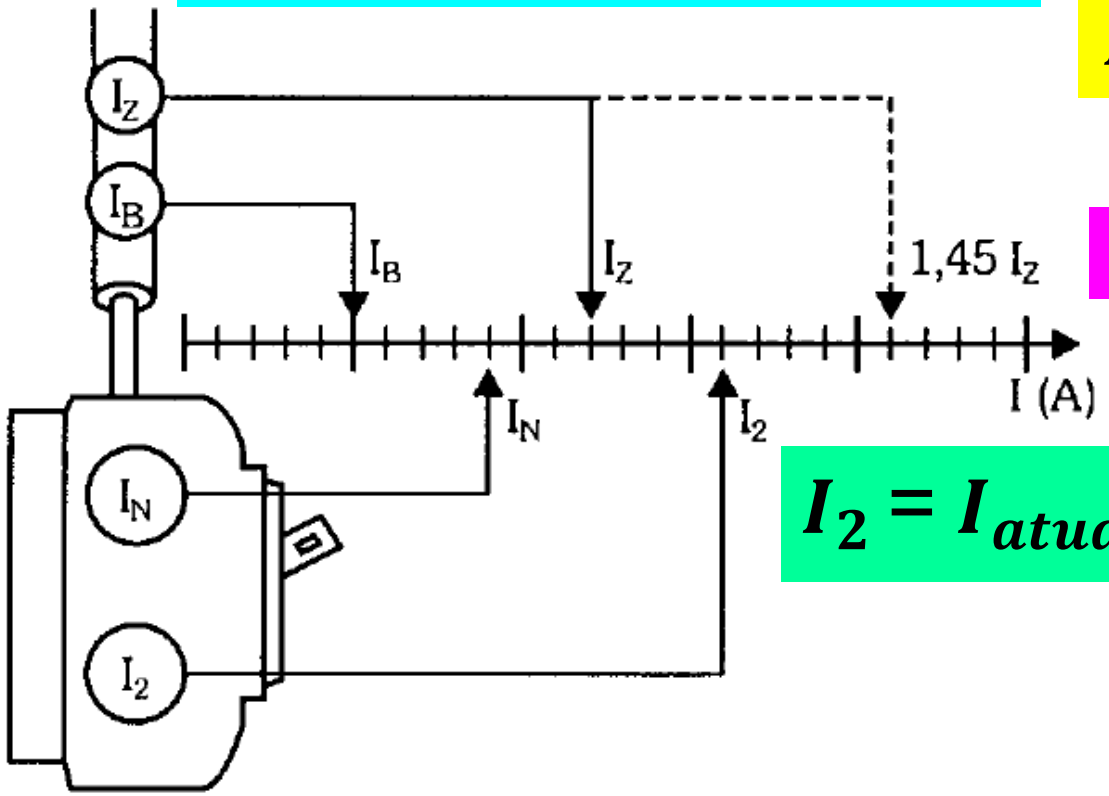
Sendo: $I_{máx_condutor} = (I_c . FCA . FCT_{ambiente})$

Então: $\boxed{I_{atuação_disjuntor} \leq (1{,}45\ .\ I_c . FCA . FCT_{ambiente})}$

Falta, agora, relacionarmos a incógnita, $\boldsymbol{I_n}$, *com* $\boldsymbol{I_{atuação_disjuntor}}$...

Condições de atuação contra SOBRECARGA - Nomenclatura da NBR 5410

I_B = corrente de projeto do circuito



$I_Z = I_{max_{condutor}}$ = ampacidade corrigida do condutor

45% de sobrecarga (máxima admitida no condutor)

$I_2 = I_{atuação_{disjuntor}}$ = corrente convencional de atuação do disjuntor

A 3ª condição para a escolha do DTM:

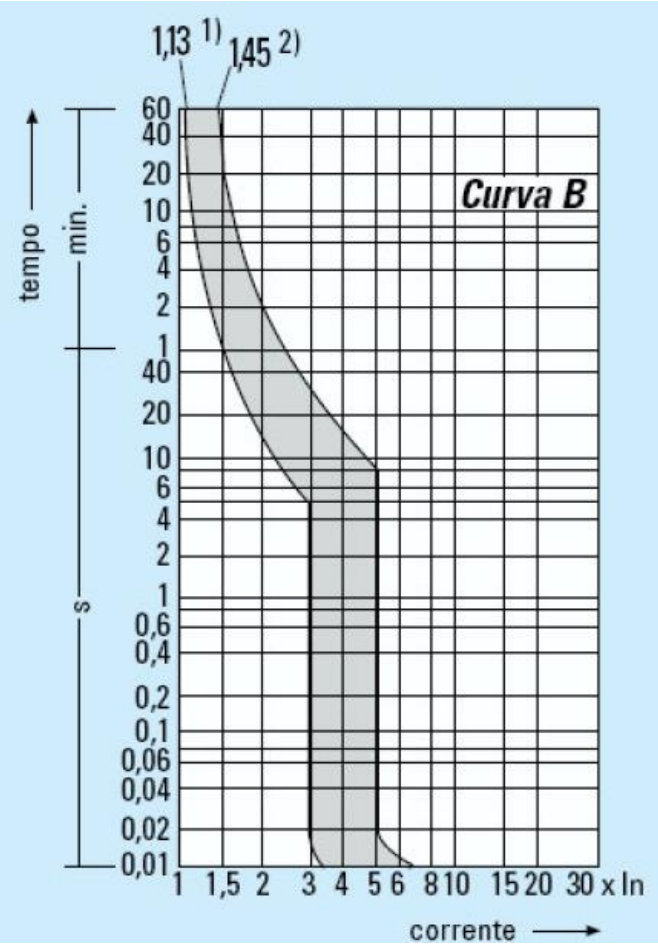
$$I_{atuação_{disjuntor}} \leq (1,45 \, . \, I_{condutor\ corrigida})$$

Condição aplicável se temperatura limite de sobrecarga dos condutores **NÃO SE MANTENHA** por um tempo superior a **100 h durante 12 meses consecutivos**, ou por **500 h ao longo da vida útil do condutor**.

Quando isso ocorrer, a condição deve ser substituída por:

$$I_{atuação_{disjuntor}} \leq (I_{condutor\ corrigida})$$

A ESCOLHA DOS DISJUNTORES: SOBRE A 3ª CONDIÇÃO



1) Corrente convencional de não atuação – 1,13;
2) Corrente convencional de atuação – 1,45.

Corrente convencional de atuação é o valor especificado de corrente que provoca a atuação do dispositivo dentro do tempo convencional.

O tempo convencional:

1 hora ≤ 63 A

2 horas > 63 A

Intensidade	Tempo de Atuação
1,13 I_n	$t \geq 1h$ ($I_n \leq 63$ A) $t \geq 2h$ ($I_n > 63$ A)
1,45 I_n	$t < 1h$ ($I_n \leq 63$ A) $t < 2h$ ($I_n > 63$ A)

DISJUNTORES TERMOMAGNÉTICOS - DTM

CORRENTES DE ATUAÇÃO

IEC - 20°C ou 40°C:

$I_{atuação_disjuntor} = 1{,}35 \times I_{nominal}$ se $I_{nominal} \leq 63$ A, tempo de atuação = 1 hora;

$I_{atuação_disjuntor} = 1{,}25 \times I_{nominal}$ se $I_{nominal} < 63$ A, tempo de atuação = 2 horas;

NBR 5361 – 25°C:

$I_{atuação_disjuntor} = 1{,}35 \times I_{nominal}$ se $I_{nominal} \leq 50$ A, tempo de atuação = 1 hora;

$I_{atuação_disjuntor} = 1{,}35 \times I_{nominal}$ se $I_{nominal} < 50$ A, tempo de atuação = 2 horas.

DISJUNTORES TERMOMAGNÉTICOS - DTM

Para segurança das instalações e garantia absoluta da proteção contra curtos-circuitos e sobrecargas é de fundamental importância especificar os disjuntores de forma adequada, seguindo rigorosamente as normas existentes:

1) **NBR NM 60898**: Disjuntores especialmente projetados para serem manipulados por usuários leigos, ou seja, para uso de pessoas não qualificadas e para não sofrerem manutenção (**normalmente instalações residenciais ou similares**).

2) **NBR IEC 60947-2**: Disjuntores para serem manipulados por pessoas qualificadas, ou seja, com formação técnica, e para sofrerem ajustes e manutenção (**normalmente instalações industriais ou similares**).

Norma	I_2	t_c (h)
Disjuntores:		
- NBR NM 60898		
$I_n \leq 63$ A	1,45 I_n	1
$I_n > 63$ A	1,45 I_n	2
- NBR IEC 60947-2		
$I_n \leq 63$ A	1,30 I_n	1
$I_n > 63$ A	1,30 I_n	2
- NBR 5361		
$I_n \leq 50$ A	1,35 I_n	1
$I_n > 50$ A	1,35 I_n	2
Fusíveis:		
- NBR IEC 60269-1		
$I_n \leq 63$ A	1,6 I_n	1
63 A $< I_n \leq 160$ A	1,6 I_n	2
160 A $< I_n \leq 400$ A	1,6 I_n	3
400 A $< I_n$	1,6 I_n	4

– nos disjuntores conforme a NBR IEC 60898,

$I_2 = 1{,}45\ I_n$

– nos disjuntores conforme a NBR IEC 60947-2,

$I_2 = 1{,}3\ I_n$

– nos disjuntores conforme a NBR 5361,

$I_2 = 1{,}35\ I_n$

– e, nos fusíveis gG (os que oferecem proteção contra sobrecargas) conforme a IEC 60269 (NBRs 11840 a 11849),

$I_2 = 1{,}6\ I_n$ (para $I_n > 16$ A

$I_2 = 1{,}9\ I_n$ (para $4 < I_n \leq 16$ A

$I_2 = 2{,}1\ I_n$ (para $I_n \leq 4$ A)

Norma	I_2	t_c (h)
Disjuntores:		
- NBR NM 60898		
$I_n \leq 63$ A	$1{,}45\ I_n$	1
$I_n > 63$ A	$1{,}45\ I_n$	2
- NBR IEC 60947-2		
$I_n \leq 63$ A	$1{,}30\ I_n$	1
$I_n > 63$ A	$1{,}30\ I_n$	2
- NBR 5361		
$I_n \leq 50$ A	$1{,}35\ I_n$	1
$I_n > 50$ A	$1{,}35\ I_n$	2
Fusíveis:		
- NBR IEC 60269-1		
$I_n \leq 63$ A	$1{,}6\ I_n$	1
63 A $< I_n \leq 160$ A	$1{,}6\ I_n$	2
160 A $< I_n \leq 400$ A	$1{,}6\ I_n$	3
400 A $< I_n$	$1{,}6\ I_n$	4

Substituindo I_2, na condição c), pelos seus equivalentes das três normas, vem,

- no caso da NBR IEC 60898,
  $1{,}45\ I_n \leq 1{,}45\ I_z$, ou seja,
  $I_n \leq I_z$;

- no caso da NBR IEC 60947-2,
  $1{,}3\ I_n \leq 1{,}45\ I_z$, ou seja,
  $I_n \leq 1{,}11\ I_z$
- no caso da NBR 5361,
  $1{,}35\ I_n \leq 1{,}45\ I_z$, ou seja
  $I_n \leq 1{,}07\ I_z$
- e, no caso da IEC 60269 (aqui já saltando a passagem da substituição),
  $I_n \leq 0{,}91\ I_z$ (para $I_n > 16$ A)
  $I_n \leq 0{,}76\ I_z$ (para $4 < I_n \leq 16$ A)
  $I_n \leq 0{,}69\ I_z$ (para $I_n \leq 4$ A)

DISJUNTORES TERMOMAGNÉTICOS - DTM

Atenção: pode haver aumento da bitola do condutor por não ser possível coordenar um disjuntor que atenda às 3 condições da proteção dos circuitos!

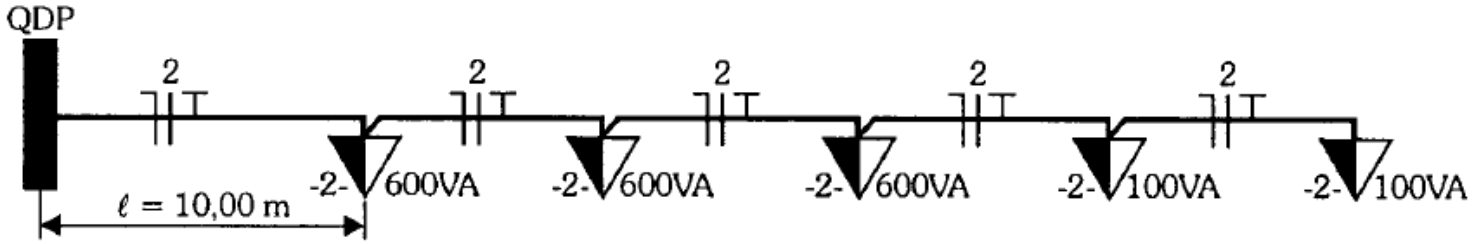
A sobrecarga não é exatamente um critério de dimensionamento dos condutores, entretanto, pode intervir na determinação de sua seção.

Exercício - dimensionamento DTM

DISJUNTORES TERMOMAGNÉTICOS - DTM

Exemplo

Dimensionar os condutores para um circuito das tomadas da cozinha, cuja potência é **S = 2000 VA**; **V = 127V**; isolação do condutor de **PVC**; eletroduto embutido em alvenaria; temperatura = **30°C**; comprimento do circuito 10,0 m.



RESP

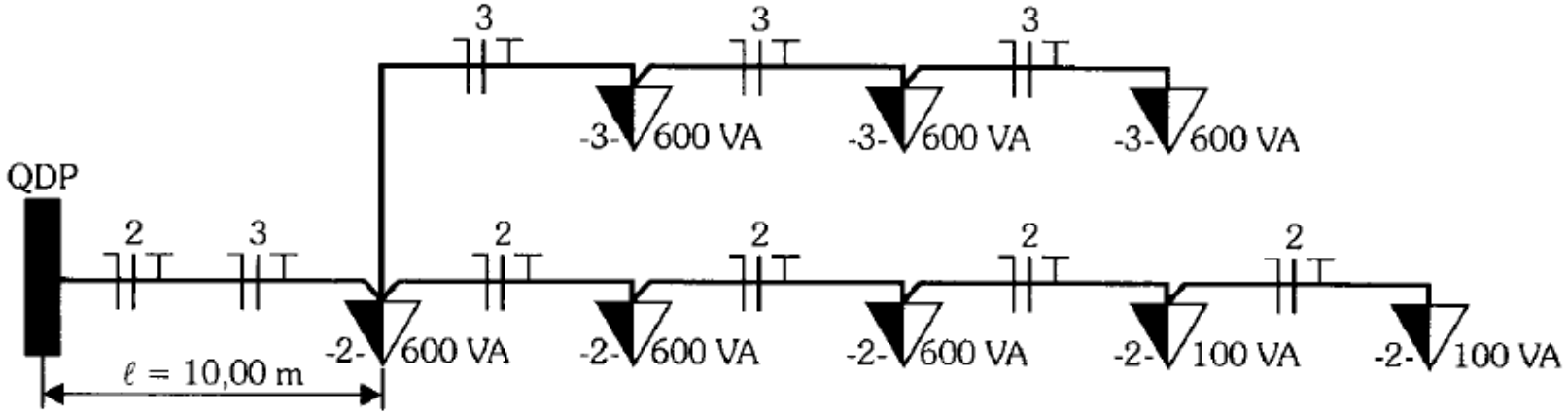
Ampacidade: **Seção do condutor 1,5 mm².**

Seção mínima: **Seção do condutor 2,5 mm².**

Queda de tensão: **Seção do condutor 2,5 mm².**

Sobrecarga: **Disjuntor termomagnético unipolar de 25 A.**
Seção dos condutores Neutro, Fase e Proteção(PE) 4 mm².

3. Calcular os condutores, considerando o exemplo e dados anteriores para dois circuitos de tomadas num mesmo eletroduto. **V = 127V**; isolação do condutor de **PVC**; eletroduto embutido em alvenaria; temperatura = **30°C**;



Circuito 2 = 2000 VA
Circuito 3 = 1800 VA

RESP

1. **Pelo Critério da Capacidade de Corrente**
   - Circuito 1 - I_p = 15,7 A ... 24 A ... Seção do condutor 2,5 mm².
   - Circuito 2 - I_p = 14,2 A ... 24 A ... Seção do condutor 2,5 mm².
2. **Pelo Critério da Queda de Tensão**
   - Circuito 1 - ... 24 A ... Seção do condutor 2,5 mm².
   - Circuito 2 - ... 24 A ... Seção do condutor 2,5 mm².

Respostas:

a) Com ventilação

Circuito 1: **Disjuntor termomagnético unipolar de 20 A.**
Seção dos Condutores Neutro, Fase e Proteção (PE) 4 mm².

Circuito 2: **Disjuntor termomagnético unipolar de 15 A.**
Seção dos condutores Neutro, Fase e Proteção (PE) 2,5 mm².

b) Sem ventilação

- FCT = 1 - Tabela 10.14 - temperatura do condutor 30°C.
- FCT = 0,91 - Tabela 10.14 - temperatura no Quadro 40°C.
- I_n = Tabela 12.3.
- I_c = Tabela 10.10 - coluna 6 (B1, 2cc).

Circuito 1: **Disjuntor termomagnético unipolar de 25 A.**
Seção dos Condutores Neutro, Fase e Proteção (PE) 4 mm².

Circuito 2: **Disjuntor termomagnético unipolar de 20A.**
Seção dos condutores Neutro, Fase e Proteção(PE) 4 mm².

MÓDULO VIII – DIMENSIONAMENTO DE DISJUNTORES

- DTM - Disjuntores Termomagnéticos;
- Sobrecorrentes: Sobrecarga e Curto-Circuito;
- Curva de Disjuntores;
- A escolha do Disjuntor;
- **Choque elétrico – causas e consequências;**
- Dispositivos DR - Diferenciais Residuais: DDR ou IDR;
- As combinações possíveis do dispositivos de proteção da uc;
- A especificação da proteção da uc;
- A escolha e a organização do(s) QDC(s) da uc.

CORRENTES PERIGOSAS PARA O SER VIVO:

- ✓ **I ≤ 1 mA – nenhuma perturbação (leve formigamento);**
- ✓ **1 mA ≤ I ≤ 9 mA – desconfortável (contrações musculares);**
- ✓ **9 mA ≤ I ≤ 20 mA – perigosa (dificuldades em soltar o objeto energizado);**
- ✓ **20 mA ≤ I ≤ 50 mA – bastante perigosa;**
- ✓ **50 mA ≤ I ≤ 100 mA – muito perigosa;**
- ✓ **I ≥ 100 mA – óbito eminente.**

20 mA ≤ I ≤ 80 mA – grandes contrações, parada respiratória, asfixia;

80 mA ≤ I ≤ 3 A – graves lesões musculares, queimaduras e fibrilações ventriculares (ataque cardíaco).

I ≥ 2 A – eletrólise do sangue, necrose dos tecidos e parada cardíaca.

- Principais efeitos do choque nos seres vivos:
  - DESCONFORTO;
  - TETANIZAÇÃO (contrações involuntárias sucessivas e rápidas da musculatura);
  - QUEIMADURAS (“Efeito Joule” nos órgãos internos).
  - PARADA CARDIORRESPIRATÓRIA:
    - Tetanização dos músculos peitorais.
    - Fibrilação ventricular (batimentos acelerados e em ritmo irregular).

Efeitos Gerais:

- ✓ Dormência, formigamento;
- ✓ Ardência ou insensibilidade da pele;
- ✓ Cãibras musculares de extremidades;
- ✓ Escotomas cintilantes (visão de pontos luminosos);
- ✓ Cefaléia;
- ✓ Vertigem;
- ✓ Mal estar geral;
- ✓ Náusea;
- ✓ Arritmias (ritmo irregular) cardíacas;
- ✓ Falta de ar (dispnéia);
- ✓ Parada cardíaca;
- ✓ Parada respiratória;
- ✓ Queimaduras;
- ✓ Traumatismo (de crânio, ruptura de órgãos internos, etc.);
- ✓ Óbito.

Resistência elétrica do corpo humano: é quase que exclusivamente devida à camada externa da pele, a qual é constituída de células mortas.

Pele seca e sem cortes:

$$100\ k\Omega \leq R_{cutânea} \leq 600\ k\Omega$$

Tal variação se deve à espessura da pele e da quantidade de células mortas.

a resistência da epiderme é superior a dos tecidos internos

A resistência oferecida pela parte interna do corpo (sangue, músculos e demais tecidos), é bem baixa comparada à da pele:

$$200\ \Omega \leq R_{interna\ corpo} \leq 500\ \Omega$$

$$R_{interna\ corpo} = 300\ \Omega$$ (valor mais comum)

Pele seca e sem cortes:

$$100\ k\Omega \leq R_{cutânea} \leq 600\ k\Omega$$

Mas... e se a superfície de contato do corpo estiver **úmida** ou **suada**, especialmente com os **pés molhados**??? Nestes casos, a intensidade de corrente pode assumir valores muito elevados, produzindo efeitos gravíssimos.

Criador: Ruslanshug | Crédito: Getty Images/iStockphoto

Diferença da resistência elétrica à passagem da corrente apresentada pela pele humana ao estar seca ou molhada:

Se a pele encontra-se úmida (condição muito facilmente encontrada na prática, pelo próprio suor em nosso clima tropical) a resistência elétrica do corpo diminui drasticamente:

$$R_{corpo\ seco} \geq 100\ k\Omega$$

$$R_{corpo\ úmido} \leq 1\ k\Omega$$

- Ambientes com muita umidade fazem com que a pele não ofereça uma elevada resistência elétrica à passagem da corrente, mesmo que a pessoa não esteja molhada.
- Se alguma parte do corpo estiver submersa no momento do choque, a resistência do corpo cai ainda mais.

Medida entre duas mãos.

Mãos secas:	R = 5000 Ω
Mãos úmidas:	R = 2500 Ω
Mãos molhadas:	R = 1000 Ω
Mãos imersas na água:	R = 500 Ω

Corrente "perigosa": I = 20 mA

$$V = R \times I$$

Mãos secas:	V = 100 V
Mãos úmidas:	V = 50 V
Mãos molhadas:	V = 20 V
Mãos imersas na água:	V = 10 V

- **Cortes também resultam em baixa resistência do corpo do ser vivo:**

Um choque em MT (1kV a 69 kV) ou AT, quase que imediatamente, rompe a pele, reduzindo a resistência do corpo a apenas 500 Ω.

A ruptura da dielétrica da pele se dá por volta de 1500 V.

Pele seca: R_{corpo} = 100 kΩ

Pele úmida: R_{corpo} = 1 kΩ

Pele rompida: R_{corpo} = 0,5 kΩ

Choque em BT:

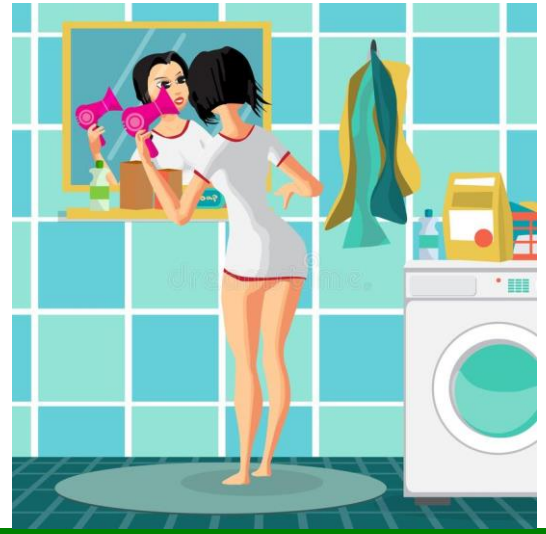
a) Corpo seco: 127 V / 1000 kΩ = 0,00127 A = 1,27 mA (o indivíduo quase não percebe o choque);

b) Corpo molhado: 127 V /1000 Ω = 0,127 A = 127 mA (suficiente para provocar um ataque cardíaco);

Choque em MT:

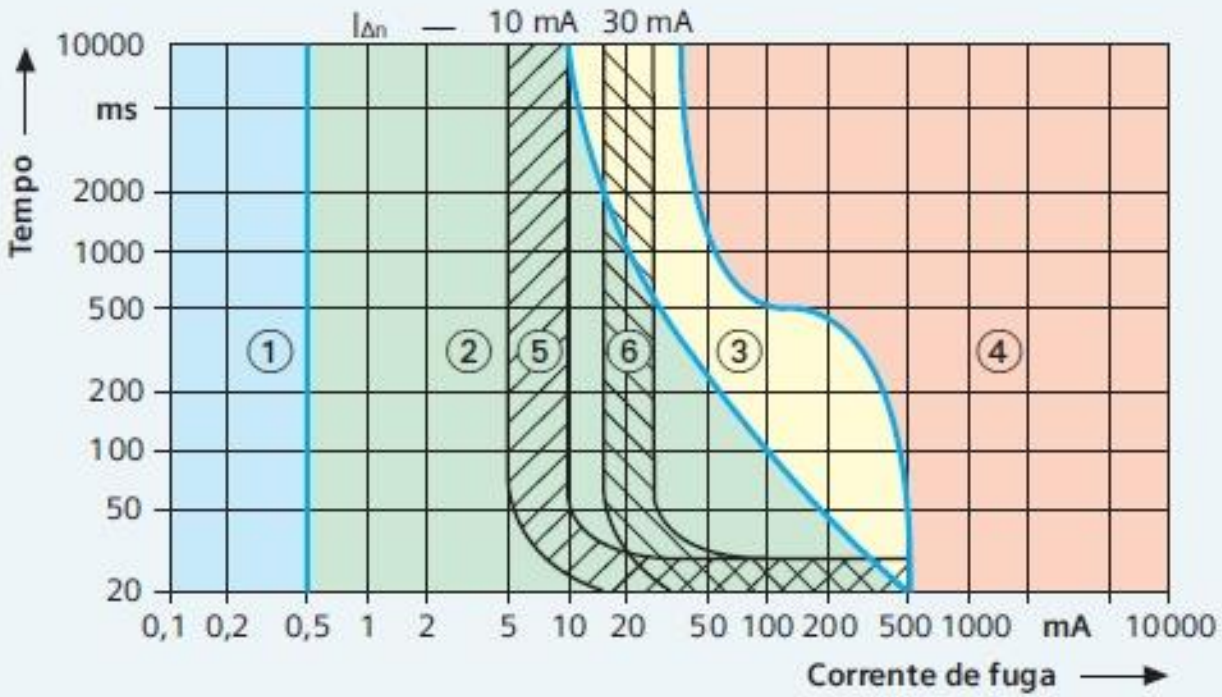
c) Pele rompida: 1000 V / 500 Ω = 2 A (parada cardíaca e sérios danos aos órgãos internos).

Porém, lembre-se que além da intensidade da corrente elétrica, o caminho percorrido pela eletricidade ao longo do corpo (do ponto onde entra até o ponto onde ela sai) e a duração do choque, são responsáveis pela extensão e gravidade das lesões.



Efeitos da corrente elétrica no corpo humano

Gráfico com zonas tempo x corrente e os efeitos sobre as pessoas
IEC 60479-1 (percurso mão esquerda ao pé)



Zona ① - Nenhum efeito perceptível

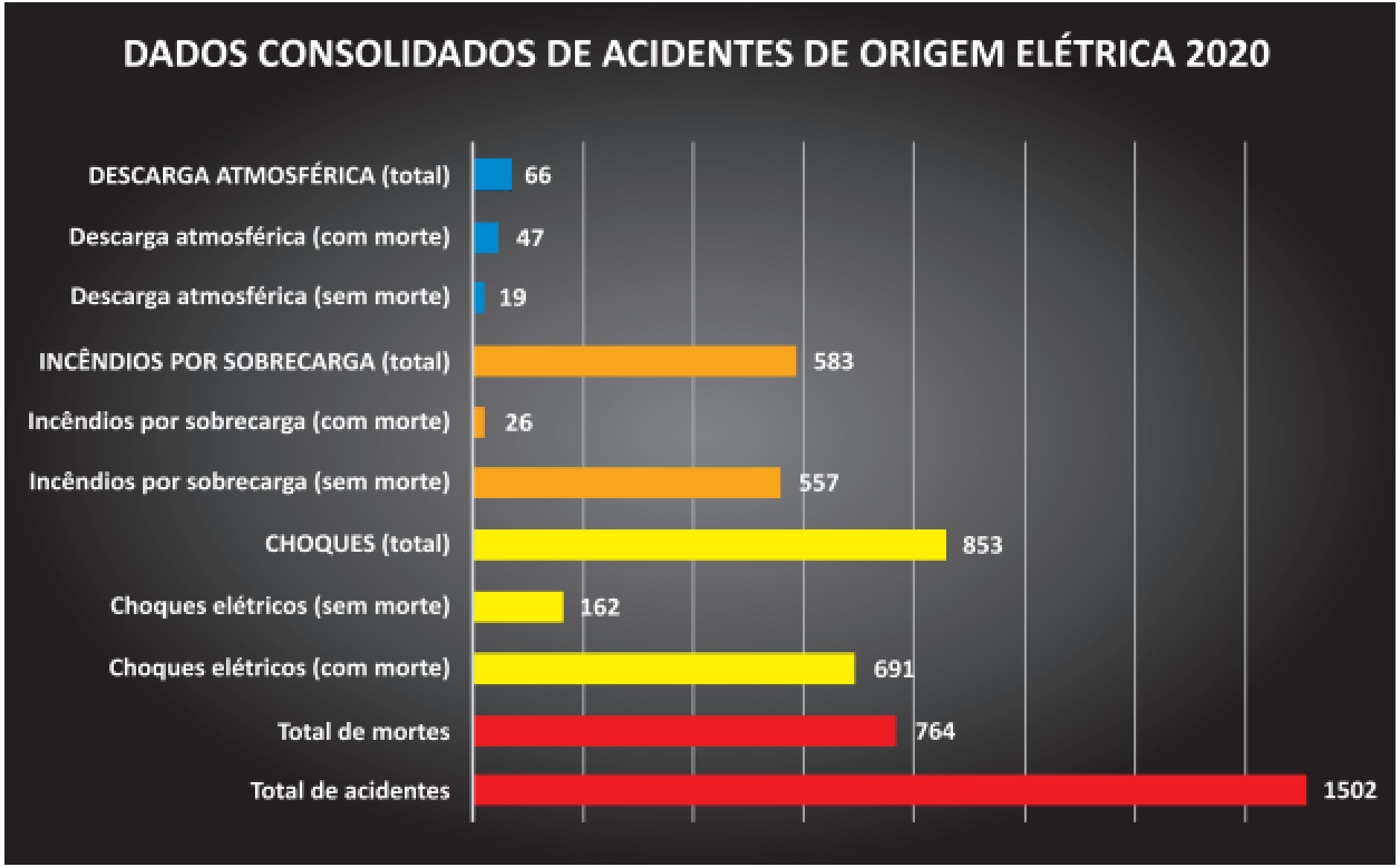
Zona ② - Efeitos fisiológicos geralmente não-danosos

Zona ③ - Efeitos fisiológicos notáveis (parada cardíaca, parada respiratória e contrações musculares), geralmente reversíveis

Zona ④ - Elevada probabilidade de efeitos fisiológicos graves e irreversíveis (fibrilação cardíaca e parada respiratória)

Zona ⑤ ⑥ - Faixas de atuação dos Dispositivos DR, Módulos DR ou Disjuntores DR

Anuário 2021 Abracopel

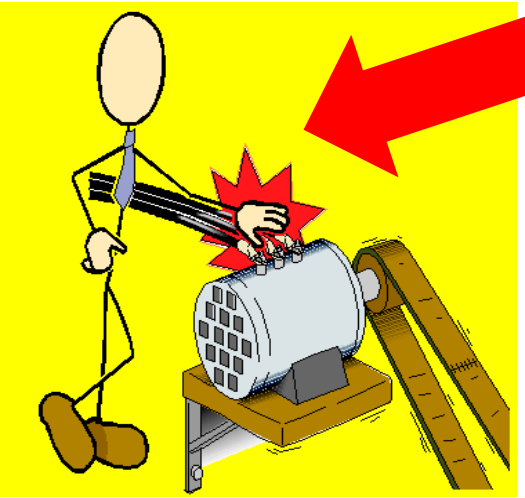


Cortador de grama, lavadora de pisos, enceradeira elétrica , chapinha, secador de cabelo, modelador ou qualquer outro eletrônico, em condições críticas, pode ferir ou matar uma pessoa. Para evitar o risco de choque atente-se a:

- ✓ **1º Umidade:** evitar utilizar qualquer equipamento em tomada em local úmido, mesmo que com água proveniente da condensação do ar (sauna, spa, banheiro pós banho quente, áreas externas, etc.).
- ✓ **2º Temperatura:** chapinhas, secadores e modeladores, possuem um limite de temperatura, atenção ao tempo em que mantem o equipamento na temperatura máxima.
- ✓ **3º Extensões, benjamins e tomadas:** cuidado com dispositivos danificados, inadequados à corrente demandada pelo equipamento ou sem comprovação de procedência: curto circuito ou sobreaquecimento que pode até derreter a parte plástica.
- ✓ **4º Cabo do eletrodoméstico:** desencapado, conexões soltas ou em mal estado (pode pegar fogo ou simplesmente, causar choque por contato acidental).
- ✓ **5º Só use equipamentos** de marcas de conformidade e em bom estado de conservação.
- ✓ **6º Use calçados** com solado de borracha ou plástico, que isole o seu corpo do solo durante o manuseio de cargas elétricas.
- ✓ **7º Guarda e manuseio:** guarde equipamentos depois de frios e nunca os deixe ligados sem estar utilizando.
- ✓ **8º Chuva:** utilizar equipamentos elétricos quando estiver chovendo pode ser perigoso se a uc não possuir SPDA, DPS, bom aterramento, condutor de PE em todos os pontos de tomada, equipamentos com tomada de 3 pinos, proteção DR, etc.

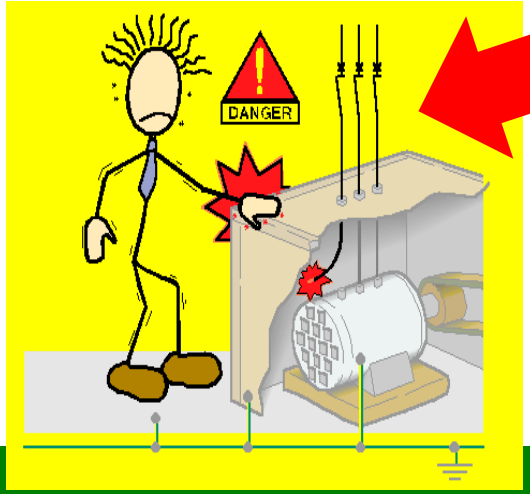
Choque ocorre por falha da proteção contra correntes ocasionais que possam passar pelo corpo humano, por contatos diretos ou indiretos, durante operação de dispositivos elétricos.

- **CONTATO DIRETO:** **contato com a parte viva** *(partes dos equipamentos que ficam sob tensão em serviço normal).* **Uma das partes energizadas é TOCADA por acidente, imprudência ou negligência.**

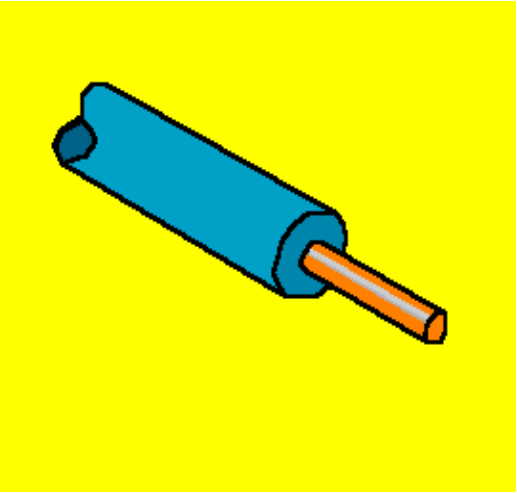


- **CONTATO INDIRETO:** **A parte não viva em condições normais é TOCADA.**

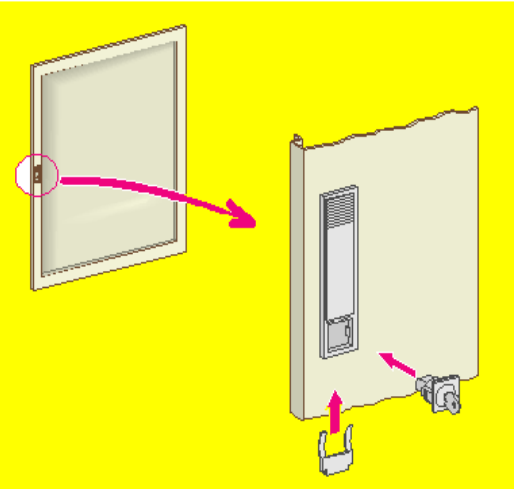
O contato com a parte energizada resulta de falha de isolamento, ruptura ou de remoção indevida de PARTES ISOLANTES. Ex: contato com uma luminária metálica.



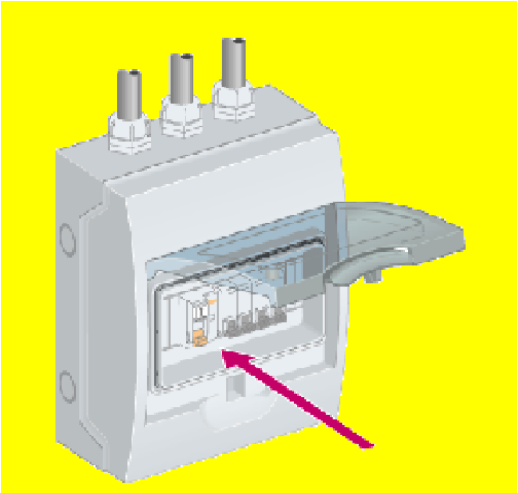
Proteção contra contatos diretos:



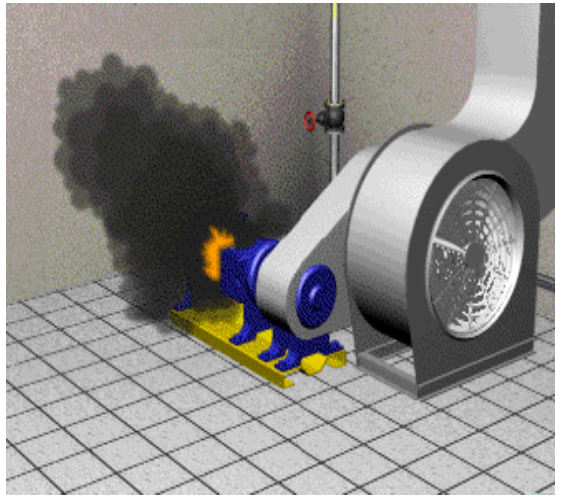
Isolamento do cabo.



Quadro com chave.



Disjuntor (proteção) sensível:
DDR ou IDR.



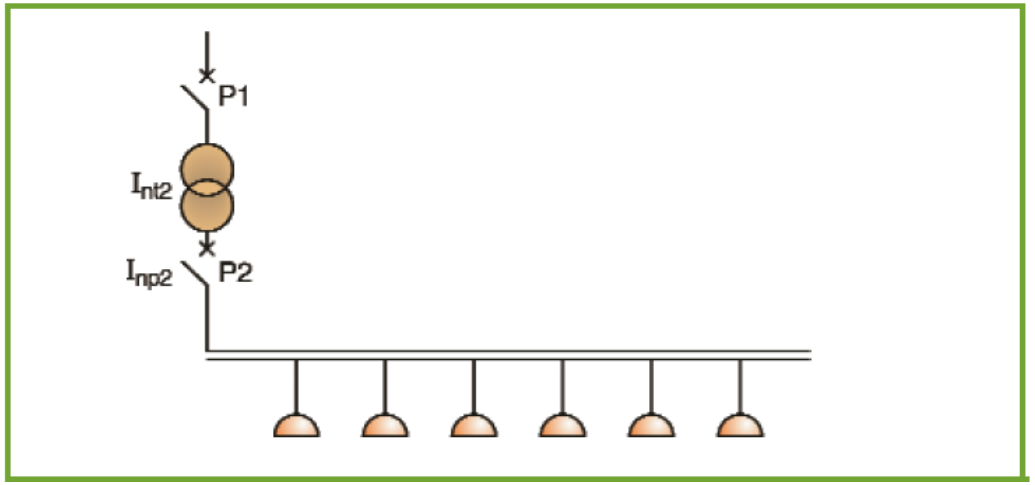
Local reservado.

Proteção contra contatos indiretos:

- ✓ Ocorre quando é tocada uma massa que, por falta ou defeito interno, esteja viva.
- ✓ **O choque por este tipo de contato é imprevisível.**
- ✓ **Não há proteção total, mas complementar (uso de dispositivos DR)**
- ✓ Exemplo: queda do equipamento, fio descascado ou derretido que venha a tocar na sua carcaça metálica.

Iluminação subaquática: além da proteção DR, exige alimentação em EBT

Iluminação em extrabaixa tensão



Extrabaixa Tensão (EBT): ≤ 50 V_{CA} (corrente alternada) ou ≤ 120 V_{CC} (corrente contínua), seja entre fases ou entre fase e terra.

- ✓ *As seções dos condutores das instalações em EBT são alimentadas a partir de uma instalação de BT por meio de um transformador.*
- ✓ *$I_{nominal}$ do DTM deve garantir atuação em t < 5 s na ocorrência de um curto-circuito no ponto mais distante da instalação.*

MÓDULO VIII – DIMENSIONAMENTO DE DISJUNTORES

- DTM - Disjuntores Termomagnéticos;
- Sobrecorrentes: Sobrecarga e Curto-Circuito;
- Curva de Disjuntores;
- A escolha do Disjuntor;
- Choque elétrico – causas e consequências;
- **Dispositivos DR - Diferenciais Residuais: DDR ou IDR;**
- As combinações possíveis do dispositivos de proteção da uc;
- A especificação da proteção da uc;
- A escolha e a organização do(s) QDC(s) da uc.

DR (Dispositivos Diferenciais Residuais: DDR ou IDR)

- Consistem em interruptores automáticos que **interrompem**, no menor tempo possível, **correntes elétricas de pequena intensidade (centésimos de ampères), não detectáveis por um disjuntor comum, mas que podem ser fatais para seres vivos;**

- **Visam a proteção de seres vivos** (pessoas e animais) **contra choque elétrico** resultante de contatos diretos ou indiretos, detectando corrente residuais ou de fuga que venham a existir em circuitos elétricos.

DDRs e IDRs são sensíveis: atuam para correntes muito baixas, sendo as mais comuns: > 30mA ou 300mA (de acordo com sua especificação de disparo).

IMPORTANTE

A norma ABNT NBR 5410 obriga o uso do dispositivo DR em todos os circuitos que atendem à **áreas úmidas ou sujeitas à umidade**, como cozinhas, banheiros, áreas de serviço e áreas externas (piscinas, jardins, etc.), onde houver possibilidade de contato simultâneo com energia elétrica e água por qualquer parte do corpo dos usuários.

DR (Dispositivos Diferenciais Residuais: DDR ou IDR)

A NBR-5410 exige, **desde 1997**:

A utilização de proteção diferencial residual (disjuntor ou interruptor) de alta sensibilidade em circuitos terminais que sirvam a:

- tomadas de corrente em cozinhas, copas-cozinhas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e, no geral, a todo local interno molhado em uso normal ou sujeito a lavagens;
- tomadas de corrente em áreas externas;
- tomadas de corrente que, embora instaladas em áreas internas, possam alimentar equipamentos de uso em áreas externas;
- pontos situados em locais contendo banheira ou chuveiro.

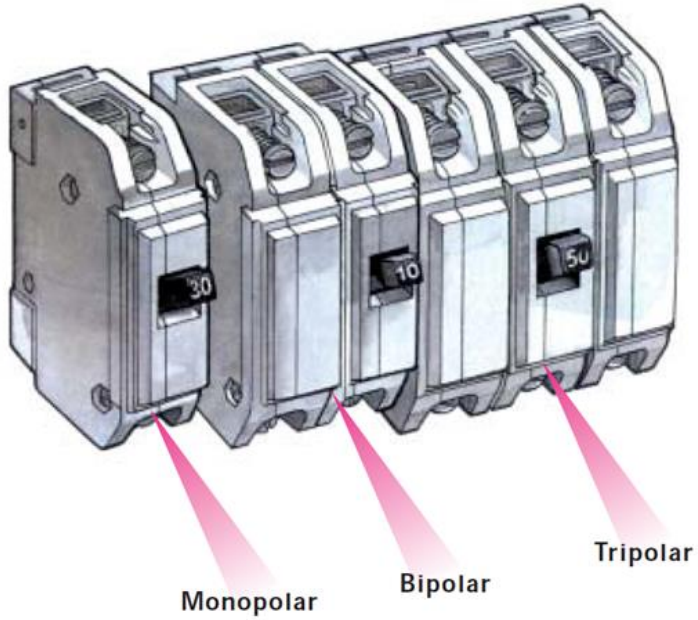
A NBR-5410 exige, desde 1997:

- ✓ Qualquer que seja o esquema de aterramento, devem ser utilizados dispositivos DR de alta sensibilidade, isto é, com corrente diferencial-residual nominal ≤ 30mA, nos circuitos que sirvam a pontos situados em locais contendo banheira ou chuveiro, inclusive nos aparelhos de iluminação;

- ✓ Os DR's de alta sensibilidade, também são exigidos nos circuitos de tomadas de corrente de cozinhas, copas-cozinhas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e, no geral, a todo local interno, molhado, em uso nominal ou sujeito a lavagens, inclusive circuitos de iluminação utilizados nesses locais **com altura < 2,5m**.

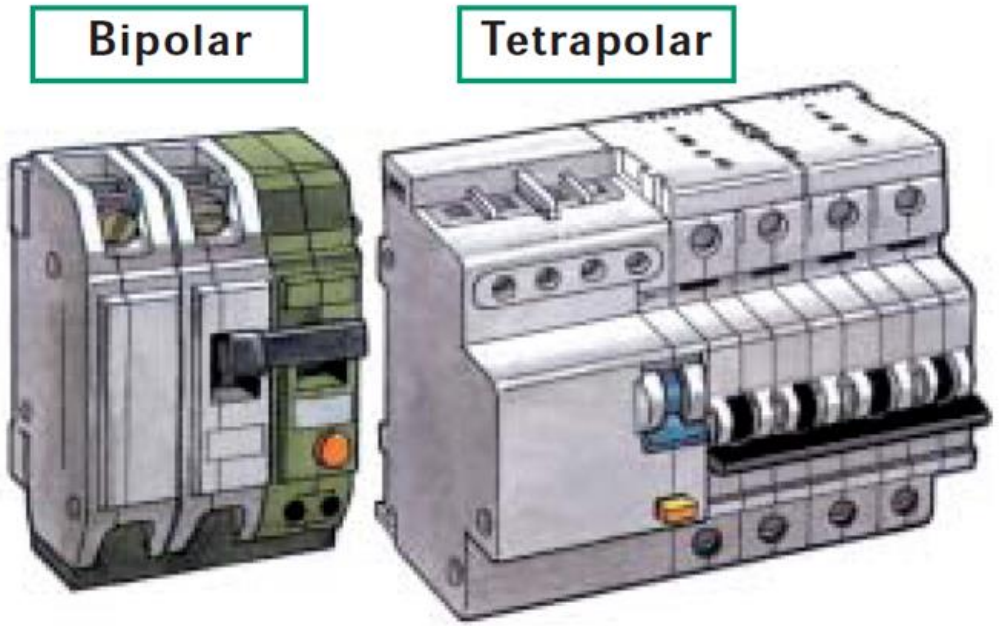
NOTA: os circuitos não relacionados nas recomendações e exigências descritas, poderão ser protegidos apenas por disjuntores termomagnéticos (DTM).

DTM



Somente condutores fase dos circuitos são ligados aos DTM's.

DDR

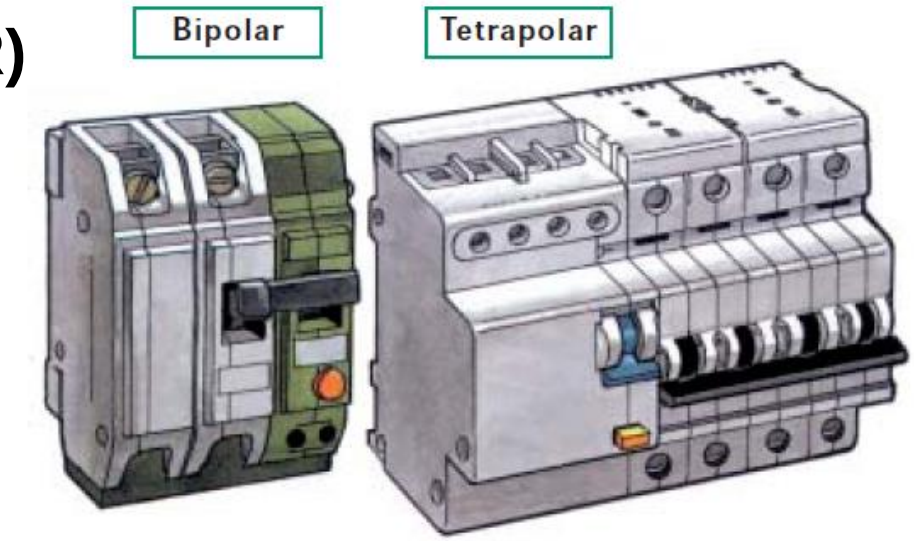


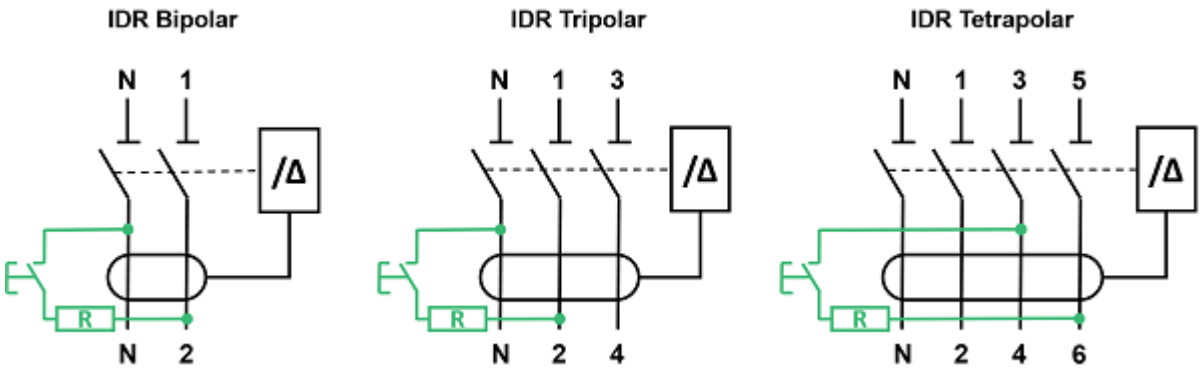
Tanto os condutores fase, quanto o neutro dos circuitos são ligados aos DR's

(o neutro não pode ser aterrado após o DR).

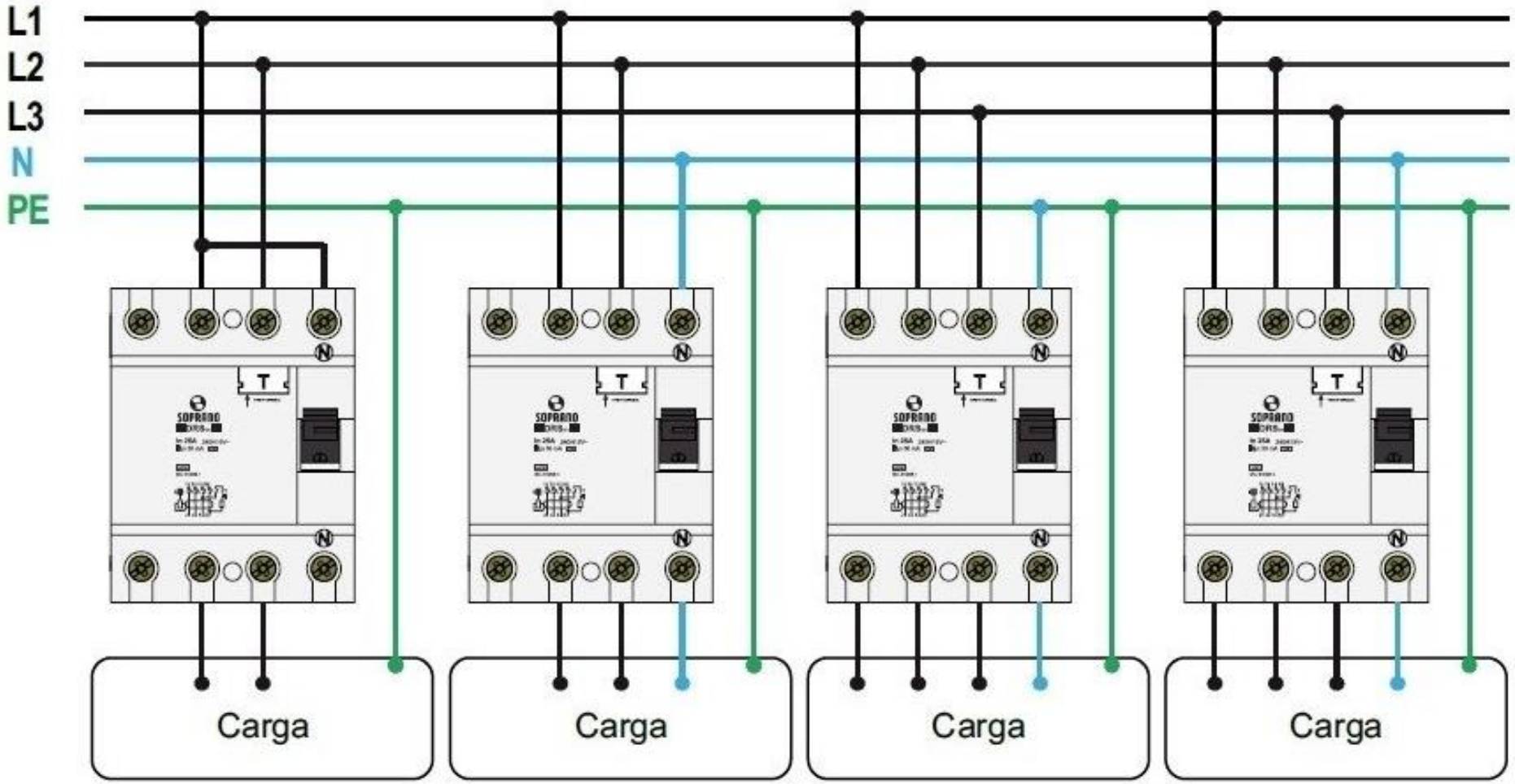
DR (Dispositivos Diferenciais Residuais: DDR ou IDR)

SISTEMA	2 PÓLOS	4 PÓLOS
1F + N	OK	OK
2F	OK	OK
2F + N	—	OK
3F	—	OK
3F + N	—	OK





Dispositivos DR com mais polos que o necessário podem ser usados:



Dimensionamento do DR

NEMA (mono, bi ou tripolar)	DIN (mono, bi ou tripolar)	DR (bipolar ou tetrapolar)
10 A	3 A	25 A (2P ou 4P)
15 A	6 A	40 A (2P ou 4P)
20 A	10 A	63 A (2P ou 4P)
25 A	16 A	80 A (2P ou 4P)
30 A	20 A	100 A (2P ou 4P)
35 A	25 A	125A (2P ou 4P)
40 A	32 A	
50 A	40 A	
60 A	50 A	
70 A	63 A	
90 A	80 A	
100 A	100 A	
125 A	125 A	
150 A		
175 A		
200 A		
225 A		
250 A		

O DR pode ser encontrado com correntes entre 16 A e 125 A e nas opções de corrente diferencial (sensibilidade) de 10 mA, 30 mA, 100 mA, 300 mA, 500 mA e 1000 mA.

A corrente diferencial residual nominal de atuação (sensibilidade) "$I_{\Delta n}$":

- ✓ **Sensibilidade 30 mA (alta sensibilidade): proteção contra choques elétricos (proteção contra contato indireto e proteção complementar contra contatos indiretos)**
- ✓ **Sensibilidade 300 mA (baixa sensibilidade): proteção contra incêndio proteção complementar contra contatos indiretos. Ex: uso em armazém de produtos inflamáveis.**

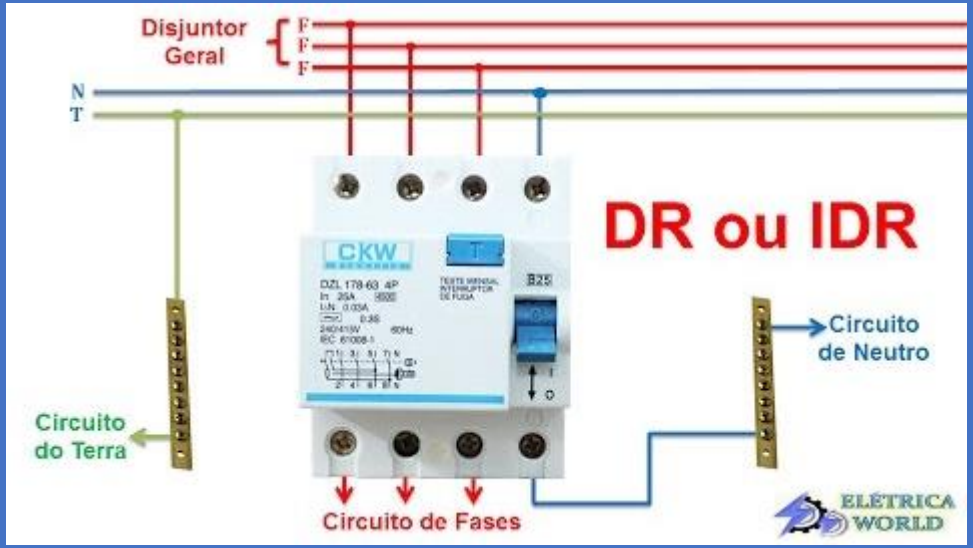
Corrente diferencial-residual nominal de atuação

A NBR 5410 estabelece que o valor máximo para esta corrente é de 30 mA (trinta mili ampères).

Corrente nominal

De um modo geral, as correntes nominais típicas disponíveis no mercado, seja para Disjuntores DR ou Interruptores DR são: 25, 40, 63, 80 e 100 A.

Basta que o DR tenha n° de **polos adequados** (lembre-se que o N é conectado a ele), **sensibilidade adequada (≤ 30mA)** e que possua **corrente nominal ≥ ao DTM** dimensionado para aquele circuito terminal ou de alimentação geral



DR (Dispositivos Diferenciais Residuais: DDR ou IDR)

DISJUNTORES DR

Dimensione o DTM e escolha o DR de corrente nominal igual ou superior, atuando para 30 mA de diferença da corrente entre seus pólos.

INTERRUPTORES DR (IDR)

Devem ser escolhidos com base na corrente nominal dos disjuntores termomagnéticos, a saber:

Corrente nominal do disjuntor (A)	Corrente nominal mínima do IDR (A)
10, 15, 20, 25	25
30, 40	40
50, 60	63
70	80
90, 100	100

➡ SAIBA QUE...

- O IDR **não tem proteção termomagnética**, como o DTM ou o DDR.
- O IDR possui proteção **somente diferencial**.
- O IDR de 80 A significa que seus componentes internos suportam a circulação contínua de uma de até 80 A.
- Mas se a corrente nominal do circuito for > 80A o IDR **não desarmará** e será danificado pois seus componentes não foram suportados para tal efeito térmico.
- Assim, se, por exemplo, sua instalação tem um DTM de In = 63A, **a corrente do IDR tem que ser ≥ 63A**.

DR (Dispositivos Diferenciais Residuais: DDR ou IDR)

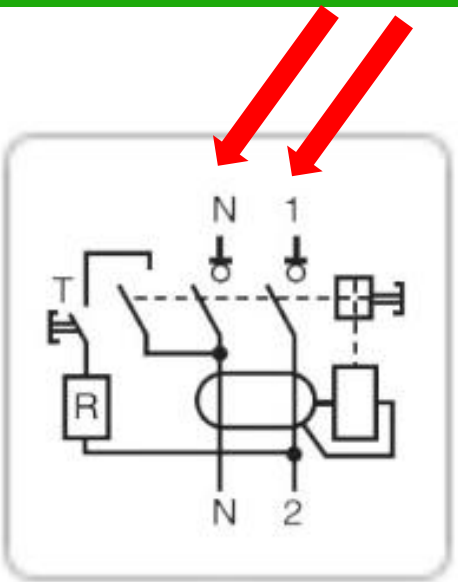
DDR = DTM + IDR

Atenção para não prever IDR <u>sem DTM</u>, seja para a proteção geral, seja para as parciais (circuitos terminais)!

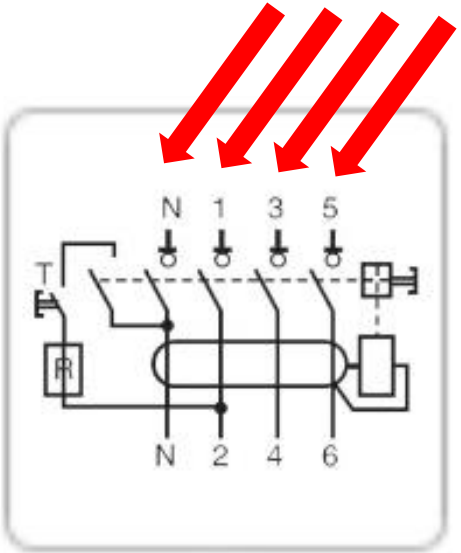
Atenção para não prever dispositivos <u>DR em duplicidade</u>: na proteção geral e nas parciais!

DR (Dispositivos Diferenciais Residuais: DDR ou IDR)

2 polos (bipolar)



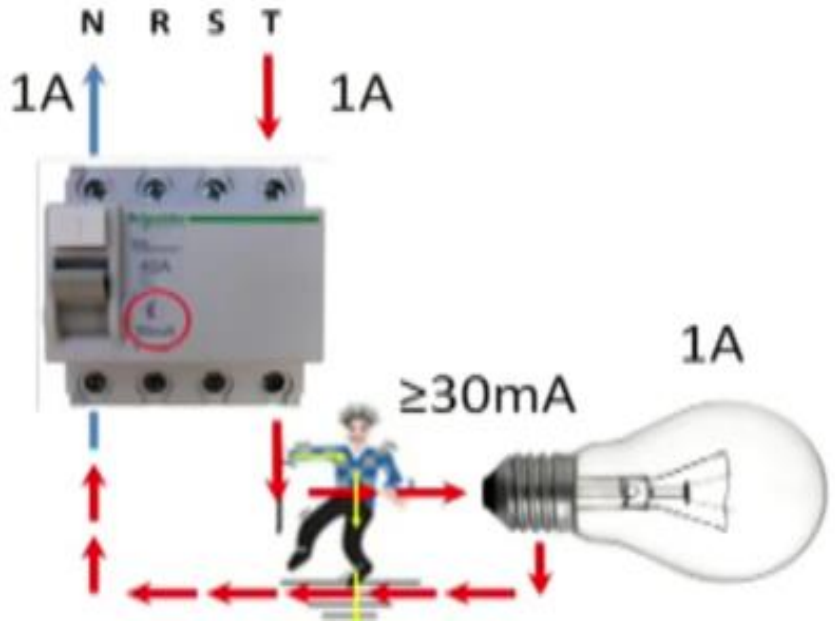
4 polos (tetrapolar)



Como o DR atua?

DR (Dispositivos Diferenciais Residuais: DDR ou IDR)

O dispositivo DR



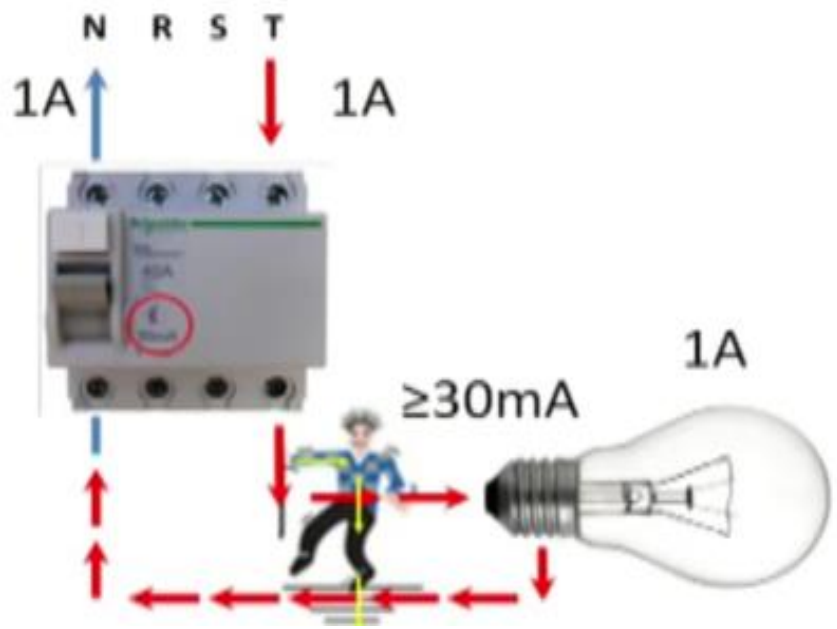
DR: mede $I_{entrada}$ e I_{saida} dos circuitos de uma instalação elétrica (por isso se chama diferencial residual).

► Em condições normais: $I_{entrada} = I_{saida}$.

► Quando acontece uma falha no circuito, **gerando fuga de corrente**, $I_{saida} < I_{entrada}$, pois uma parte de $I_{entrada}$ se perdeu na falha de isolação.

DR (Dispositivos Diferenciais Residuais: DDR ou IDR)

O dispositivo DR



► Verificando se $I_{entrada} \neq I_{saida}$, o dispositivo DR é capaz de detectar qualquer fuga de corrente.

► Quando isso ocorre, o circuito é automaticamente desligado: o DR "desarma" o circuito.

► O desligamento é instantâneo: garante-se a segurança das pessoas e animais contra os efeitos dos choques elétricos e previne-se contra incêndios, que poderiam ser causados por uma falha de isolação.

► DR não dispensa DTM pois não tem a função de proteção contra sobrecarga e curto circuito.

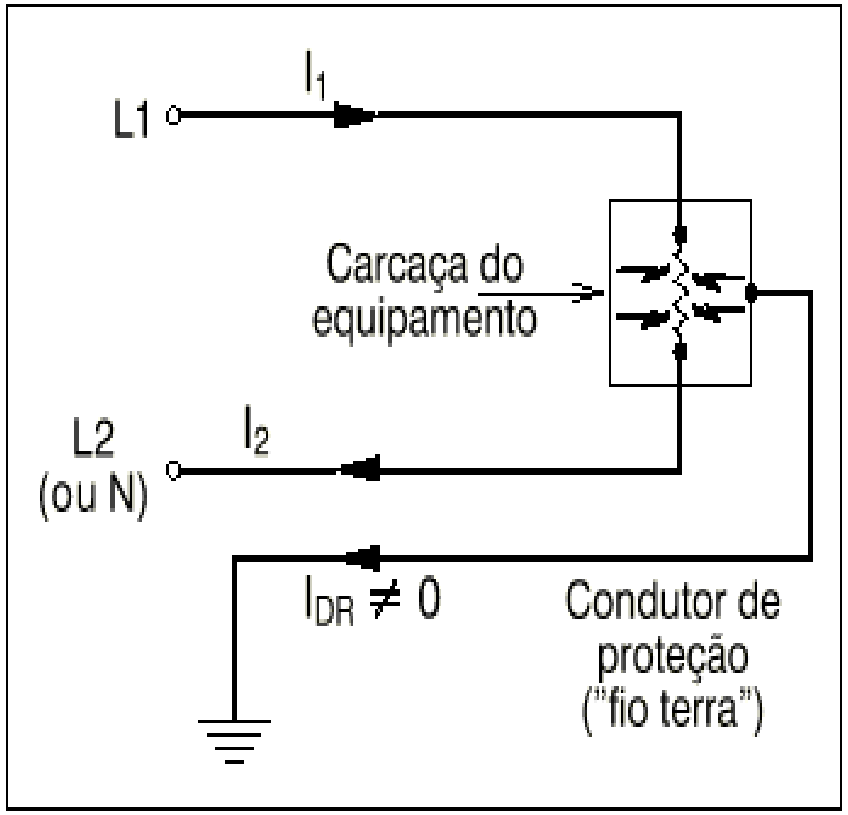
DR (Dispositivos Diferenciais Residuais: DDR ou IDR)

Causas típicas: Fuga de Corrente

- **EMENDAS com isolação inadequada ou imperfeita;**
- **Danificação da ISOLAÇÃO dos condutores durante sua instalação;**
- **CAIXAS DE PASSAGEM inadequadas que armazenam água de chuva afetando as emendas;**
- **Fixação e montagem inadequada de LUMINÁRIAS;**
- **PARAFUSOS das caixas de passagem que danificam a ISOLAÇÃO dos condutores, durante a fixação;**
- **Erros de ligação dos condutores NEUTRO e de PROTEÇÃO;**
- **"Confusão" de NEUTROS em quadros contendo mais de 1 "DR".**

Causas típicas: Fuga de Corrente

causadas primordialmente por falha no isolamento ou por falhas internas dos equipamentos



$$I_{DR} = I_1 + (-I_2) = I_1 - I_2$$

Nesta expressão, I_{DR} é a ***corrente diferencial-residual*** do circuito e, como se conclui, representa a soma algébrica, em um dado ponto, dos valores instantâneos das correntes que percorrem todos os condutores vivos do circuito.

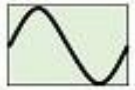
A corrente de fuga "flui" para a terra ou para elementos estranhos à instalação através de um caminho diferente do previsto, podendo, além do consumo de energia, causar choque elétrico, aquecimento excessivo, destruição da isolação, incêndios etc.

As classes do DR

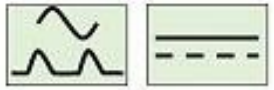
As 4 classes de IDR e DDR:

todas devem garantir a proteção contra o choque elétrico e outros tipos de fuga de corrente elétrica, em todas as circunstâncias, garantindo segurança, continuidade operacional adequada das etapas variadas das instalações e, por fim, a seletividade.

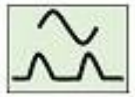
- Classes AC – Corrente alternada

AC 

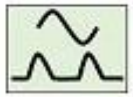
- Classes B – Corrente contínua

B 

- Classes A – Corrente alternada e contínuas pulsadas

A 

- Classe SI – Corrente alternada e contínuas pulsadas super imunizado

SI 

- ✓ **Classes AC – Corrente alternada:** detecta **correntes residuais alternadas** e são normalmente utilizados em instalações elétricas residenciais, comerciais, prediais e industriais em geral.

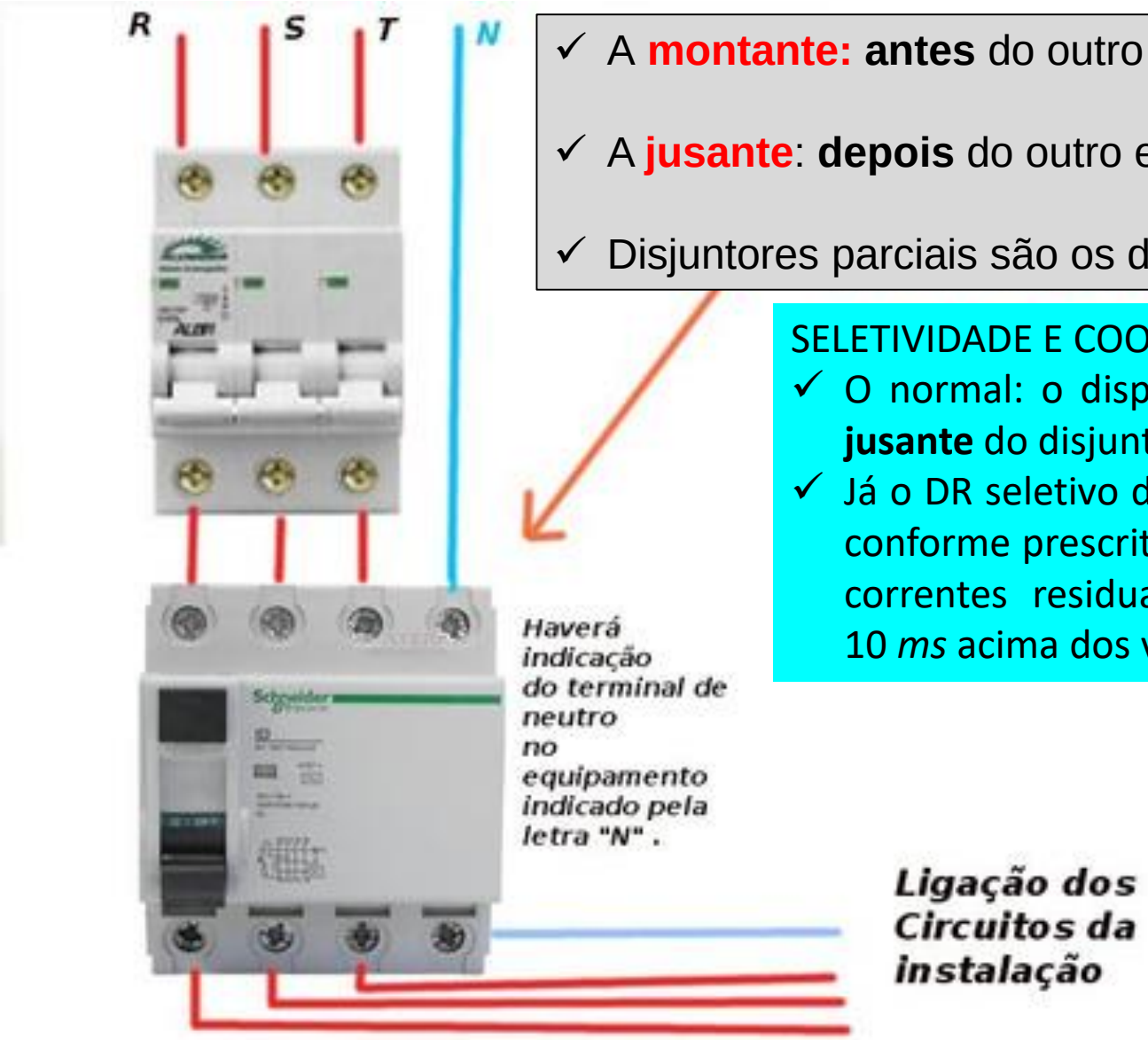
- ✓ **Classes A – Corrente alternada e contínuas pulsadas:** detecta **correntes residuais alternadas e contínuas pulsantes**. Aplicável em circuitos que contenham recursos eletrônicos que alterem a forma de onda senoidal.

- ✓ **Classes B – Corrente contínua:** detecta correntes residuais alternadas, contínuas pulsantes e **contínuas puras**. Aplicável em circuitos de corrente alternada normalmente trifásicos que possuam, em sua forma de onda, partes senoidais, meia-onda ou ainda formas de ondas de corrente contínua, geradas por cargas como equipamentos eletro médicos.

- ✓ **Classe SI – Corrente alternada e contínuas pulsadas super imunizado:** para manter uma rede de segurança e uma continuidade de serviço ótima nas instalações com **perturbações por condições atmosféricas extremas, por cargas geradoras de harmônicas, por correntes transitórias de manobras**.

MÓDULO VIII – DIMENSIONAMENTO DE DISJUNTORES

- DTM - Disjuntores Termomagnéticos;
- Sobrecorrentes: Sobrecarga e Curto-Circuito;
- Curva de Disjuntores;
- A escolha do Disjuntor;
- Choque elétrico – causas e consequências;
- Dispositivos DR - Diferenciais Residuais: DDR ou IDR;
- **As combinações possíveis do dispositivos de proteção da uc;**
- A especificação da proteção da uc;
- A escolha e a organização do(s) QDC(s) da uc.

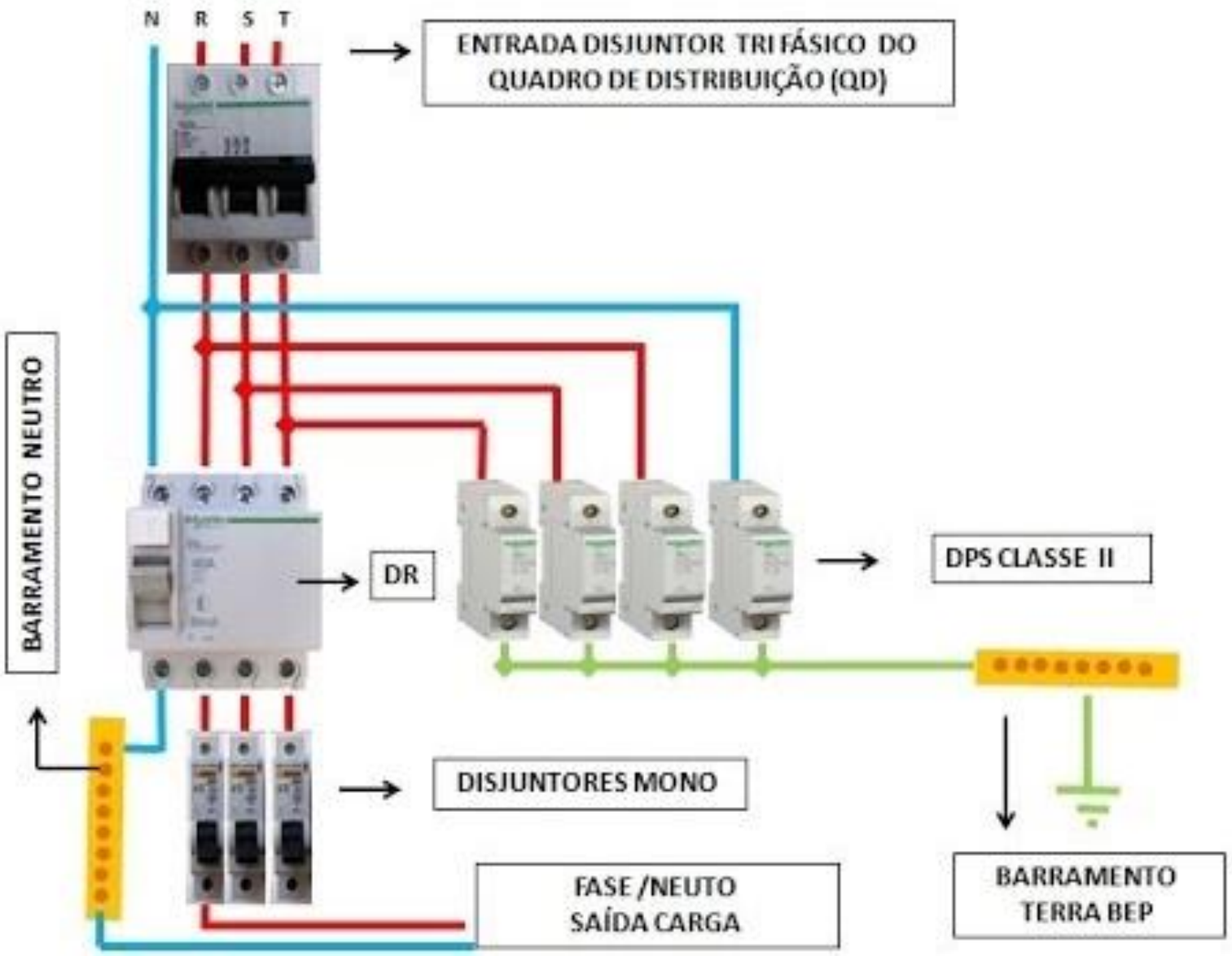


- ✓ A **montante: antes** do outro em questão (mais perto da fonte de energia);
- ✓ A **jusante**: **depois** do outro em questão (mais perto da carga final);
- ✓ Disjuntores parciais são os disjuntores **a jusante** do disjuntor geral.

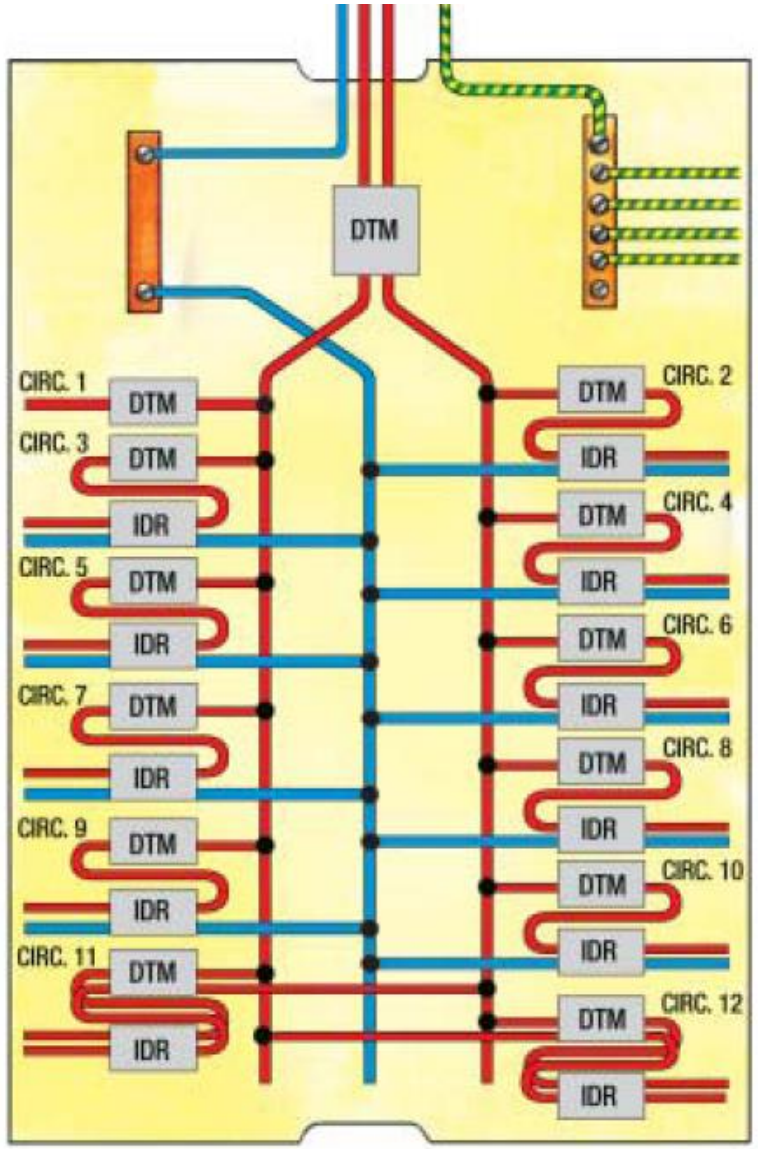
SELETIVIDADE E COORDENAÇÃO

- ✓ O normal: o dispositivo DR com características de disparo instantâneo fica **a jusante** do disjuntor termomagnético (DTM) principal.
- ✓ Já o DR seletivo de característica **a montante**, atua com um **retardo de disparo** conforme prescrito pela norma NBR NM 61008. O DR é fortemente resistente a correntes residuais transitórias na rede e tem seu disparo retardado em 10 *ms* acima dos valores normais de atuação, permitindo uma seletividade fina.

- ➢ O condutor de proteção (PE), nunca poderá passar pelo DR.
- ➢ Condutor Neutro de um DR não poderá passar por outros DR´s.
- ➢ Após o condutor Neutro passar pelo DR, o mesmo não poderá ser aterrado em qualquer parte da instalação.
- ➢ Pode atuar devido a sobretensões de descargas atmosféricas ou de manobras na rede elétrica.


N
R
S
T
ENTRADA DISJUNTOR TRIFÁSICO DO QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO (QD)
BARRAMENTO NEUTRO
DR
DPS CLASSE II
DISJUNTORES MONO
FASE /NEUTO SAÍDA CARGA
BARRAMENTO TERRA BEP

Combinações possíveis entre a proteção da instalação contra choque, contra sobrecarga e contra curto circuito



De acordo com a NBR 5410, podem ser previstos QDC's:

1) com apenas um DR na proteção geral (DDR ou DTM + IDR);

NOTA: interruptores DR devem ser utilizados nos circuitos em conjunto com dispositivos a sobrecorrente (disjuntor ou fusível), colocados antes do interruptor DR.

2) Com IDR por grupo de cargas que o exigem

ou

3) com DRs por cada circuito terminal individualmente, conforme necessidade (DDR ou DTM + IDR)

Opção por um IDR na proteção geral

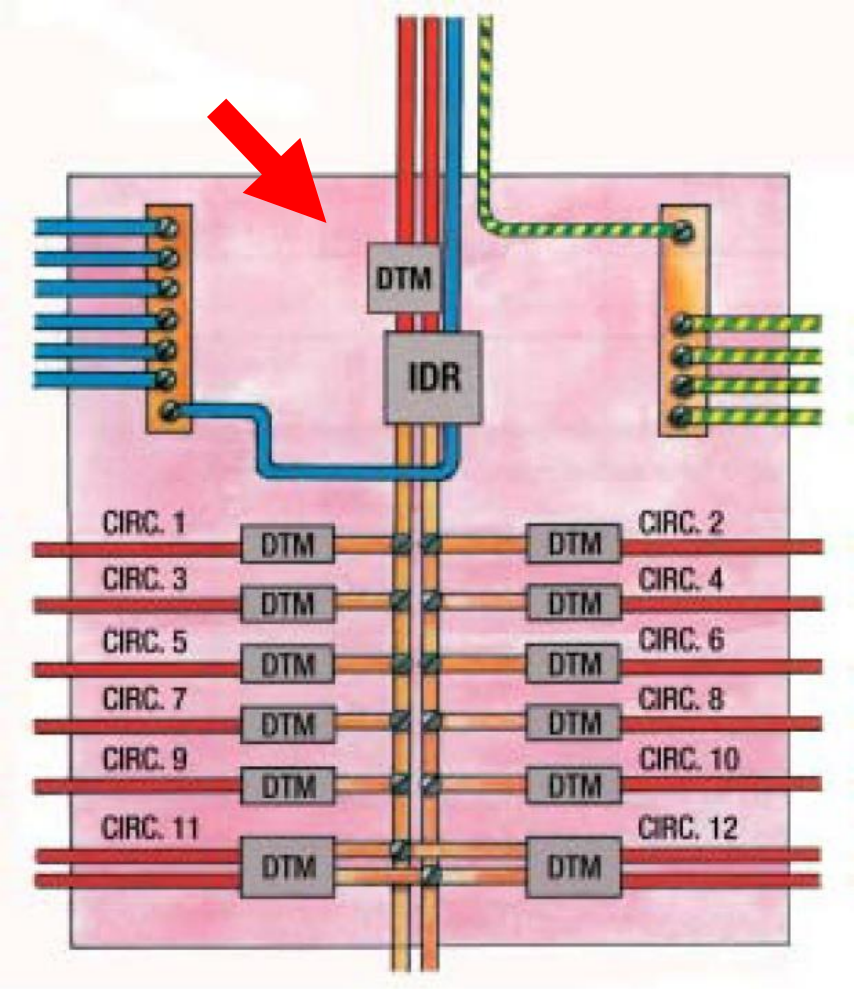
(combina-se DTM + IDR na proteção geral e mantém-se apenas DTMs nos circuitos terminais)

Opção por um IDR na proteção geral (DTM + IDR):

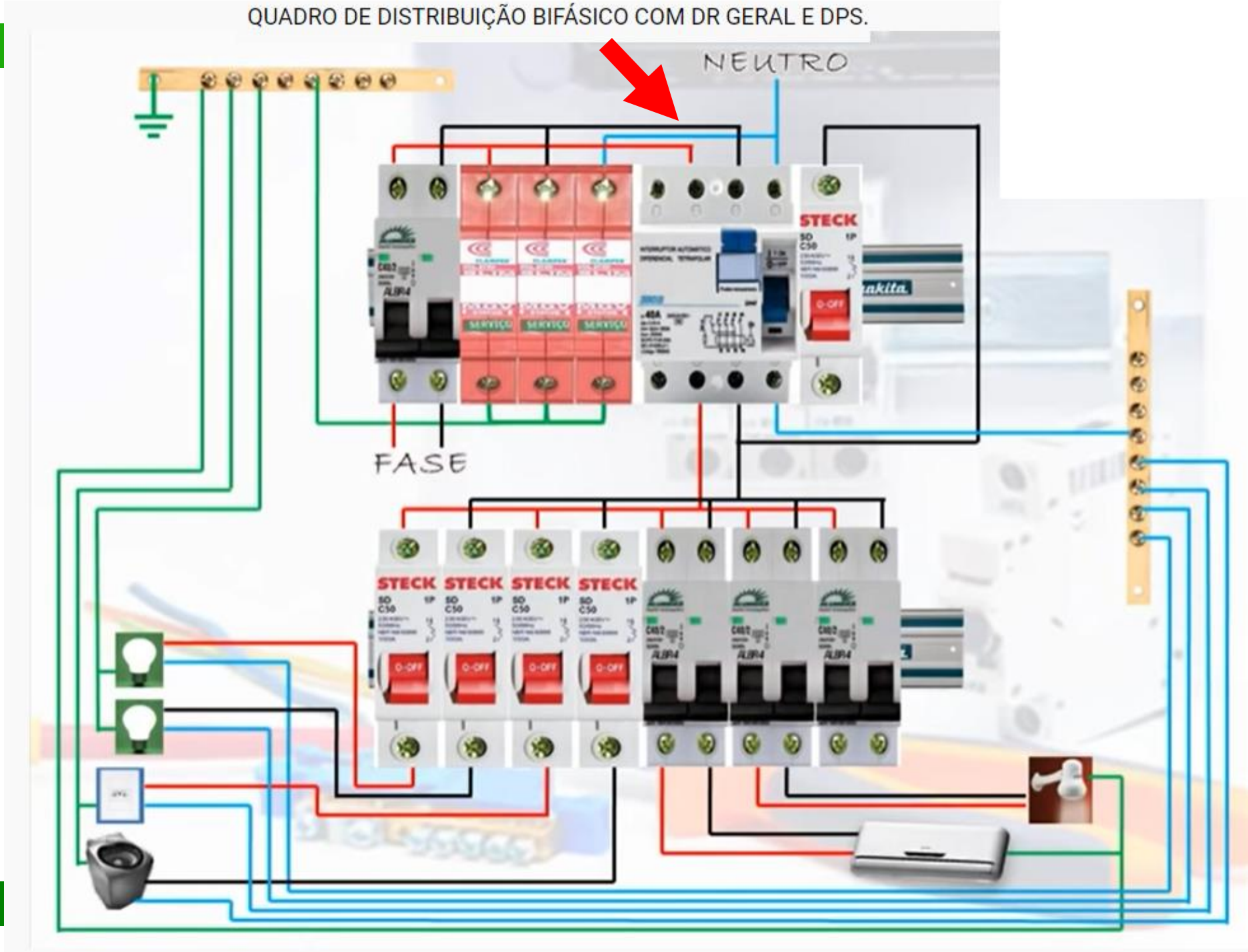
O IDR deve necessariamente ser instalado no QDC e deve ser precedido pelo DTM (proteção contra sobrecorrente e curto-circuito).

Neste caso a proteção individual dos circuitos terminais será feita apenas por DTM.

Desvantagem: disparo mais frequente do IDR já que ele "sente" toda e qualquer corrente de fuga acima de 30mA ocorrida em qualquer circuito da instalação.

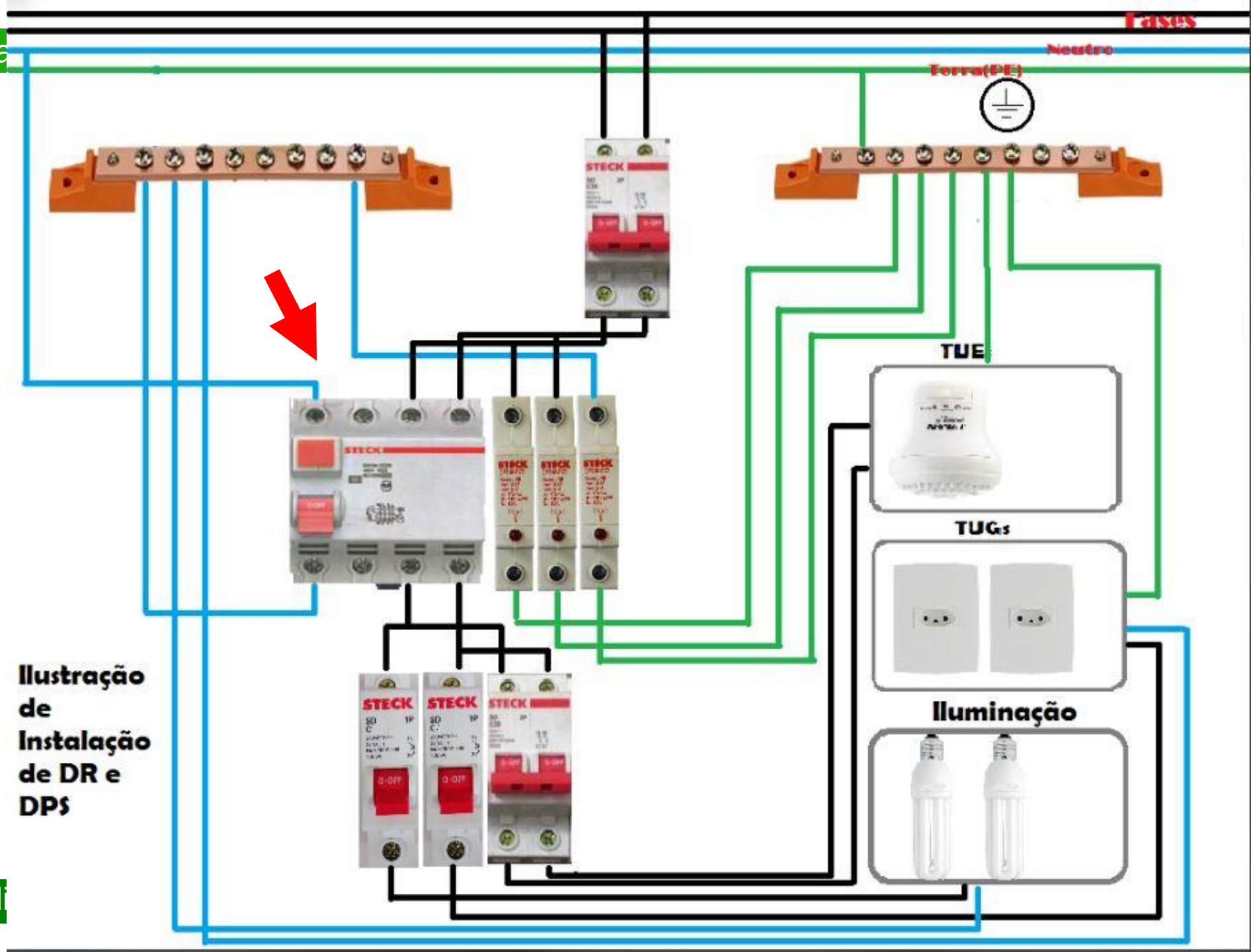


IDR na proteção geral (DTM + IDR):

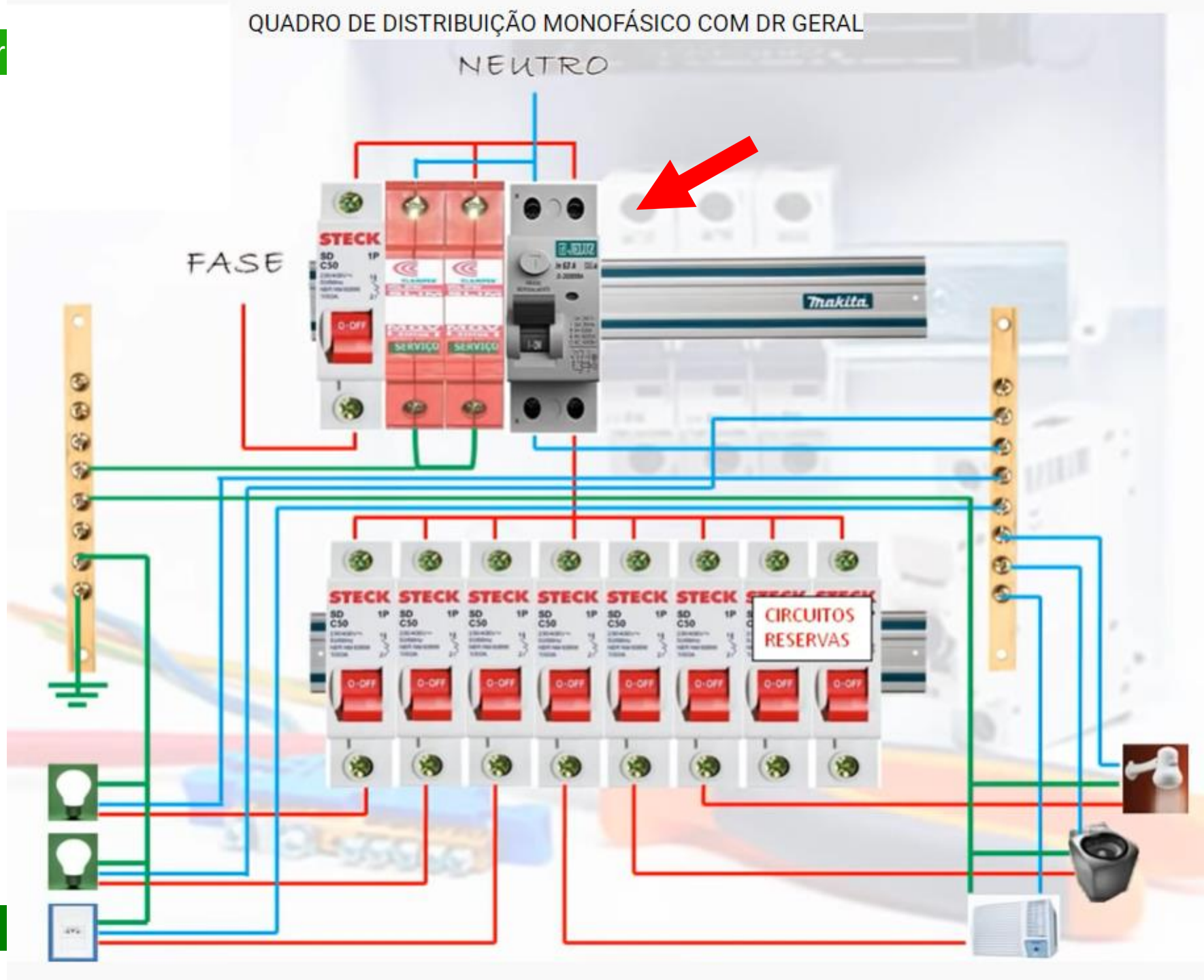


Profª. Drª Juliane C. O. Fandi

IDR na proteção geral (DTM + IDR):

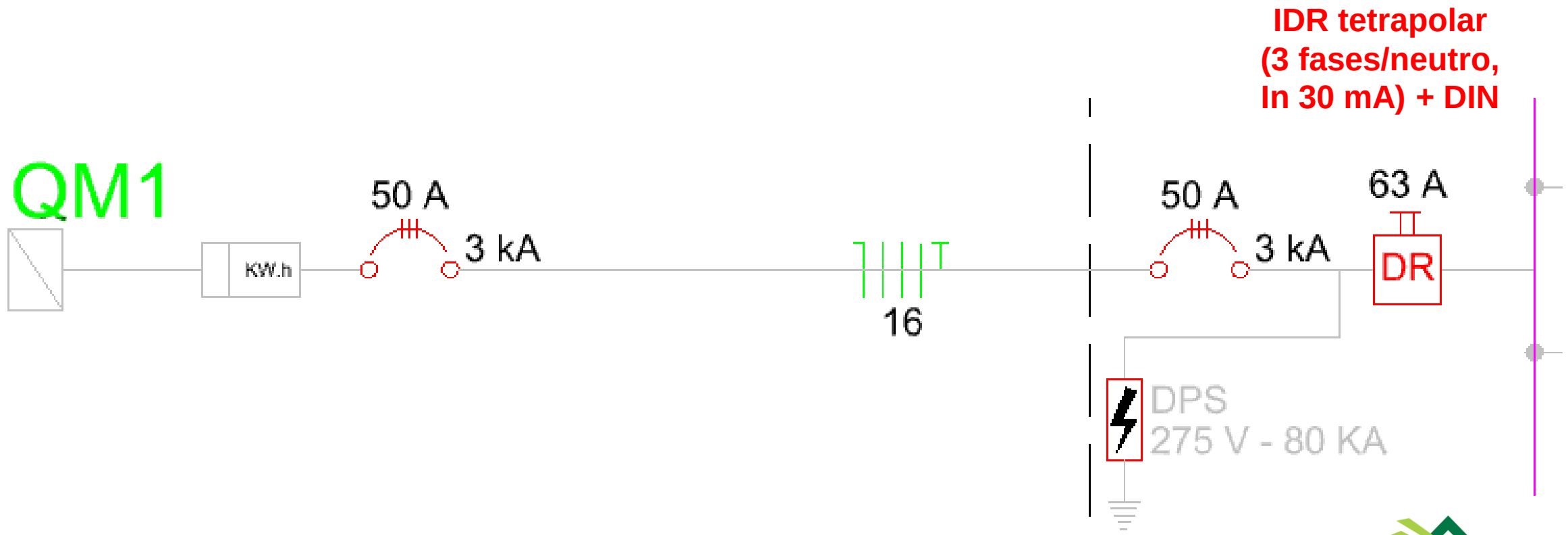


Opção por um IDR na proteção geral (DTM + IDR):



Profª. Drª Juliane C. O. Fandi

Diagrama unifilar mostrando um IDR no barramento principal



Opção por um DDR na proteção geral

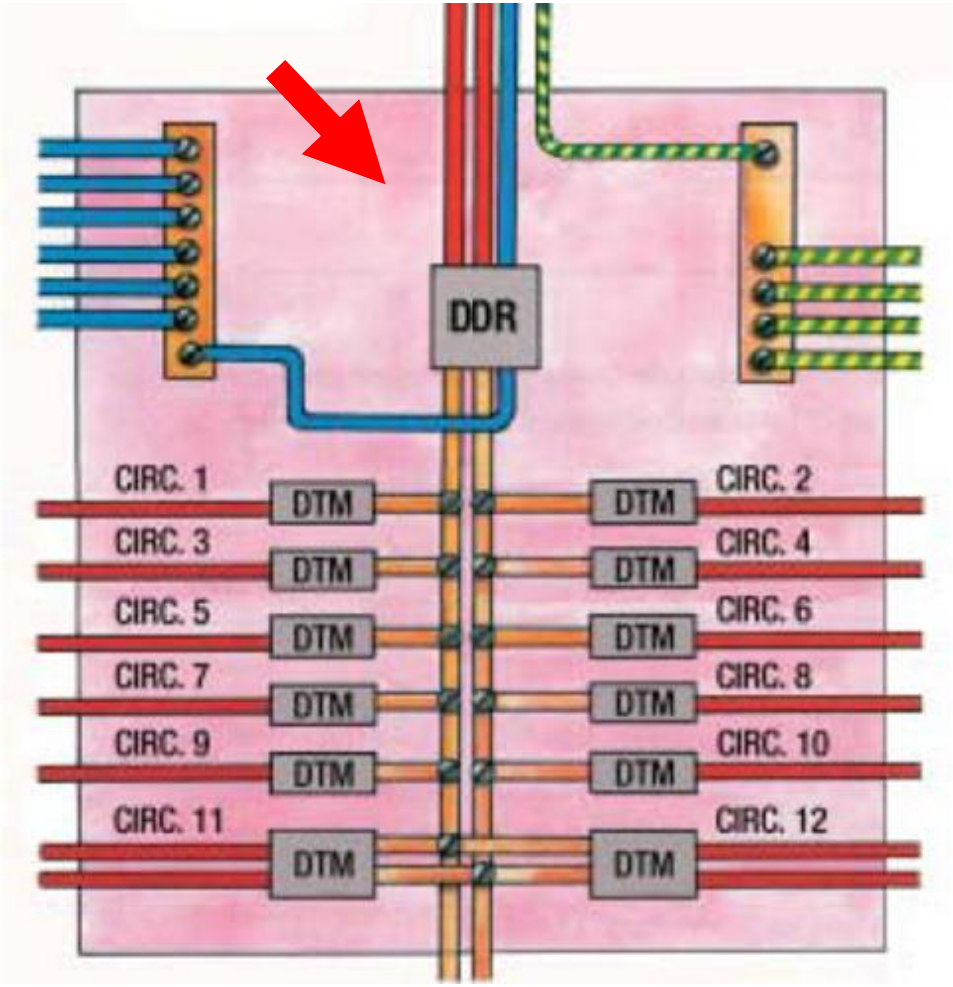
(não se tem mais DTM geral, mas mantém-se todos os DTMs dos circuitos terminais)

Opção por um DDR na proteção geral:

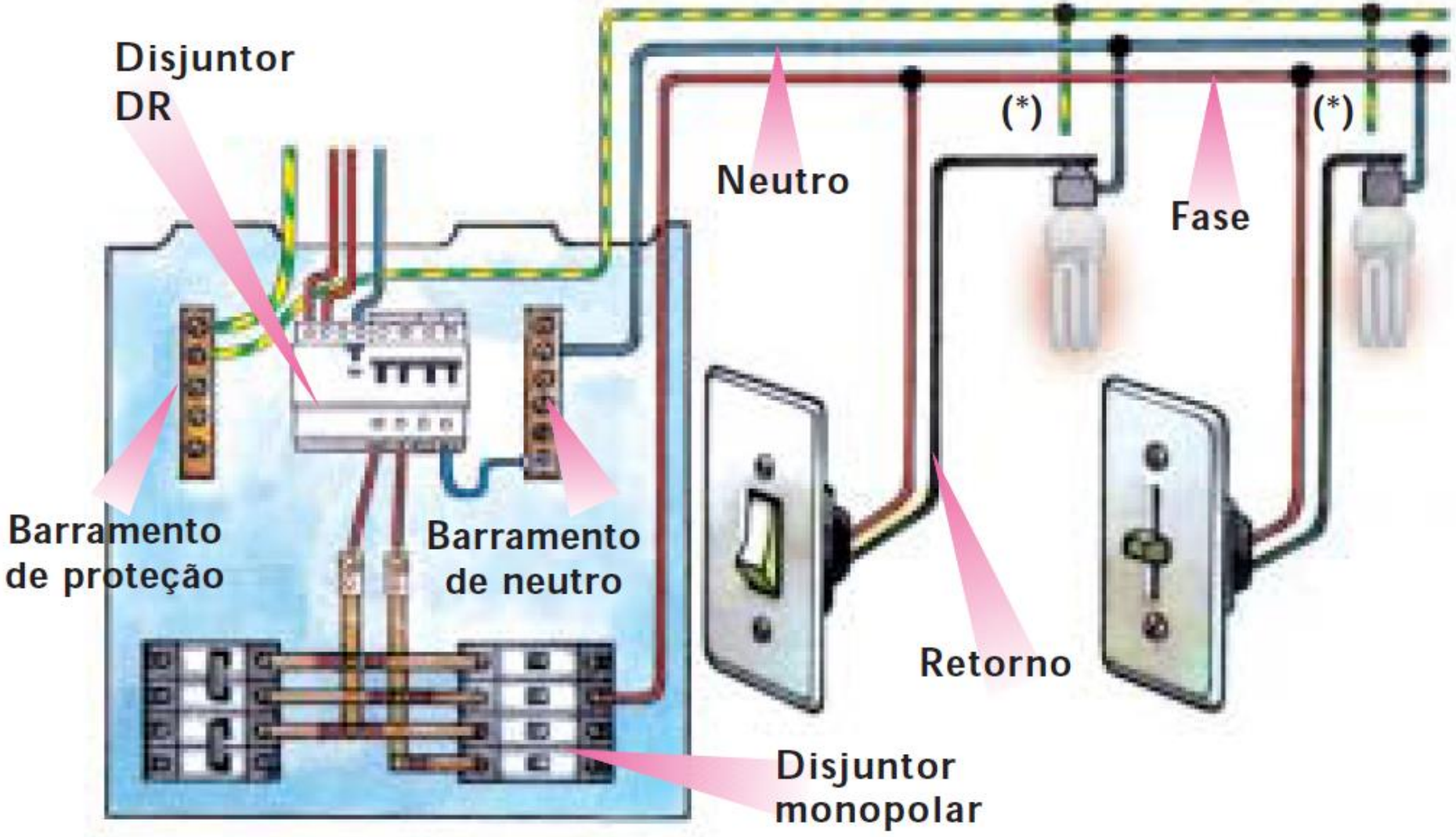
- ✓ Neste caso a proteção individual dos circuitos terminais será feita apenas por DTM.

- ✓ Mantém-se a desvantagem de maior possibilidade de atuação do DR por qualquer corrente de fuga da instalação.

- ✓ Acrescenta-se uma desvantagem: o risco de um eletricista tirar o DDR em caso de reclamação do cliente de desarme frequente e os moradores ficarem sem proteção geral dentro do QD.



DDR geral

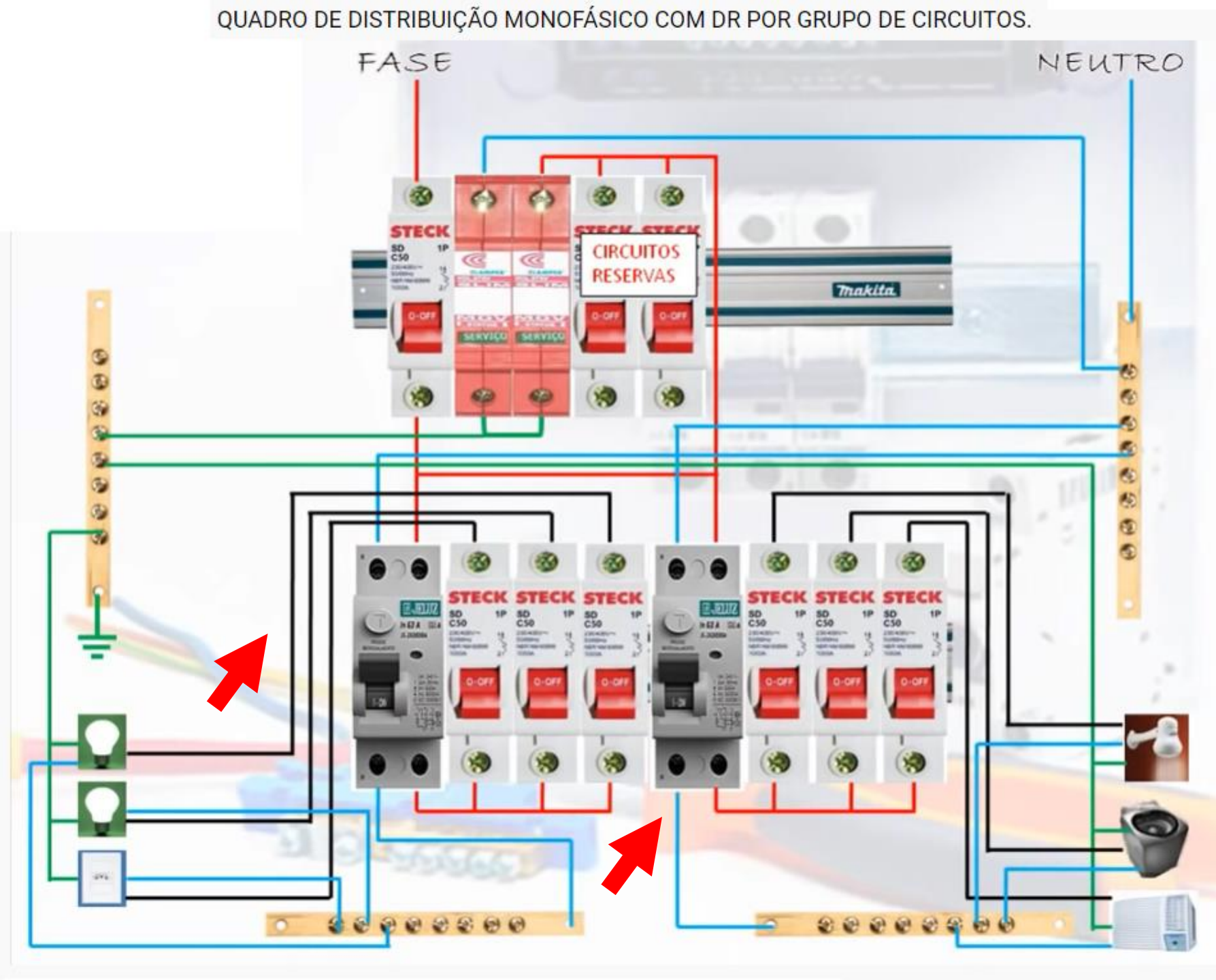


* se possível, ligar o condutor de proteção (terra) à carcaça da luminária.

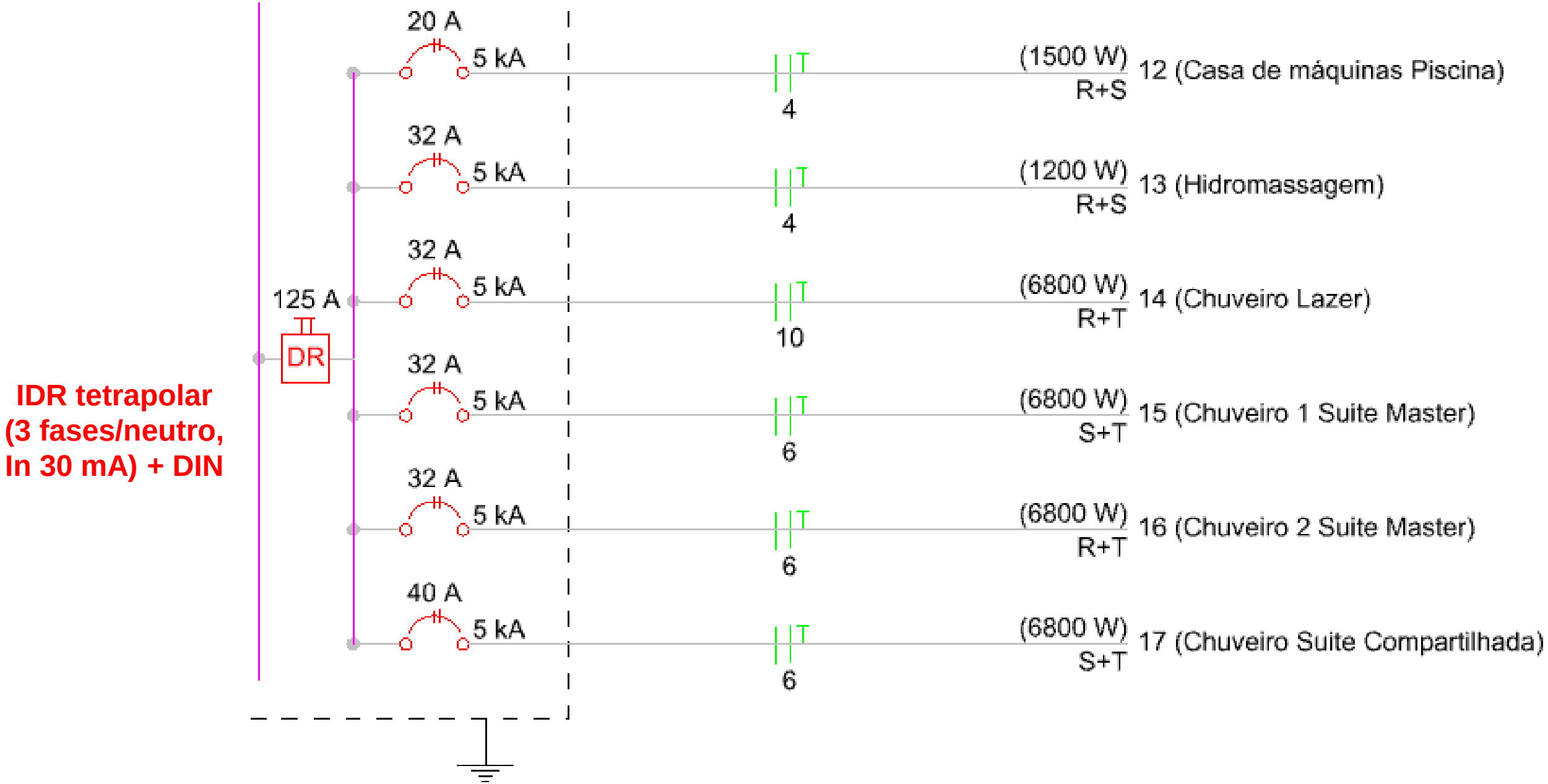
Opção por um IDR por grupo de circuitos

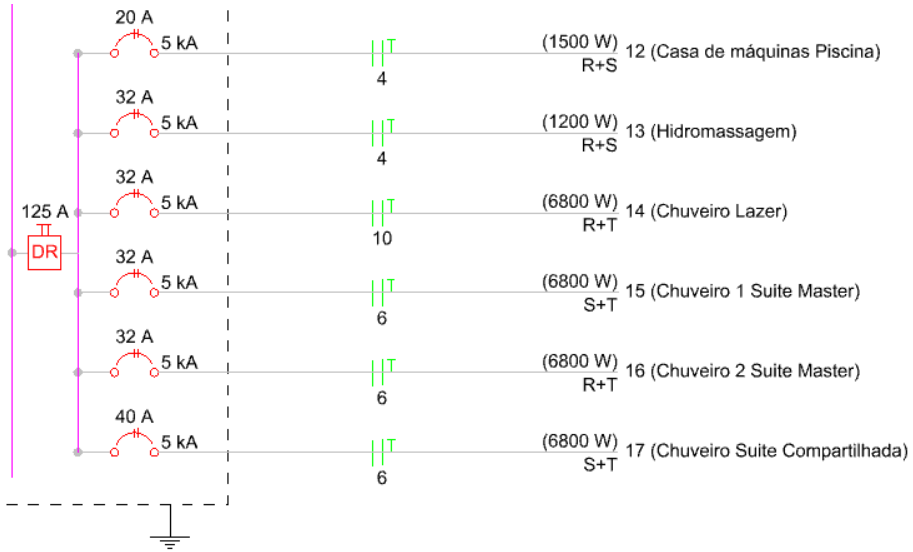
(DTM geral e DTM dos circuitos terminais são mantidos)

IDR por grupo de circuitos:



Pode-se, ainda, optar por um IDR <u>por grupo de circuitos:</u>





Ex: Deseja-se dimensionar um IDR para o grupo de cargas em destaque (circuitos 12 a 17).

Quadro de Cargas (QDC1)

Circuito	Esquema	Tensão (V)	Pot. total. (VA)	Pot. total. (W)	Fases	In - R (A)	In - S (A)	In - T (A)	Ip (A)
1	F+N	127 V	1013	948	R	4.8			8.0
2	F+N	127 V	877	839	R	3.8			6.9
3	F+N+T	127 V	2278	2000	S		17.9		17.9
4	F+F+T	220 V	222	200	R+S	1.0	1.0		1.0
5	F+N+T	127 V	556	500	R	4.4			4.4
6	F+N+T	127 V	1000	900	S		7.9		7.9
7	F+N+T	127 V	1222	1100	T			5.2	9.6
8	F+N+T	127 V	889	800	R	7.0			7.0
9	F+N+T	127 V	1556	1400	S		10.5		12.2
10	F+N+T	127 V	1556	1400	R	9.6			12.2
11	F+F+T	220 V	625	500	R+S	2.8	2.8		2.8
12	F+F+T	220 V	2567	1500	R+S	11.7	11.7		11.7
13	F+F+T	220 V	1500	1200	R+S	6.8	6.8		6.8
14	F+F+T	220 V	6800	6800	R+T	30.9		30.9	30.9
15	F+F+T	220 V	6800	6800	S+T		30.9	30.9	30.9
16	F+F+T	220 V	6800	6800	R+T	30.9		30.9	30.9
17	F+F+T	220 V	6800	6800	S+T		30.9	30.9	30.9
18	F+F+T	220 V	2778	2500	R+S	12.6	12.6		12.6

Quadro de Cargas (QDC1)

Circuito	Esquema	Tensão (V)	Pot. total. (VA)	Pot. total. (W)	Fases	In - R (A)	In - S (A)	In - T (A)	Ip (A)
1	F+N	127 V	1013	948	R	4.8			8.0
2	F+N	127 V	877	839	R	3.8			6.9
3	F+N+T	127 V	2278	2000	S		17.9		17.9
4	F+F+T	220 V	222	200	R+S	1.0	1.0		1.0
5	F+N+T	127 V	556	500	R	4.4			4.4
6	F+N+T	127 V	1000	900	S		7.9		7.9
7	F+N+T	127 V	1222	1100	T			5.2	9.6
8	F+N+T	127 V	889	800	R	7.0			7.0
9	F+N+T	127 V	1556	1400	S		10.5		12.2
10	F+N+T	127 V	1556	1400	R	9.6			12.2
11	F+F+T	220 V	625	500	R+S	2.8	2.8		2.8
12	F+F+T	220 V	2567	1500	R+S	11.7	11.7		11.7
13	F+F+T	220 V	1500	1200	R+S	6.8	6.8		6.8
14	F+F+T	220 V	6800	6800	R+T	30.9		30.9	30.9
15	F+F+T	220 V	6800	6800	S+T		30.9	30.9	30.9
16	F+F+T	220 V	6800	6800	R+T	30.9		30.9	30.9
17	F+F+T	220 V	6800	6800	S+T		30.9	30.9	30.9
18	F+F+T	220 V	2778	2500	R+S	12.6	12.6		12.6

Deseja-se dimensionar um IDR para o grupo de cargas em destaque (circuitos 12 a 17).

Observe que:
Circuitos 12, 13, 14 e 16: fase R,
Circuitos 12, 13, 15 e 17: fase S
Circuitos 14, 15, 16 e 17: fase T.

Assim, as correntes nas fases são:

- $I_{Fase\ R}$ = circuito 12 + circuito 13 + circuito 14 + circuito 16 = 11,7 + 6,8 + 30,9 + 30,9 = **80,3 A**
- $I_{Fase\ S}$ = circuito 12 + circuito 13 + circuito 15 + circuito 17 = 11,7 + 6,8 + 30,9 + 30,9 = **80,3 A**
- $I_{Fase\ T}$ = circuito 14 + circuito 15 + circuito 16 + circuito 17 = 30,9 + 30,9 + 30,9 + 30,9 = **123,6 A**

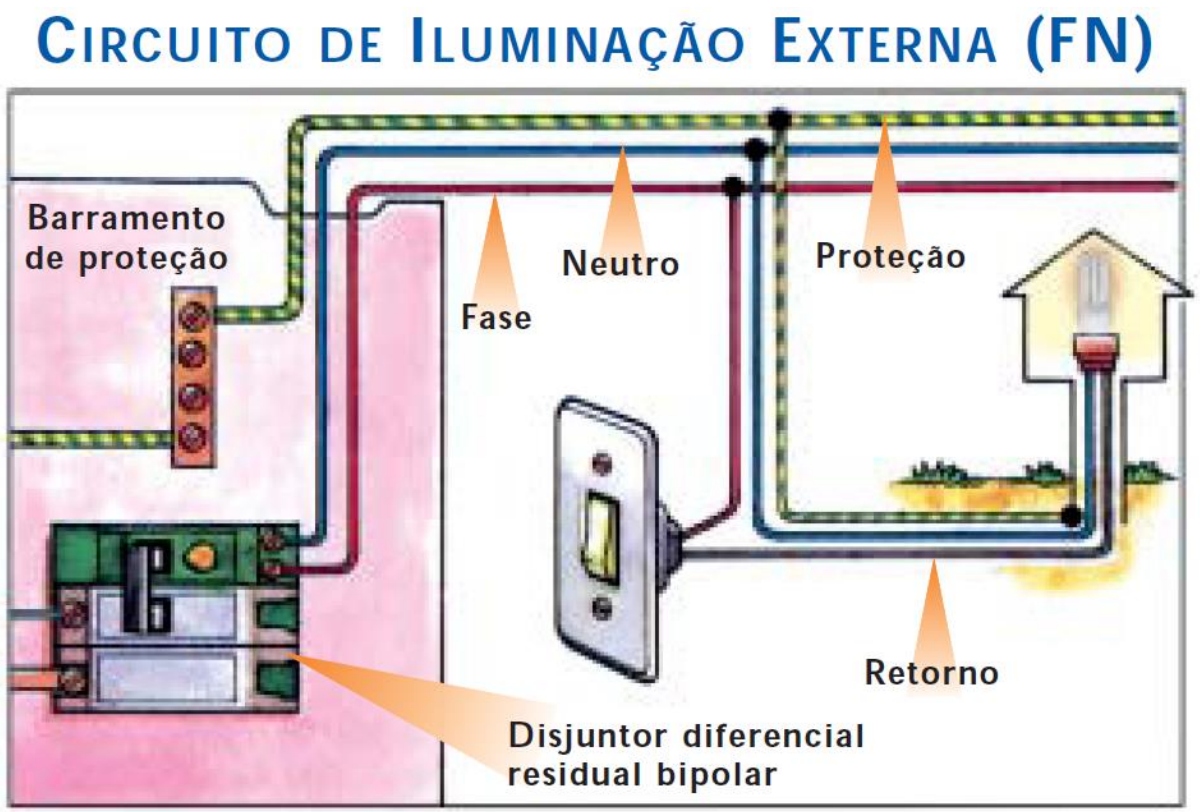
O IDR deve ser dimensionado para suportar a maior corrente das fases (123,6 A na fase T):

imediatamente acima de 123,6 A tem-se o IDR de 125 A, tetrapolar (3 fases/neutro, In 30 mA).

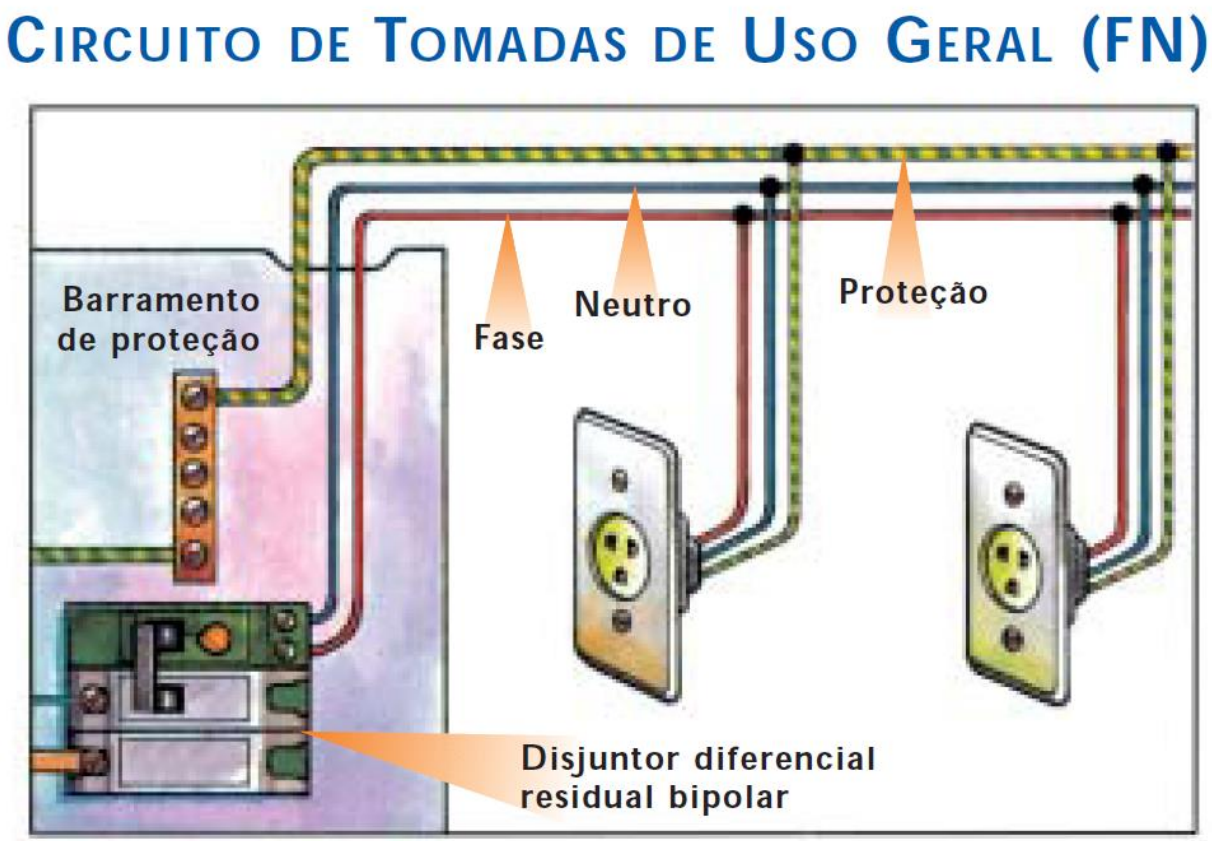
Opção por um DDR por circuito terminal

(mantém-se DTM geral, além dos DTMs dos circuitos terminais que não precisam de proteção DR)

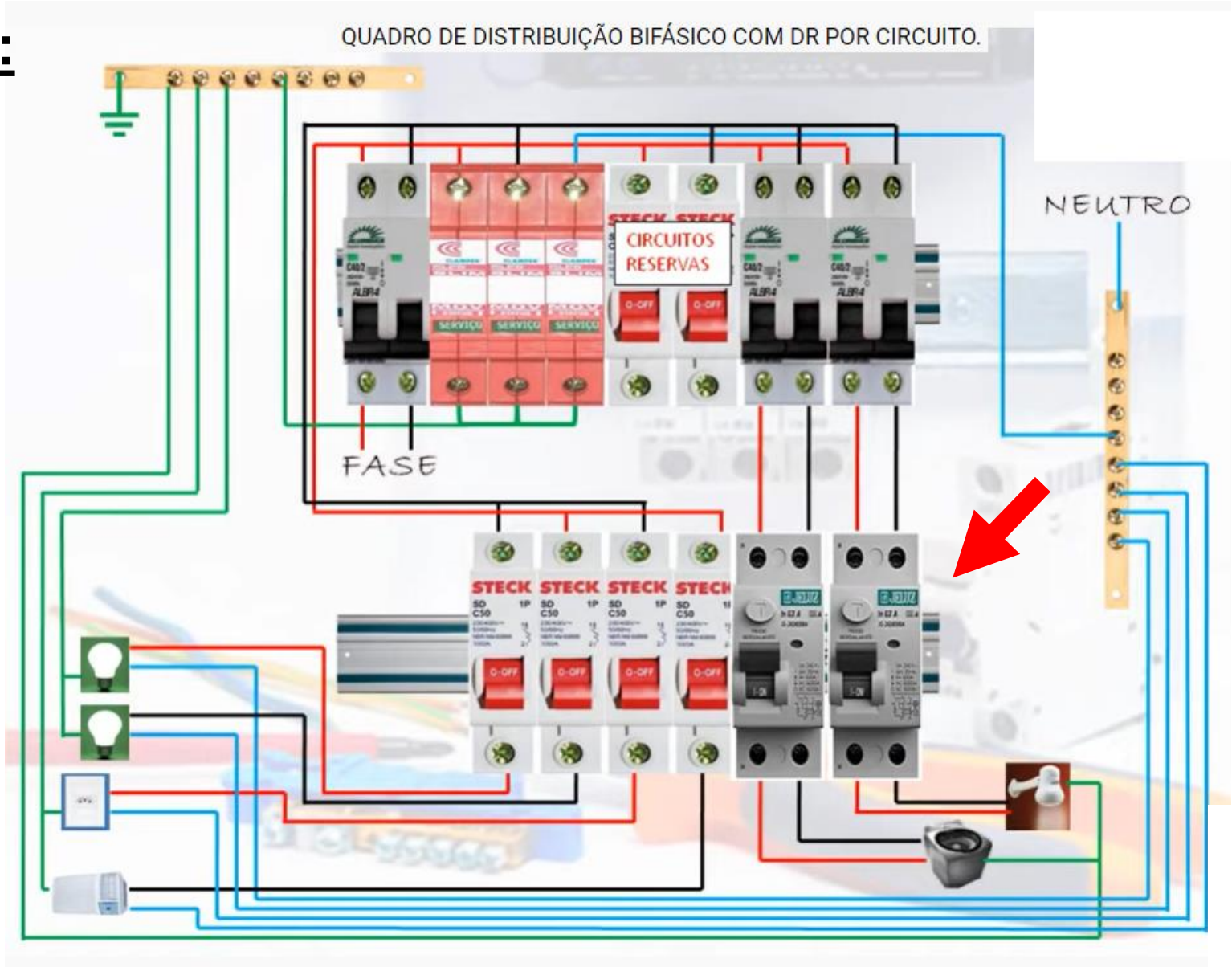
DDR parcial



DDR parcial



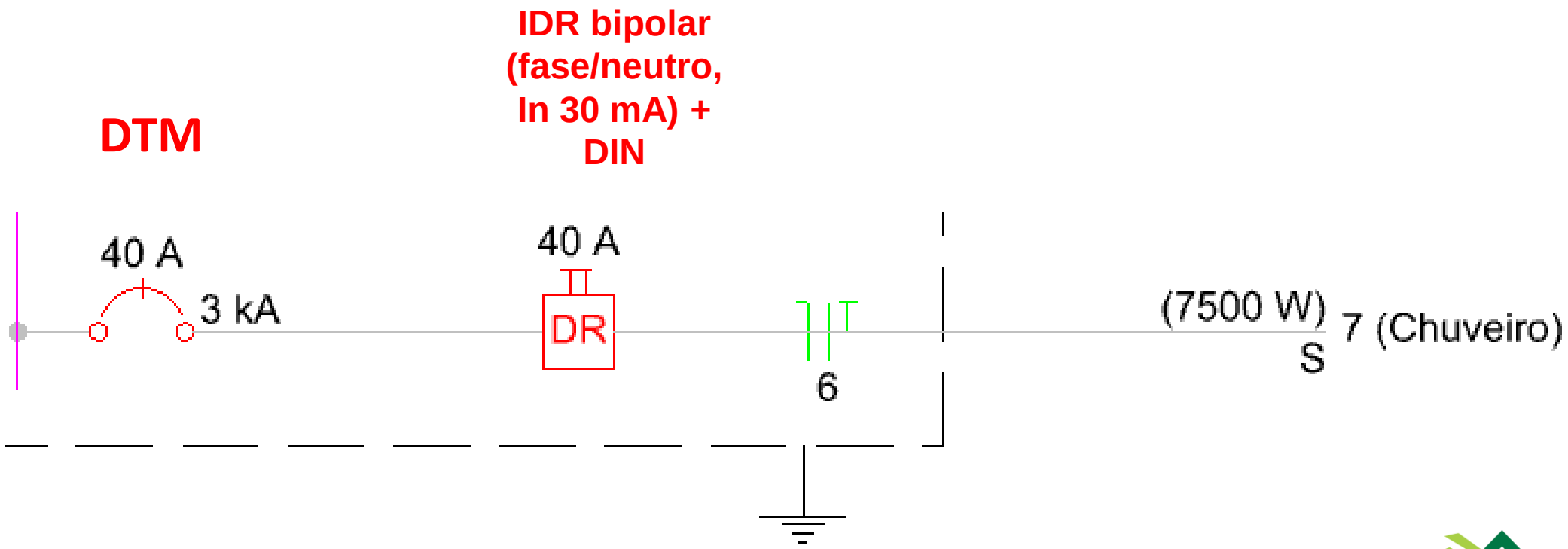
DDR por circuito:



Opção por um IDR por circuito terminal

(mantém-se DTM geral, além de todos os DTMs dos circuitos terminais)

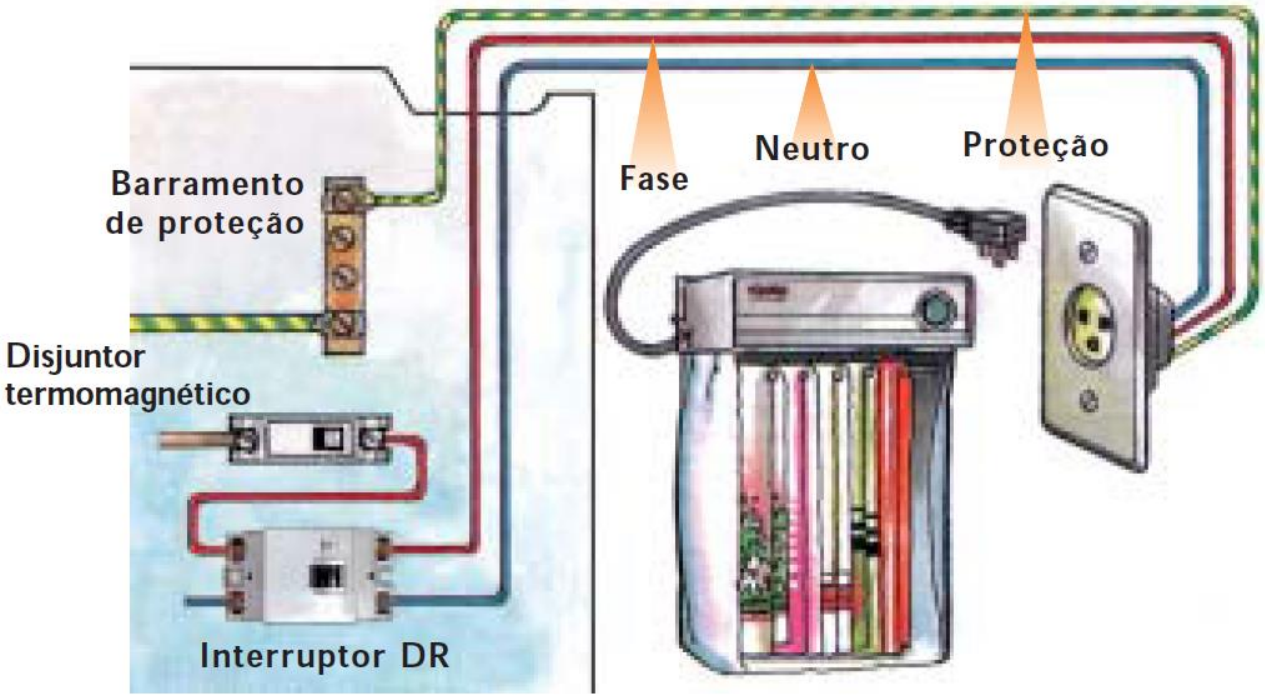
DTM + IDR na proteção individual



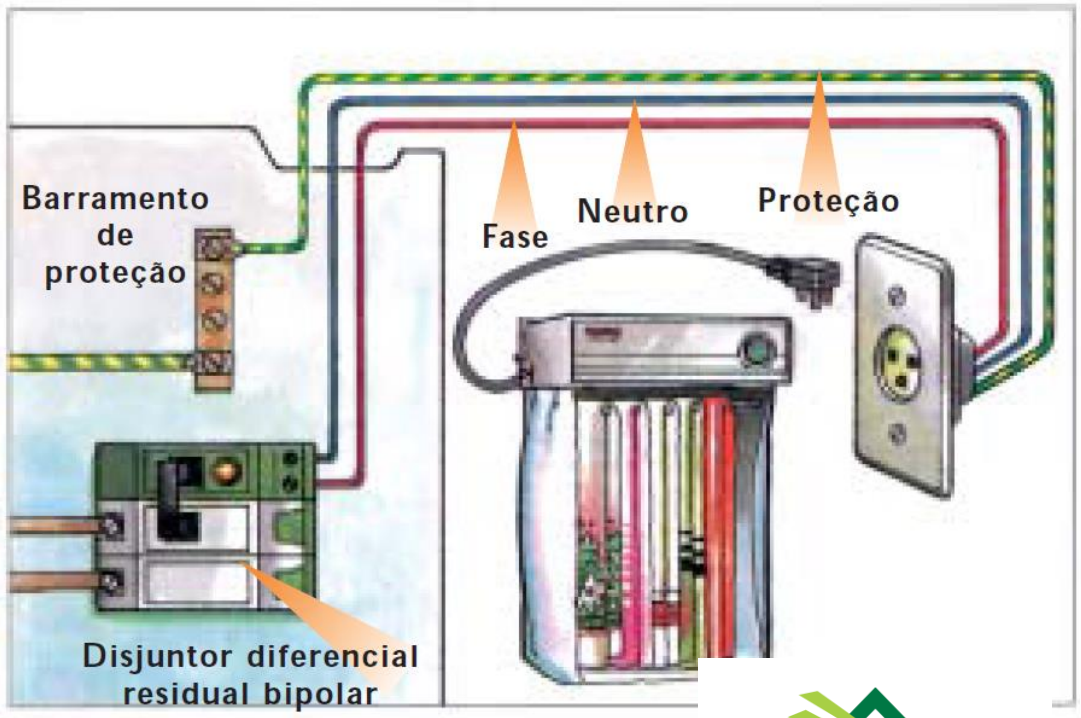
(IDR + DTM) parcial

DDR parcial

Circuito de Tomada de Uso Específico (FN)



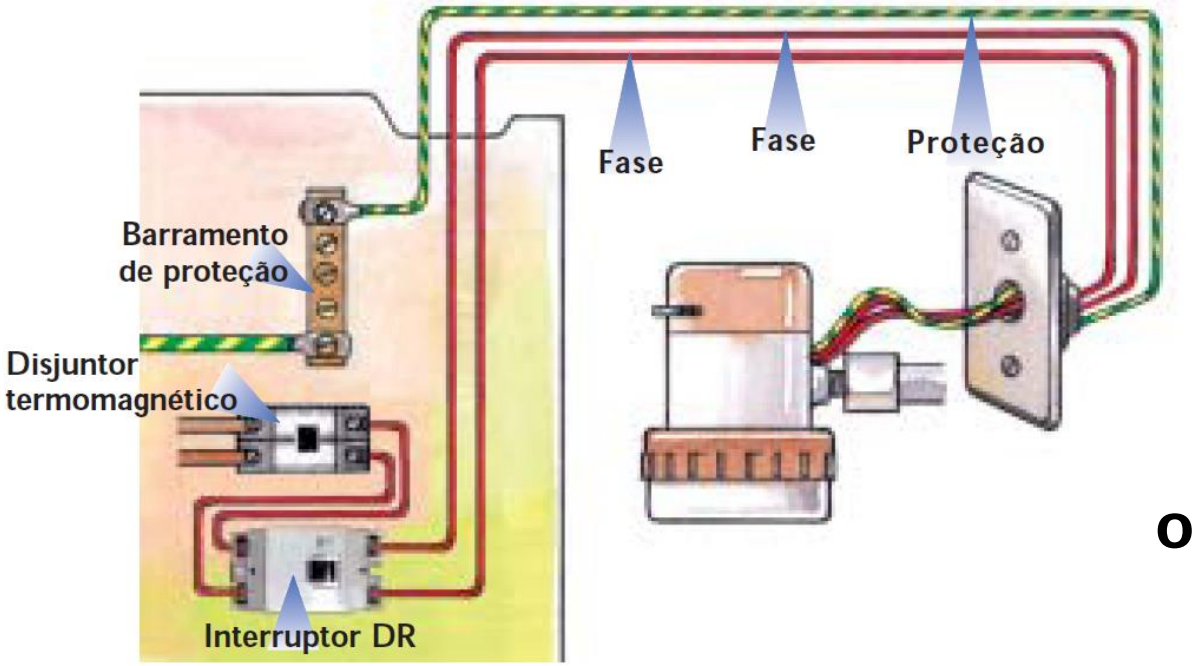
ou



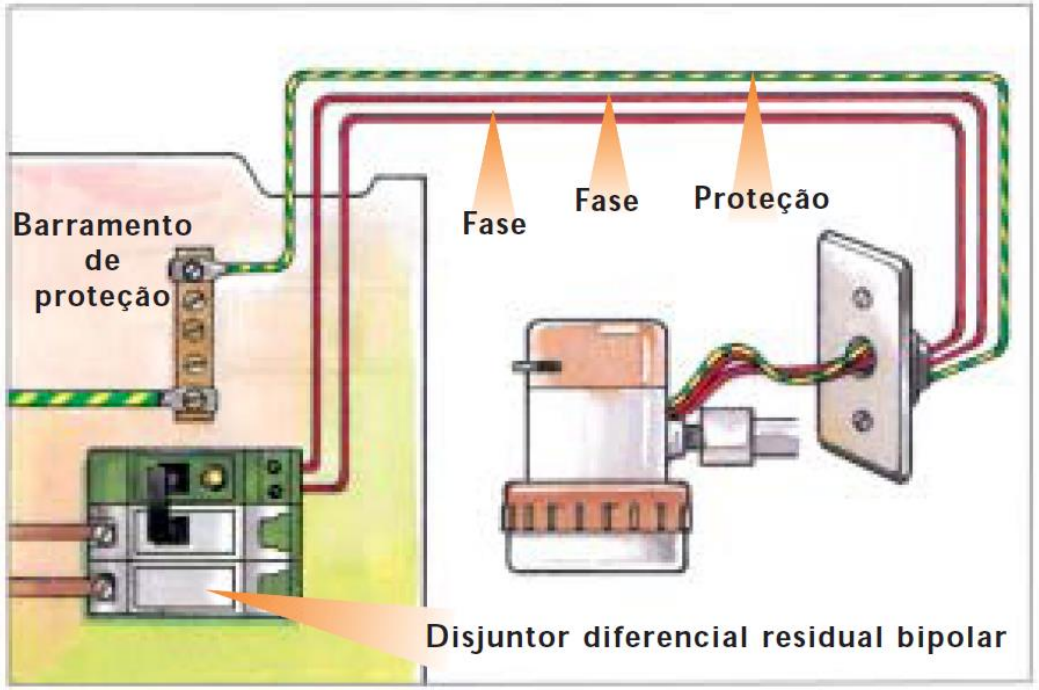
(IDR + DTM) parcial

DDR parcial

Circuito de Tomada de Uso Específico (FF)



ou



MÓDULO VIII – DIMENSIONAMENTO DE DISJUNTORES

- DTM - Disjuntores Termomagnéticos;
- Sobrecorrentes: Sobrecarga e Curto-Circuito;
- Curva de Disjuntores;
- A escolha do Disjuntor;
- Choque elétrico – causas e consequências;
- Dispositivos DR - Diferenciais Residuais: DDR ou IDR;
- As combinações possíveis do dispositivos de proteção da uc;
- **A especificação da proteção da uc;**
- A escolha e a organização do(s) QDC(s) da uc.

A proteção termomagnética está 100% determinada quando todos os dispositivos da instalação possuem definidos:

1) **Corrente nominal (In)**
2) **Polos (1P, 2P ou 3P)**
3) **Curva de atuação**
4) **Tipo (DIN, NEMA)**
5) **Norma que obedece**

A proteção diferencial está 100% determinada quando todos os dispositivos da instalação possuem definidos:

1) **Corrente nominal (In)**
2) **Polos (2P, 3P ou 4P)**
3) **Corrente de sensibilidade**
4) **Classe**

Circuito		Tensão (V)	Local	Potência		Corrente (A)	nº de circuitos agrupados	Seção dos condutores (mm²)	Proteção		
nº	Tipo			Quantidade x potência (VA)	Total (VA)				Tipo	nº de pólos	Corrente nominal
1	Ilum. social	127	Sala Dorm. 1 Dorm. 2 Banheiro Hall	1 x 100 1 x 160 1 x 160 1 x 100 1 x 100	620	4,9	3	1,5	DTM	1	10
2	Ilum. serviço	127	Copa Cozinha A. serviço A. externa	1 x 100 1 x 160 1 x 100 1 x 100	460	3,6	3	1,5	DTM + IDR	1 2	10 25
3	TUG's	127	Sala Dorm. 1 Hall	4 x 100 4 x 100 1 x 100	900	7,1	3	2,5	DTM + IDR	1 2	10 25
4	TUG's	127	Banheiro Dorm. 2	1 x 600 4 x 100	1000	7,9	3	2,5	DTM + IDR	1 2	10 25
5	TUG's	127	Copa	2 x 600	1200	9,4	3	2,5	DTM + IDR	1 2	10 25
6	TUG's	127	Copa	1 x 100 1 x 600	700	5,5	2	2,5	DTM + IDR	1 2	10 25
7	TUG's	127	Cozinha	2 x 600	1200	9,4	3	2,5	DTM + IDR	1 2	10 25
8	TUG's +TUE's	127	Cozinha	1 x 100 1 x 600 1 x 500	1200	9,4	3	2,5	DTM + IDR	1 2	10 25
9	TUG's	127	A. serviço	2 x 600	1200	9,4	3	2,5	DTM + IDR	1 2	10 25
10	TUE's	127	A. serviço	1 x 1000	1000	7,9	2	2,5	DTM + IDR	1 2	10 25
11	TUE's	220	Chuveiro	1 x 5600	5600	25,5	1	4	DTM + IDR	2 2	30 40
12	TUE's	220	Torneira	1 x 5000	5000	22,7	3	6	DTM + IDR	2 2	25 25
Distribuição		220	Quadro de distribuição Quadro de medidor		12459	56,6	1	16	DTM	2	70

MÓDULO VIII – DIMENSIONAMENTO DE DISJUNTORES

- DTM - Disjuntores Termomagnéticos;
- Sobrecorrentes: Sobrecarga e Curto-Circuito;
- Curva de Disjuntores;
- A escolha do Disjuntor;
- Choque elétrico – causas e consequências;
- Dispositivos DR - Diferenciais Residuais: DDR ou IDR;
- As combinações possíveis do dispositivos de proteção da uc;
- A especificação da proteção da uc;
- **A escolha e a organização do(s) QDC(s) da uc.**

A escolha do QDC

Cabe ao projetista analisar parâmetros como:

1. **De sobrepor ou de embutir;**
2. **Se haverá proteção geral ou não;**
3. **Tipo de disjuntor – NEMA ou DIN;**
4. **Quantidade de posições necessárias (se atentar se são circuitos mono, bi ou trifásicos);**
5. **Contabilizar os circuitos reserva na previsão de posições mínimas;**
6. **N° de fases necessárias (afeta a quantidade de barramentos, o balanceamento e a proteção geral);**
7. **Quantidades de posições para subidas, descidas e saídas laterais de eletrodutos.**

- ✓ **Algumas marcas oferecem quadros de distribuição que comportam qualquer tipo de disjuntor.**
- ✓ **Outras marcas têm modelos de quadros específicos para cada tipo de disjuntor.**

Observe as dimensões e quantos disjuntores (posições) o QDC comporta.

CAP. BARRA	QT. DISJ.	LINHA	DIMENSÕES				
			A	B	C	D	E
100 A	12	NEMA	333	393	330	390	100
100 A	20	NEMA	333	493	330	490	100
100 A	24	NEMA	333	543	330	540	100
100 A	32	NEMA	333	648	330	645	100
100 A	16	DIN	333	393	330	390	100
100 A	28	DIN	333	493	330	490	100
100 A	34	DIN	333	543	330	540	100
100 A	44	DIN	333	648	330	645	100

Não se esqueça de sempre, em todo QD, seja parcial ou geral, prever os circuitos reserva

Além dos circuitos obtidos da divisão da instalação em circuitos, devemos incluir reservas para eventuais alterações na instalação:

Capacidade de reserva dos quadros

Em seu artigo 6.5.9.2, a NBR 5410 estipula que todo quadro de distribuição, não importa se geral ou de um setor da instalação, deve ser especificado com capacidade de reserva (espaço), que permita ampliações futuras, compatível com a quantidade e tipo de circuitos efetivamente previstos inicialmente.

Esta previsão de reserva deve obedecer os seguintes critérios:

a) quadros com até 6 circuitos: prever espaço reserva para no mínimo 2 circuitos;

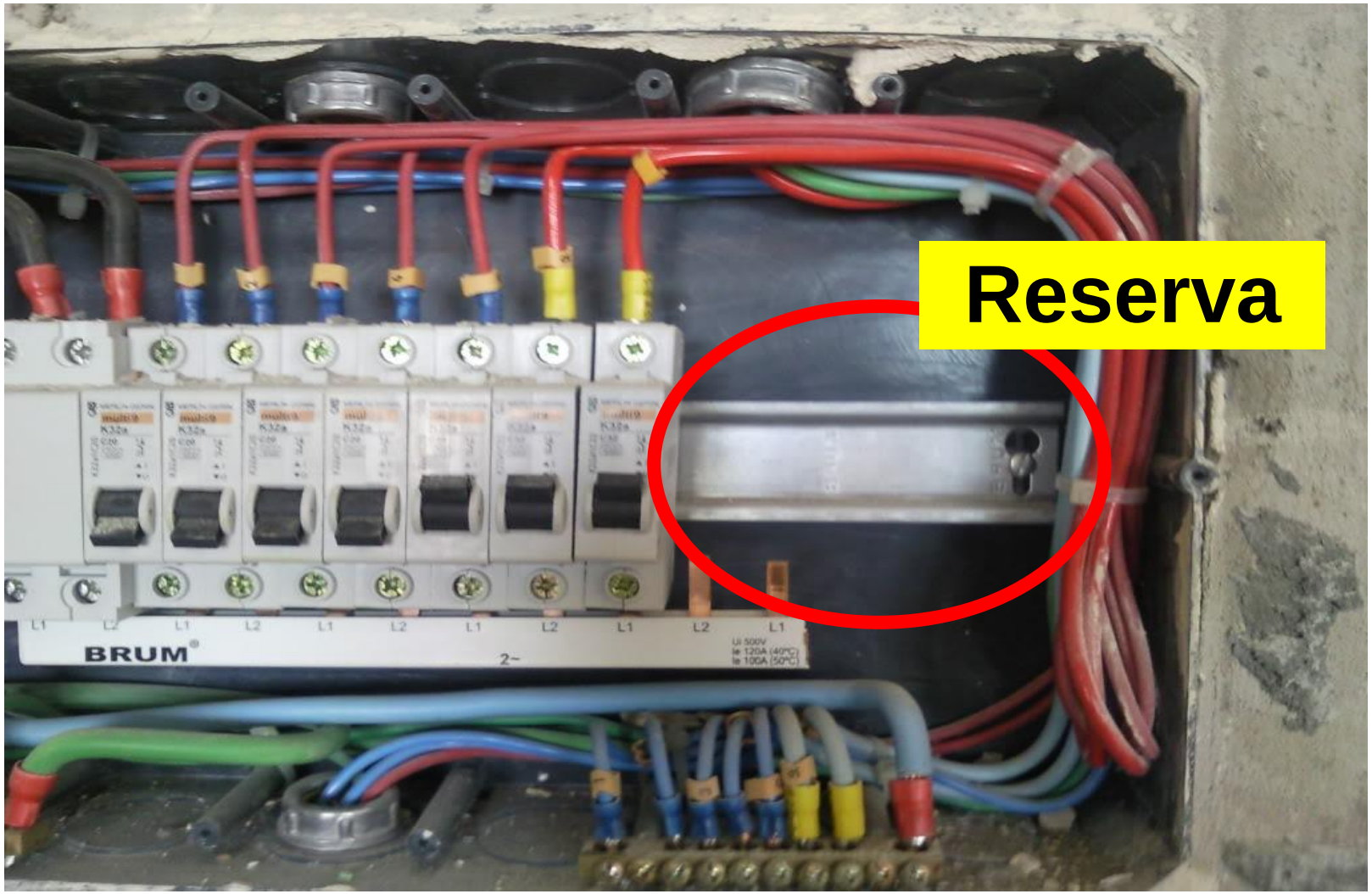
b) quadros de 7 a 12 circuitos: prever espaço reserva para no mínimo 3 circuitos;

c) quadros de 13 a 30 circuitos: prever espaço reserva para no mínimo 4 circuitos;

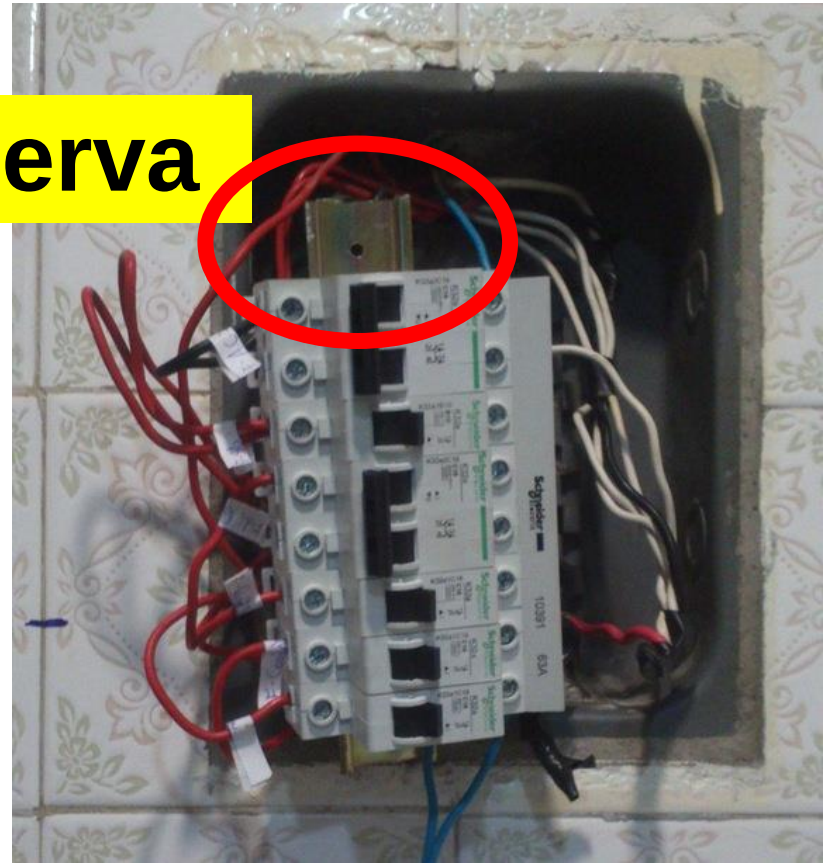
d) quadros acima de 30 circuitos: prever espaço reserva para no mínimo 15% dos circuitos.

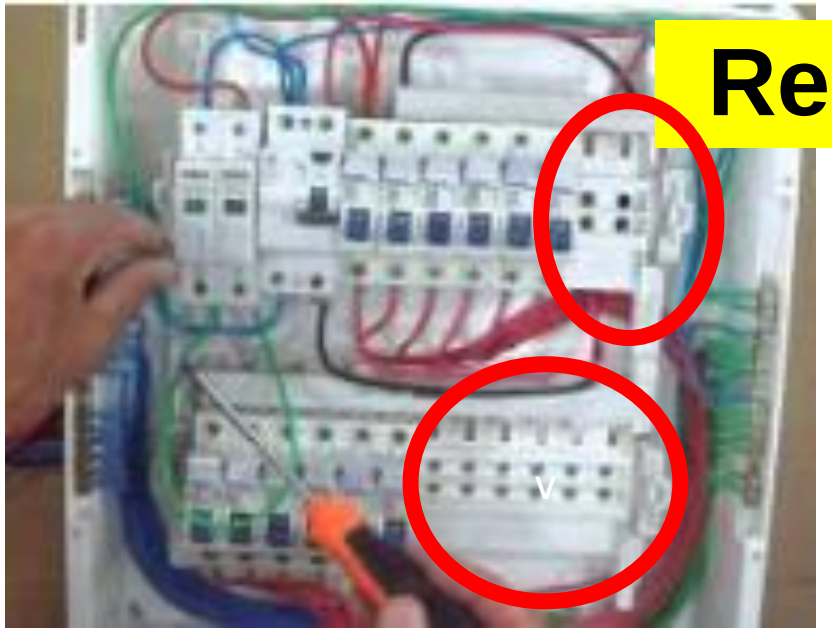
A norma frisa que a capacidade de reserva por ela indicada deverá ser considerada no cálculo do circuito de distribuição que alimenta o quadro em questão.

DISJUNTORES TERMOMAGNÉTICOS - DTM



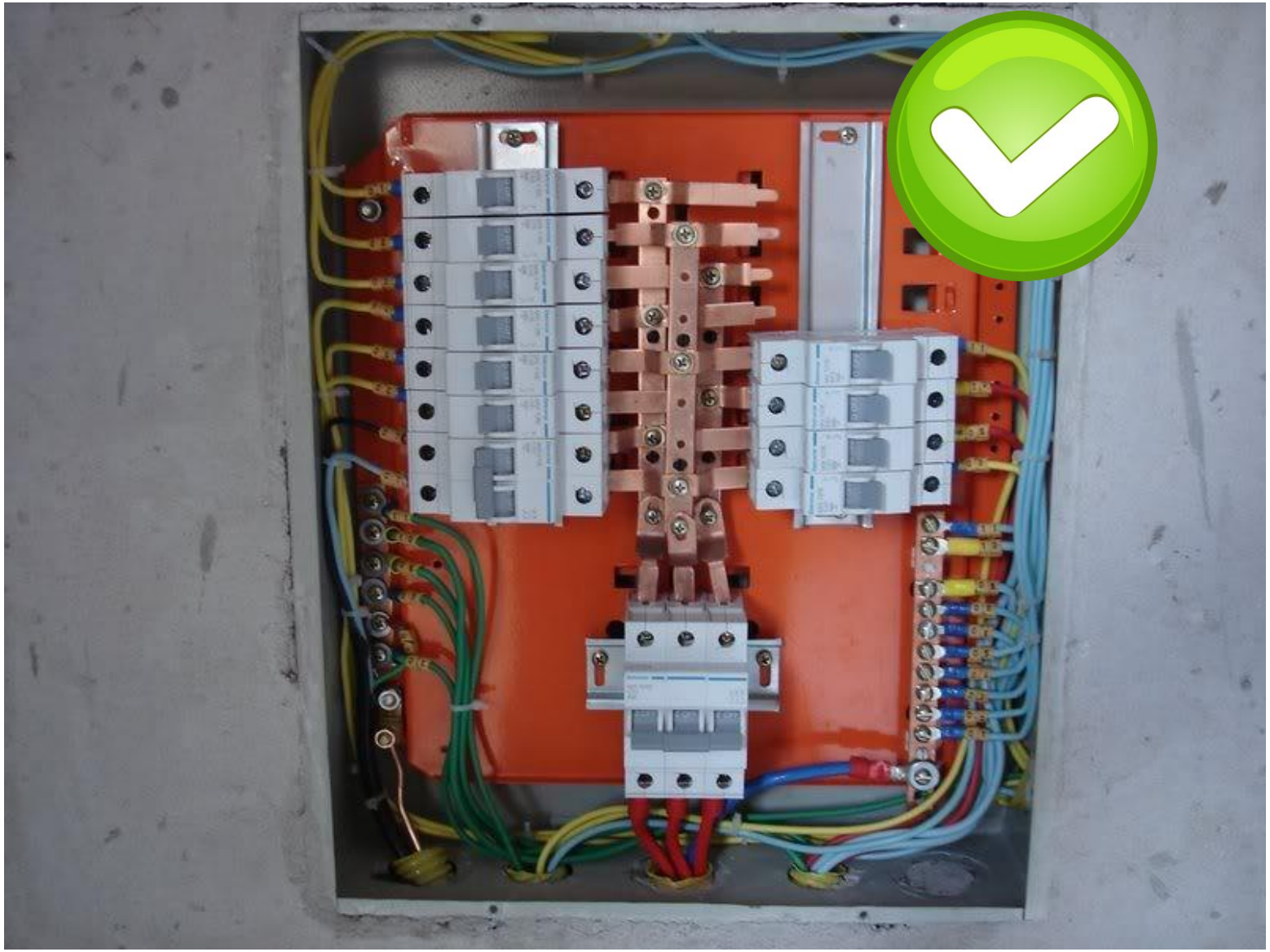
DISJUNTORES TERMOMAGNÉTICOS - DTM



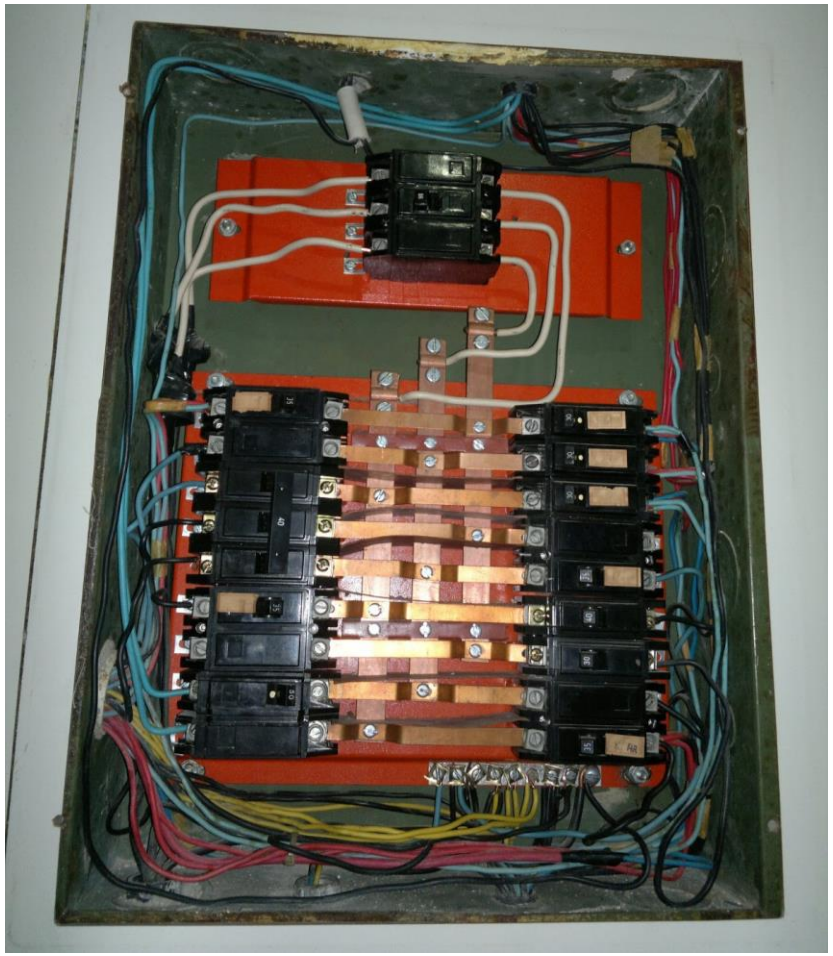


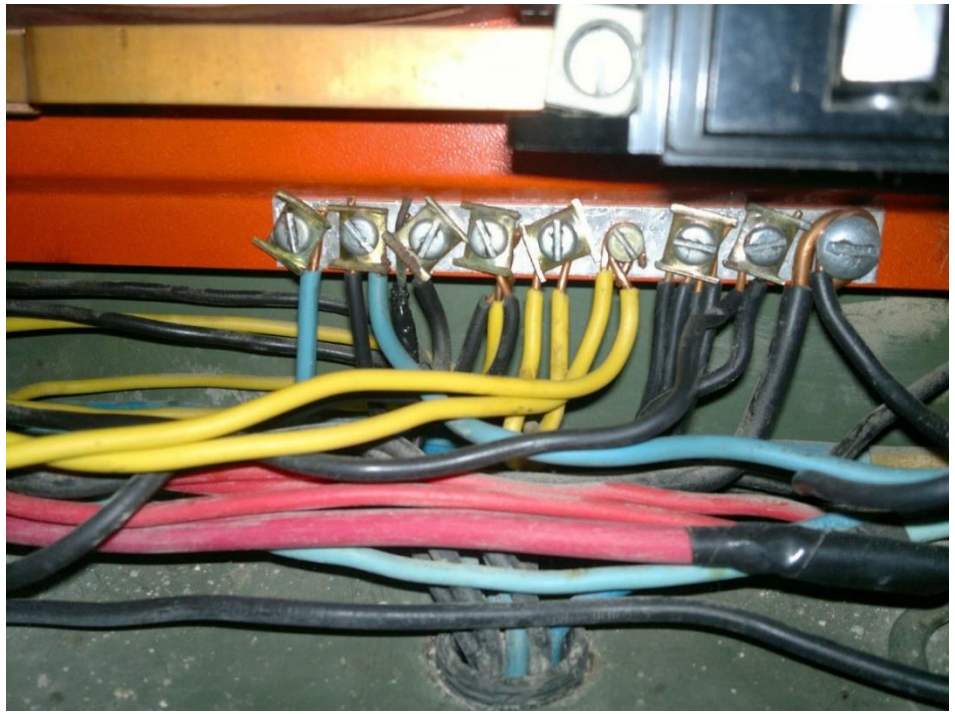
PREVER POSIÇÕES PARA OS CIRCUITOS RESERVAS NO QDC.

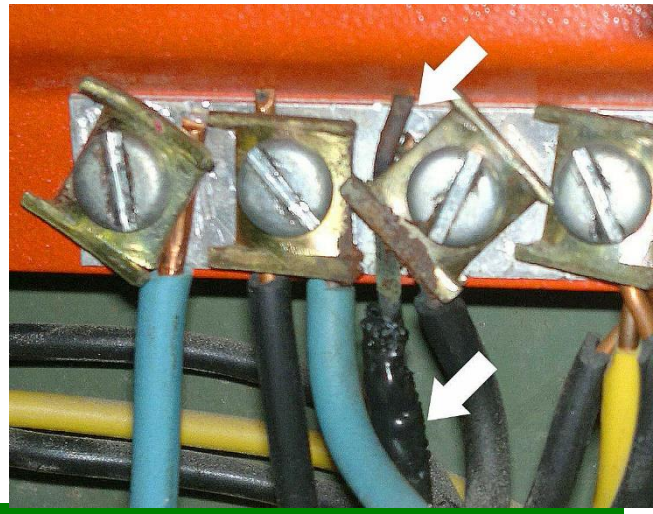
A organização no QDC é essencial para manutenções e reformas.

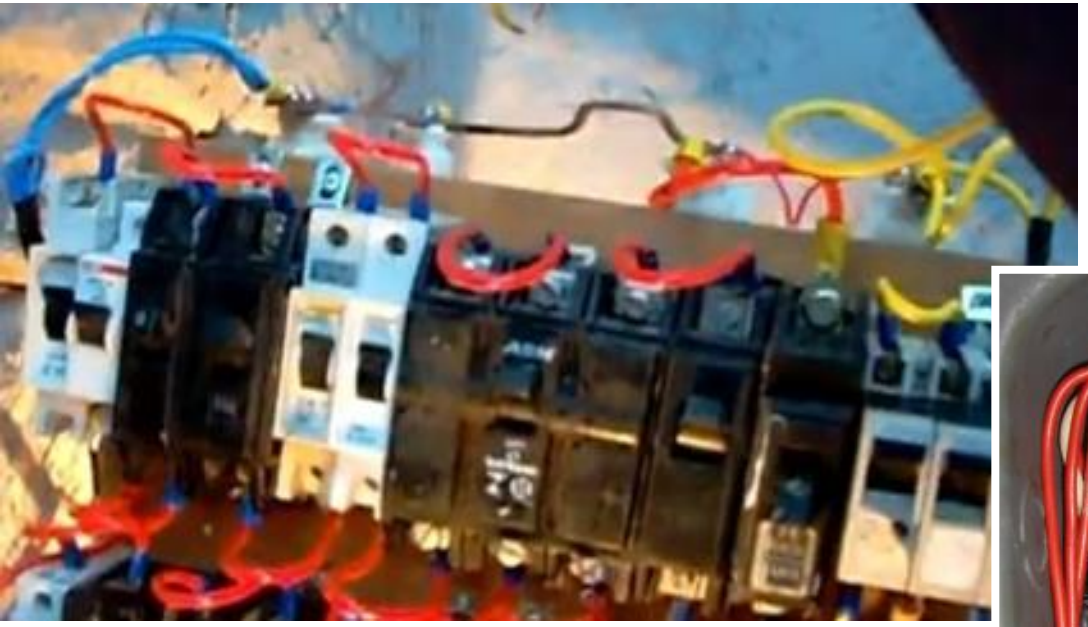


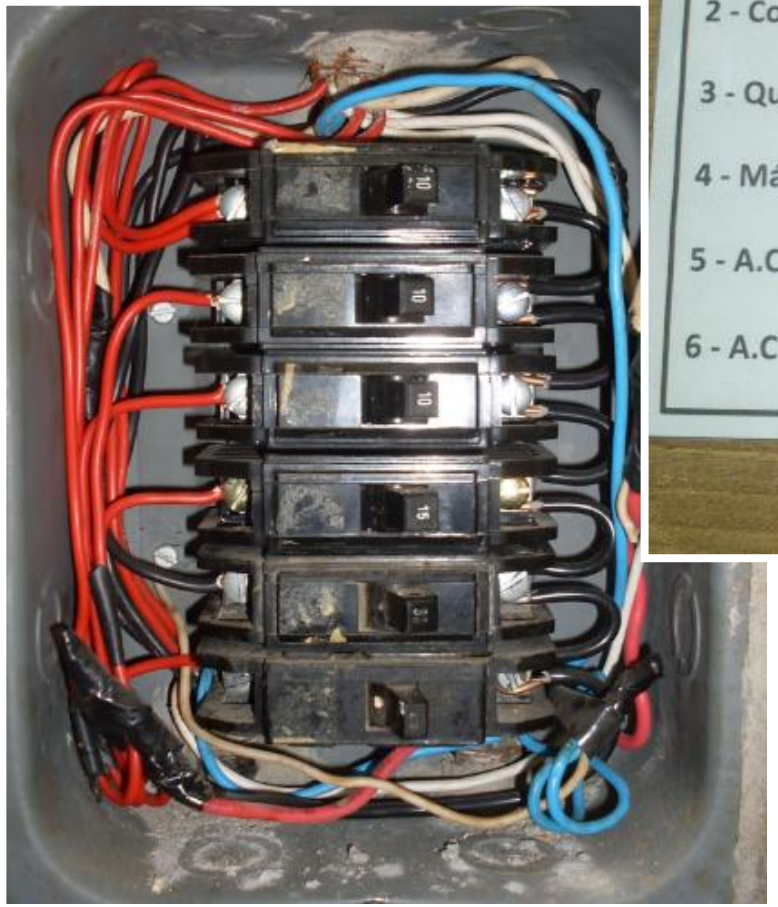
Cores dos condutores? Barramento de neutro?





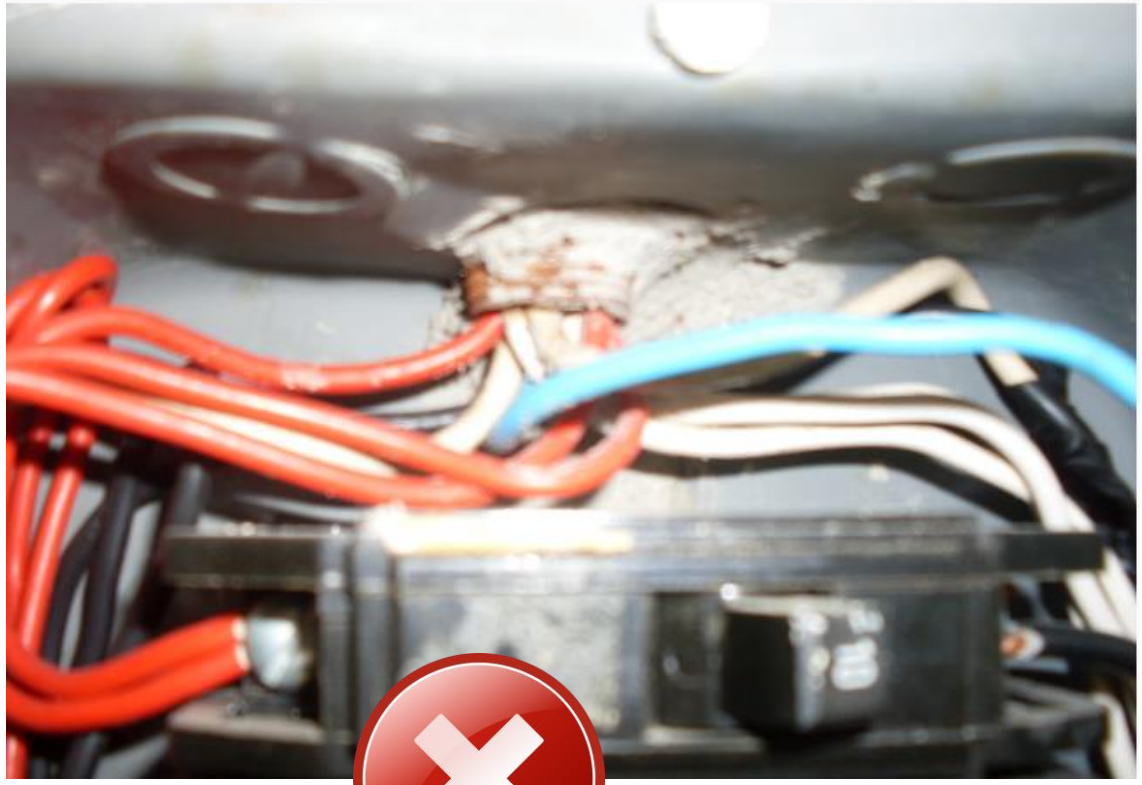




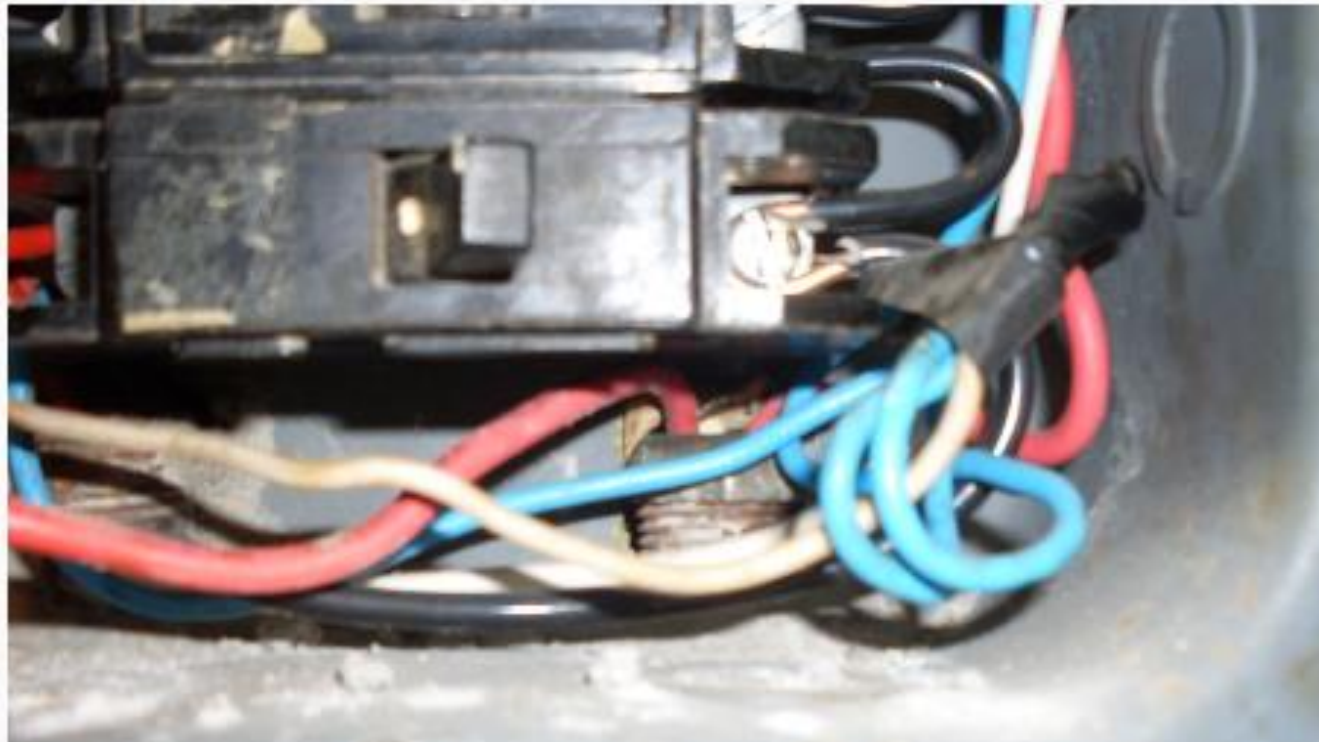


1 - Sala
2 - Cozinha
3 - Quarto\Banheiro
4 - Máquina de lavar
5 - A.C. Sala
6 - A.C. Quarto

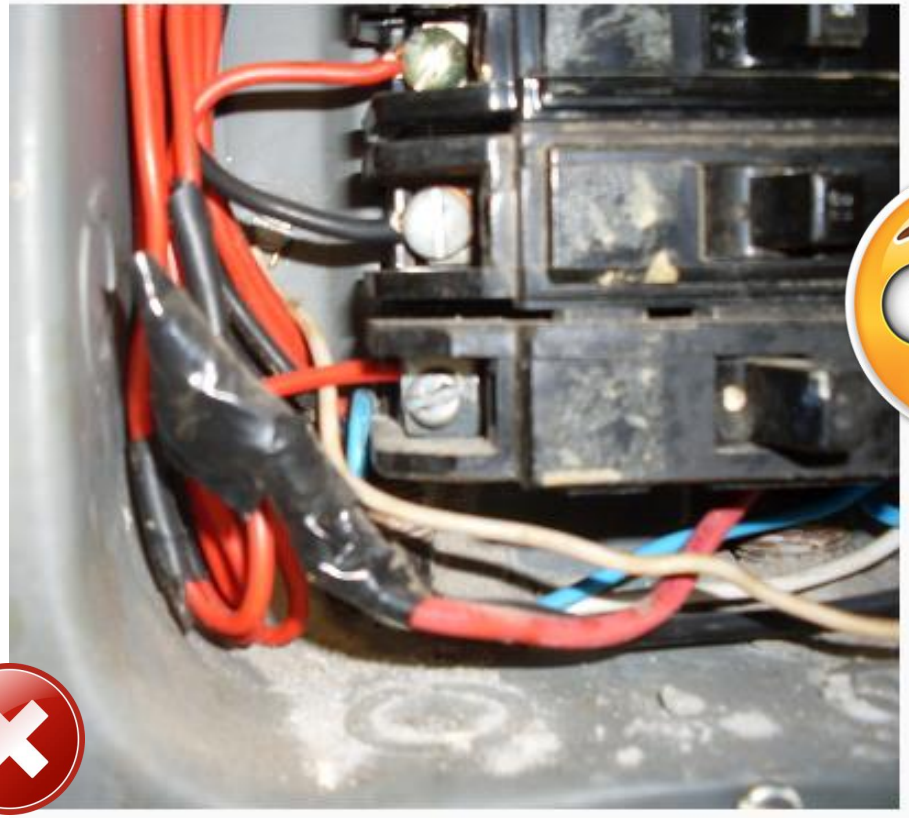
Passagem dos fios pros cômodos (tem outra logo abaixo do parafuso do aterramento):



Chegada da única fase e do neutro:

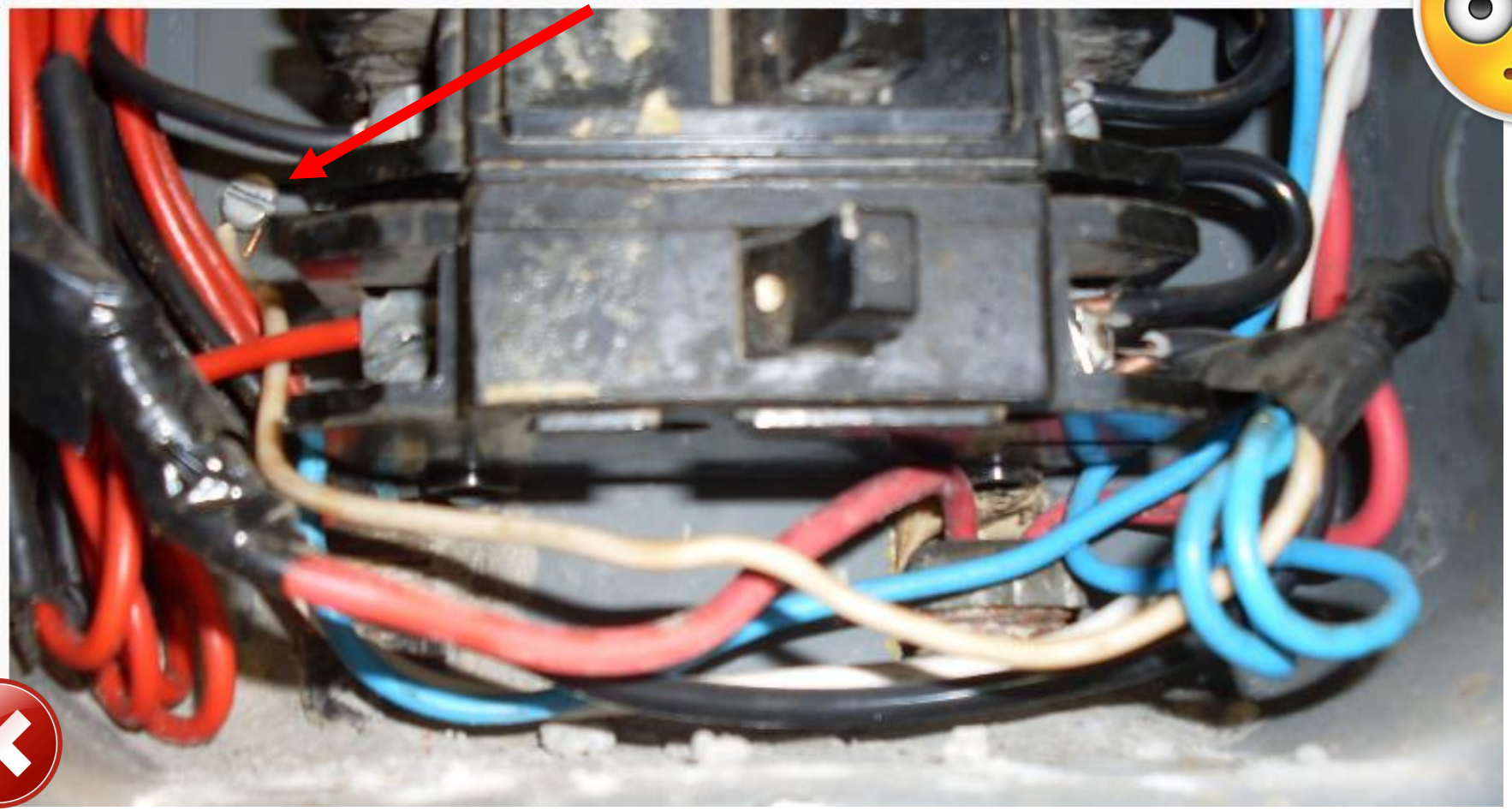


"barramento" monofásico:



↓ "barramento" de neutro (até esparadrapo tem):

Aterramento "dubão" (parafuso com fio branco do lado esquerdo):



BOM TRABALHO A TODOS!