

DISPOSITIVOS A CORRENTE DIFERENCIAL-RESIDUAL (DR)



- **IMPORTÂNCIA DO USO**
 - **FUNÇÕES**
 - **SENSIBILIDADE**
 - **ESCOLHA**
- **PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO**
- **ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS**
 - **INSTALAÇÃO**
 - **ESQUEMA DE LIGAÇÃO**
 - **APLICAÇÃO**
 - **QUANTOS?**
 - **DIMENSÕES**
 - **ACESSÓRIOS**

IMPORTÂNCIA DO USO

- **USO OBRIGATÓRIO EM TODO O TERRITÓRIO NACIONAL CONFORME LEI 8078/90, art. 39-VI11, art. 12, art. 14.**
- **EXIGIDO PELA NORMA BRASILEIRA DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS NBR 5410/2004**
- **CONFERE SEGURANÇA PESSOAL E AO PATRIMÔNIO**
- **PENALIDADES PREVISTAS EM LEI**

Devem ser providos de proteção diferencial-residual ≤ 30 mA:

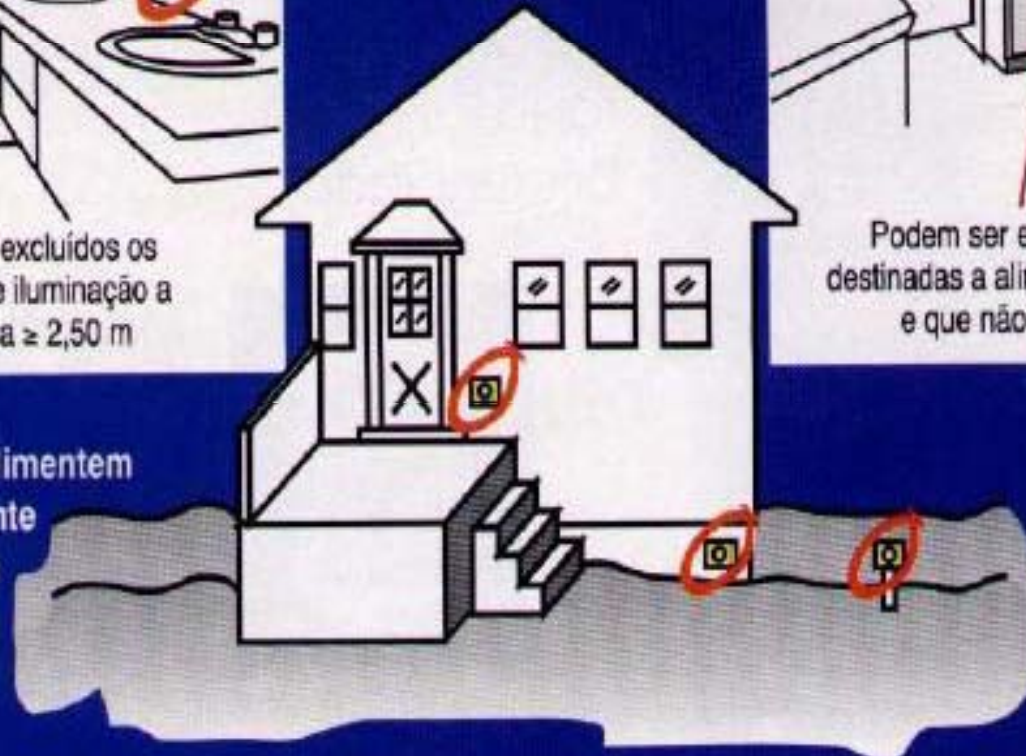


a) os circuitos que sirvam a pontos situados em locais contendo banheira ou chuveiro

d) os circuitos de tomadas de corrente de cozinhas, copas-cozinhas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e, no geral, de todo local interno molhado em uso normal ou sujeito a lavagens



b) os circuitos que alimentem tomadas de corrente situadas em áreas externas à edificação;

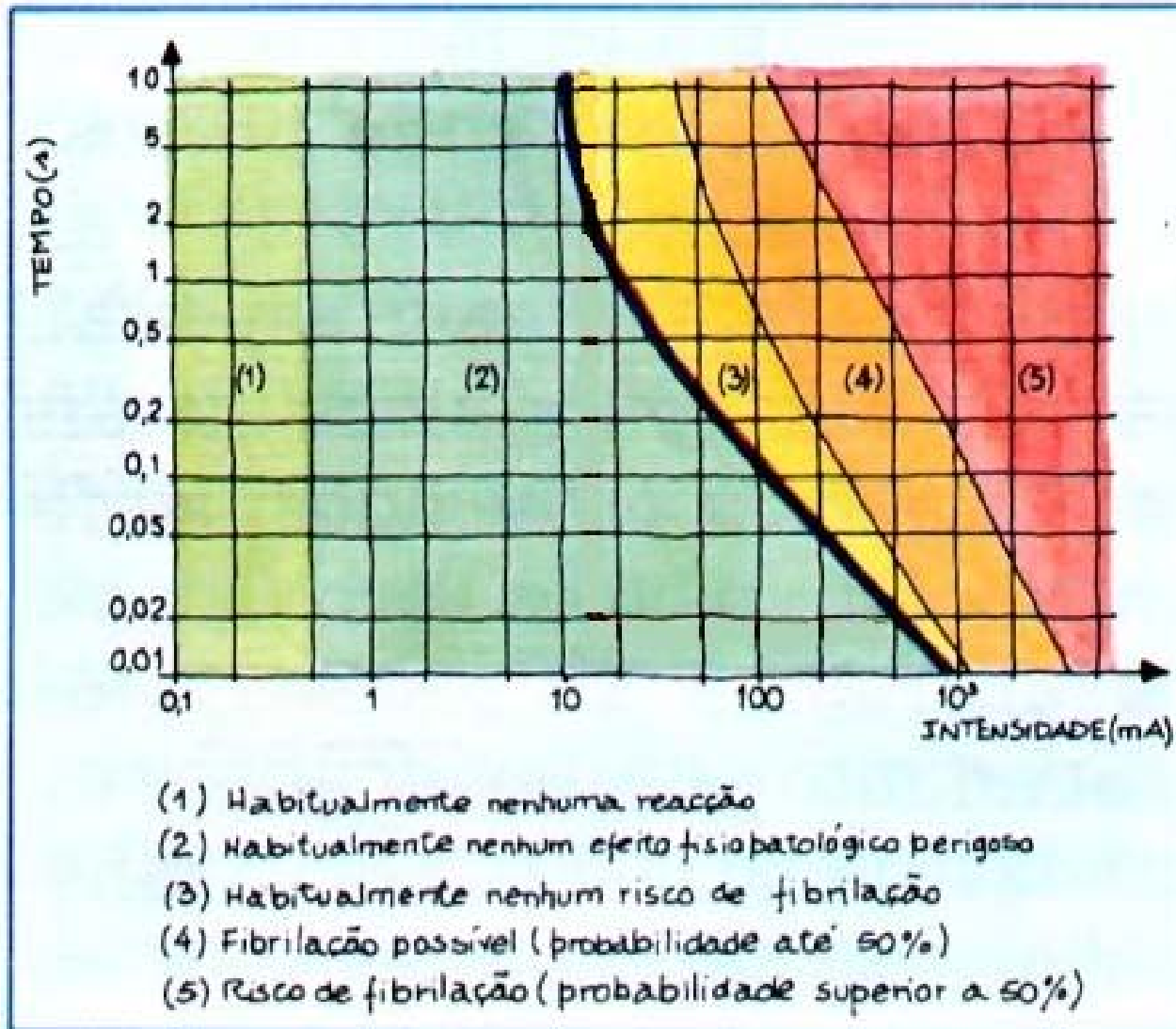


FUNÇÕES DO DR

- **PROTEÇÃO CONTRA CHOQUES**
- **PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIOS**
- **INDICADOR DE QUALIDADE DA INSTALAÇÃO**

**O DR NÃO OFERECE PROTEÇÃO CONTRA
SOBRECARGAS E CIRTO-CIRCUITOS**

Choque eléctrico



A corrente eléctrica agirá sobre o corpo de três maneiras:

- Por contracção dos músculos (tetanização)
- Por queimaduras
- Por acção sobre o coração

Fibrilação: É causada pela passagem da corrente eléctrica pelo coração o que provoca no músculo cardíaco uma “desorganização” completa.

EFEITOS DO CHOQUE ELÉTRICO

TETANIZAÇÃO: INDIVÍDUO NÃO CONSEGUE LARGAR O OBJETO ENERGIZADO.

PARADA RESPIRATÓRIA: ASFIXIA CAUSADA PELA CONTRAÇÃO DOS MÚSCULOS RESPIRATÓRIOS.

QUEIMADURAS: DESTRUIÇÃO DE MÚSCULOS, NERVOS E VASOS SANGÜÍNEOS.

FIBRILAÇÃO VENTRICULAR: DESREGULAÇÃO DO BATIMENTO CARDÍACO EM DECORRÊNCIA DE CHOQUE NO INTERVALO EM QUE O CORAÇÃO PERMANECE PARADO. ACARRETA FALTA DE SANGUE E OXIGÊNIO NO CÉREBRO E NOS ÓRGÃOS.

IMPORTANTE: TODAS ESTAS SITUAÇÕES PODEM RESULTAR EM MORTE.



Proteção das pessoas

Nas instalações elétricas de utilização devem ser adotadas medidas destinadas a garantir a proteção das pessoas contra os chamados choques elétricos.

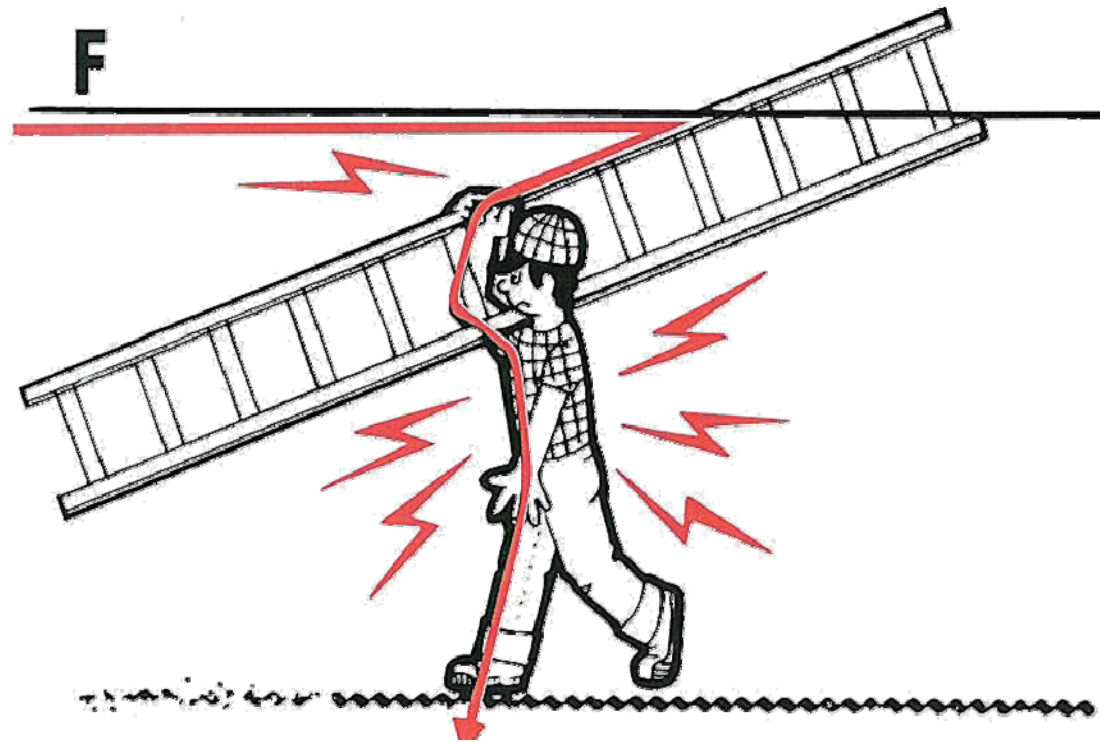
Segundo a norma NBR5410/2004, nas instalações de utilização devem ser tomadas medidas destinadas a garantir a proteção das pessoas contra os contatos diretos e os contatos indiretos.

A **proteção contra os contatos diretos** envolve fundamentalmente medidas preventivas.

A **proteção contra contatos indiretos** é usualmente feita através da utilização de aparelhos sensíveis à corrente diferencial - residual resultante de um defeito de isolamento.

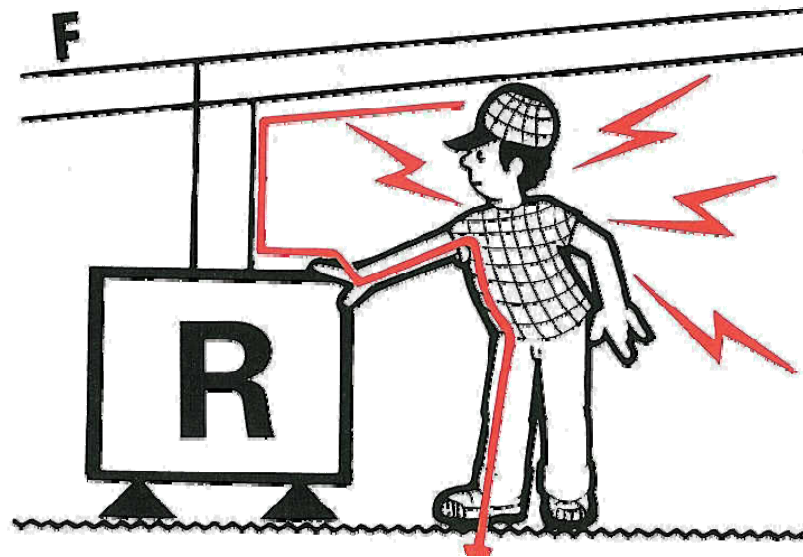
Contato direto

Se uma pessoa entra em contato com uma parte ativa de um elemento sob tensão, por negligência ou desrespeito das instruções de segurança diz-se que ficou submetida a um **contato direto**.



Contato indireto

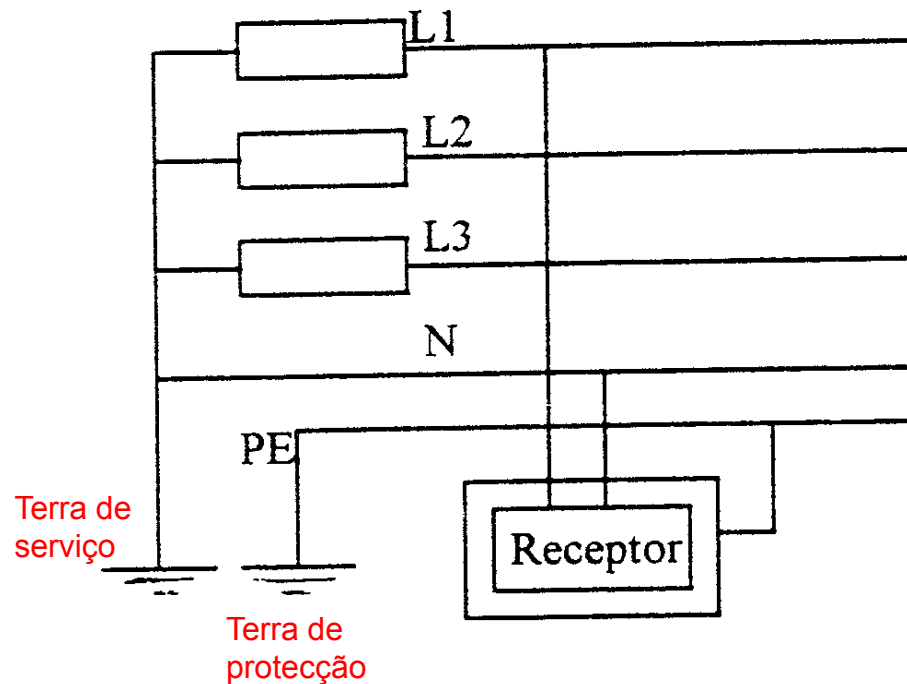
Se uma pessoa entra em contato com um elemento que está acidentalmente sob tensão devido, por exemplo a um defeito de isolamento, a eletrocussão é consequência de um defeito imprevisível e não da negligência da pessoa. Esse contato designa-se por **contato indireto**.





Regime de neutro

Antes de analisarmos as medidas de protecção contra contactos indirectos vamos analisar sucintamente os regimes de exploração do neutro da instalação, com os quais essas medidas estão relacionadas.



Regime TT

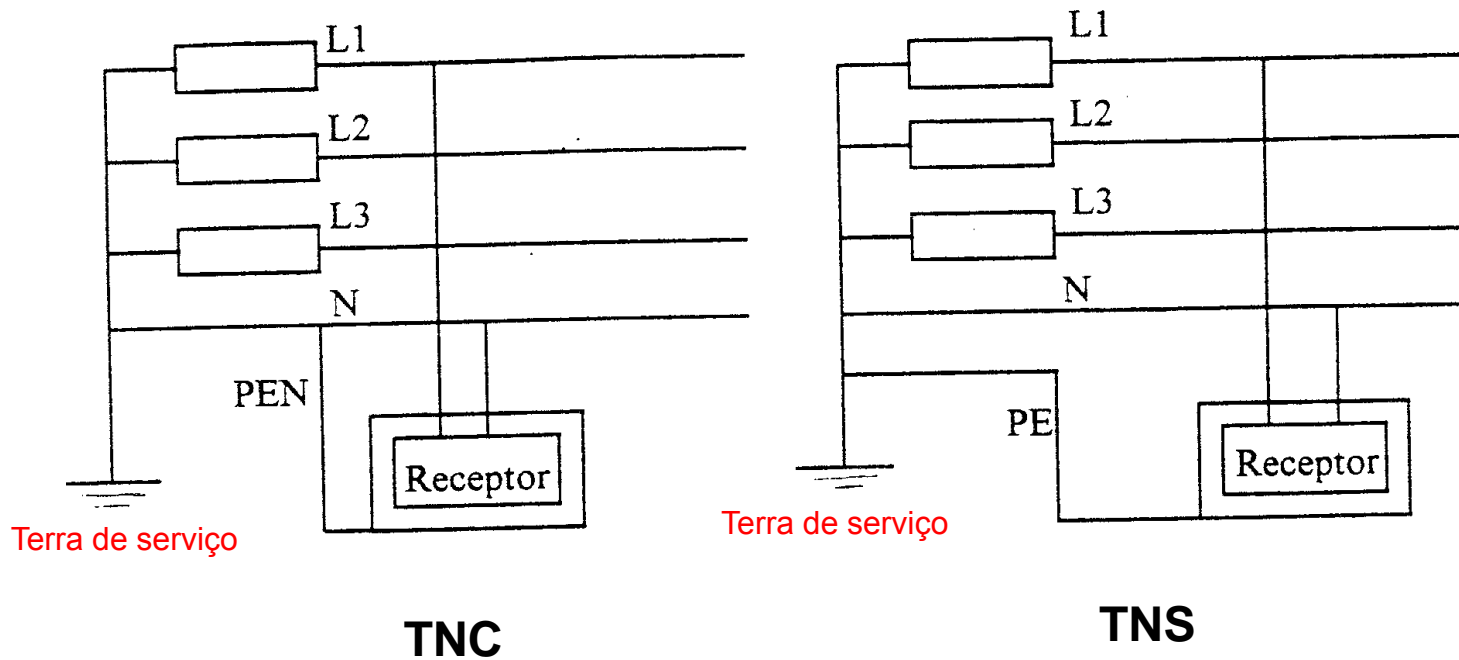
O regime de neutro TT é caracterizado por ter o neutro do transformador do PT (Posto de Transformação) directamente ligado à terra de serviço e as massas ligadas à terra de protecção.

Nas instalações de utilização de energia eléctrica em baixa tensão, ligadas à rede pública, o único regime de neutro permitido é o regime TT.

Regime de neutro

Regime TN

O neutro do transformador do PT é directamente ligado à terra de serviço e as massa são directamente ligadas ao neutro, através de um condutor próprio (PEN ou PE).

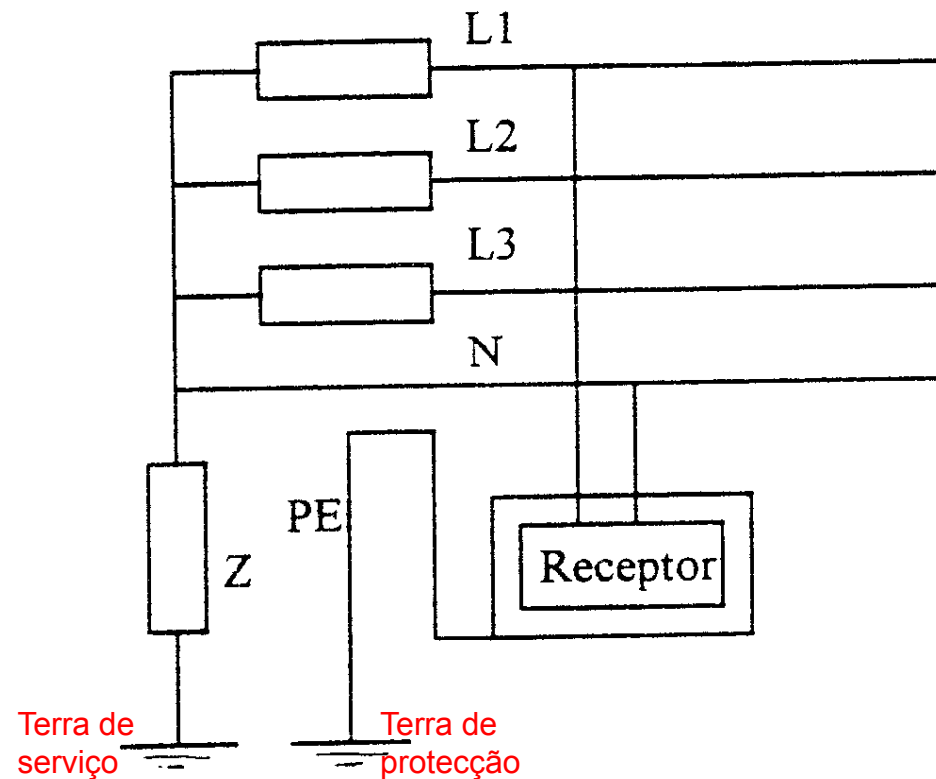


Regime de neutro

Regime IT

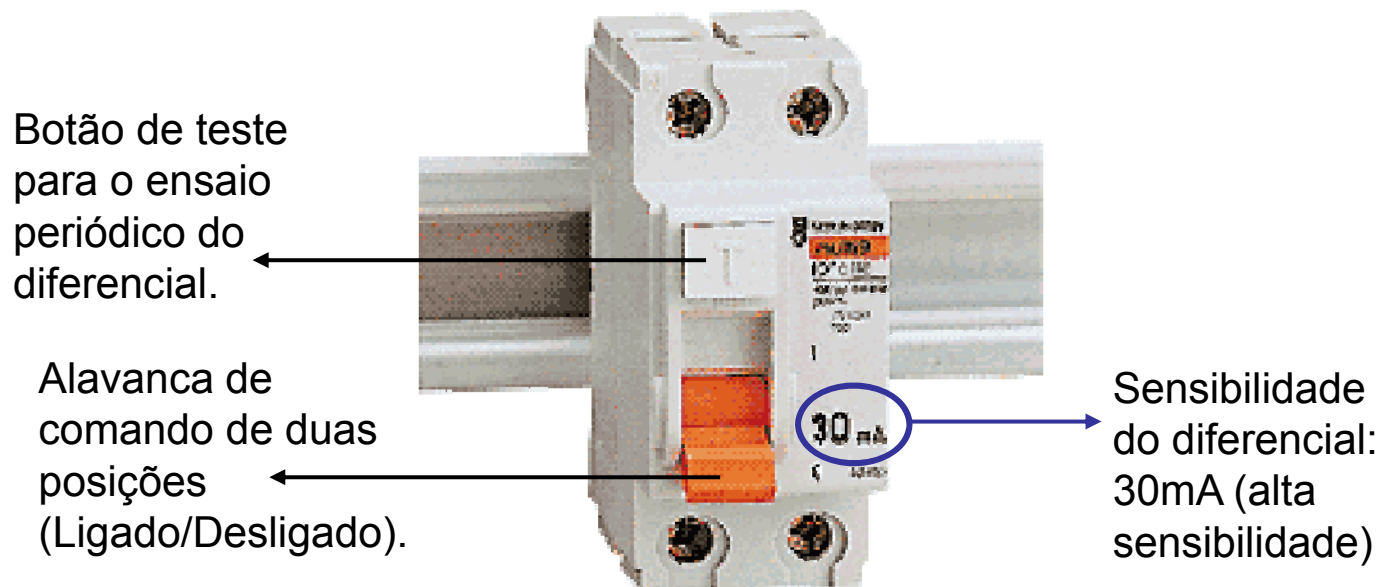
Regime de neutro isolado ou impedante.

O neutro do transformador do PT é isolado ou ligado através de uma impedância à terra de serviço e as massas são directamente ligadas à terra de protecção.



Proteção contra contatos diretos

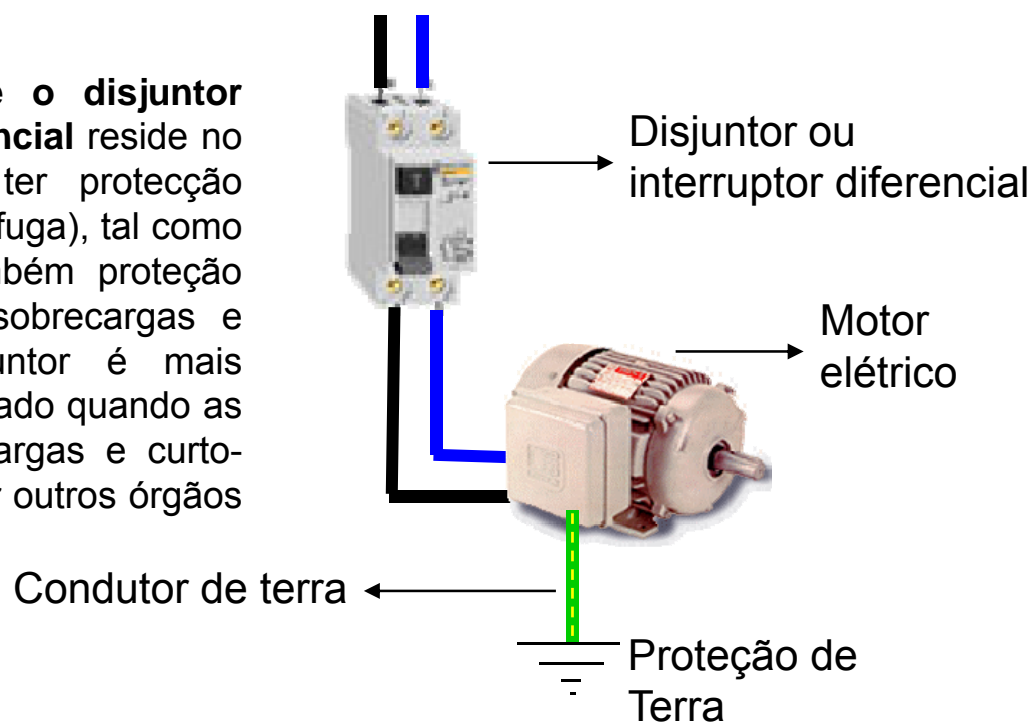
Para proteção das pessoas contra os **contatos diretos** o Regulamento de Segurança preconiza essencialmente medidas preventivas que, em alguns casos podem ser complementadas pela instalação de **dispositivos diferenciais de alta sensibilidade** (de 6, 12 ou 30 mA).



Proteção contra contatos indiretos

Para a protecção das pessoas contra os **contatos indiretos**, no regime de neutro TT, instala-se no início do circuito um **disjuntor ou interruptor diferencial** e ligam-se as massas metálicas dos equipamentos a um condutor de terra que será ligado a um elétrodo de terra.

A **diferença fundamental entre o disjuntor diferencial e o interruptor diferencial** reside no fato de o disjuntor, além de ter protecção diferencial (contra as correntes de fuga), tal como o interruptor diferencial, tem também protecção magnetotérmica, isto é, contra sobrecargas e curto-circuitos. Portanto o disjuntor é mais completo, sendo o interruptor utilizado quando as outras protecções (contra sobrecargas e curto-circuitos) já estão asseguradas por outros órgãos de protecção.



SENSIBILIDADE ($I_{\Delta n}$)

- **VARIA DE 30mA (ALTA SENSIBILIDADE) A 500mA**
- **ACIMA DE 30mA (BAIXA SENSIBILIDADE) NÃO PROTEGE CONTRA CONTATOS DIRETOS**
- **CUIDADO NO DIMENSIONAMENTO (PERDAS LIGADAS À QUALIDADE DA INSTALAÇÃO)**

CONTATO DIRETO: 30mA

CONTATO INDIRETO: 100mA E 300mA

INCÊNDIO: 500mA

Sensibilidade de um diferencial

A sensibilidade de um aparelho diferencial é o valor da intensidade resultante de um defeito – **intensidade de corrente diferencial - residual $I_{\Delta n}$** – que faz abrir obrigatoriamente o circuito defeituoso.

Existem aparelhos diferenciais de alta, média e baixa sensibilidade.

Sensibilidade	Alta (mA)	Média (mA)	Baixa (A)
$I_{\Delta n}$	6 – 12 – 30	100 – 300 – 500	1 – 3 – 5 – 10 – 20

O sistema deve garantir que a tensão de contato seja inferior a 50V (massas não empunháveis) ou 25 V (massas empunháveis), ou seja, que o aparelho de proteção corte o circuito quando a tensão de contato atingir os valores indicados. O produto da resistência de terra de proteção pela intensidade de corrente que faz funcionar o diferencial terá de ser inferior à tensão limite convencional definida (25V ou 50V).

$R \times I_{\Delta n} \leq 25V$ Se houver massas empunháveis

$R \times I_{\Delta n} \leq 50V$ Se não houver massas empunháveis

R – Resistência de terra de proteção em Ω .

$I_{\Delta n}$ – Intensidade de funcionamento do aparelho de proteção ou seja a intensidade diferencial – residual nominal do aparelho diferencial.

ESCOLHA DO DR

- **SENSIBILIDADE**
- **CORRENTE NOMINAL**
- **NÚMERO DE MÓDULOS**

Tabela de Escolha

$I_{\Delta n}$ (sensibilidade)	I_n (A)	2 módulos	4 módulos
30m A	25	BDC225/030	BPC425/030
	40	BDC240/030	BPC440/030
	63	BPC263/030	BPC463/030
	80	BPC280/030	BPC480/030
	100	BPC2100/030	BPC4100/030
100mA	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
300mA	25	BDC225/300	BPC425/300
	40	BDC240/300	BPC440/300
	63	BPC263/300	BPC463/300
	80	BPC280/300	BPC480/300
	100	BPC2100/300	BPC4100/300
500mA	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

EXERCÍCIO

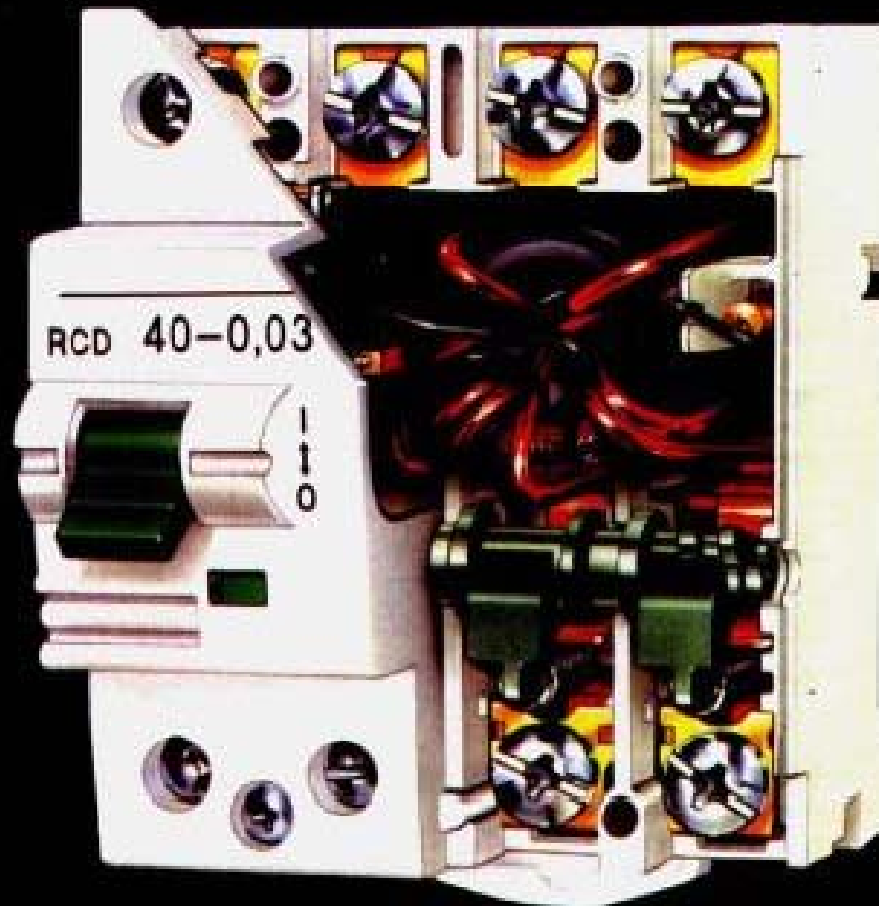
UM CIRCUITO DE UMA MÁQUINA DE LAVAR, POTÊNCIA ATIVA 720W, FP=0,8, É ALIMENTADA POR UM CIRCUITO FASE-NEUTRO, CUJA TENSÃO É DE 127VOLTS. DIMENSIONE O DDR PARA ATENDER A ESTE CIRCUITO. CONSIDERAR T°=30°C E UM TOTAL DE DOIS CIRCUITOS NUM ELETRODUTO DE PVC.

$$I = \frac{720 \div 0,8}{127} = 7,1A \quad \Rightarrow \quad I_P = \frac{7,1}{1 \times 0,8} = 8,9A$$

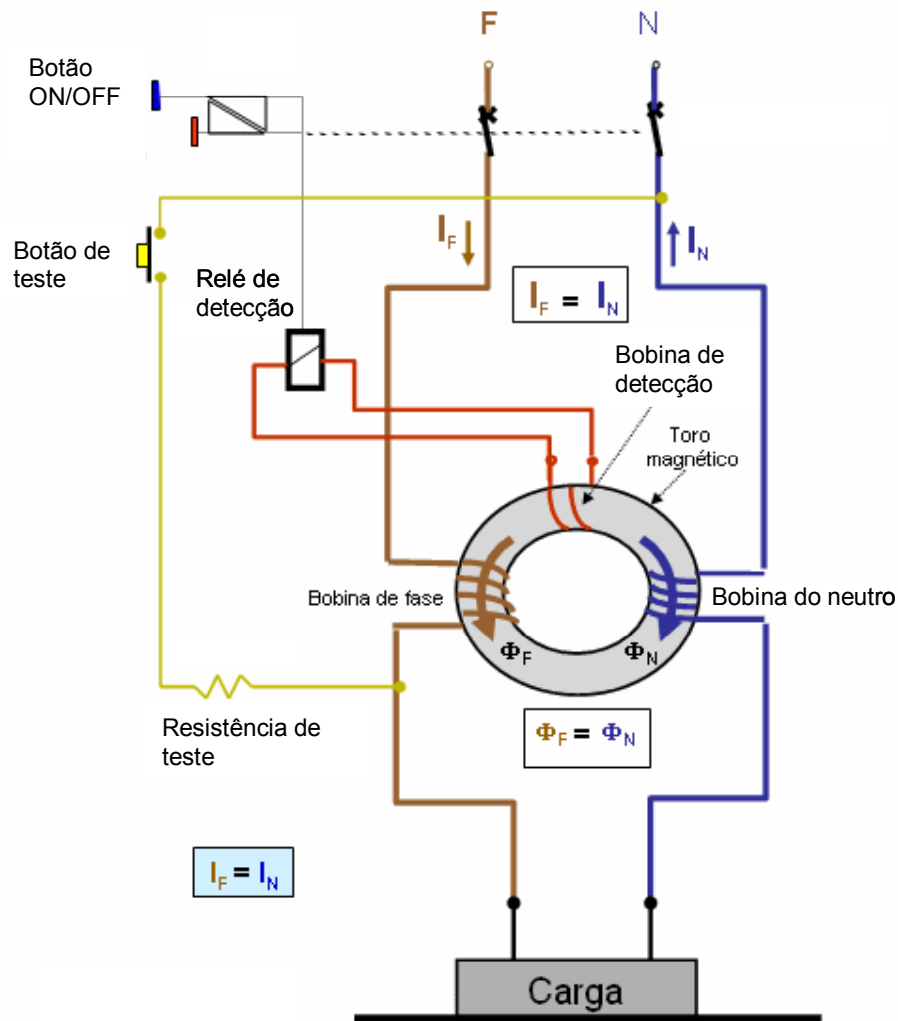
VER TABELA ANTERIOR (ESCOLHA DA SENSIBILIDADE)

PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

- TORÓIDE
- RELÉ



Como funciona um diferencial



NA AUSÊNCIA DE DEFEITO:

$I_F = I_N$ (já que não há corrente de fuga para a terra).

$$\Phi_F = \Phi_N$$
$$\Phi_F - \Phi_N = 0$$

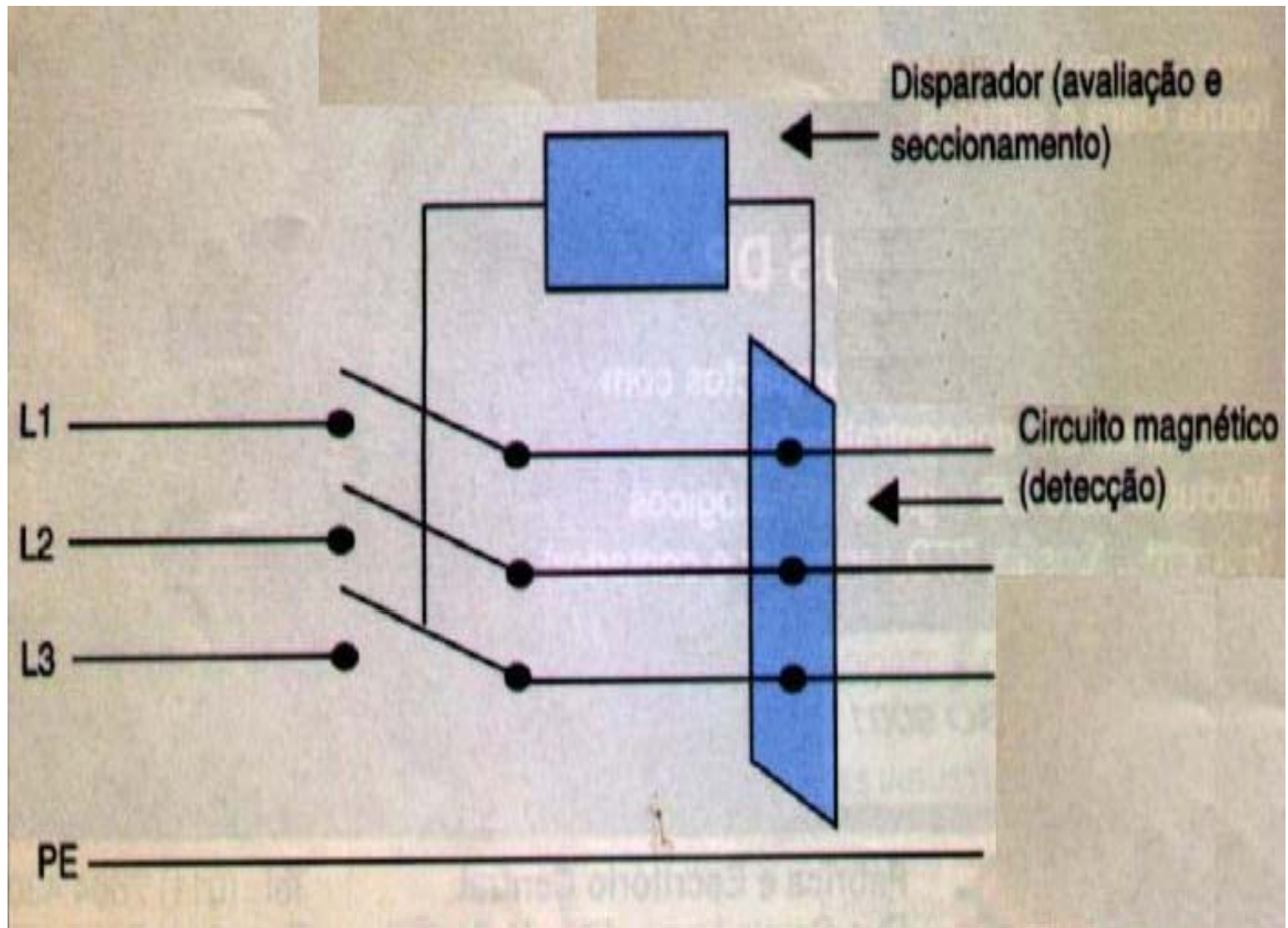
logo não há corrente induzida na bobina de detecção que aciona o relé. Os contactos continuam fechados. A instalação funciona normalmente.

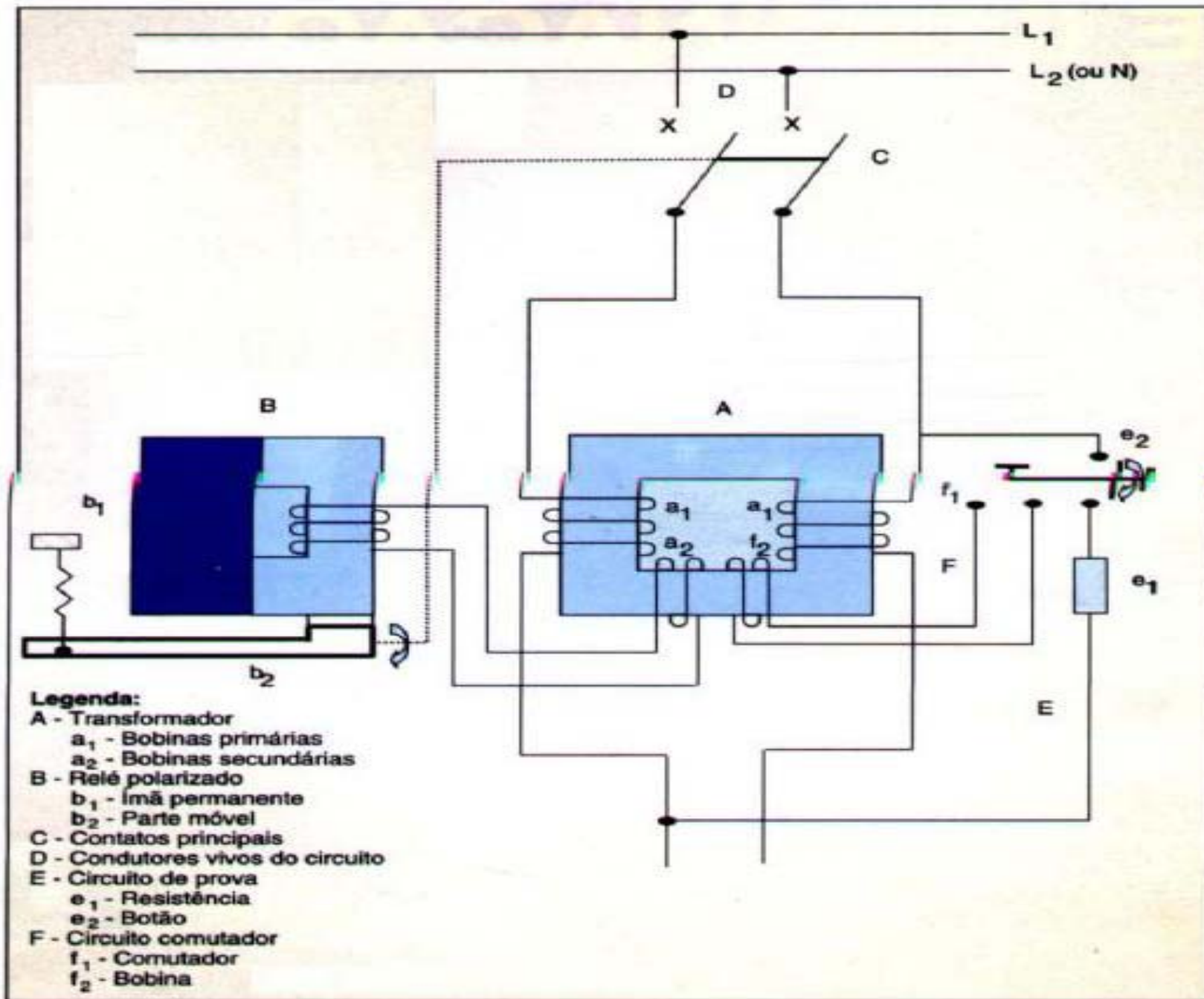
NA PRESENÇA DE UM DEFEITO DE ISOLAMENTO:

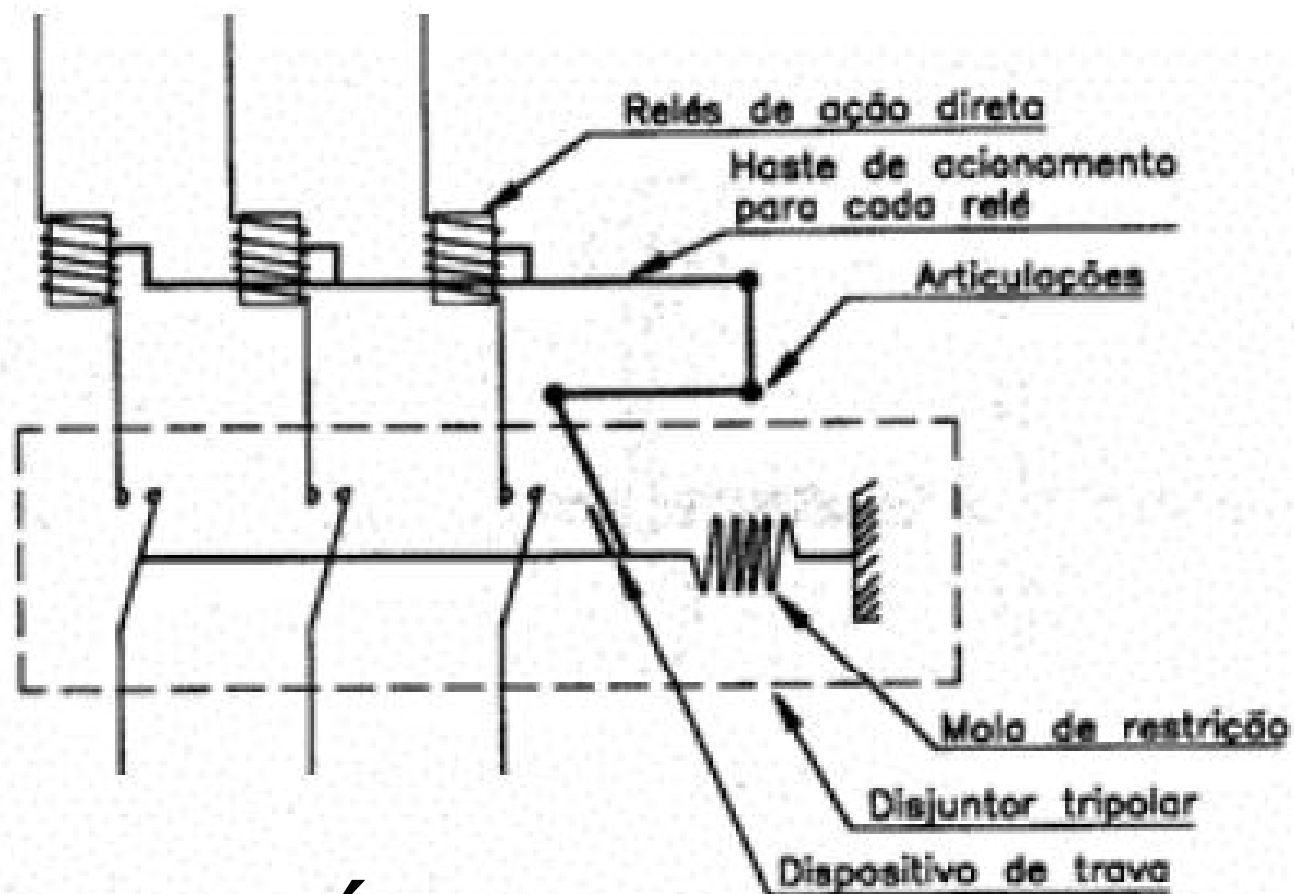
$I_F > I_N$ (já que há corrente de fuga para a terra).

$$\Phi_F > \Phi_N$$
$$\Phi_F - \Phi_N \neq 0$$

logo há corrente induzida na bobina de detecção que aciona o relé. Os contactos abrem. A instalação é desligada.







RELÉ

Com fuga ou falta:

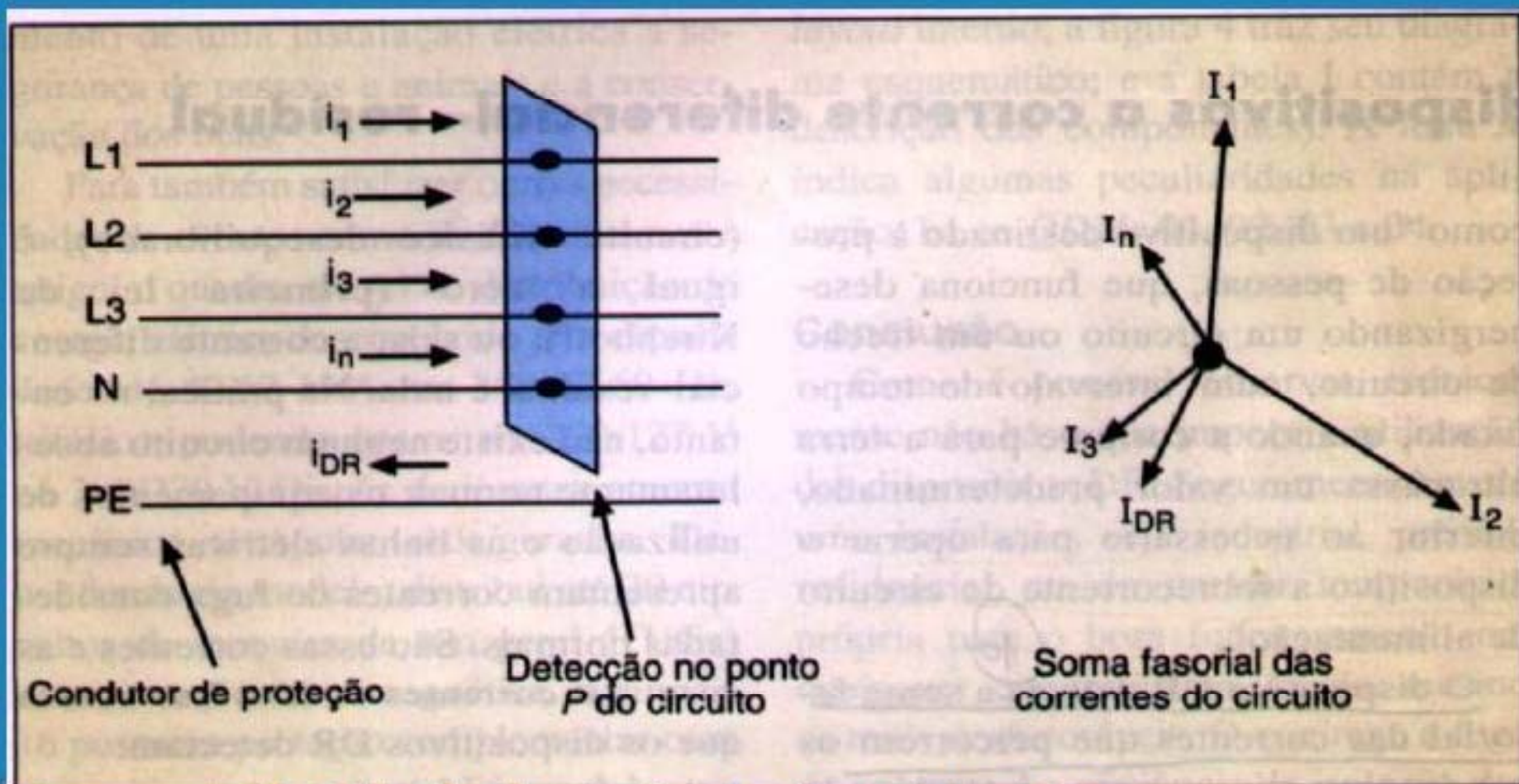
$$i_1 + i_2 + i_3 + i_n = i_{DR}$$

$$I_1 + I_2 + I_3 + I_N = I_{DR}$$

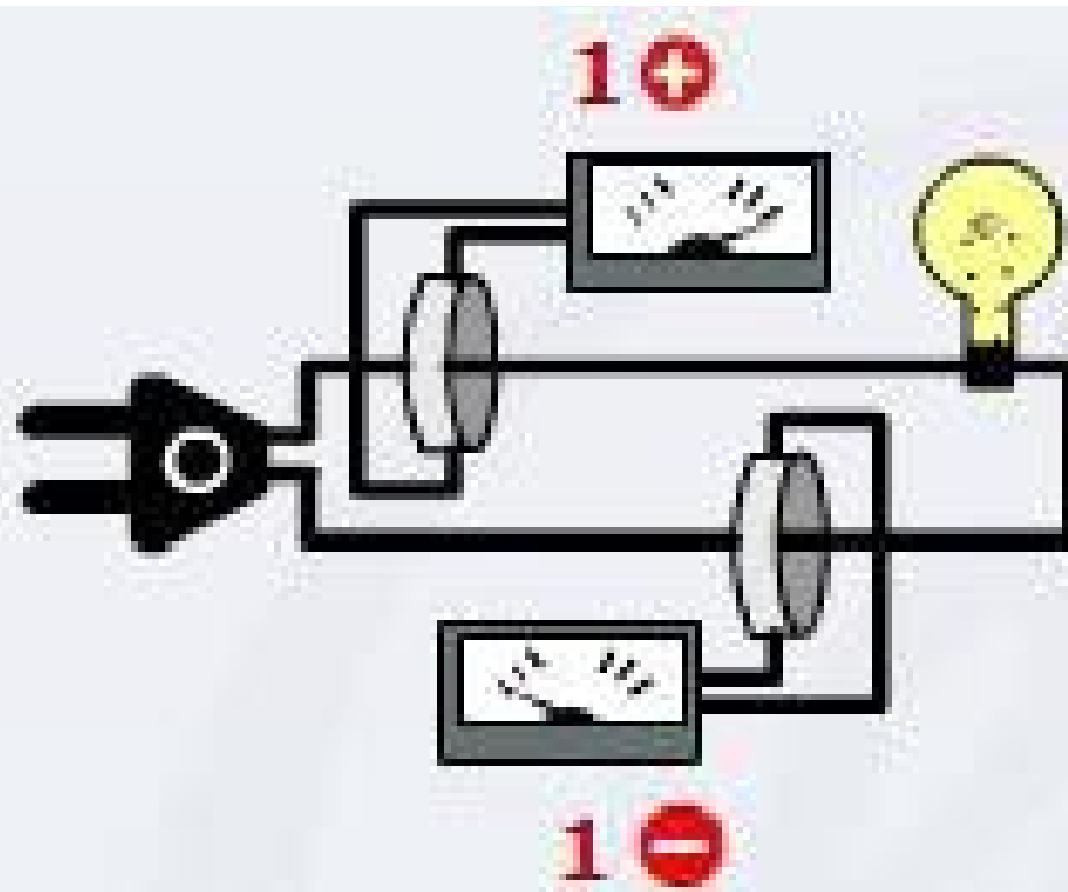
Sem fuga ou falta:

$$i_1 + i_2 + i_3 + i_n = 0 \quad \therefore (i_{DR} = 0)$$

$$I_1 + I_2 + I_3 + I_N = 0 \quad \therefore (I_{DR} = 0)$$



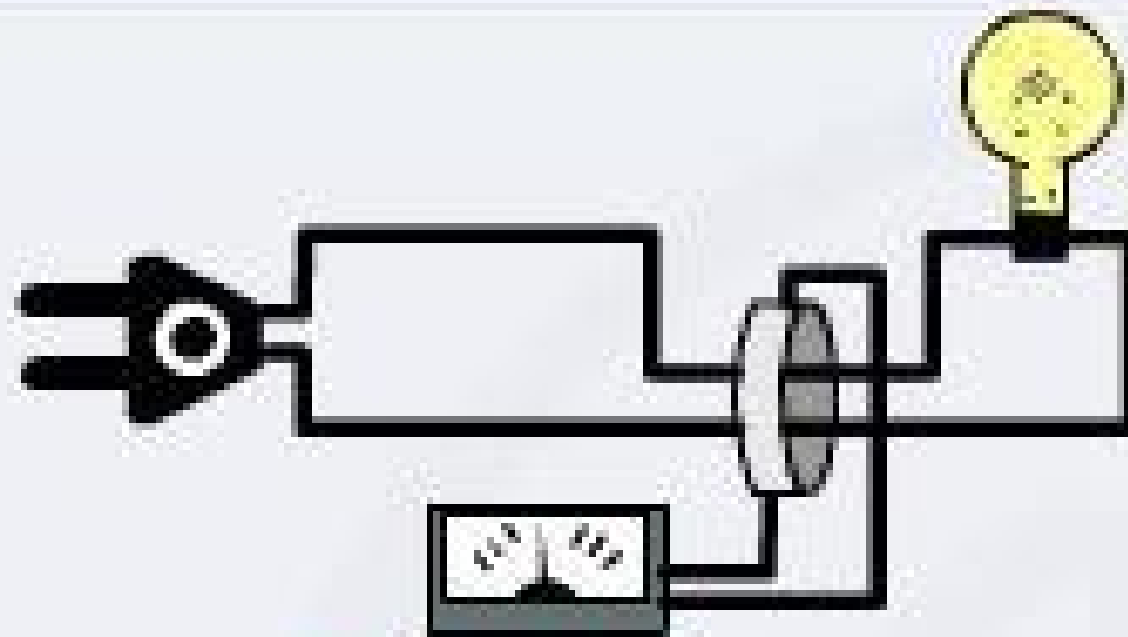
Princípio de detecção do dispositivo DR



**CORRENTE +I ENTRANDO
NA CARGA**

**CORRENTE -I SAINDO DA
CARGA**

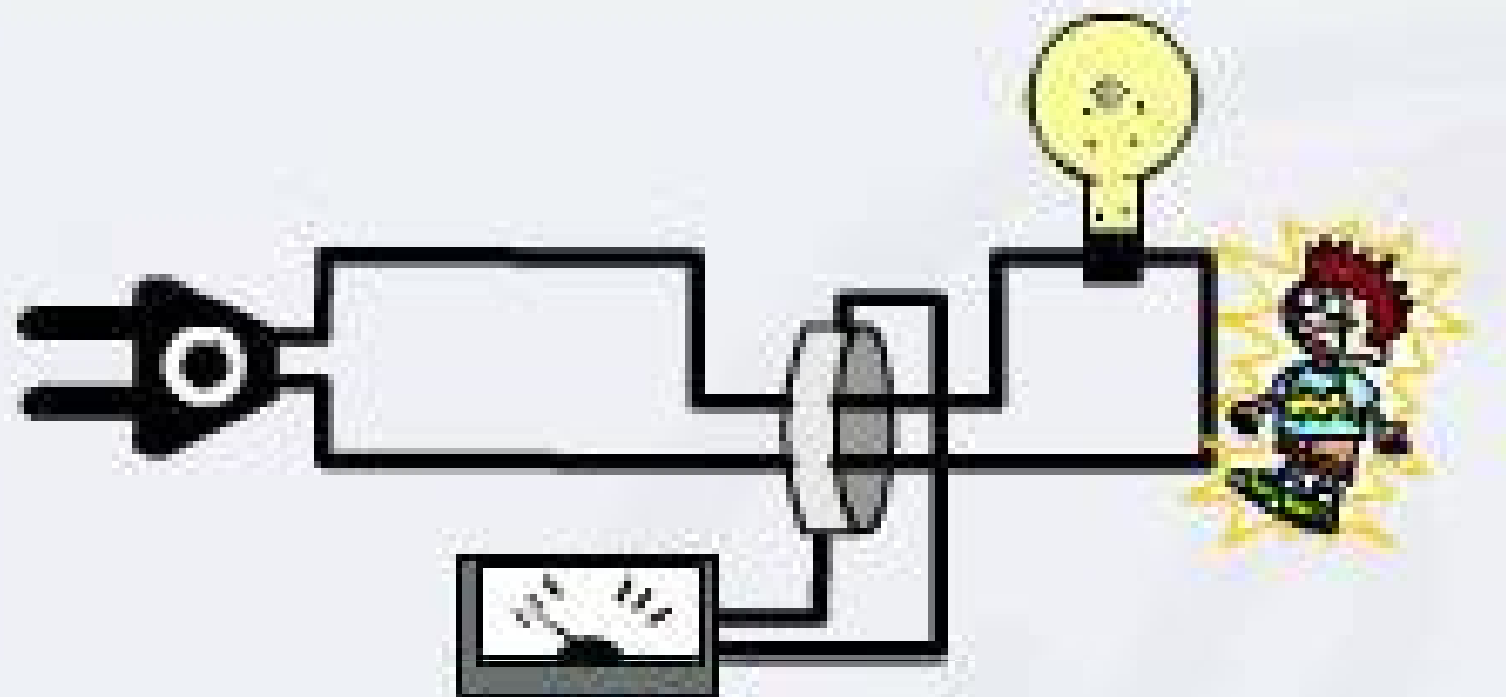
-  fonte
-  carga
-  amperímetro
-  sensor



= 0Amp

RESULTANTE NULA

-  fonte
-  carga
-  amperímetro
-  sensor



$\neq 0\text{Amp}$

A RESULTANTE NÃO SERÁ NULA SE HOVER FUGA À TERRA COMO NO CASO DE UM CHOQUE ELÉTRICO.

-  fonte
-  carga
-  amperímetro
-  sensor

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Normas	IEC 1008 e BS EN 61008
Número de Módulos	2 e 4
Corrente Nominal (In)	25, 40, 63, 80, e 100 A
Sensibilidade (IAn)	30, 100, 300 e 500 mA
Tensão Máxima	400 V + 10%
Frequência	50 / 60 Hz
Fixação	Trilho DIN 35 mm
Terminais	25 mm ² até 40 A, 50 mm ² até 100 A
Tipo	AC
Temperatura Ambiente	-25 °C ... +55 °C
Montagem	Qualquer posição

Especificações técnicas



40A

A corrente nominal do DR pode variar de 25 à 100 A.

Especificações técnicas



4P

O DR possui configuração de 2 e 4 pólos.

Especificações técnicas



30mA

O DR possui configurações de sensibilidade de 30, 100, 300 e 500 mA

Especificações técnicas



230/400V

Veja abaixo a tabela de tensão nominal (U_e) e tensão de isolamento (U_i) do DR:

Série BP (Interruptor diferencial DR)

Bipolar	Tetrapolar
U_e 240V~	U_e 415V~
U_i 265V~	U_i 455V~

Especificações técnicas



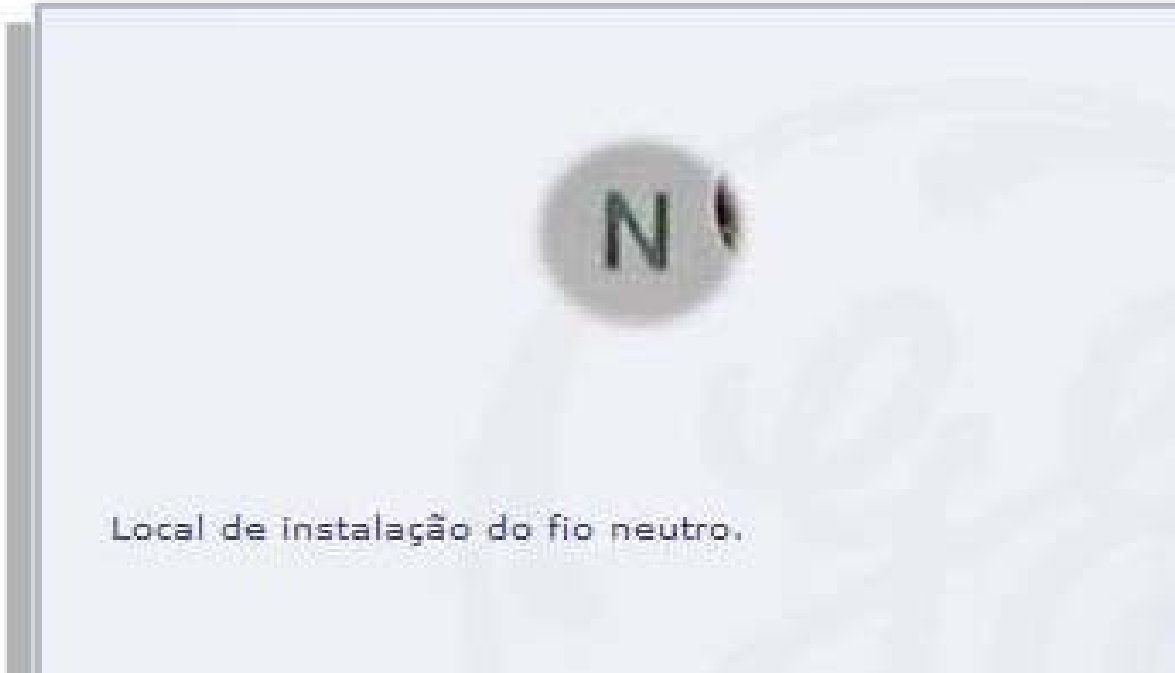
O DR é utilizado em corrente alternada.

Especificações técnicas



Botão de teste para saber se o mecanismo de desarme do DR está funcionando, quando ele está energizado.

Especificações técnicas



Local de instalação do fio neutro.

Especificações técnicas



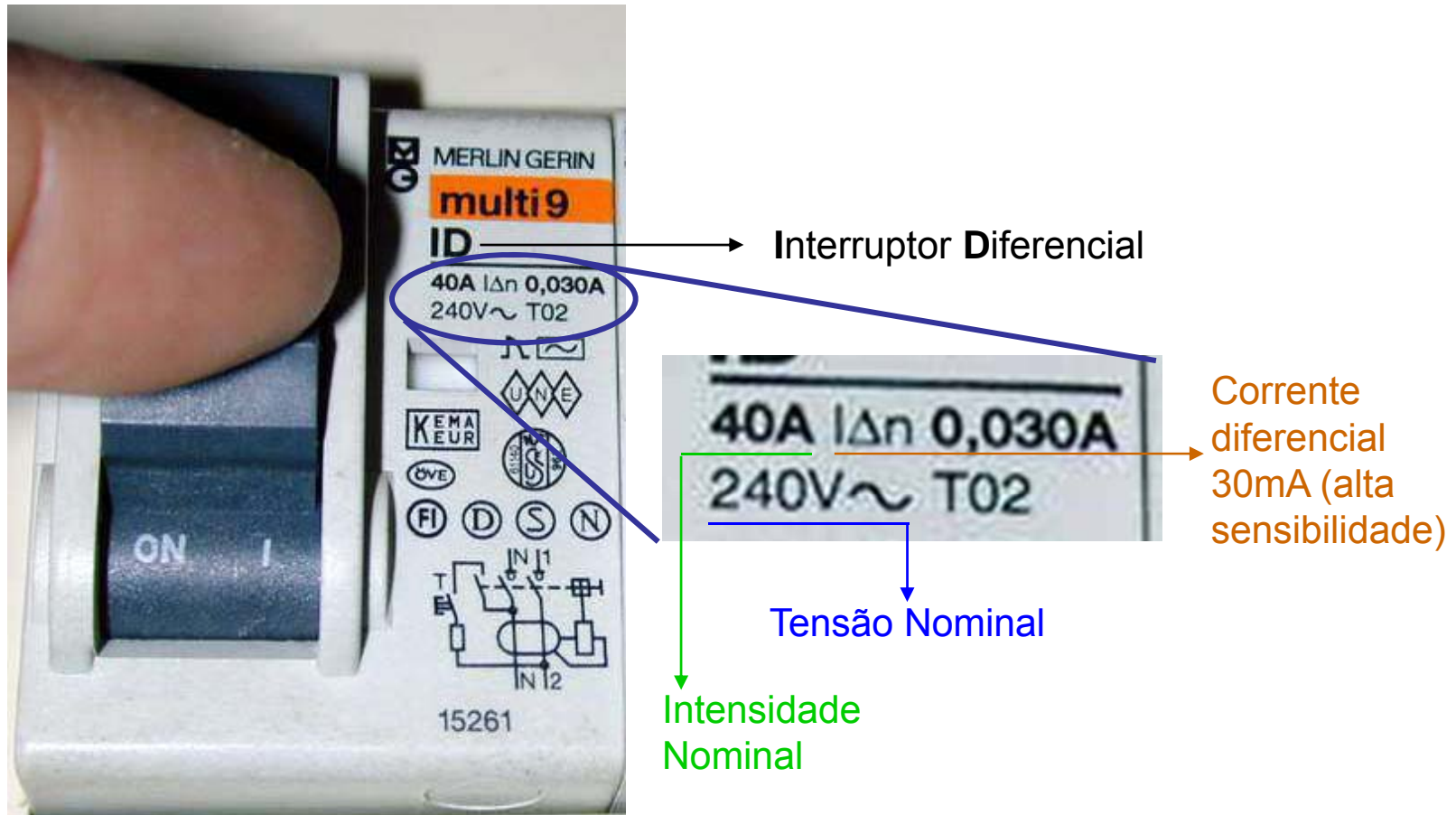
Diagrama de ligação e funcionamento do DR.

TEMPO DE SECCIONAMENTO MÁXIMO		
TENSÃO NOMINAL FASE-NEUTRO (VOLTS)	TEMPO DE SECCIONAMENTO (S)	
	SITUAÇÃO 1	SITUAÇÃO 2
127	0,8	0,35
220	04	0,2
380	0,2	0,05
440	0,1	0,02
<p>*SITUAÇÃO 1: LOCAIS SECOS OU ÚMIDOS *SITUAÇÃO 2: LOCAIS MOLHADOS</p>		

INSTALAÇÃO

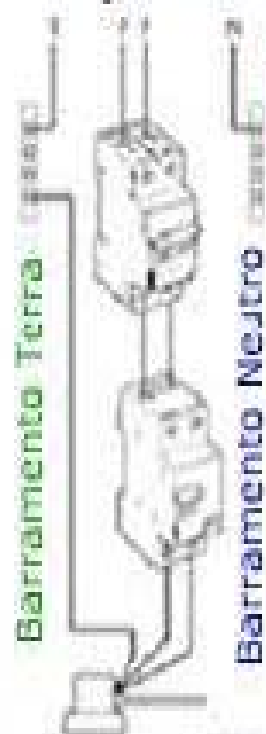
- **TODOS OS FIOS DO CIRCUITO PASSAM PELO DR**
- **O NEUTRO NÃO PODERÁ SER ATERRADO DEPOIS DE PASSAR PELO DR**
- **O TERRA NÃO PODE PASSAR PELO DR**
- **DEVE SER INSTALADO EM SÉRIE COM UM DPCC E APÓS ESTE.**

O que significam as marcações



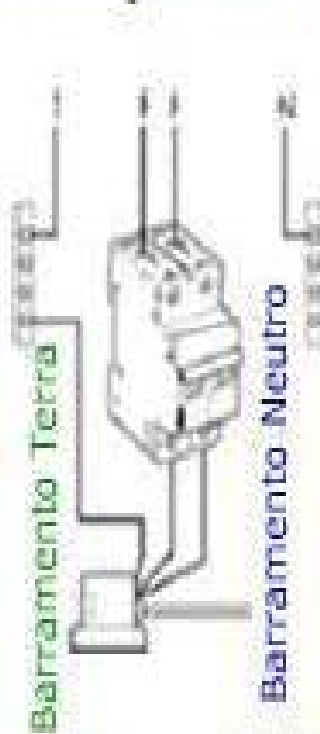
Exemplos:

Instalação com DR



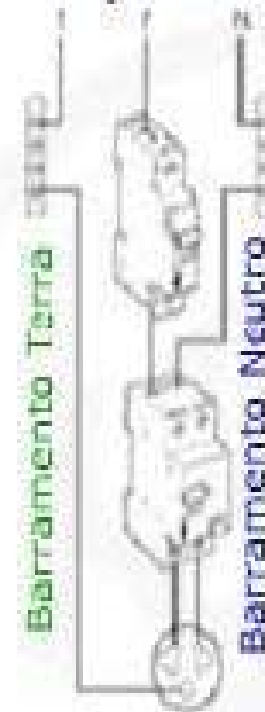
Chuveiro em 220Vca
Tensão F/F 220Vca

Instalação sem DR



Chuveiro em 220Vca
Tensão F/F 220Vca

Instalação com DR



Tomada em 127Vca
Tensão F/N 127Vca

Observação:

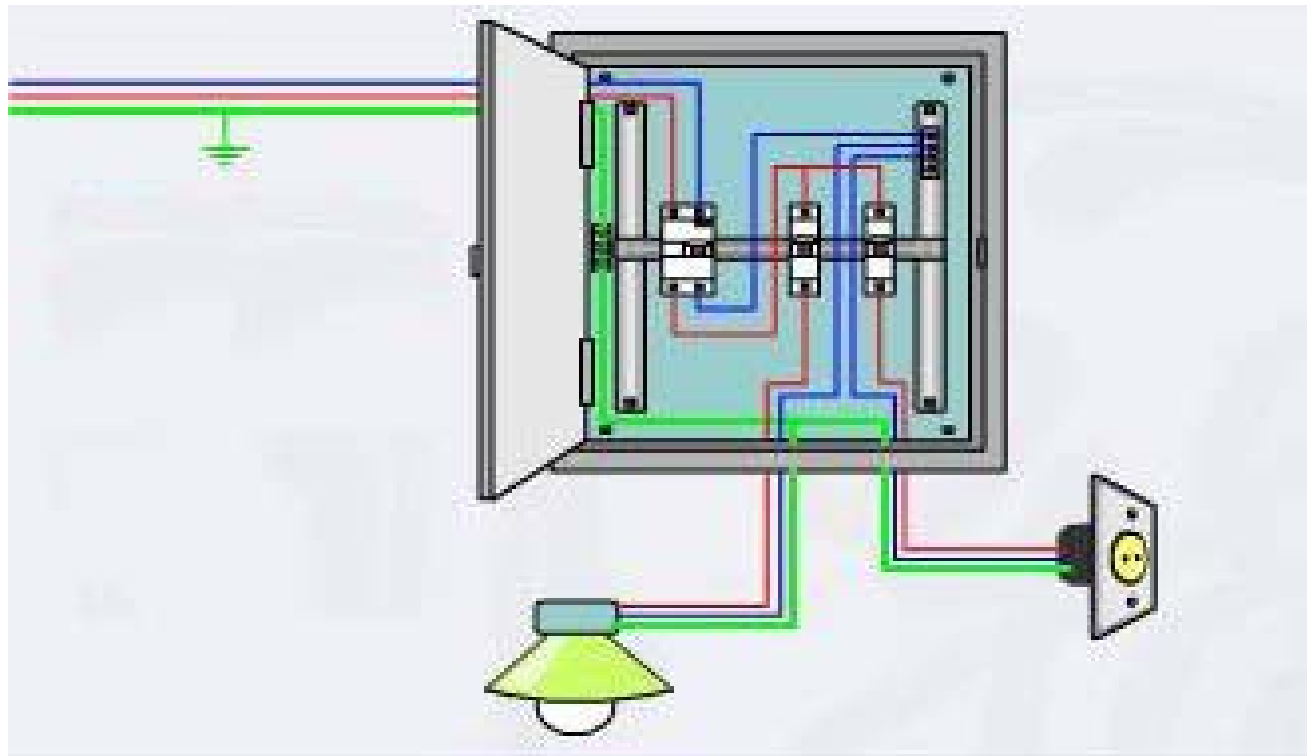
O chuveiro deverá ser de resistência blindada ou compatível com a utilização de DR

- **TERRA E NEUTRO SEPARADOS**

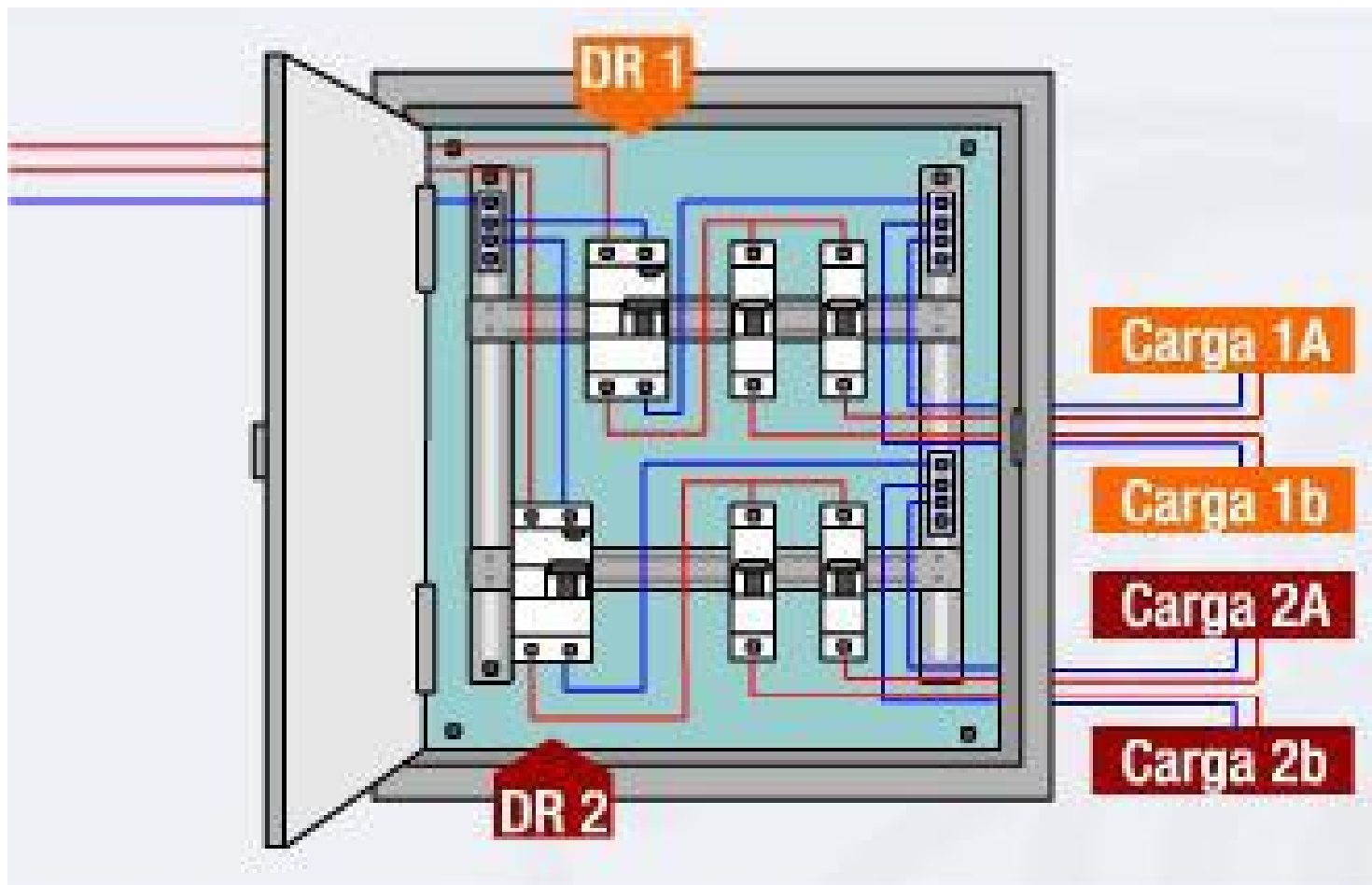
BIFURCAÇÃO DE CORRENTE

SOMA VETORIAL $\neq 0$

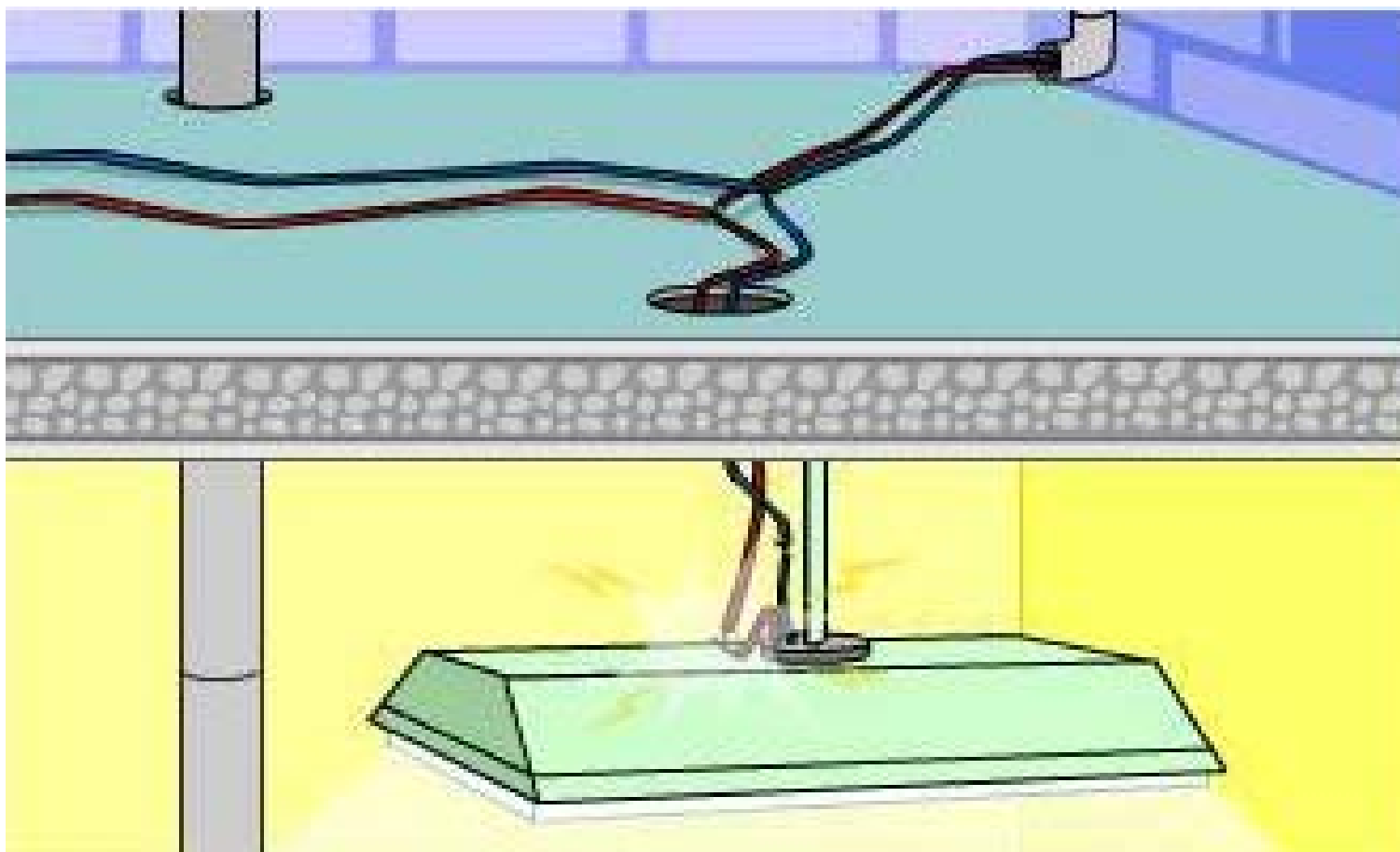
DR DESARMA



- **FASE E NEUTRO QUE PASSAM PELO DR DEVEM SER OS MESMOS QUE PASSAM NA CARGA.**



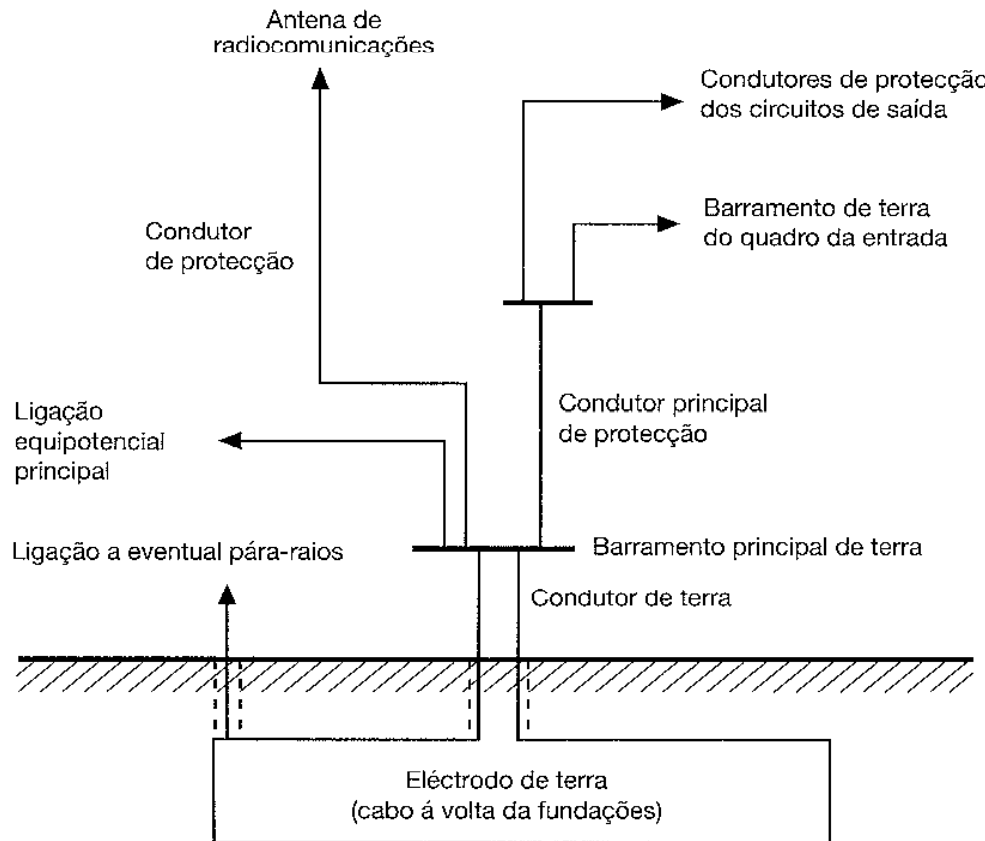
SITUAÇÃO DE FUGA 1 (EMENDA MAL FEITA)



SITUAÇÃO DE FUGA 2 (ROMPIMENTO DA ISOLAÇÃO)



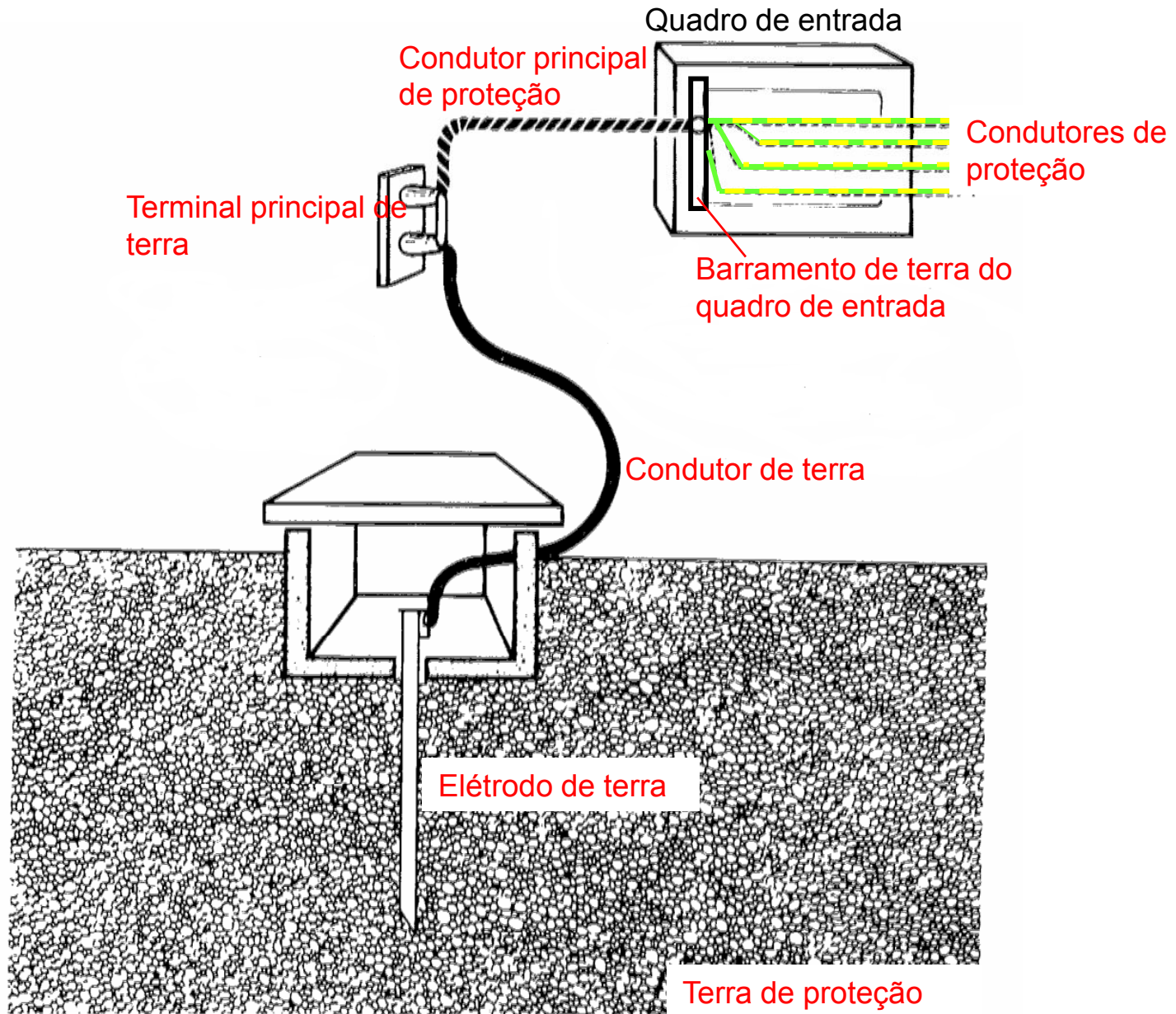
Sistema de terra de protecção



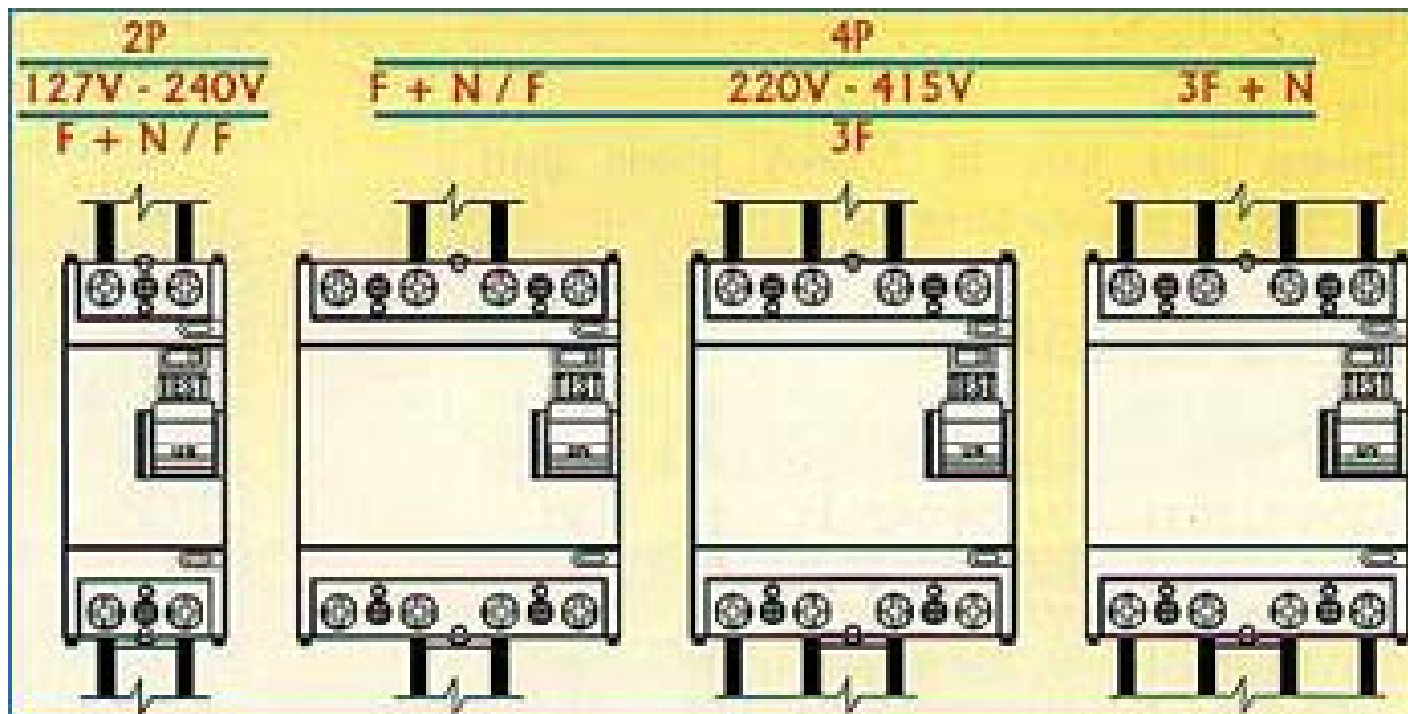
Os sistemas de terra de protecção são constituídos basicamente pelos seguintes componentes:

- Eléctrodo ou sistema de eléctrodos de terra.
- Condutores de terra.
- Barramento ou terminal principal de terra.
- Condutores de protecção (PE)
- Ligações equipotenciais.

Sistema de terra de proteção



ESQUEMA DE LIGAÇÃO



APLICAÇÃO DO DR

2 MÓDULOS	4 MÓDULOS
FASE-NEUTRO	FASE-NEUTRO
FASE-FASE	FASE-FASE
FASE-FASE	2 FASES E NEUTRO
FASE-FASE	3 FASES
FASE-FASE	3 FASES E NEUTRO

QUANTOS DR?

- **UM PARA TODO O QUADRO?**

 - FALTA DE ESPAÇO

 - DIFICULDADE PARA ENCONTRAR O DEFEITO

- **UM PARA CADA GRUPO DE CIRCUITOS?**

 - BOM CUSTO-BENEFÍCIO

 - CIRCUITOS COM MAIORES RISCOS DE CHOQUES ELÉTRICOS

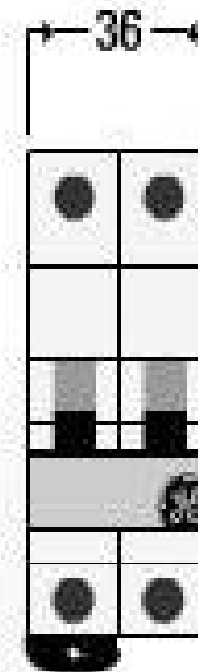
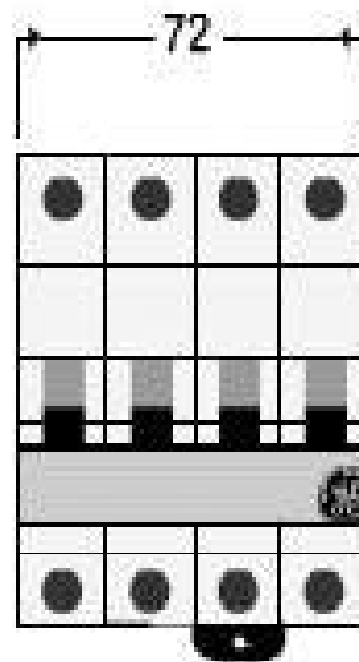
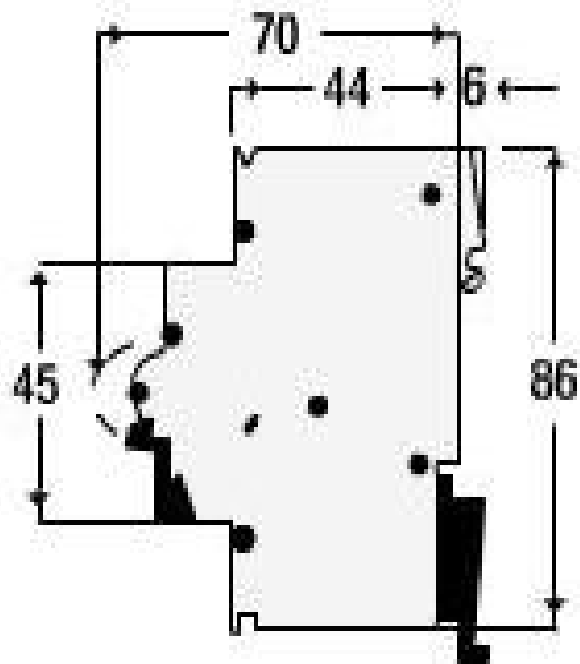
- **UM PARA CADA CIRCUITO?**

 - IDEAL

 - DEPENDE DO TIPO DE PROJETO

 - CUSTO MAIOR

DIMENSÕES DO DR



ACESSÓRIOS

- **CONTATO AUXILIAR NA/NF: CA H (CHAVES)**
- **CONTATO DE ALARME: CA S/H (SINALIZADORES)**
- **TRAVA CADEADO: KS (BLOQUEIO)**
- **BOBINA DE MÍNIMA: TELE U ($35\%U_N < U < 70\%U_N$)**
- **BOBINA DE DISPARO: TELE L (MANUAL)**

**MUITA PROTEÇÃO COM
BAIXO INVESTIMENTO**