

# 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 $\leq 30$ mA:

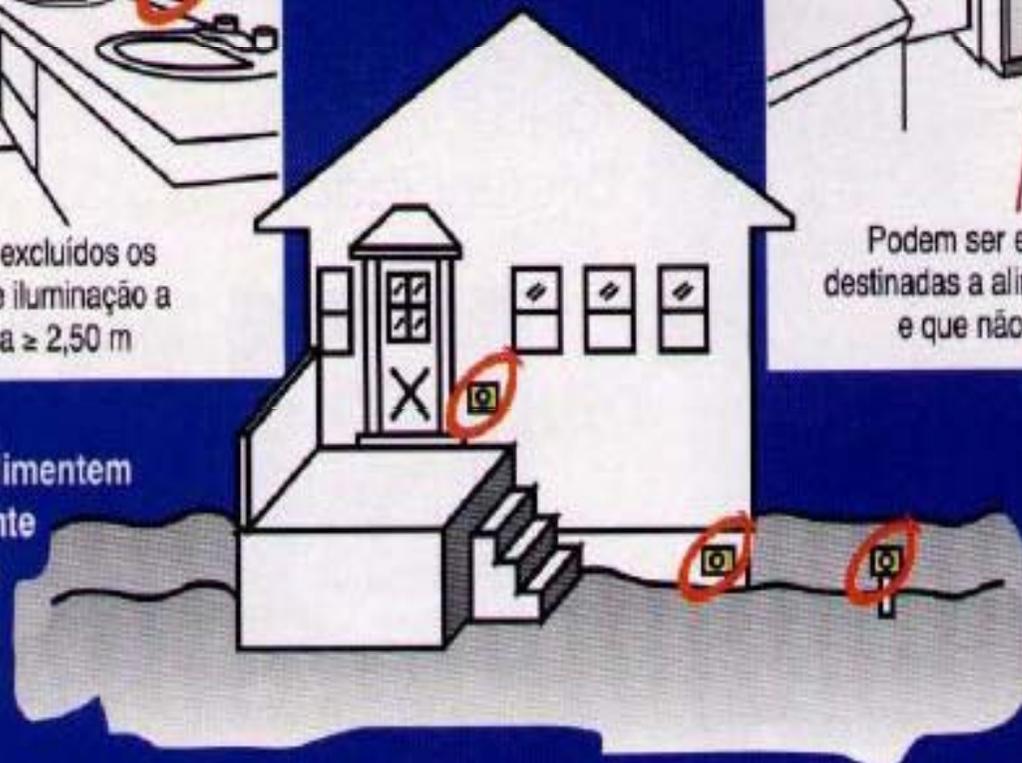


a) os circuitos que sirvam a pontos situados em locais contendo banheira ou chuveiro

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;



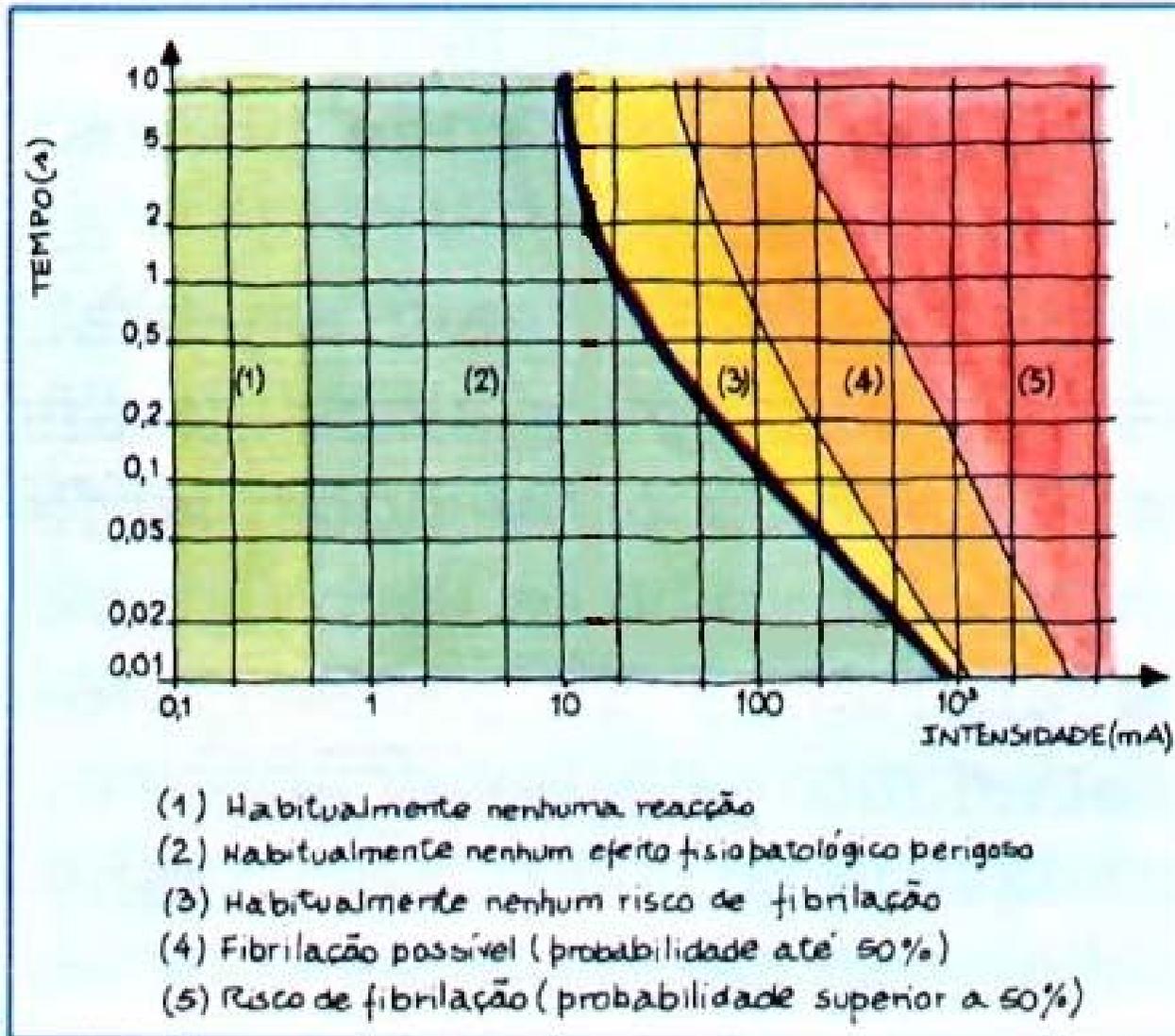
c) os circuitos de tomadas de corrente situadas em áreas internas que possam vir a alimentar equipamentos no exterior

# **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.

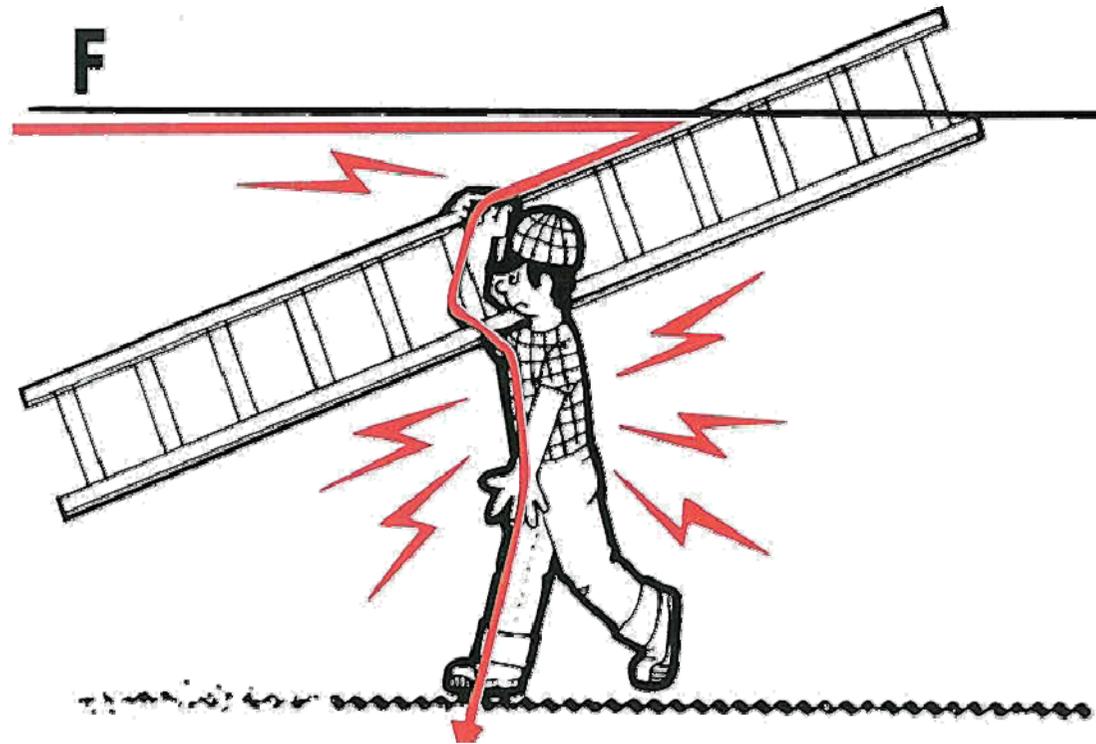
Segundo a norma NBR5410/2004, nas instalações de utilização devem ser tomadas medidas destinadas a garantir a proteção das pessoas contra os contatos diretos e os contatos indiretos.

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.

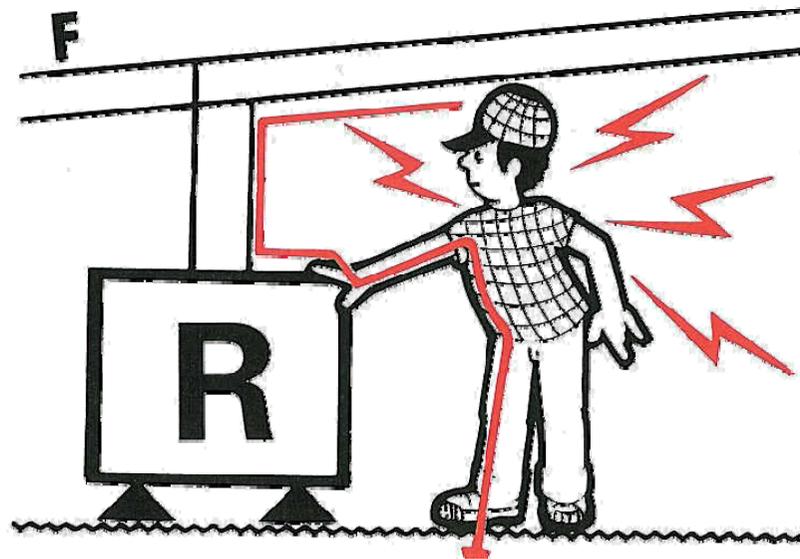
# Contato direto

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

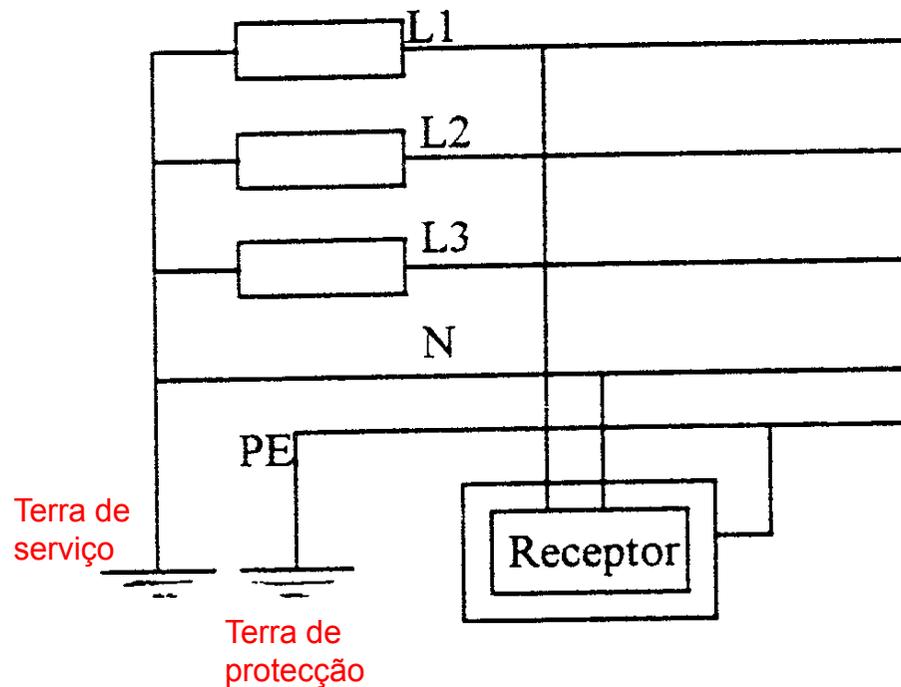
Se uma pessoa entra em contato com um elemento que está acidentalmente sob tensão devido, por exemplo a um defeito de isolamento, a eletrocussão é consequência de um defeito imprevisível e não da negligência da pessoa. Esse contato designa-se por **contato indireto**.





# 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

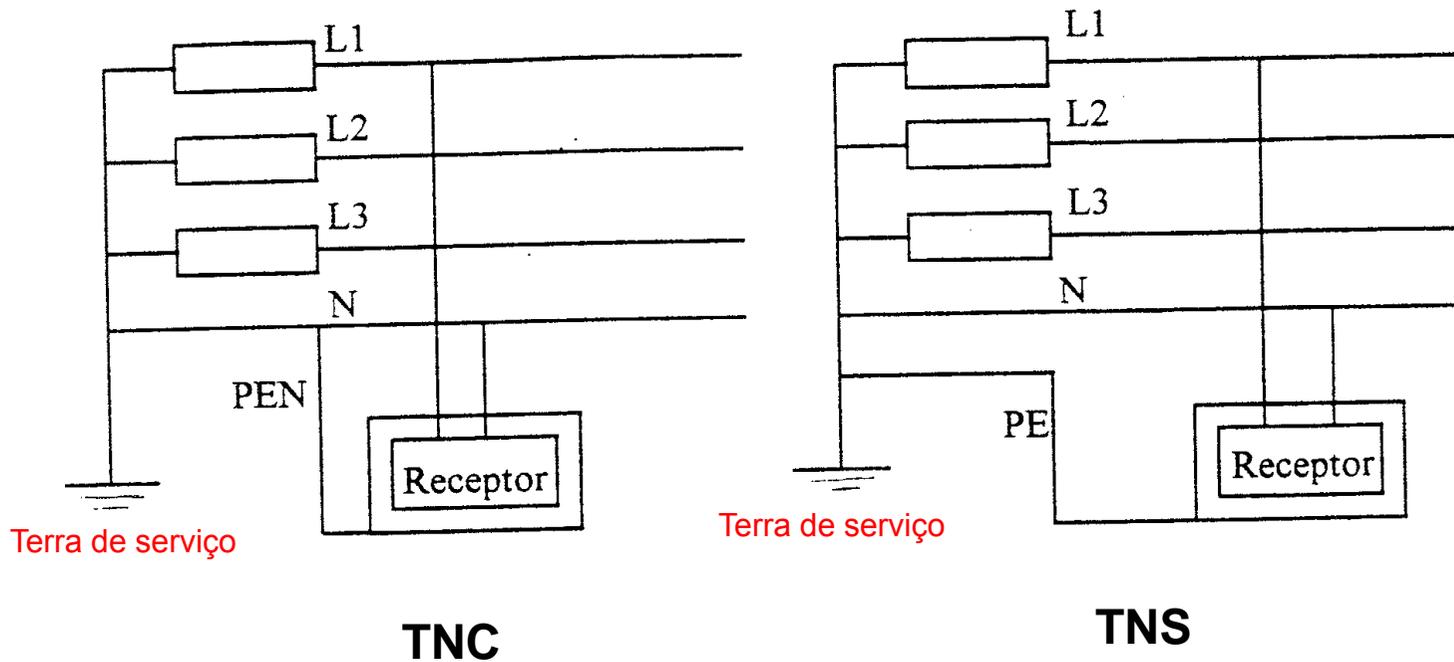
O regime de neutro TT é caracterizado por ter o neutro do transformador do PT (Posto de Transformação) directamente ligado à terra de serviço e as massas ligadas à terra de protecção.

*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).

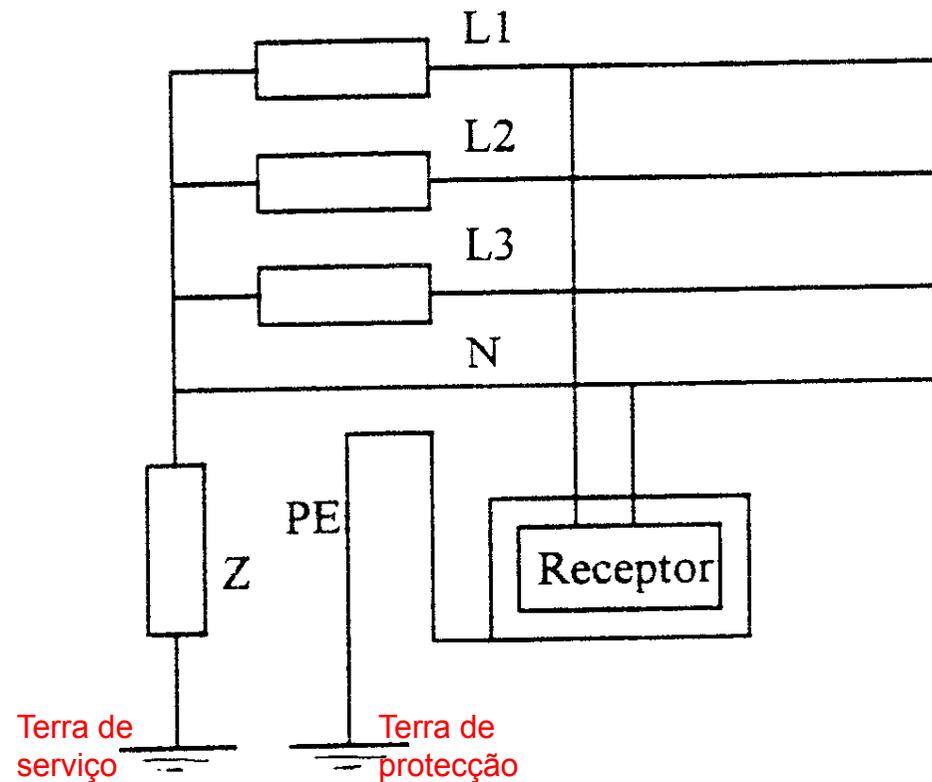


# Regime de neutro

## 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.

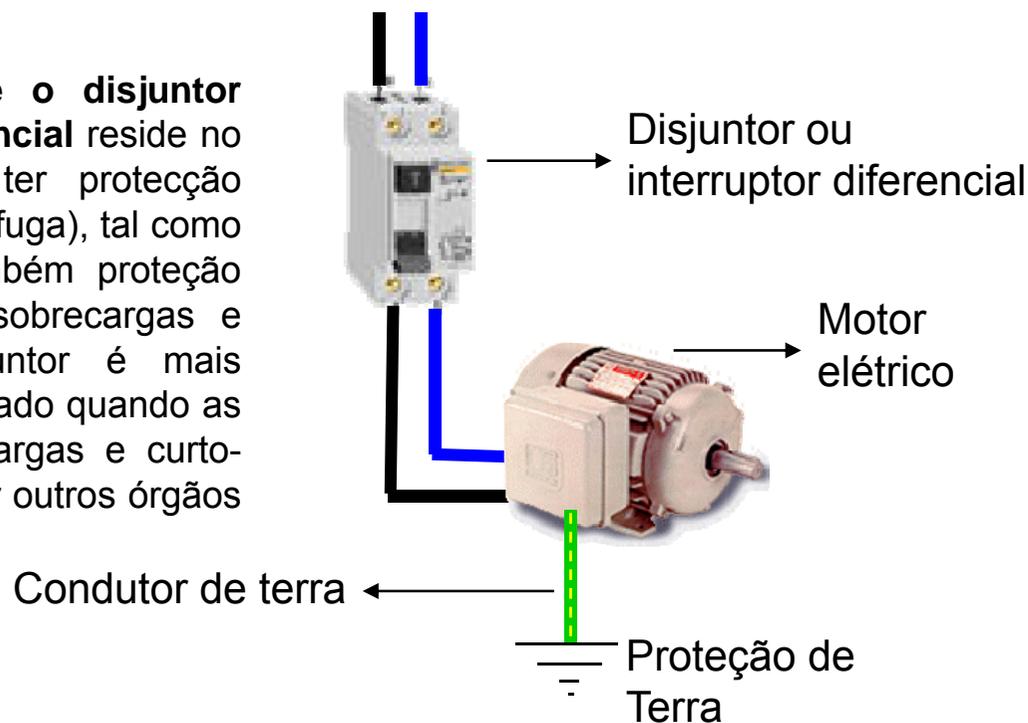




# Proteção contra contatos indiretos

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 eléctrodo 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  $\Omega$ .

**$I_{\Delta n}$**  – 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

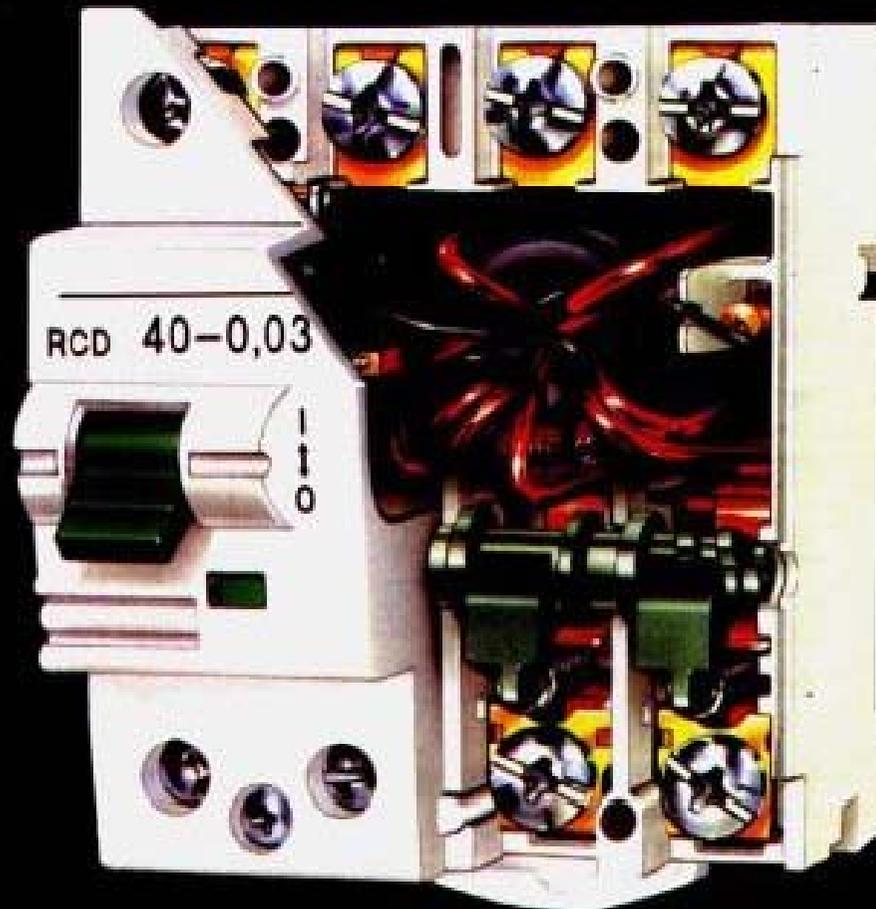
UM CIRCUITO DE UMA MÁQUINA DE LAVAR, POTÊNCIA ATIVA 720W, FP=0,8, É ALIMENTADA POR UM CIRCUITO FASE-NEUTRO, CUJA TENSÃO É DE 127VOLTS. DIMENSIONE O DDR PARA ATENDER A ESTE CIRCUITO. CONSIDERAR T°=30°C E UM TOTAL DE DOIS CIRCUITOS NUM ELETRODUTO DE PVC.

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

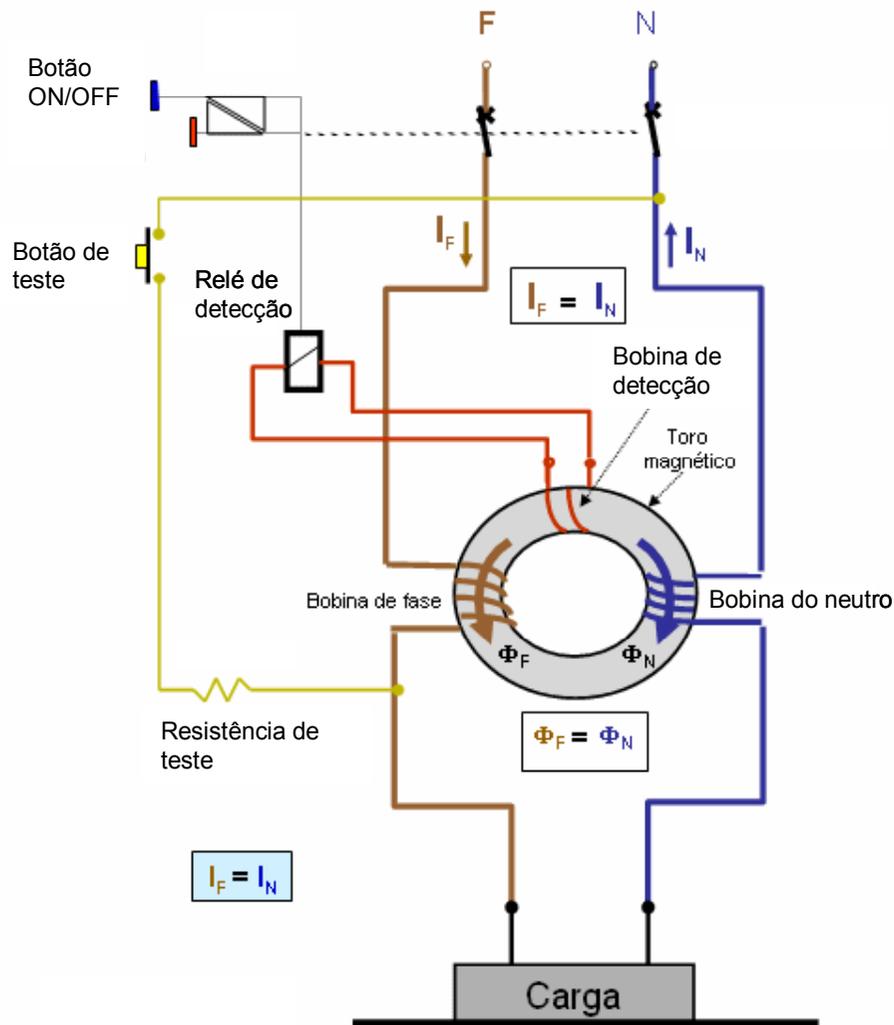
**VER TABELA ANTERIOR (ESCOLHA DA SENSIBILIDADE)**

# 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.

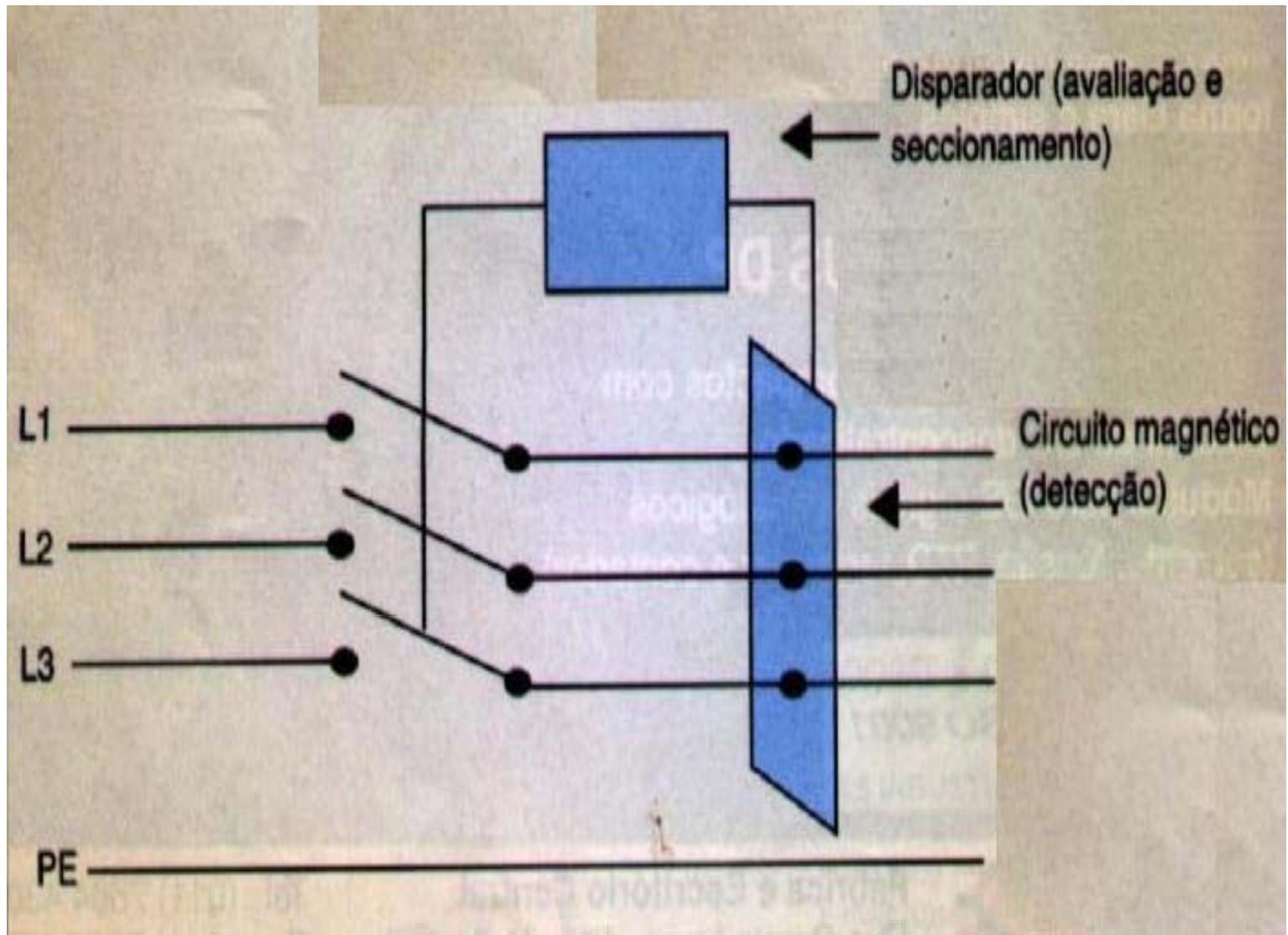
## NA PRESENÇA DE UM DEFEITO DE ISOLAMENTO:

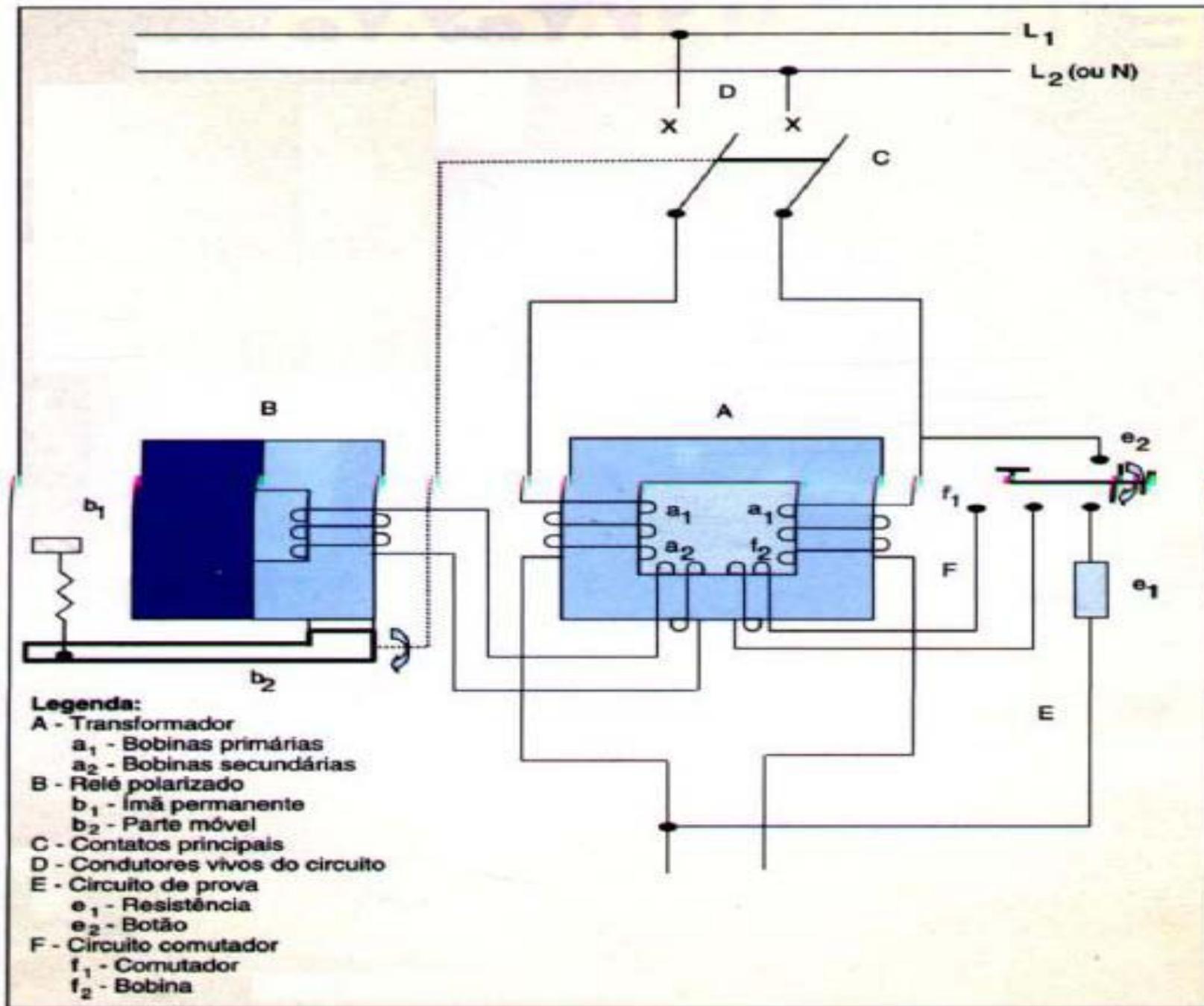
$I_F > I_N$  (já que há corrente de fuga para a terra).

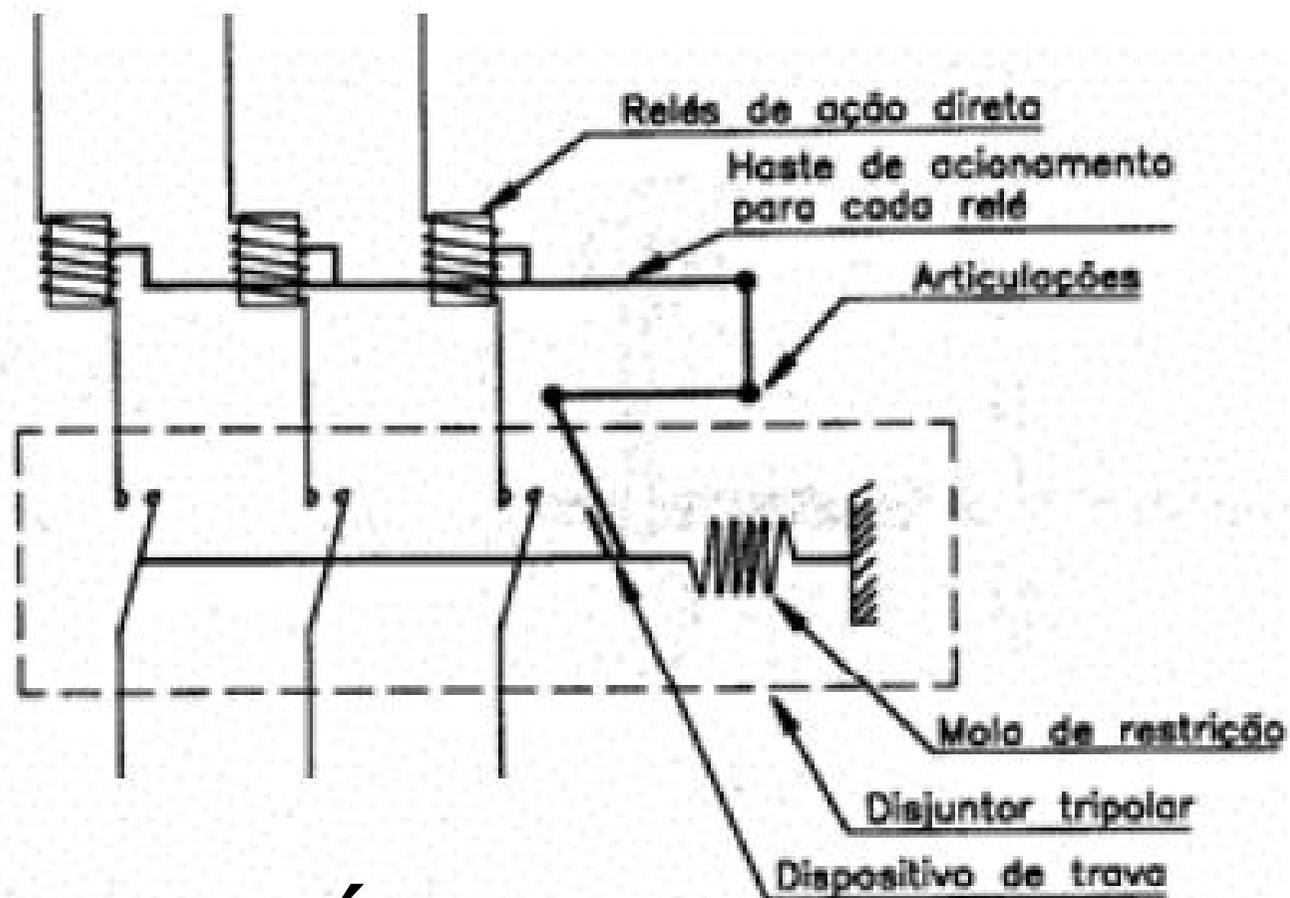
$$\Phi_F > \Phi_N$$

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

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







# RELÉ

**Com fuga ou falta:**

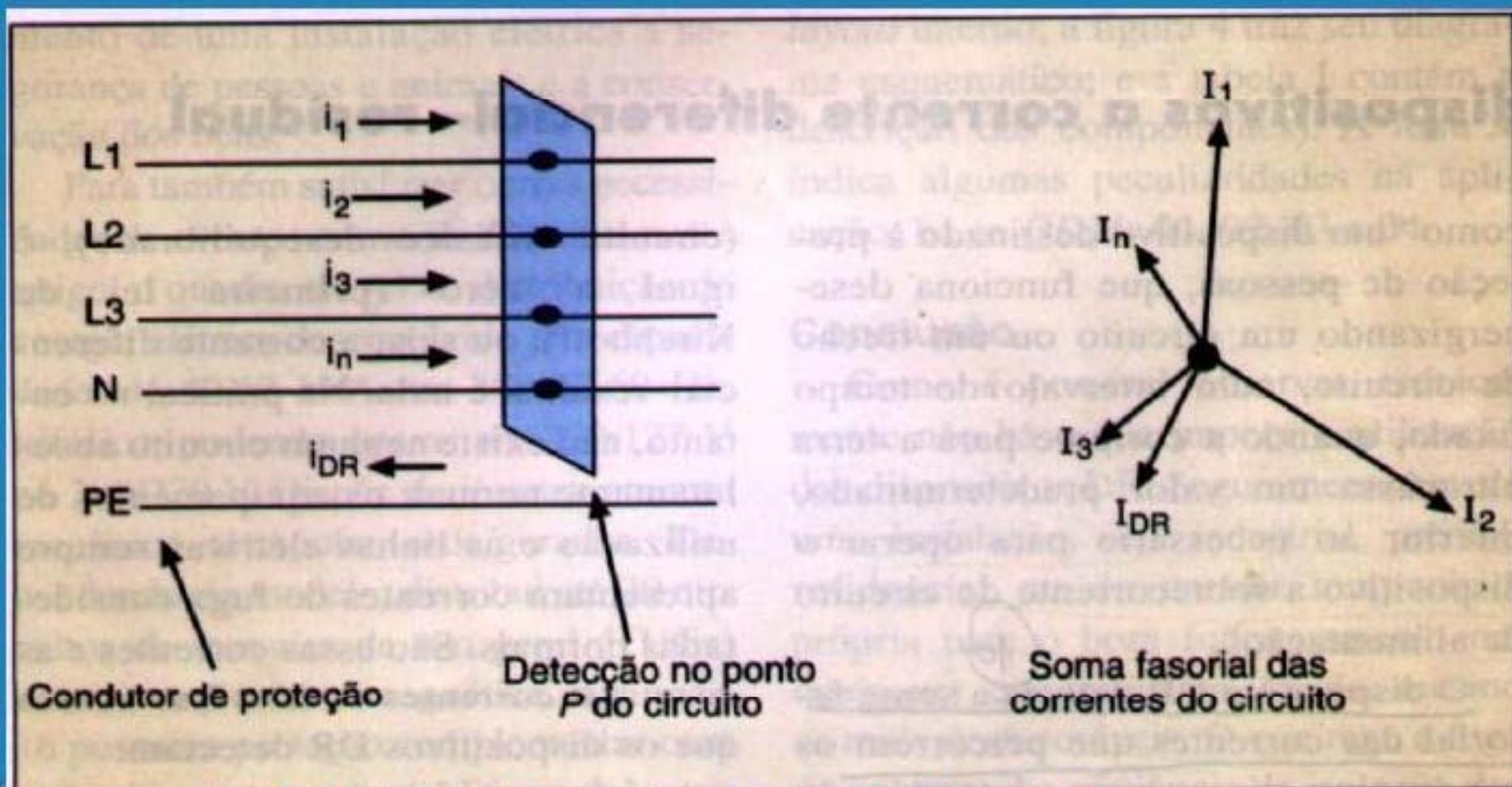
$$i_1 + i_2 + i_3 + i_n = i_{DR}$$

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

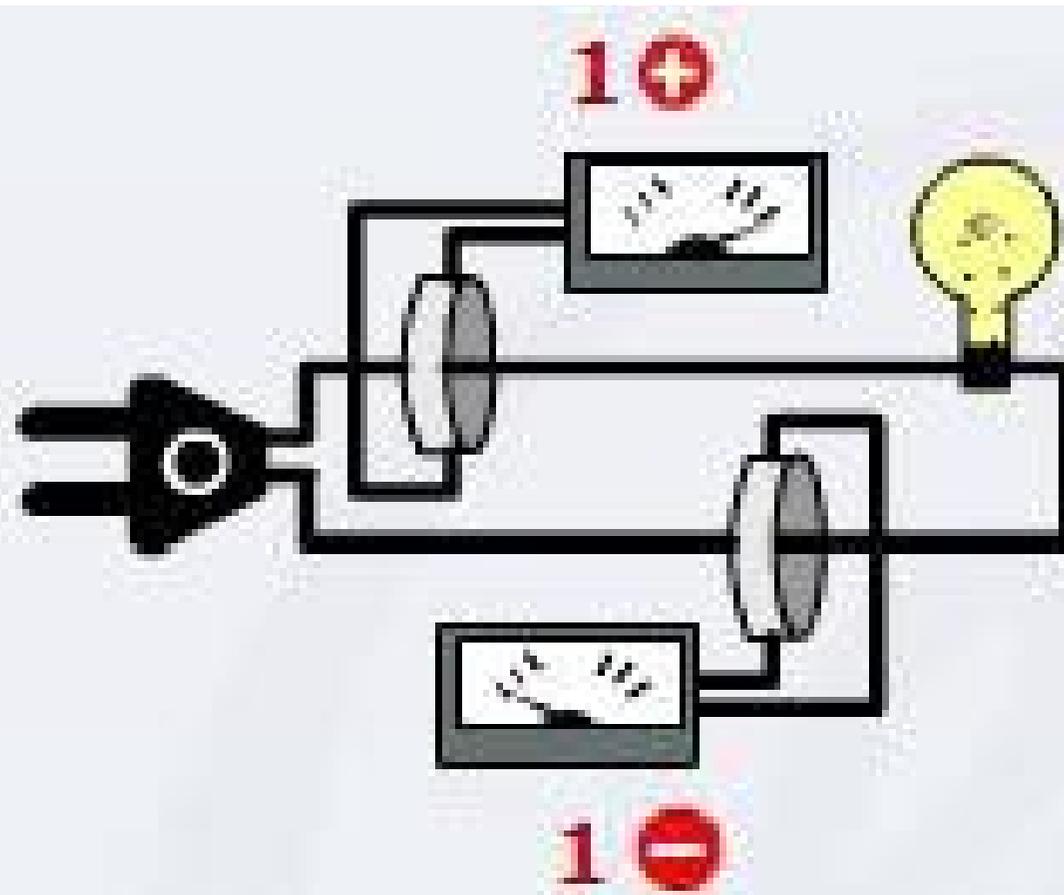
**Sem fuga ou falta:**

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

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



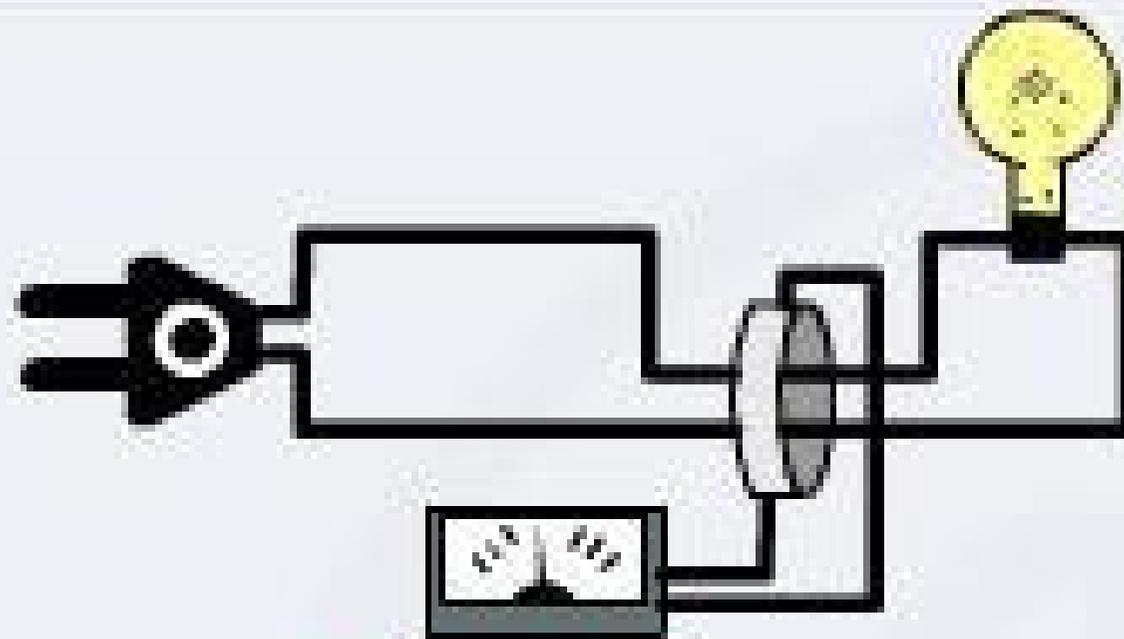
**Princípio de detecção do dispositivo DR**



**CORRENTE +I ENTRANDO  
NA CARGA**

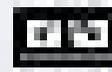
**CORRENTE -I SAINDO DA  
CARGA**

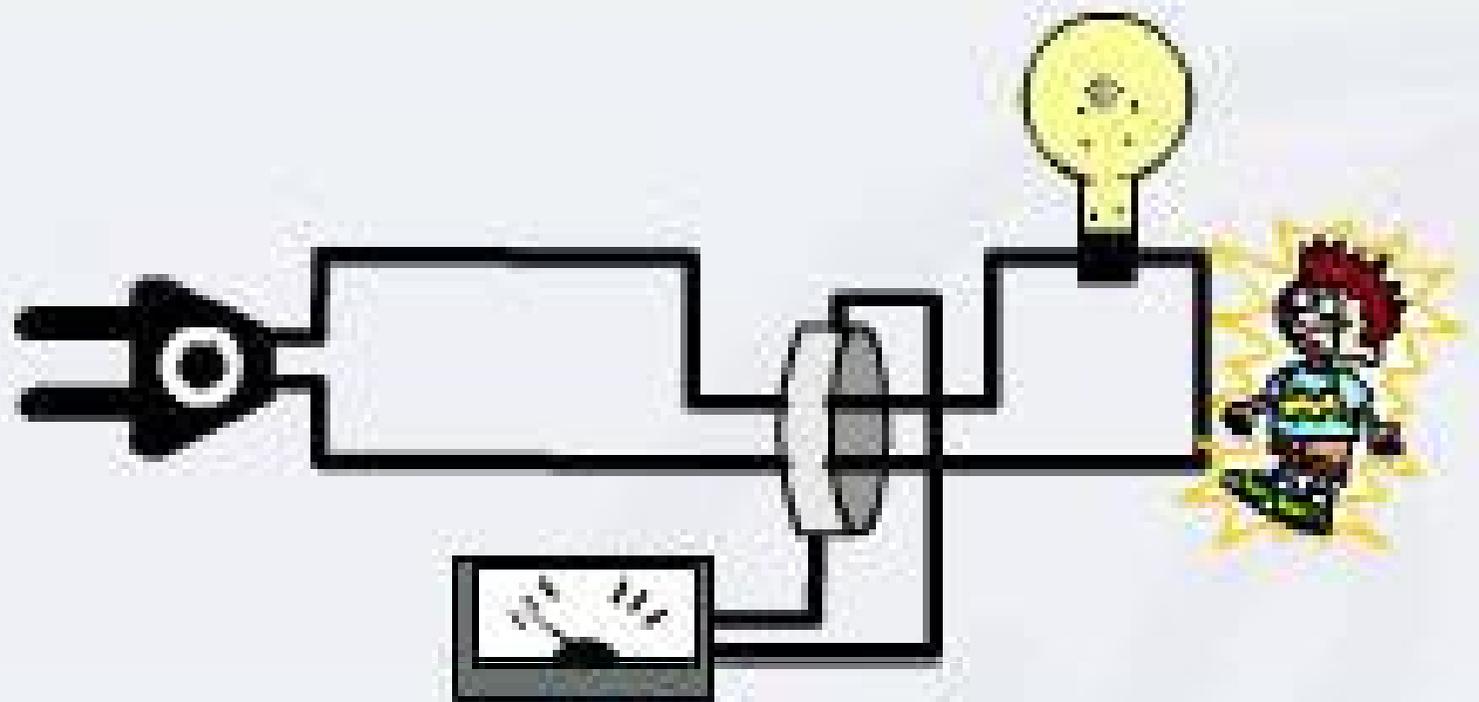
-  fonte
-  carga
-  amperímetro
-  sensor



= 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 <sup>2</sup> até 40 A, 50 mm <sup>2</sup> 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



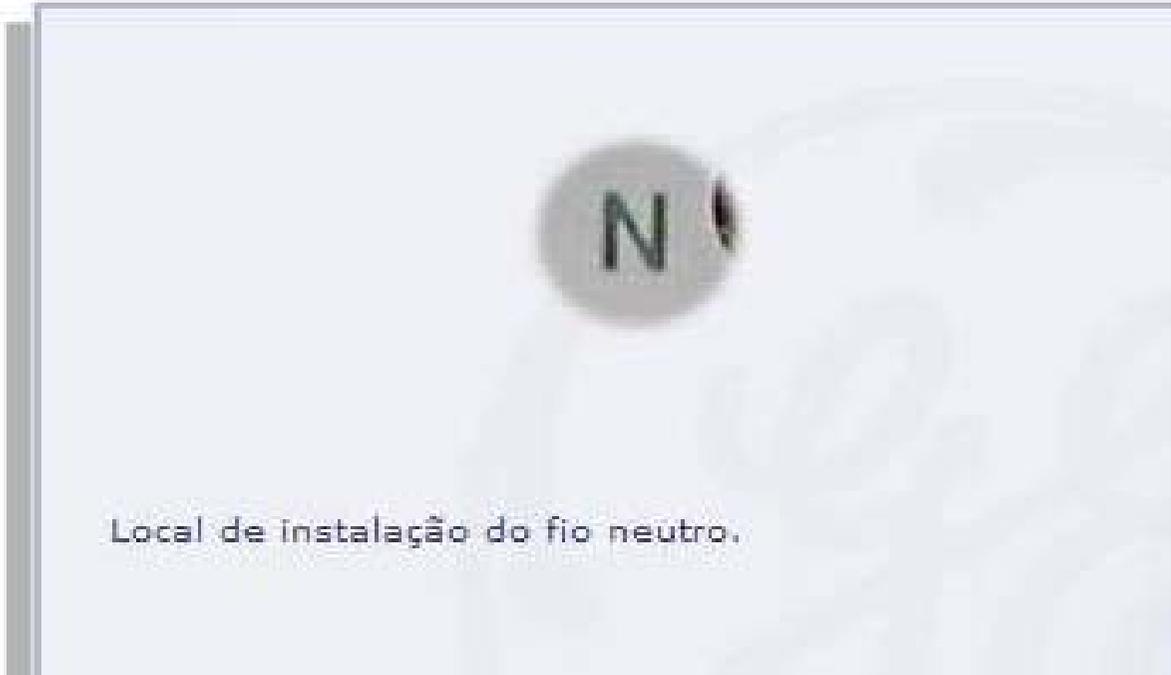
O DR é utilizado em corrente alternada.

## 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



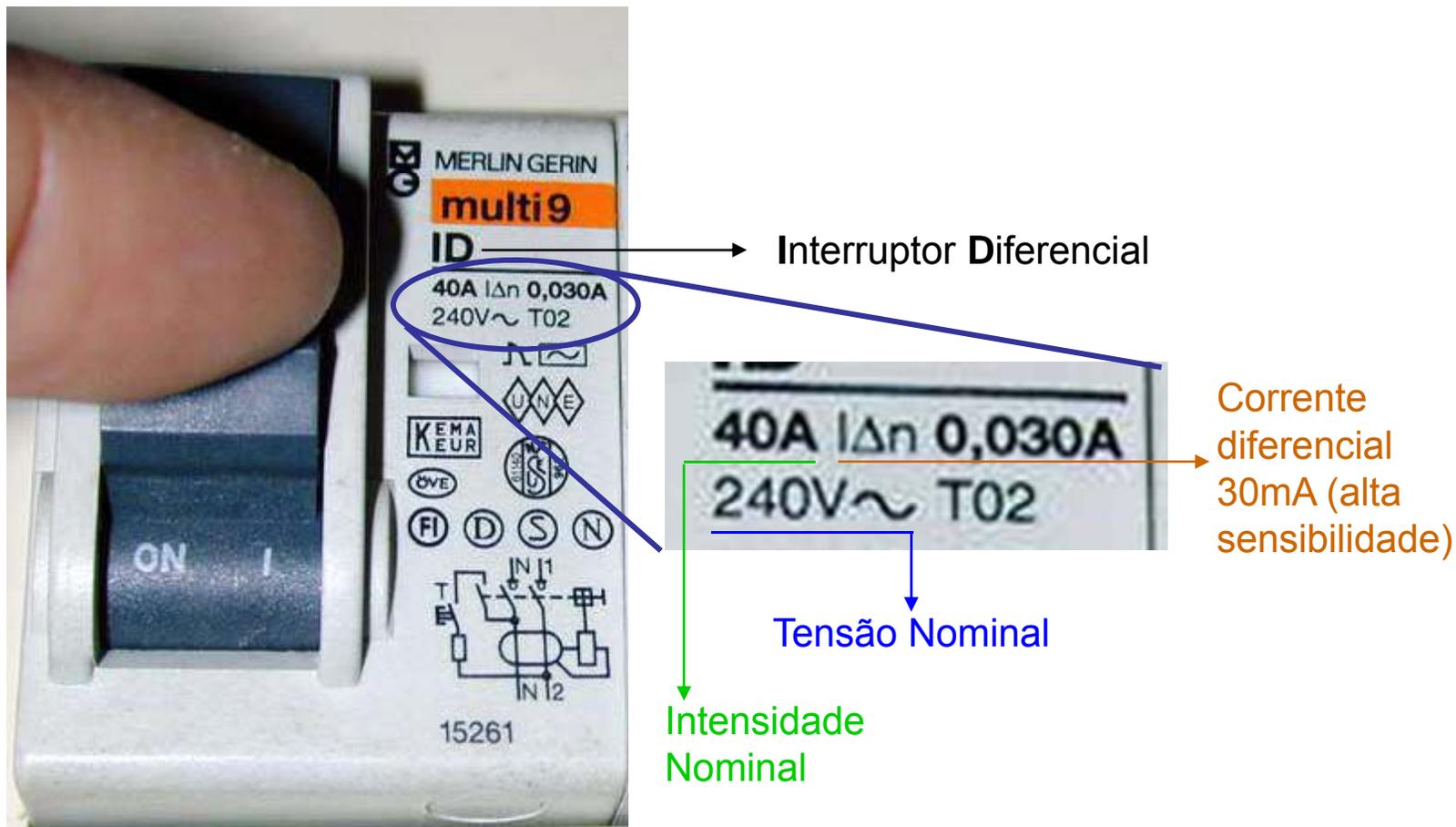
Diagrama de ligação e funcionamento do DR.

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

# INSTALAÇÃO

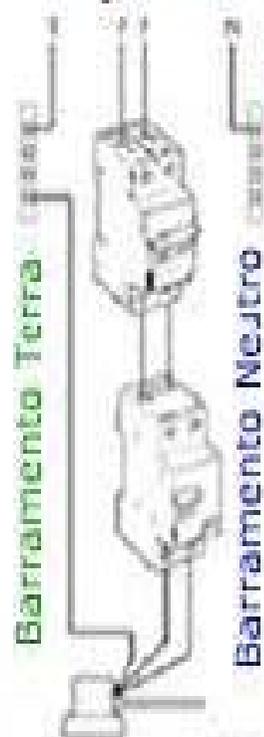
- **TODOS OS FIOS DO CIRCUITO PASSAM PELO DR**
- **O NEUTRO NÃO PODERÁ SER ATERRADO DEPOIS DE PASSAR PELO DR**
- **O TERRA NÃO PODE PASSAR PELO DR**
- **DEVE SER INSTALADO EM SÉRIE COM UM DPCC E APÓS ESTE.**

# O que significam as marcações



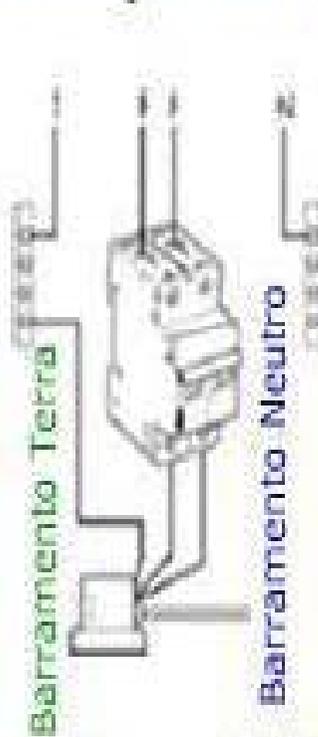
## Exemplos:

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:

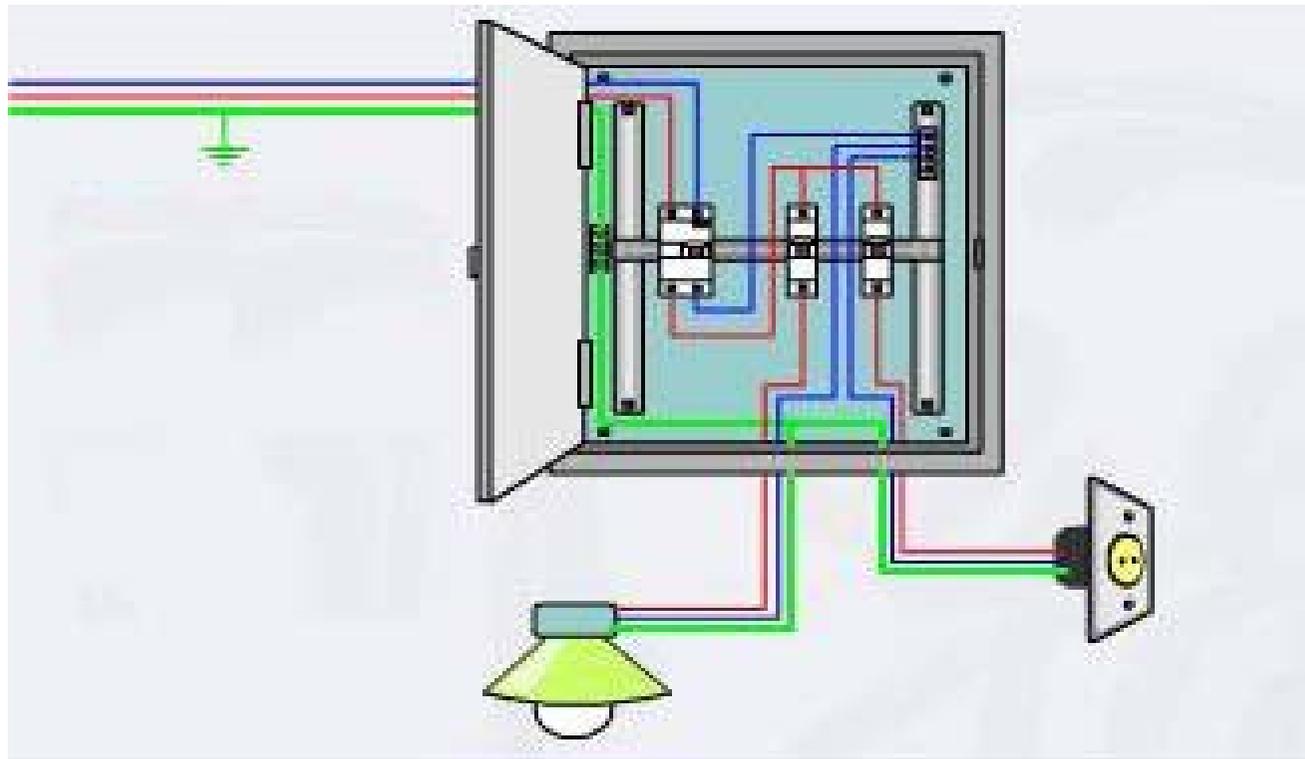
O chuveiro deverá ser de resistência blindada ou compatível com a utilização de DR

- **TERRA E NEUTRO SEPARADOS**

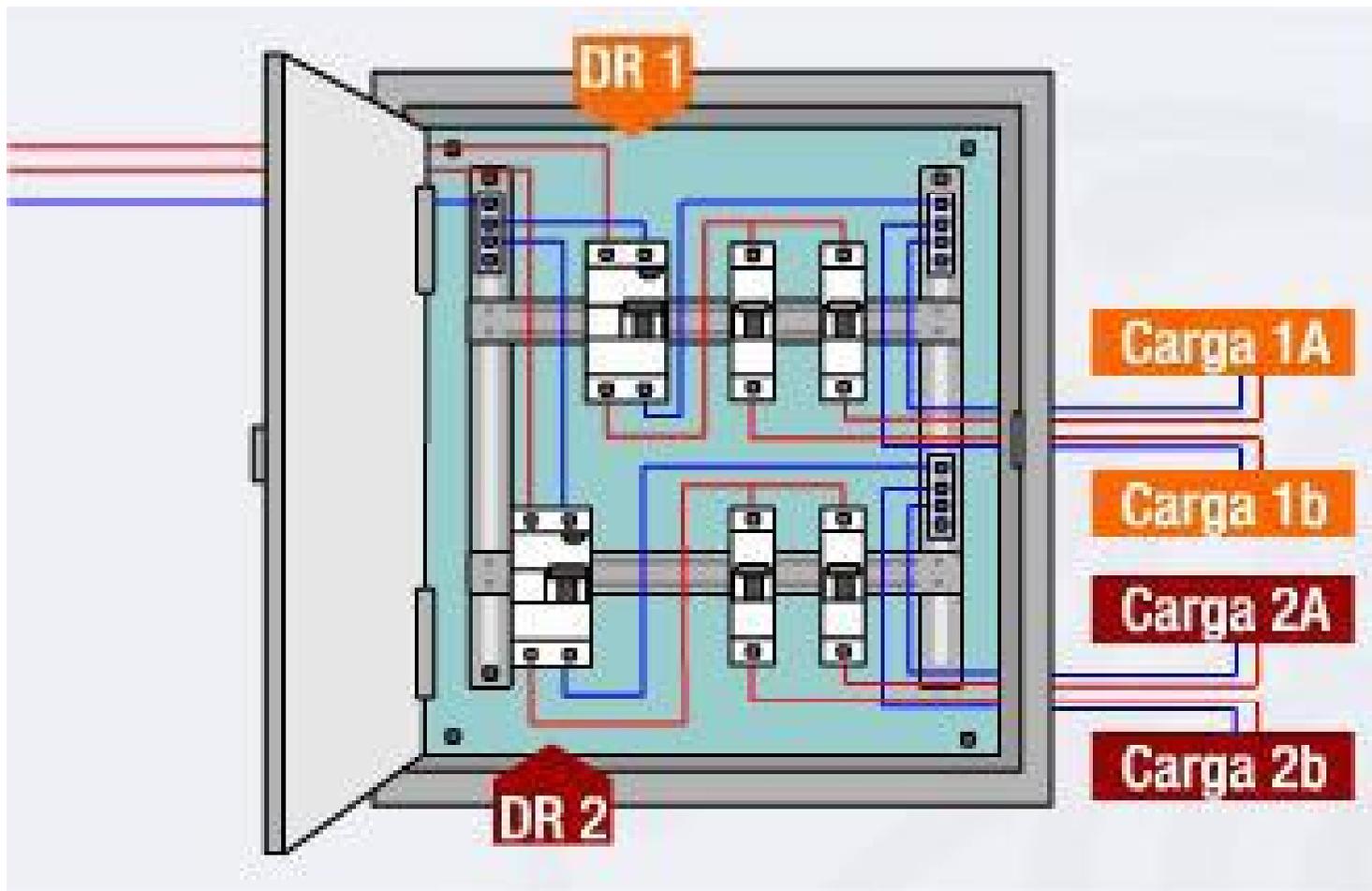
**BIFURCAÇÃO DE CORRENTE**

**SOMA VETORIAL  $\neq 0$**

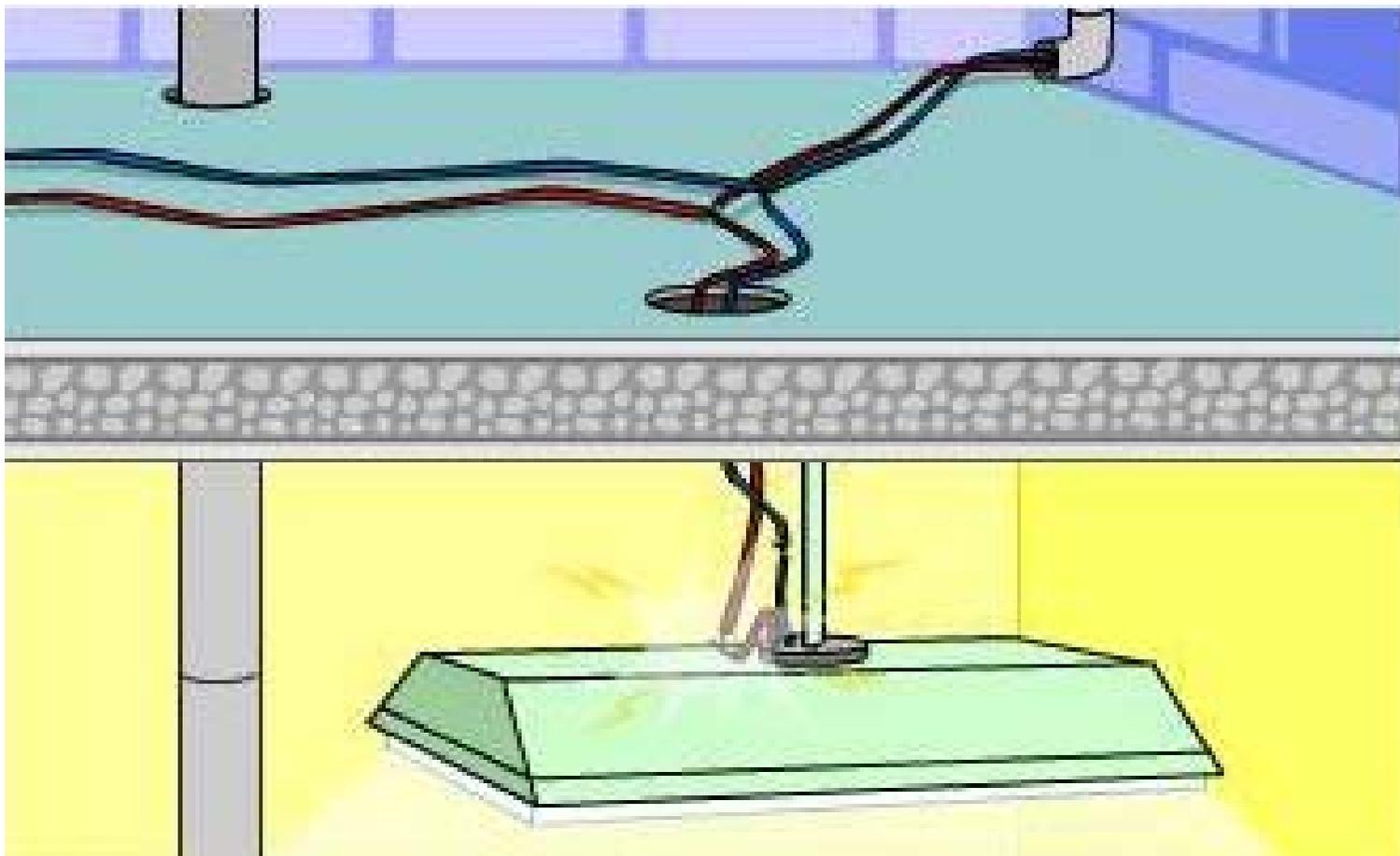
**DR DESARMA**



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



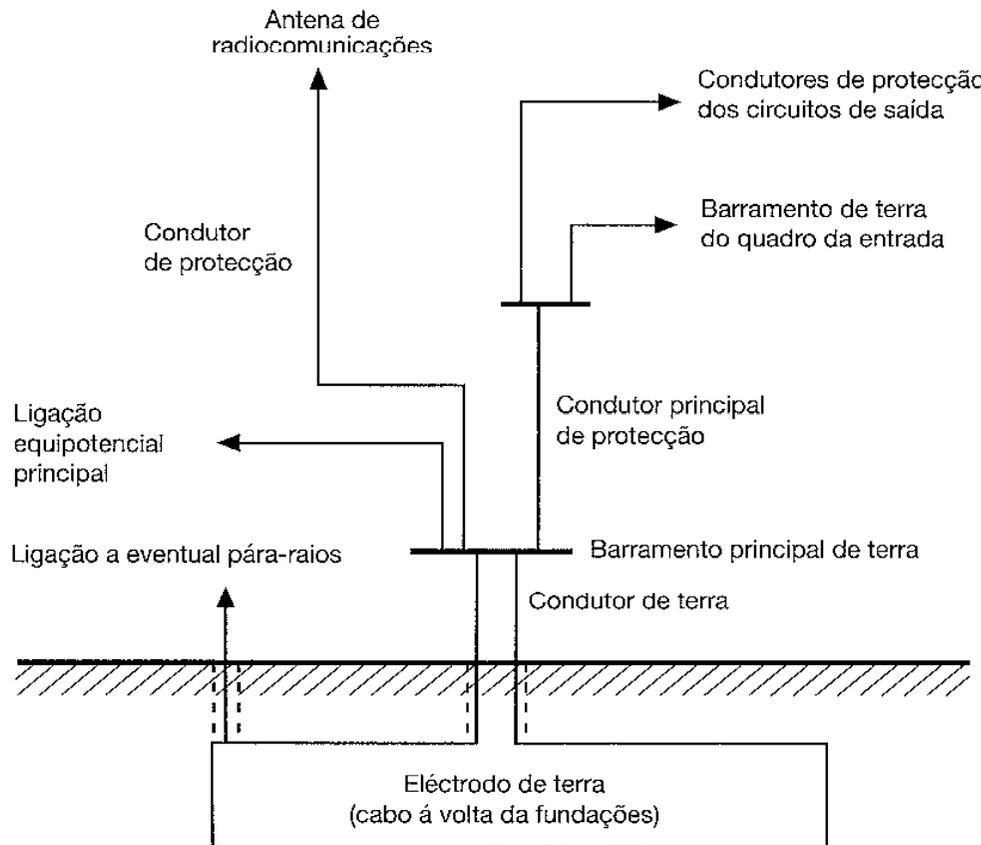
## SITUAÇÃO DE FUGA 1 (EMENDA MAL FEITA)



## SITUAÇÃO DE FUGA 2 (ROMPIMENTO DA ISOLAÇÃO)



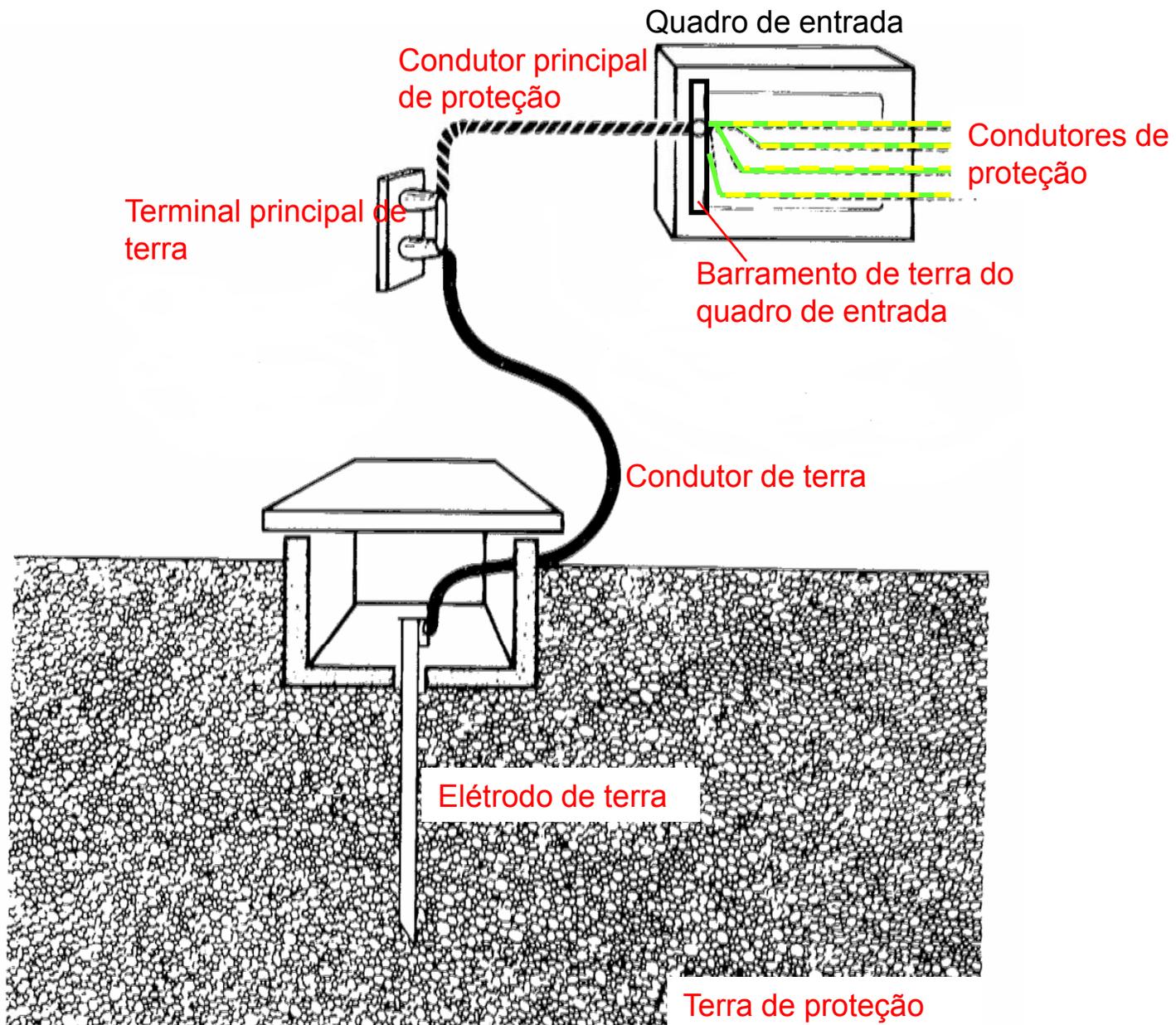
# Sistema de terra de proteção



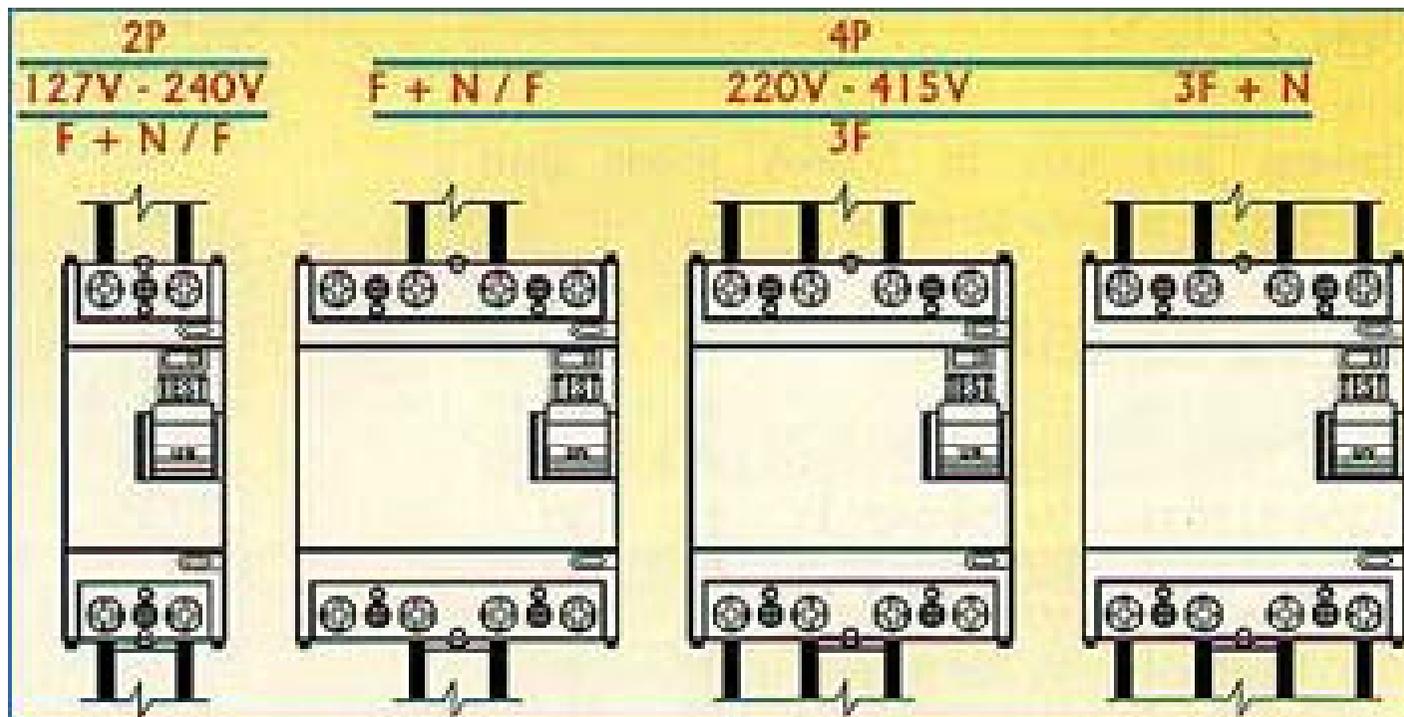
Os sistemas de terra de proteção são constituídos basicamente pelos seguintes componentes:

- 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

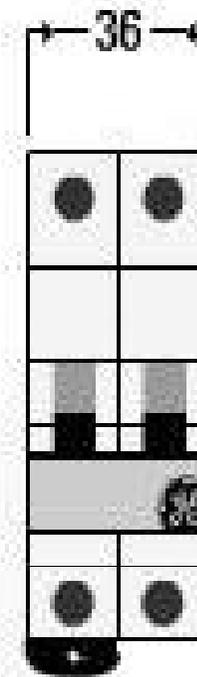
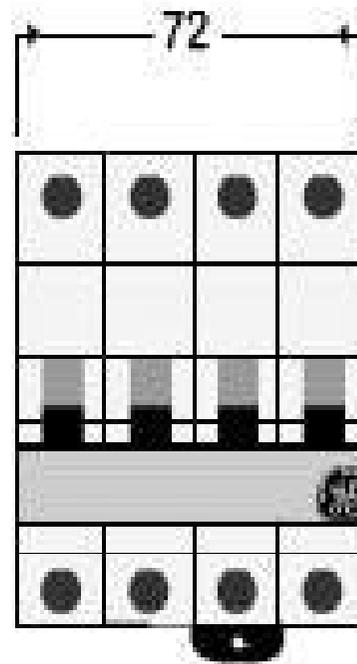
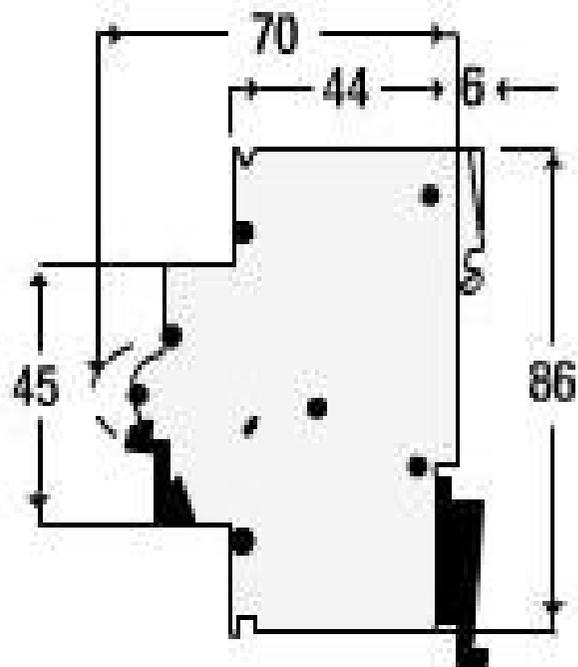
- **UM PARA CADA CIRCUITO?**

  - 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**