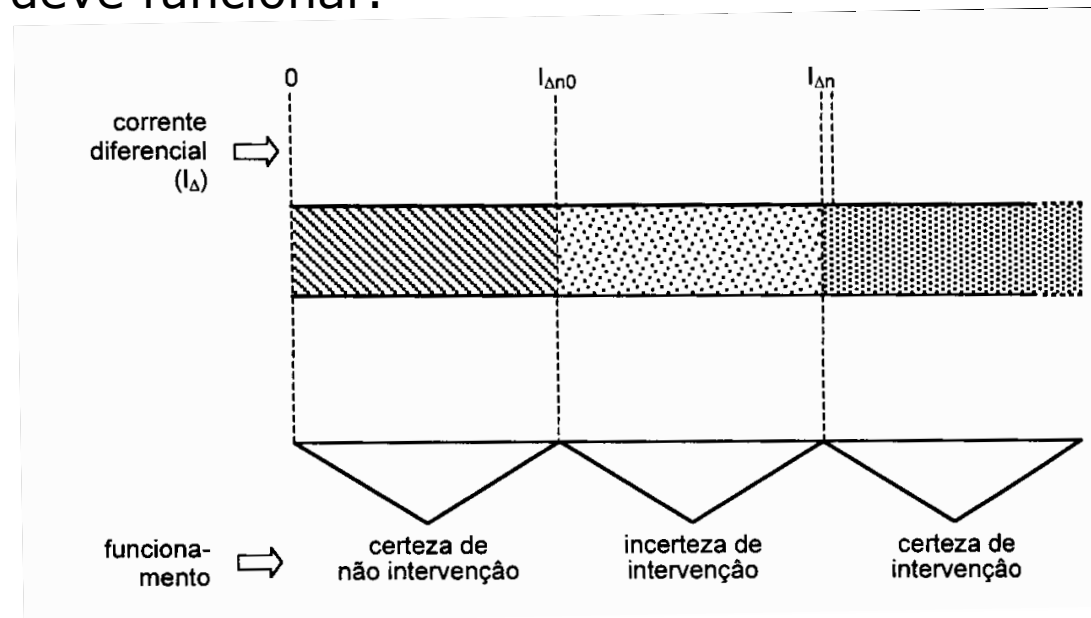


# CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

## Dispositivos diferenciais

Todos os dispositivos diferenciais são caracterizados pela corrente diferencial nominal, designada por  $I_{\Delta n}$ , e por uma corrente diferencial de não funcionamento, designada por  $I_{\Delta n0}$ .

Funcionalmente, tudo deve funcionar conforme indicado na figura seguinte. Ao aparecer uma corrente diferencial até ao valor de  $I_{\Delta n0}$  o dispositivo diferencial não deve funcionar.



## CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

Para correntes diferenciais superiores a  $I_{\Delta n0}$  mas inferiores a  $I_{\Delta n}$ , a abertura automática do dispositivo diferencial não é garantida.

Por fim, para correntes diferenciais iguais ou superiores a  $I_{\Delta n}$ , o funcionamento do dispositivo diferencial deve ocorrer nos tempos especificados.

O valor estipulado de  $I_{\Delta n0}$  é de  $0,5 I_{\Delta n}$ .

O tempo de funcionamento total de um dispositivo diferencial depende do valor efectivo da corrente diferencial que se verifica no circuito onde está instalado.

Em relação à rapidez de funcionamento, as normas identificam dois tipos de dispositivos diferenciais:

- tipo G (geral);
- tipo S (selectivo);

## CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

Os dispositivos diferenciais do tipo selectivo são caracterizados por um tempo limite de não resposta de forma a ser possível a obtenção de selectividade total entre diferentes níveis da instalação.

Para que se possa falar de selectividade diferencial efectiva entre dois diferenciais em série a diferentes níveis de uma instalação são necessárias duas condições:

- o diferencial a montante deve ser do tipo S; por outro lado, os diferenciais a jusante devem ser do tipo G;
- a corrente diferencial nominal do ou dos diferenciais a jusante deve ser no máximo  $1/3$  (RTIEBT) da corrente diferencial nominal do diferencial de montante; só deste modo as curvas de funcionamento não se sobrepõem em nenhum ponto.

# CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

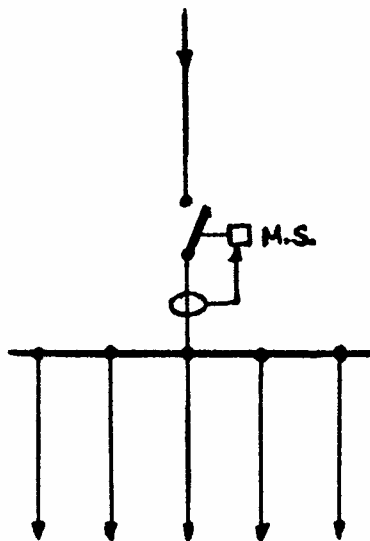
## **SELECTIVIDADE DOS DISPOSITIVOS DIFERENCIAIS**

Se a instalação for protegida por um só dispositivo diferencial, este deve ser colocado na origem da instalação.

### **Selectividade não assegurada ou selectividade parcial**

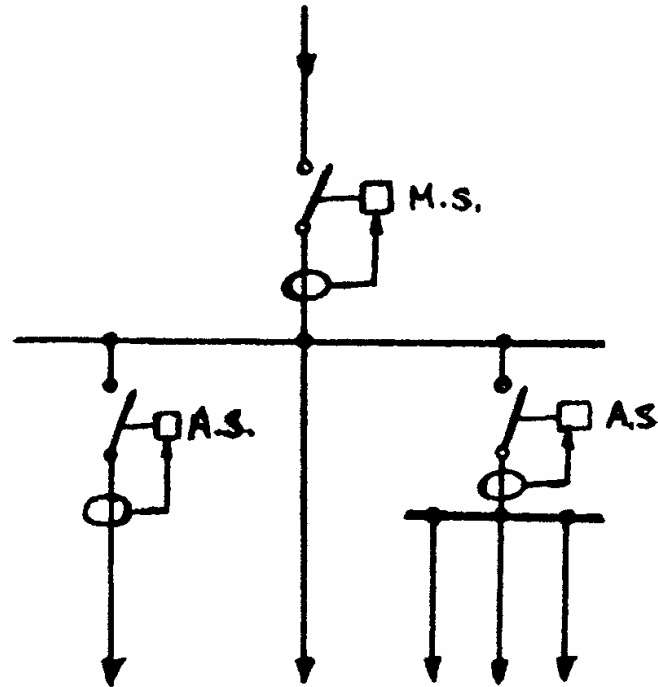
É o caso mais simples, em que não há inconveniente em colocar fora de serviço toda uma instalação, em caso de defeito numa canalização ou num aparelho.

Esquema A



# CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

Esquema B

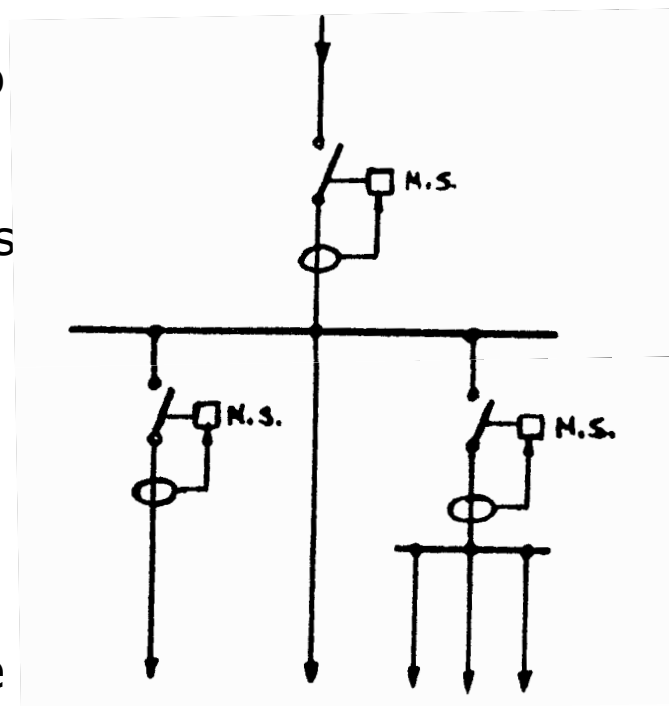


Em caso de defeito dispara apenas o dispositivo diferencial de alta sensibilidade se a corrente de defeito for inferior a metade da corrente diferencial residual nominal do dispositivo de média sensibilidade colocado a montante, por exemplo, na origem da instalação.

# CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

Para as correntes mais elevadas o dispositivo de montante pode igualmente funcionar, mas o funcionamento do dispositivo de alta sensibilidade permite localizar e cortar o circuito em que se encontra o defeito.

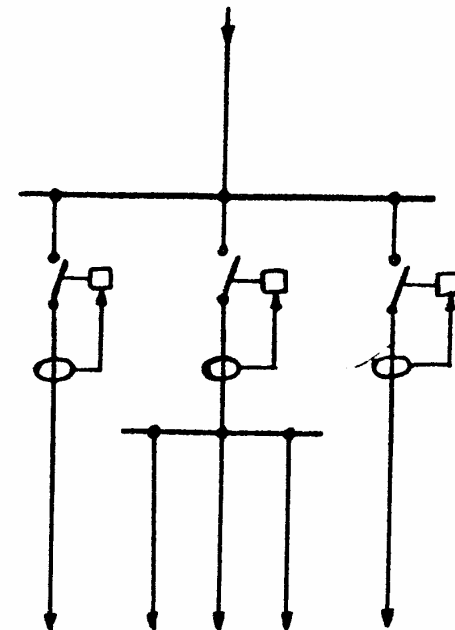
Esquema C – Este esquema apresenta condições de funcionamento análogas às do esquema B, mas os dispositivos de alta sensibilidade são substituídos por dispositivos de média sensibilidade cuja corrente diferencial residual nominal é inferior a metade da do dispositivo de montante (por ex. 100 mA).



# CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

## Selectividade horizontal

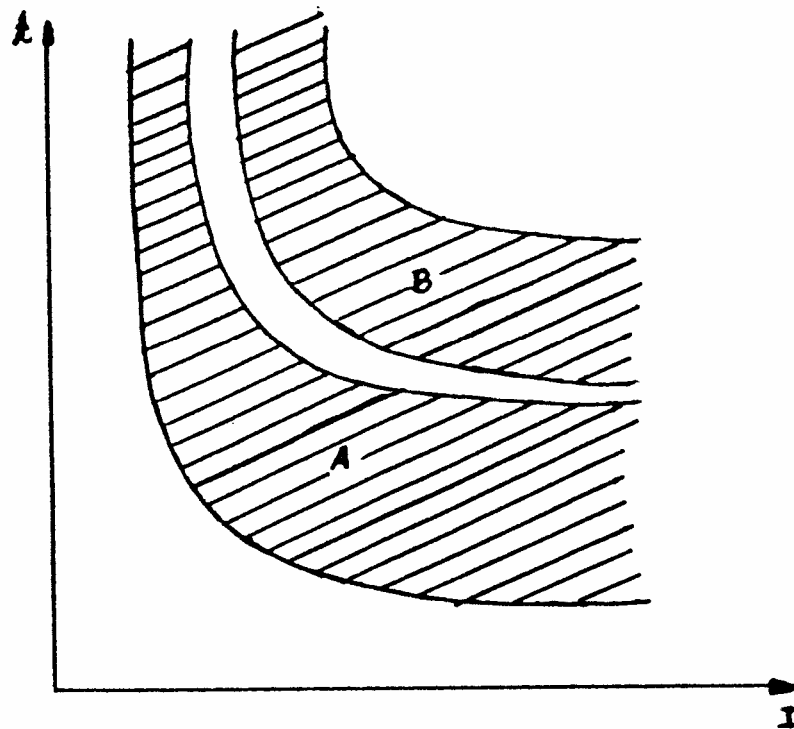
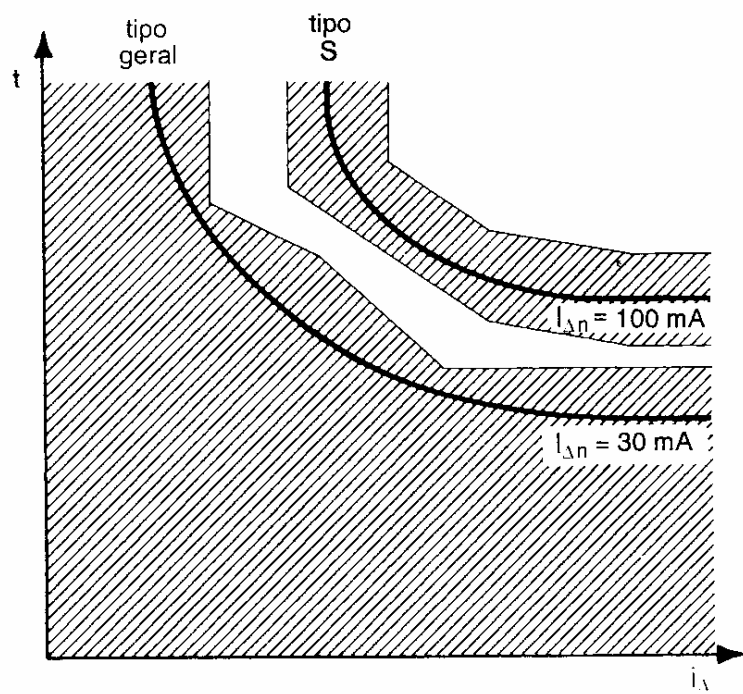
Neste caso a instalação não tem na origem dispositivo diferencial, mas todas as saídas são protegidas (individualmente ou por grupos) por dispositivos diferenciais de média ou de alta sensibilidade, segundo o esquema considerado (esquema D). Em caso de defeito só funciona o dispositivo que protege a saída correspondente.



# CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

## Selectividade vertical

A selectividade vertical permite não colocar fora de tensão senão a parte da instalação situada a jusante do dispositivo diferencial instalado a montante do defeito e o mais vizinho deste.





## CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

Para assegurar a selectividade entre dois dispositivos diferenciais estes devem satisfazer às seguintes condições:

- A corrente diferencial nominal de funcionamento do dispositivo colocado a montante deve ser pelo menos o dobro da do dispositivo colocado a jusante.
- Qualquer que seja o valor da corrente diferencial residual o tempo limite de não resposta do dispositivo colocado a montante deve ser superior ao tempo de funcionamento total do dispositivo colocado a jusante.

Esta condição pode ser realizada utilizando, para aparelho colocado a montante, um dispositivo de acção retardada.

# CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

Existem três tipos de dispositivos diferenciais:

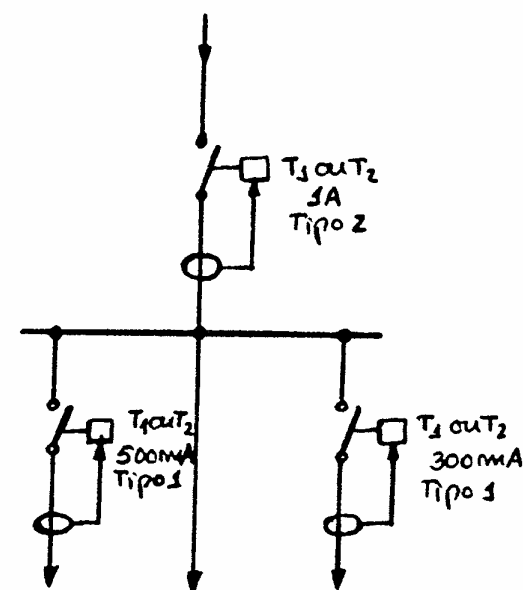
Tipo 1: sem temporização intencional;

Tipo 2: com temporização intencional de duração nominal igual a 50 ms;

Tipo 3: com temporização intencional de duração nominal igual a 400 ms.

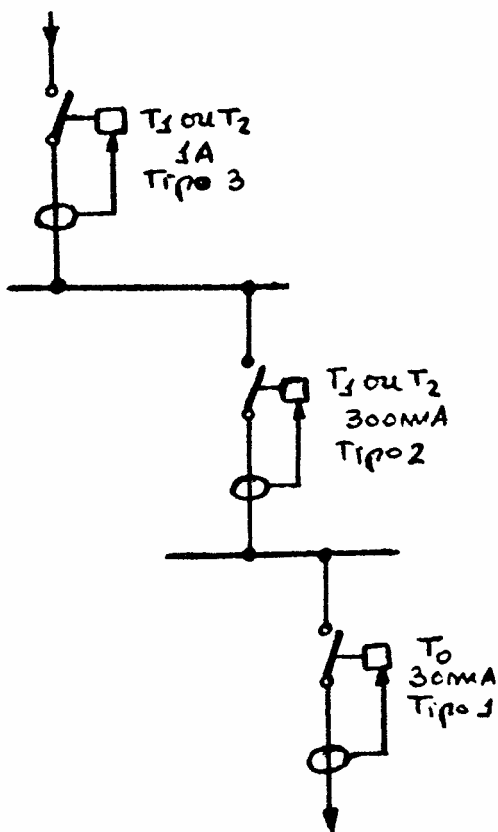
Os dispositivos diferenciais da classe T0 são exclusivamente do Tipo 1.

Os esquemas E e F seguintes indicam exemplos de utilização destes tipos de dispositivos diferenciais.



Esquema E

# CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS



Esquema F

# CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

## **5 - CASOS EM QUE É RECOMENDADO O EMPREGO DE ALTA SENSIBILIDADE**

O emprego de dispositivos de alta sensibilidade é recomendado nos seguintes casos:

- A – Assegurar uma protecção complementar contra contactos directos
- B – Protecção contra os contactos indirectos
- C – Protecção contra incêndio
- D – Quando as condições de utilização dos materiais são severas:
  - alimentação de ferramentas portáteis, de aparelhos de jardinagem ou outros materiais usados no exterior;
  - alimentação de caravanas;
  - alimentação de gruas.

# CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

## **6 - TIPOS DE DISPOSITIVOS DIFERENCIAIS**

Consideram-se os seguintes tipos de dispositivos diferenciais:

- interruptores diferenciais;
- disjuntores diferenciais;
- relés diferenciais.

Os interruptores diferenciais são aparelhos de corte automático que têm um baixo poder de corte, a maior parte das vezes inferior à corrente de curto-circuito no ponto da instalação onde estão colocados.

Os disjuntores diferenciais devem ter um poder de corte de acordo com a corrente de curto-circuito presumida no ponto em que são instalados. Além da protecção contra contactos indirectos possuem relés térmicos para protecção contra sobrecargas e relés electromagnéticos para protecção contra curto-circuitos.

# CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

## Interruptores diferenciais

Podem distinguir-se interruptores diferenciais de dois tipos:

- independentes da tensão da rede, quer dizer funcionando sem necessitar de qualquer fonte energética auxiliar;
- dependentes da tensão da rede: dependem da rede que lhes é aplicada para que possam desempenhar as funções de detecção da corrente diferencial, avaliação do defeito e interrupção do circuito;

No primeiro caso trata-se de aparelhos que apresentam, no interior, um relé polarizado por íman permanente, que permite efectuar o rearme do interruptor utilizando a energia obtida pelo fluxo magnético que se gera no transformador toroidal quando circula uma corrente diferencial.

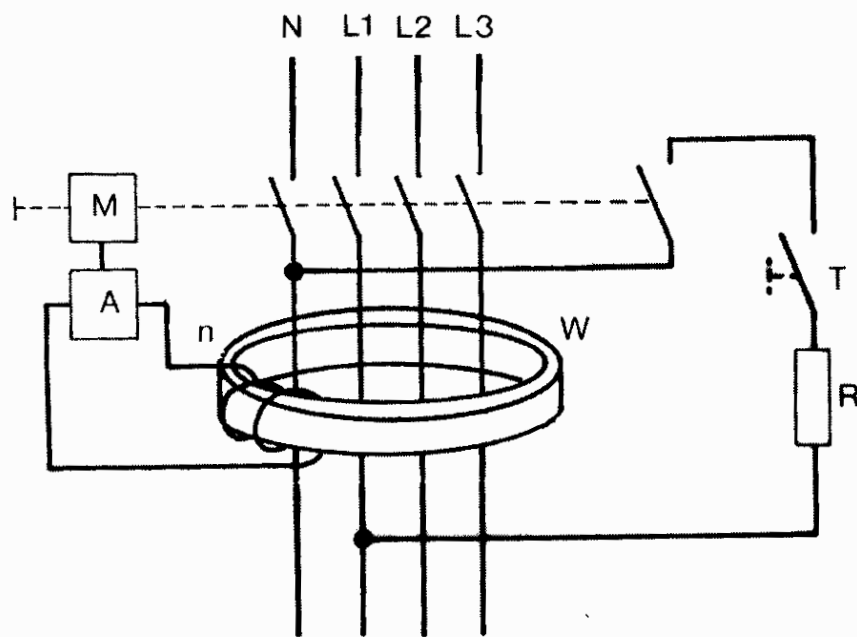
No segundo caso o diferencial contém um amplificador electrónico integrado entre o enrolamento de detecção do transformador toroidal e o mecanismo de desarmate.

## CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

No caso dos diferenciais dependentes da tensão da rede, é necessário que funcionem por segurança positiva, ou seja, ao faltar a fonte auxiliar, deve abrir automaticamente.

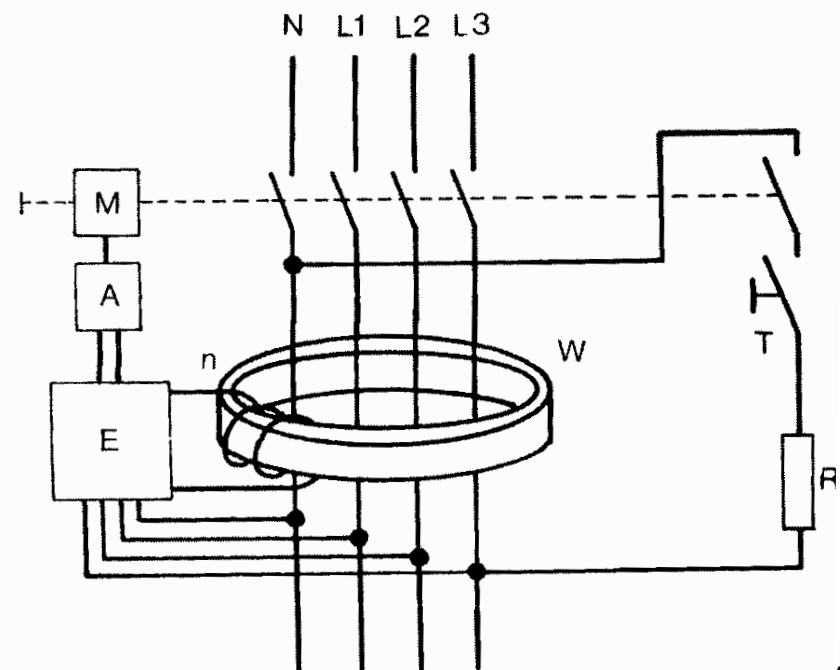
A = relé de desarme

T = botão de teste



E = amplificador electrónico

M = mecanismo de abertura e fecho



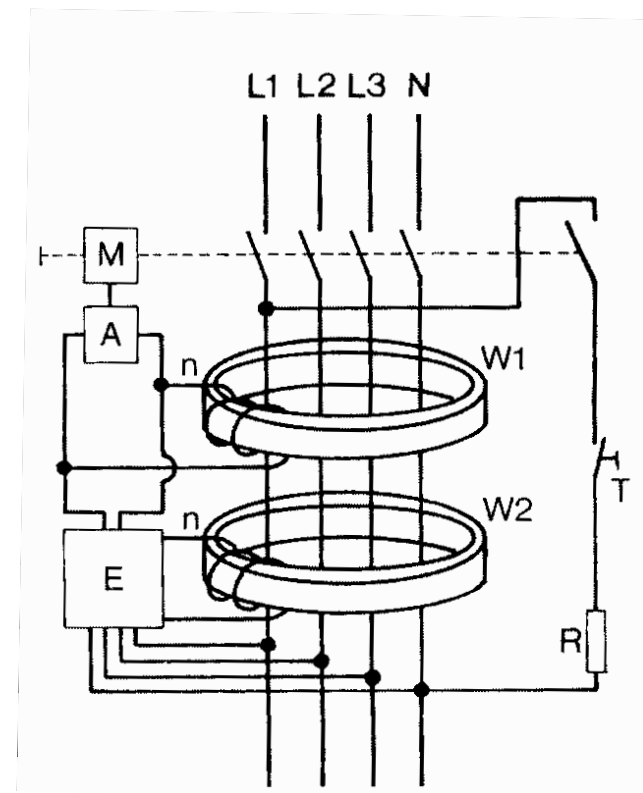
# CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

Existem diferenciais (tipo B) que permitem detectar correntes de fuga alternada e contínua, que contêm dois sistemas de detecção diferentes (toroidal + amplificador): um destinado a detectar correntes diferenciais do tipo sinusoidal e de impulso e outro destinado a detectar correntes diferenciais do tipo contínuo.

$E$  = circuito electrónico para detectar correntes de fuga contínuas;

W1 = transformador para correntes de fuga alternadas e de impulsos unidireccionais;

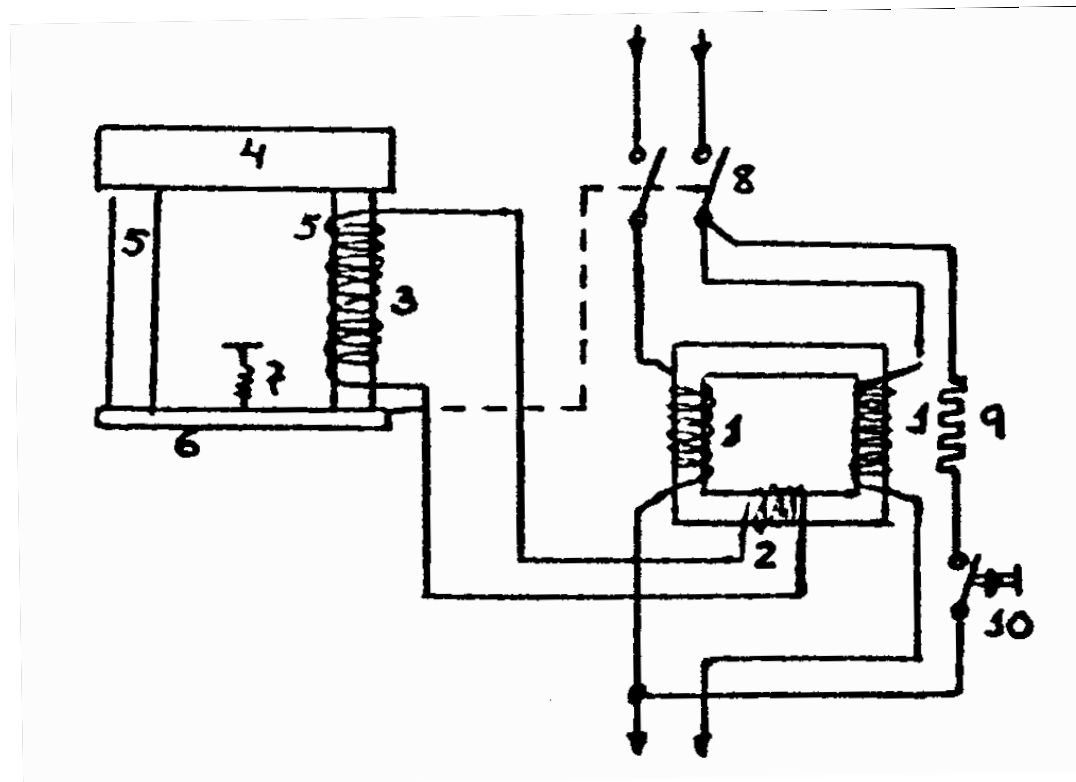
W2 = transformador para correntes de fuga contínuas;





# CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

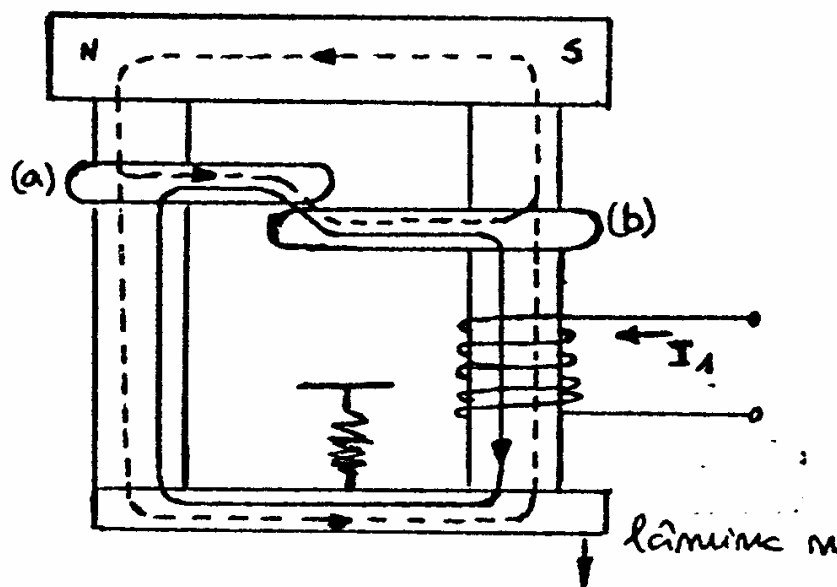
A figura seguinte representa o esquema de princípio de um interruptor diferencial bipolar.



# CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

## Protecção de pessoas

Para se obter melhor resposta em termos de sensibilidade do aparelho utilizam-se, entre outras, a técnica do shunt magnético que consiste em repartir o fluxo magnético total do íman por dois circuitos: um é constituído pelas massas polares principais; o outro é constituído pelas placas de material ferromagnético que constituem o shunt (a e b).

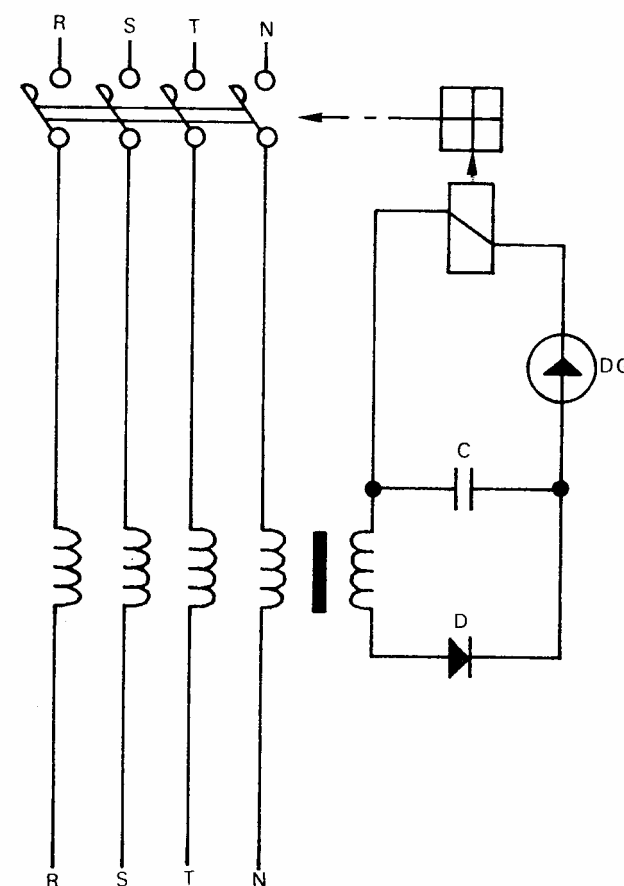


# CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

## Protecção de pessoas

Existem outros tipos de aparelhos. Nos mais usuais, a corrente diferencial rectificada é utilizada para carregar um condensador; um elemento semiconductor provoca a descarga do condensador e o funcionamento do dispositivo.

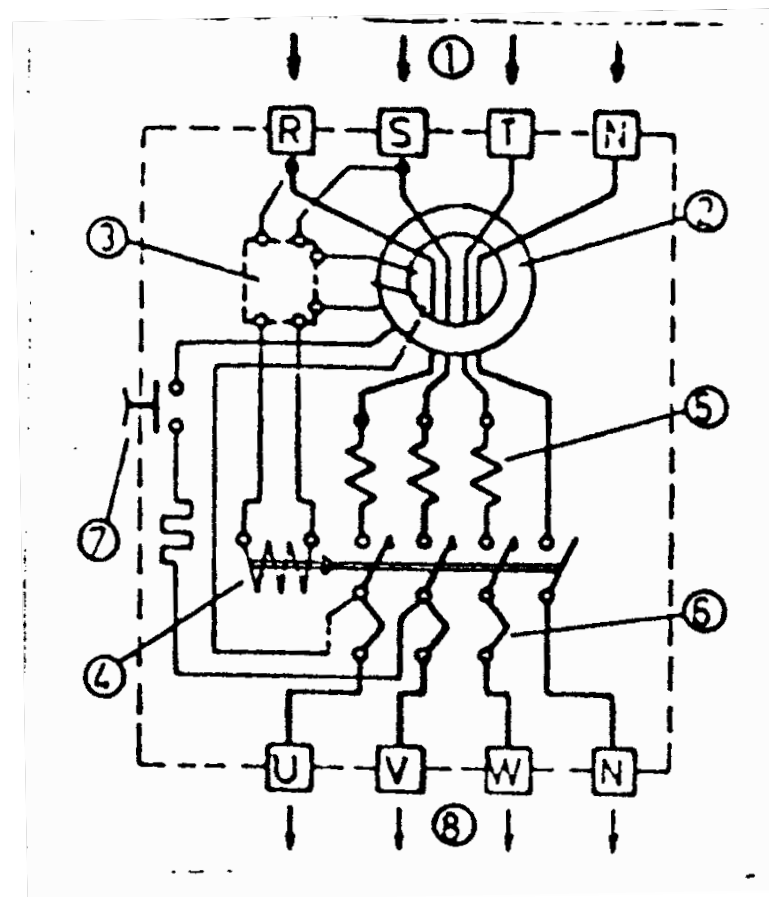
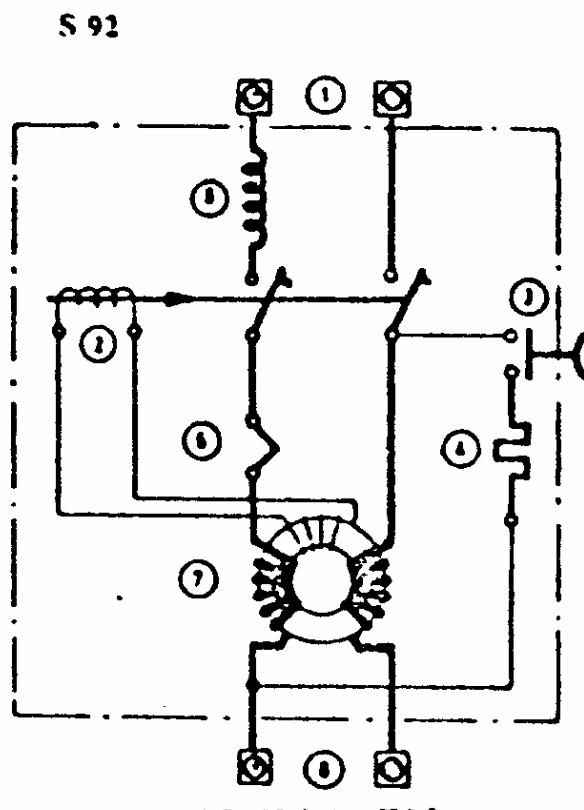
Estes aparelhos são designados por aparelhos diferenciais por acumulação de energia. A descarga do condensador (energia acumulada), assim controlada vai permitir uma precisão de corte assinalável, com a consequente melhoria substancial do tempo de corte. Para simular o funcionamento dos dispositivos diferenciais pode-se simular uma avaria mediante um botão de ensaio e desta forma accionar o dispositivo.



# CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

## Protecção de pessoas

As figuras seguintes representam os esquemas de um disjuntor diferencial bipolar e de um disjuntor diferencial tetrapolar, respectivamente.



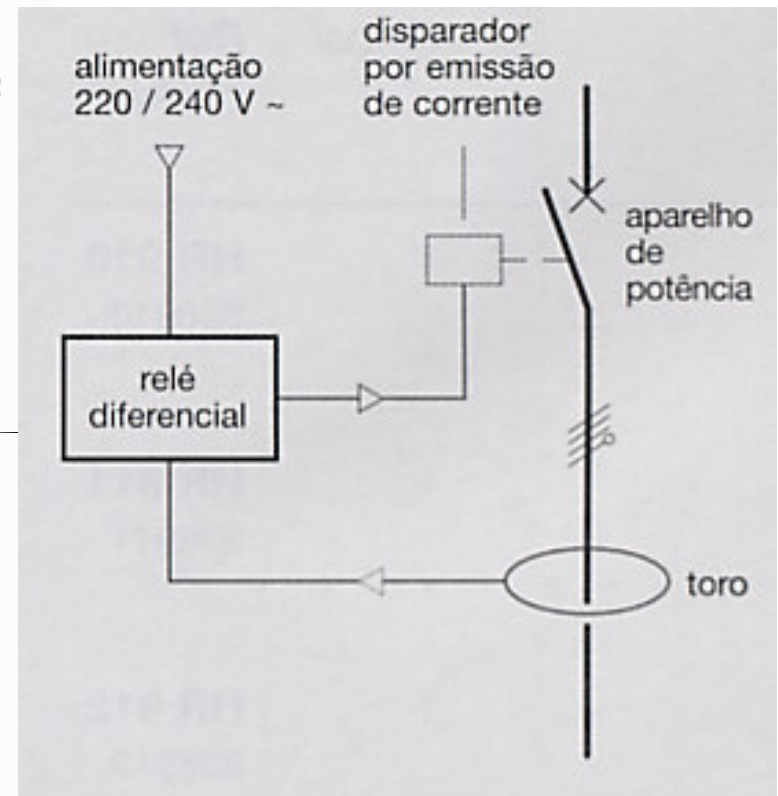
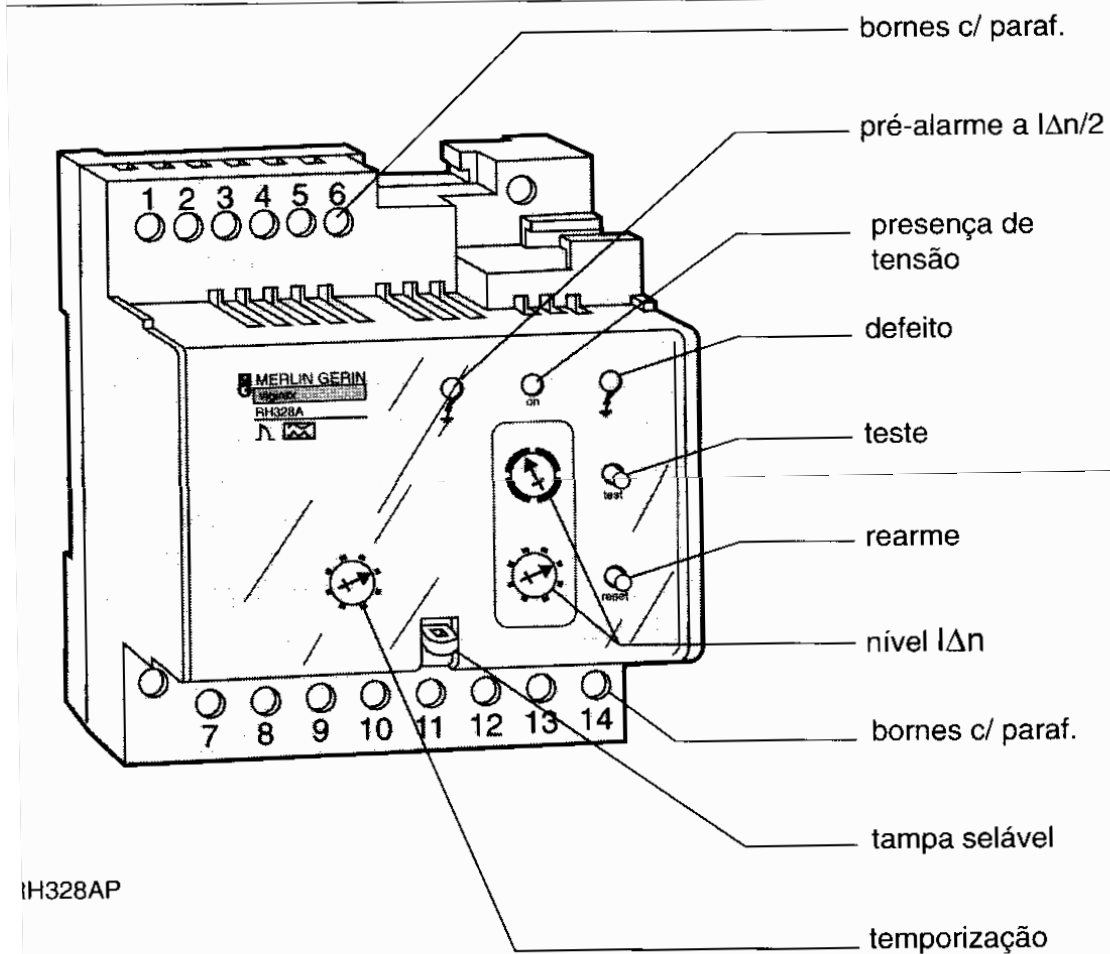
# **CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS**

## **Protecção de pessoas**

Os relés diferenciais medem a corrente diferencial residual e fecham um contacto quando esta corrente atinge um certo valor.

Chama-se a atenção para o facto de que um dispositivo diferencial pode funcionar sob o efeito de uma corrente de curto-circuito que o atravesse, quando esta corrente for superior a 10 vezes a sua corrente nominal  $I_n$ , se  $I_n \leq 63 \text{ A}$ , e a 6 vezes  $I_n$ , se  $I_n > 63 \text{ A}$ .

# CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS



# CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

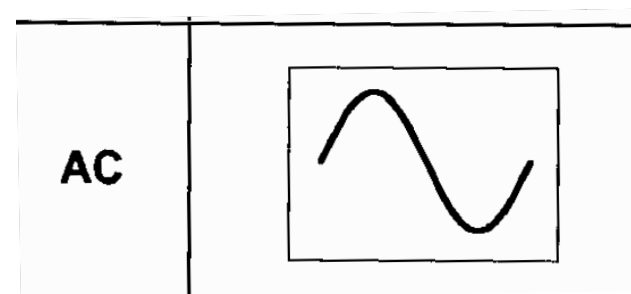
## Protecção de pessoas

Desenvolveram-se diferentes tipos de diferenciais para as distintas aplicações, classificados em 3 tipos:

- Tipo AC;
- Tipo A;
- Tipo B;

Os diferenciais do tipo AC:

- estão protegidos contra disparos intempestivos devido a sobrecargas transitórias;
- têm um funcionamento correcto com correntes de fuga à terra perfeitamente sinusoidais;
- detectam apenas fugas de corrente alternada;
- são insensíveis às correntes rectificadas, com ou sem componente contínua.



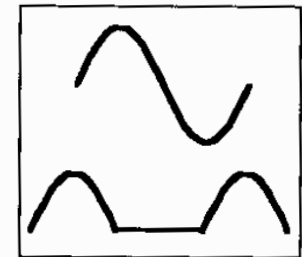
# CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

## Protecção de pessoas

Os diferenciais do tipo A:

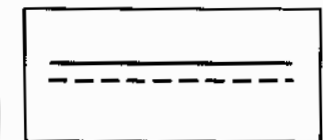
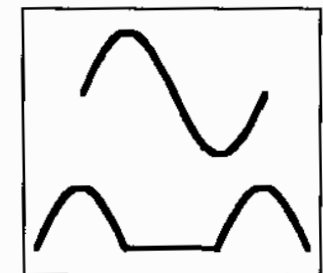
- protegidos contra disparos intempestivos devidos a sobrecargas transitórias;
- funcionam correctamente com correntes contínuas e com uma componente contínua de até 6 mA;

**A**



Os diferenciais do tipo B:

- estão protegidos contra disparos intempestivos devidos a sobrecargas transitórias;
- são construídos para um funcionamento correcto com qualquer componente contínua.

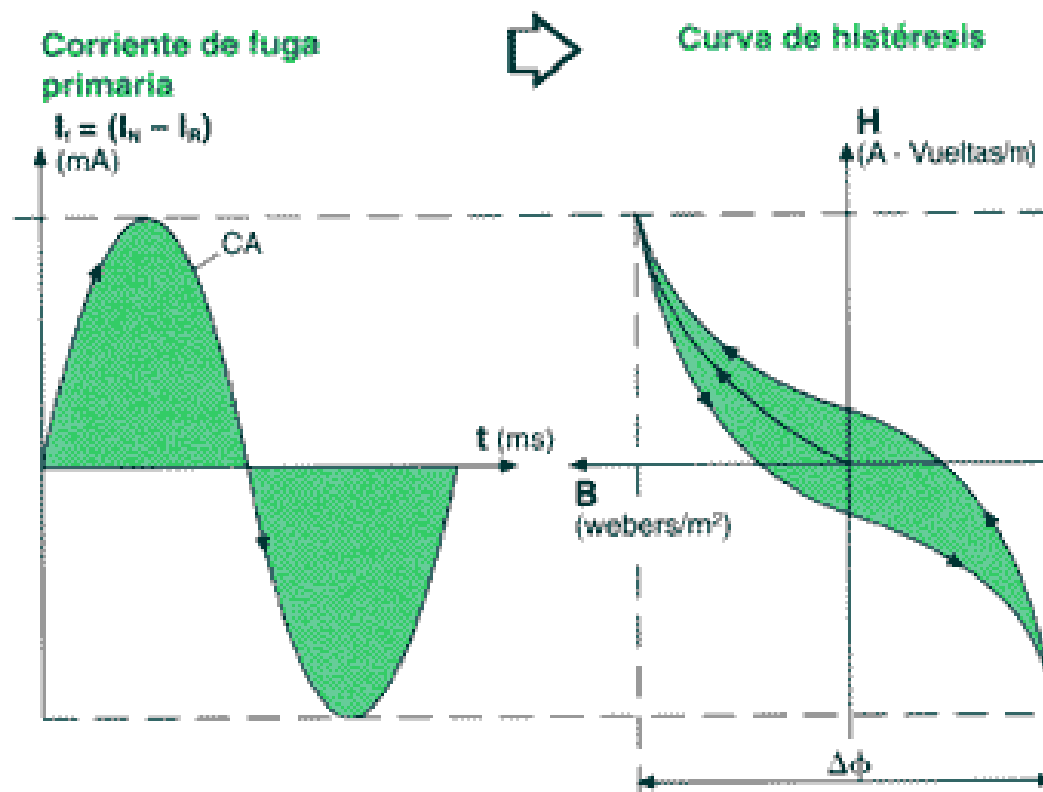




# CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

## Protecção de pessoas

Nos diferenciais o valor do fluxo magnético gerado depende do tipo de curva de histerese que proporciona o material utilizado para construir o toro de cada tipo de diferencial.



## **CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS**

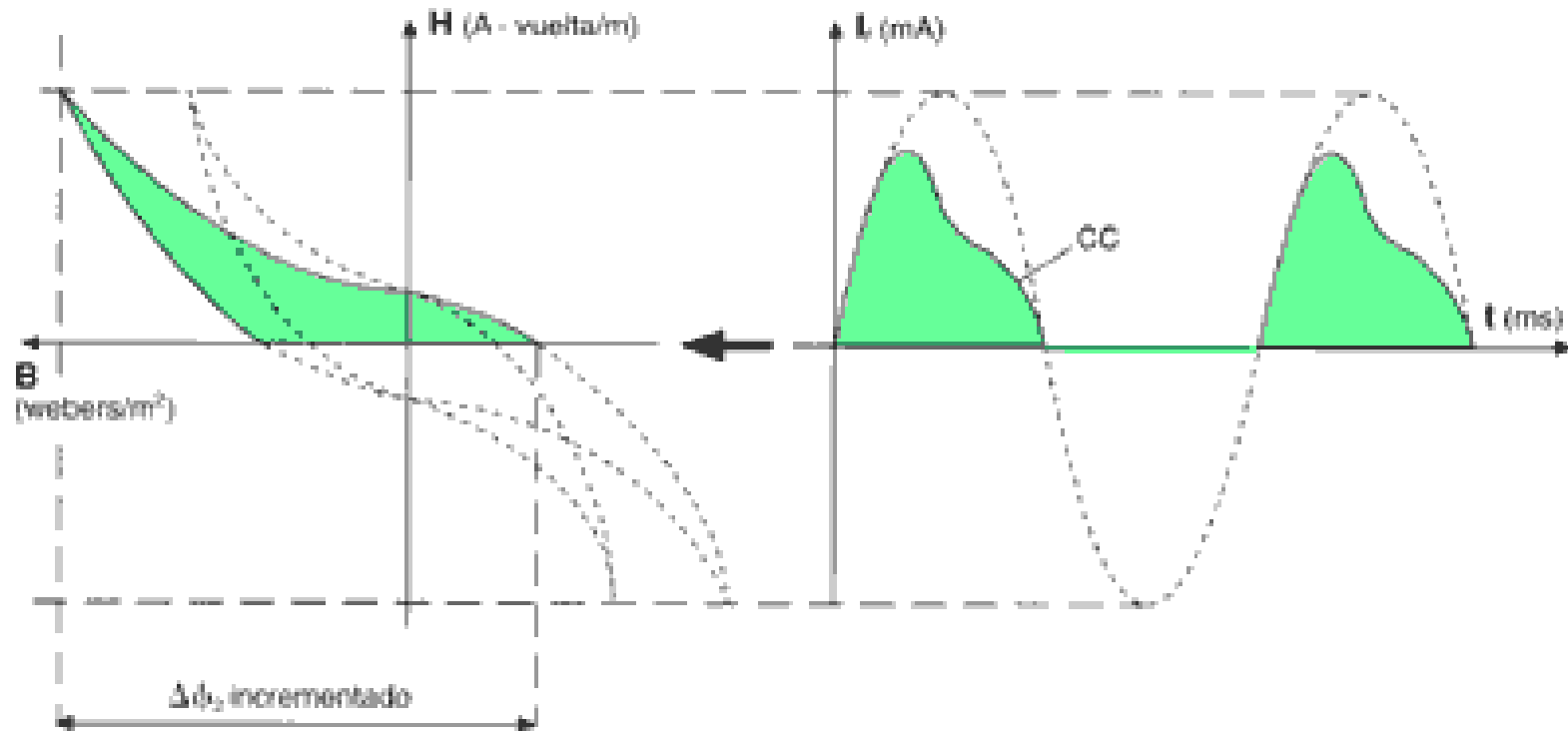
### **Protecção de pessoas**

Como se pode observar na figura uma fuga de corrente alternada gera uma variação de fluxo  $\Delta\Phi$ , que posteriormente será capaz de criar uma corrente residual  $I$  no secundário, suficiente para provocar o disparo do relé.

Uma fuga de corrente contínua rectificada não possui componente negativa. Neste caso o ciclo de histerese do toro não é completo, trabalhando-se apenas sobre metade do mesmo, e o fluxo gerado é demasiado fraco para produzir uma corrente residual  $I_r$  suficiente para que possa disparar o relé. Os diferenciais do Tipo A permitem resolver este problema de não actuação, quando existem fugas de corrente rectificada.

# CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

## Protecção de pessoas



Como se vê na figura seguinte, a utilização de um núcleo magnético toroidal com uma curva de histerese estreita e mais larga permite aumentar  $\Delta\Phi_2$ , gerando-se assim uma corrente residual  $I_r$  suficiente para provocar o disparo do relé.

# **CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS**

## **Protecção de pessoas**

O núcleo toroidal que possui este tipo de curva de histerese é formado por uma liga ferromagnética de melhor qualidade que a utilizada nos da classe AC, sendo um material mais energético, com poucas perdas e uma débil indução remanescente.

Este toroidal é capaz de gerar um campo magnético suficiente para provocar o disparo do relé perante defeitos diferenciais cuja amplitude de onda (diferença entre o seu valor máximo e mínimo) apresente variações menores do que as necessárias para os diferenciais da classe AC.

# CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

## Protecção de pessoas

### **Diferenciais da classe A super-imunizados**

Pelo facto de se utilizarem cada vez mais equipamentos electrónicos, sendo a sua utilização em todos os processos de gestão e de produção irreversível, teve que haver outra evolução para poder proteger com eficácia as cargas electrónicas.

Alguns receptores podem perturbar as linhas eléctricas induzindo nelas ou derivando para a terra correntes de altas frequências que podem provocar o bloqueio do diferencial, impedindo que este actue na presença de outros defeitos, que podem ser perigosos.

É o caso de:

- balastros electrónicos e dimmers;
- variadores de velocidade;
- arrancadores de motores, etc.

## **CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS**

### **Protecção de pessoas**

Para este tipo de cargas criaram-se os diferenciais super-imunizados, do tipo "si", os quais incrementam notavelmente a segurança e permitem melhorar além disso a continuidade de serviço.

A sua principal característica é a filtragem das altas frequências; incluem ainda:

- um circuito de recuperação e verificação da ordem de disparo.

A evolução dos materiais necessários para o fabrico de diferenciais, consiste na evolução para materiais mais energéticos, fundamentais para poder manter um óptimo nível de protecção das instalações eléctricas.

Nestes diferenciais o material magnético do núcleo toroidal melhora as propriedades dos da classe A, atrás descritas.

O material utilizado para fabricar este tipo de toros necessita de variações de corrente diferencial ainda menores que nos da classe A standard para induzir a mesma energia necessária para disparar o relé.

## **CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS**

### **Protecção de pessoas**

Isto é devido ao facto de possuírem uma curva de histerese ainda mais estreita e de maior comprimento, com o que se acentua o fenómeno atrás descrito, com ainda menos perdas.

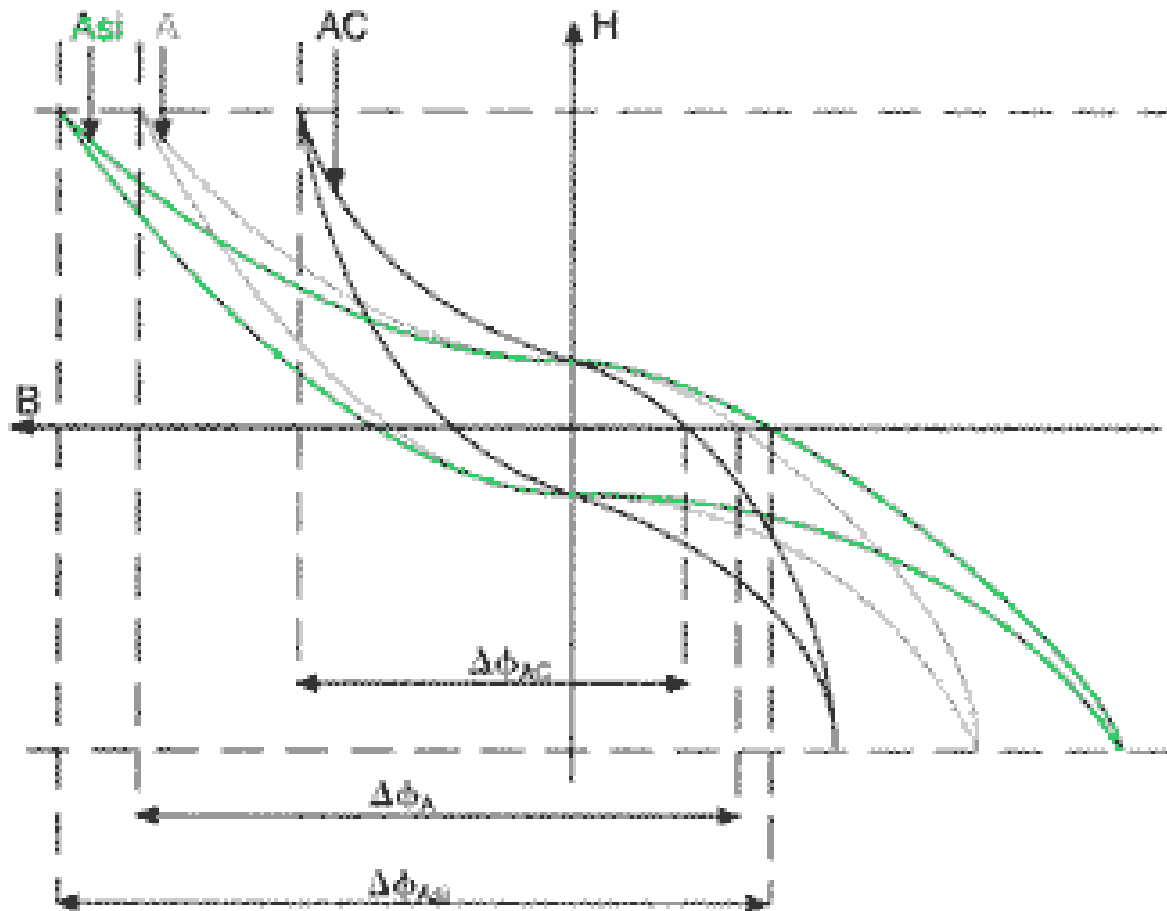
Na figura seguinte comparam-se as curvas de histerese dos três tipos de diferencial:

- AC;
- A standard;
- A super-imunizado.

Pode-se apreciar que geram fluxos magnéticos crescentes, que por sua vez induzem tensões residuais no secundário também crescentes em função do tipo de toroidal.

# CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

## Dispositivos diferenciais



Donde:

$$\Delta\phi_{AC} < \Delta\phi_A < \Delta\phi_{Asi}$$

↓

$$E = -N \cdot \frac{d\phi}{dt}$$

↓

$$E_{AC} < E_A < E_{Asi}$$



## **CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS**

### **Dispositivos diferenciais**

Os diferenciais da classe AC apenas possuem um circuito de imunização básico contra transitórios.

Para se obter um diferencial da classe A, a partir de um da classe AC standard:

- incorporou-se um bloco de detecção de correntes de fuga rectificadas;

Nos super-imunizados acrescentou-se dentro do bloco de filtragem electrónico:

- um novo bloco de super-imunização composto por um circuito de acumulação de energia;
- um filtro de altas frequências;

## **CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS**

### **Dispositivos diferenciais**

Isto permite melhorias claras em relação aos da Classe AC e aos da Classe A standard nos aspectos seguintes:

- maior auto-protecção contra a influência das sobretensões transitórias;
- auto-protecção contra a influência das fugas de alta frequência.

Em resumo estes diferenciais possuem os seguintes blocos:

#### Bloco de detecção de correntes de fuga rectificadas

O tratamento que efectua este circuito é de rectificação da corrente, obrigando a que o sentido da mesma seja sempre o mesmo, e adequado para que o relé de disparo trabalhe sempre no sentido correcto.

Quer dizer que a corrente que chega ao relé de disparo tende sempre a abrir o relé e nunca a fecha-lo.

É portanto evidente a importância deste circuito para a protecção das pessoas.

# CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

## Dispositivos diferenciais

### Auto-protecção contra a influência das sobretensões transitórias

Todos os diferenciais que obedecem à norma UNE EN 61009 possuem um bloco de imunização ou auto-protecção básica contra as sobretensões transitórias.

Todas estas normas determinam que os diferenciais superem sem disparo, entre outros, os seguintes ensaios:

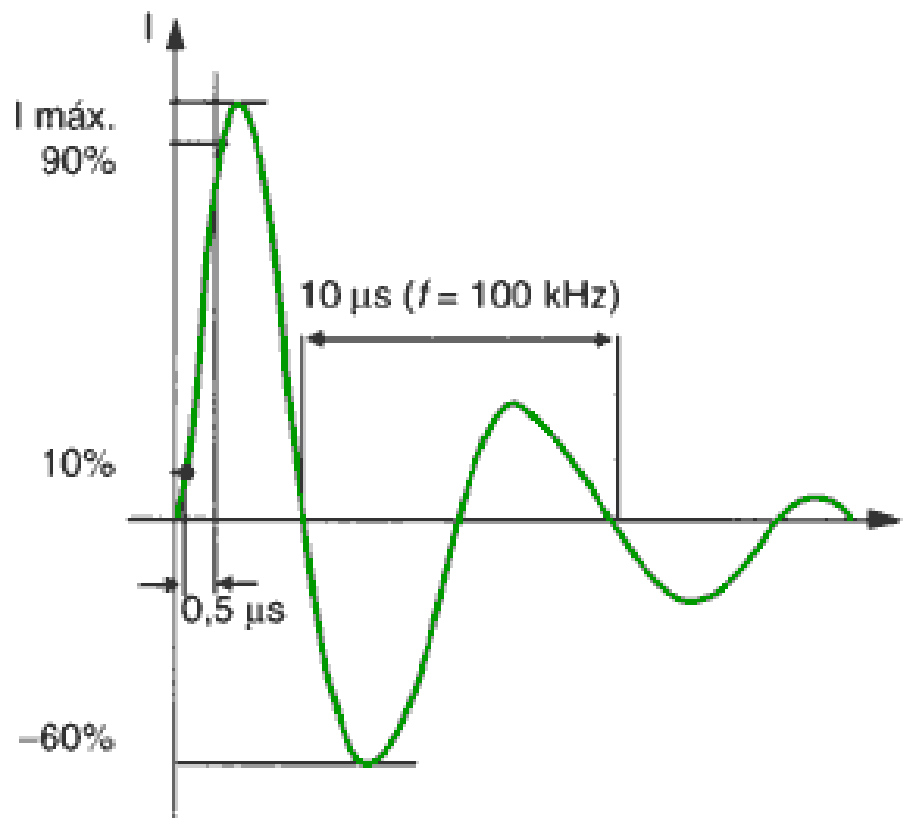
- Sobreintensidade oscilatória amortecida do tipo 0,5ms/100 kHz

Esta sobreintensidade corresponde de uma forma muito aproximada à forma de corrente transitória de fuga para a terra através das capacidades de isolamento da instalação durante as sobretensões que se produzem sempre que há manobras de ligação/disparo de circuitos capacitivos.

# CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

## Dispositivos diferenciais

A figura seguinte mostra esta forma de onda:



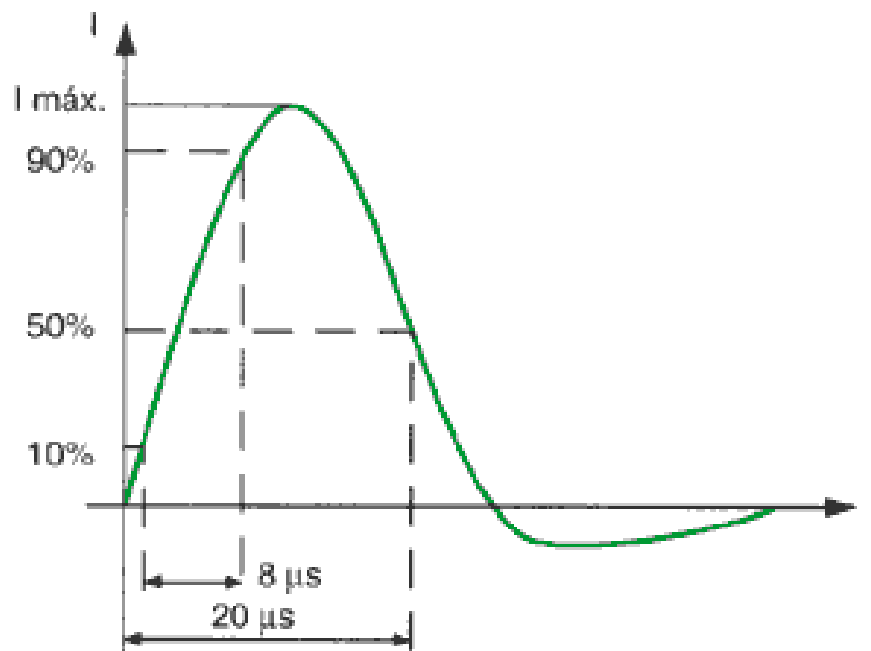
Para a primeira crista da onda o nível mínimo a superar durante o ensaio é de 200 A, não devendo produzir-se disparo.

# CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

## Dispositivos diferenciais

- Ensaio face a uma onda de choque normalizada do tipo 8/20 ms

Esta onda é uma consequência das sobretensões provocadas por uma descarga atmosférica do tipo 1,2/50 ms. Concretamente os diferenciais das classes AC e standard instantâneos superam sem disparo o ensaio face a picos de corrente de 250 A tipo 8/20 ms, e os selectivos de 3000 A.



## **CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS**

### **Dispositivos diferenciais**

Este ensaio é, na realidade, muito mais exigente para os dispositivos diferenciais do que o anterior, visto que esta onda transmite muito mais energia do que a onda  $0,5 \mu\text{s}/100 \text{ kHz}$ , dado que essa energia é equivalente à área encerrada entre a curva da onda e o eixo horizontal.

Os novos diferenciais super-imunizados possuem um circuito de acumulação de energia, graças ao qual os novos diferenciais instantâneos super-imunizados vêm incrementada a protecção de 250 A para 3000 A segundo a onda tipo  $8/20 \mu\text{s}$ , e no caso das versões selectivas de 3000 A para 5000 A, o que permite superar sem disparo a grande maioria das sobretensões transitórias provocadas por descargas atmosféricas.

## CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

### Dispositivos diferenciais

Este circuito de acumulação de energia também permite evitar o tipo de disparo intempestivo mais habitual:

#### - **“o disparo por simpatia”**

consiste no disparo simultâneo em cadeia de vários diferenciais , o qual é devido a sobretensões transitórias oscilatórias amortecidas do tipo 0,5 ms/100 kHz, provocadas por manobras na rede e transmitidas como as anteriores pelas capacidades das próprias linhas condutoras e pelos filtros capacitivos ligados à terra, dos receptores electrónicos.

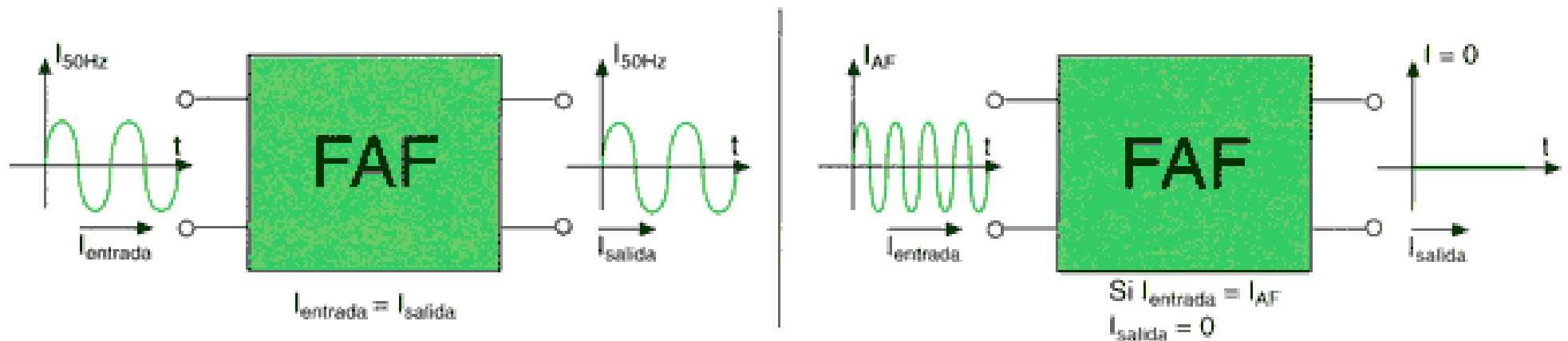
#### - **auto-protecção contra a influência das fugas de alta frequência**

Nas redes eléctricas de baixa tensão cada vez mais se utilizam receptores que incorporam circuitos electrónicos que geram correntes de alta frequência (da ordem dos vários kHz), utilizadas pelo receptor.

# CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

## Dispositivos diferenciais

Para as altas frequências este filtro actua como um filtro passa-baixos, sendo o seu comportamento o de um circuito aberto quanto maior for a frequência, quer dizer, não se transmite a corrente de alta frequência para o relé de disparo.



A frequência a partir da qual o filtro de alta frequência produz um bloqueio praticamente total à transmissão da corrente para o relé de disparo é de 10 kHz.



# CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

## Dispositivos diferenciais

### **CAUSAS DE DISPAROS INDESEJADOS**

#### Circulação de correntes harmónicas fixas ou transitórias

Podem-se produzir disparos no próprio circuito, devido a harmónicos que circulam por essa parte da instalação e como consequência aparece a intervenção de uma corrente adicional ( $I's$ ) no secundário do transformador toroidal do próprio diferencial, parte do circuito do qual depende directamente o mecanismo de disparo.

Com a intervenção dessa corrente adicional podemos dizer que os equipamentos sofrem uma modificação na sua forma de actuar, fazendo com que estes dispositivos pareçam mal ajustados.

Realmente o que acontece é que se produz um fenómeno que podemos classificar como um efeito de descalibração dos dispositivos diferenciais, precisamente como consequência da circulação de correntes com frequências diferentes, múltiplas dos 50 Hz.

# **CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS**

## **Dispositivos diferenciais**

### Fugas diferenciais elevadas

As fugas diferenciais elevadas são devidas a momentos, nos quais se realizam ligações ou disparos de equipamentos com uma carga relativamente importante.

A abertura e o fecho destes aparelhos de corte e protecção produzem sobretensões ou abaixamentos de tensão transitórios.

Outra das novas causas de disparo dos diferenciais aparece como consequência da necessidade de proteger os equipamentos contra as emissões irradiadas ou conduzidas provenientes de outros equipamentos e evitar que os mesmos perturbem os restantes.

Protegem-se os equipamentos com filtros CEM, de compatibilidade electromagnética. Estes filtros produzem umas fugas à terra consideráveis que, em certos casos, podem provocar o disparo dos diferenciais.

## **CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS**

### **Dispositivos diferenciais**

Estes filtros são normalmente constituídos por resistências e condensadores ligados entre as fases e a terra e entre o neutro e a terra, tornando muito delicado o momento de colocação sob tensão destes elementos, devido à carga pontual dos condensadores.

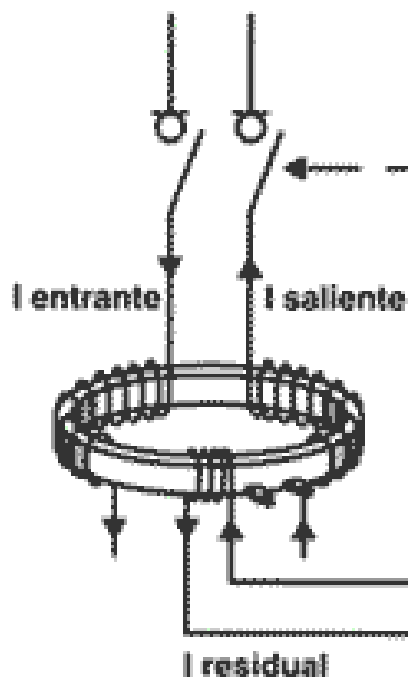
Como também se incrementam de uma forma permanente as fugas da instalação, deve-se chegar a soluções tais como a diversificação e a situação das protecções diferenciais mais próximo das cargas, para que protejam menos circuitos e assim suportem menos fugas permanentes, reduzindo assim os riscos.

Como no caso anterior, o disparo por simpatia tanto se pode produzir no próprio circuito, como nos outros.

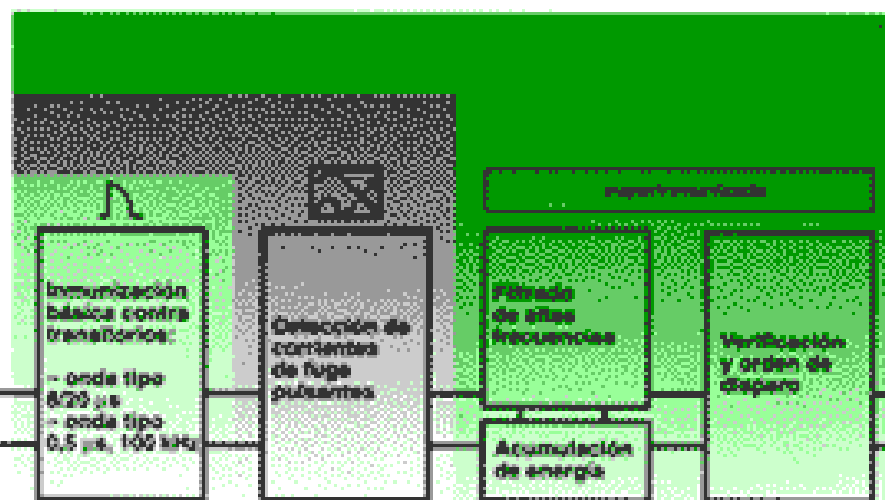
# CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

## Dispositivos diferenciais

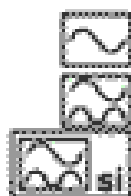
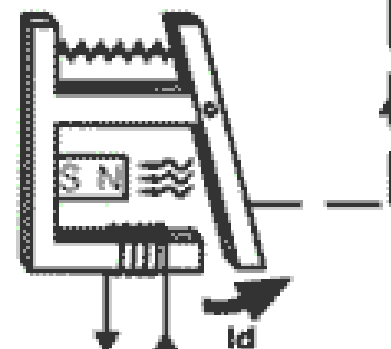
a) el transformador toroidal



b) bloque de filtrado electrónico



c) relé de disparo



clase AC

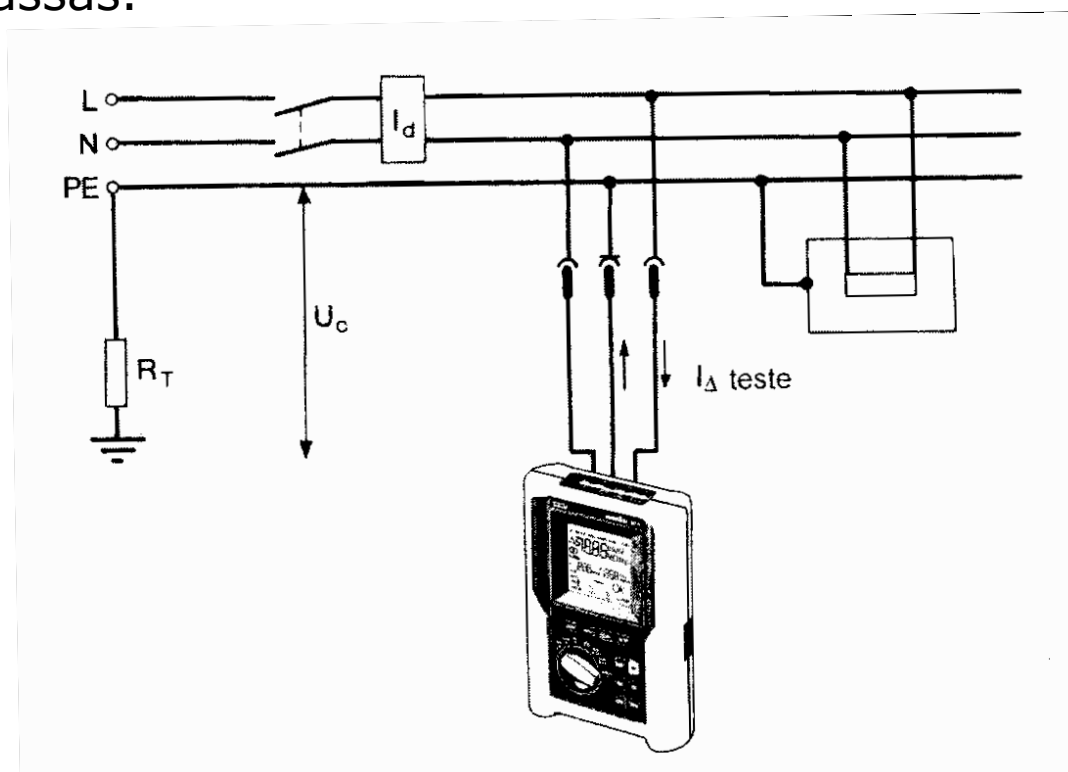
clase A

clase A "si"

# CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

## Ensaio de funcionamento dos dispositivos diferenciais

Na figura seguinte apresenta-se a utilização de um aparelho que permite efectuar o ensaio de dispositivos diferenciais sem a separação das cargas e mantendo sempre em controlo, por segurança, a tensão de contacto que se manifesta nas massas.



## **CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS**

O aparelho é alimentado através de baterias internas, o que permite evitar o aparecimento de erros, devidos a oscilações de tensão da rede.

No aparelho, deve ser indicado o limite máximo da tensão de contacto permitida nas massas (50 Volt em ambientes normais, e 25 Volt em locais húmidos ou molhados, ou em locais condutores exíguos).

Deve ser ainda fornecido o valor relativo à corrente diferencial nominal do dispositivo diferencial em ensaio.

A sucessão dos ensaios, realizada em modo manual ou em modo automático, permite fazer circular entre fase e massa valores de corrente:

## CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

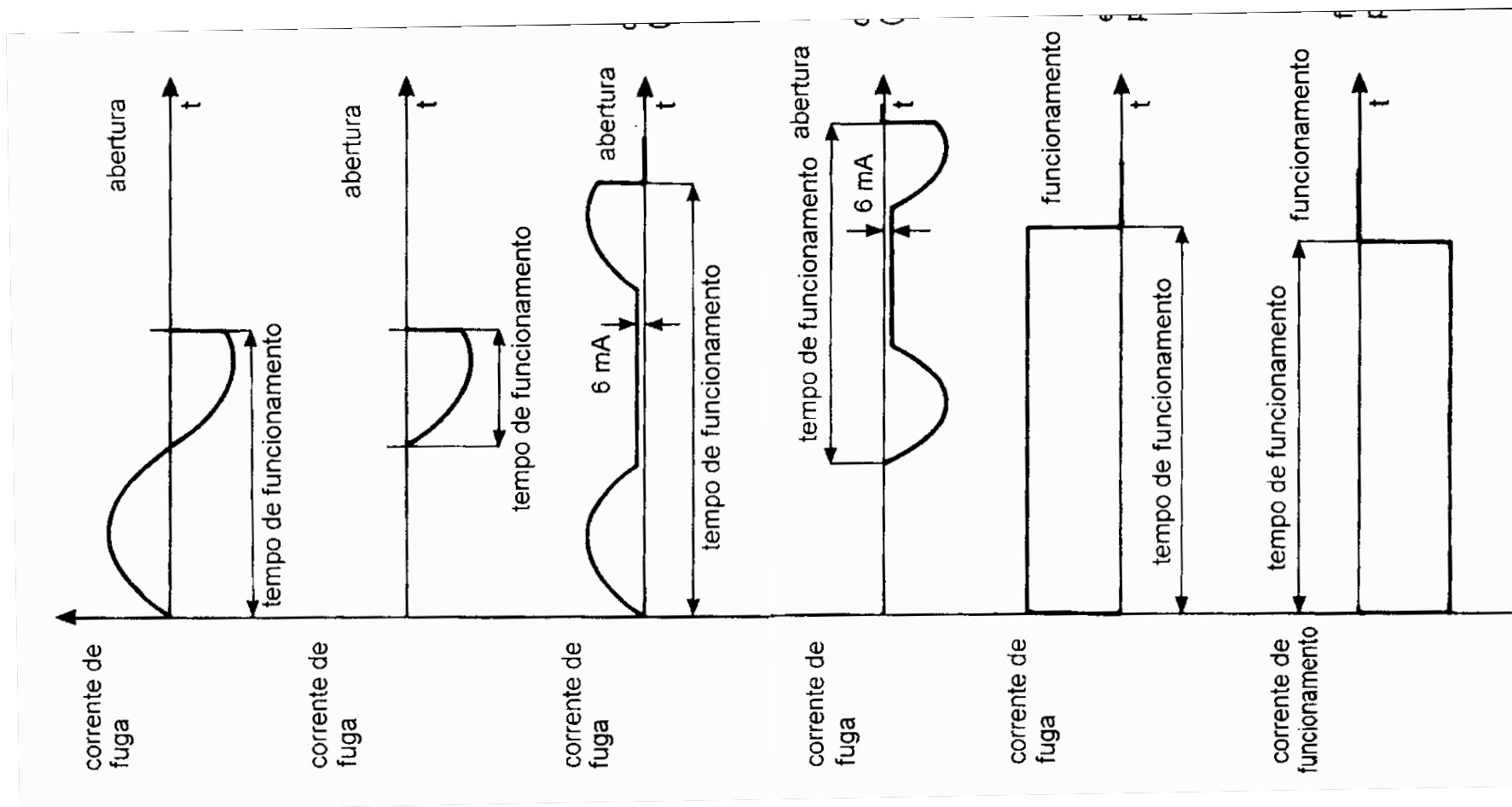
$0,5 I_{\Delta n}$ ,  $1,0 I_{\Delta n}$ ,  $5,0 I_{\Delta n}$

As correntes injectadas para os ensaios nos três diferentes tipos de dispositivos diferenciais (AC; A; B) são dos tipos indicados na figura seguinte. O primeiro ensaio não deve provocar a abertura automática do diferencial. O segundo e o terceiro devem, por sua vez, provocar o seu funcionamento.

Após dada abertura, podem ser mostrados no visor do aparelho os valores memorizados do tempo de funcionamento efectivo e da tensão de contacto verificada nas massas durante o ensaio.

O aparelho é capaz de efectuar os ensaios, quer em correspondência com o início da semi-onda positiva ( $0^\circ$ ), quer da semi-onda negativa ( $180^\circ$ ).

# CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS





## CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

Os dispositivos diferenciais têm um botão de teste, o qual deve ser accionado regularmente pelos utilizadores, normalmente pessoas não especializadas, em regra com uma periodicidade mensal para comprovar se o sistema de armar e desarmar do dispositivo diferencial funciona correctamente.

No entanto este botão de ensaio não permite verificar os valores relativos às principais grandezas do dispositivo diferencial:

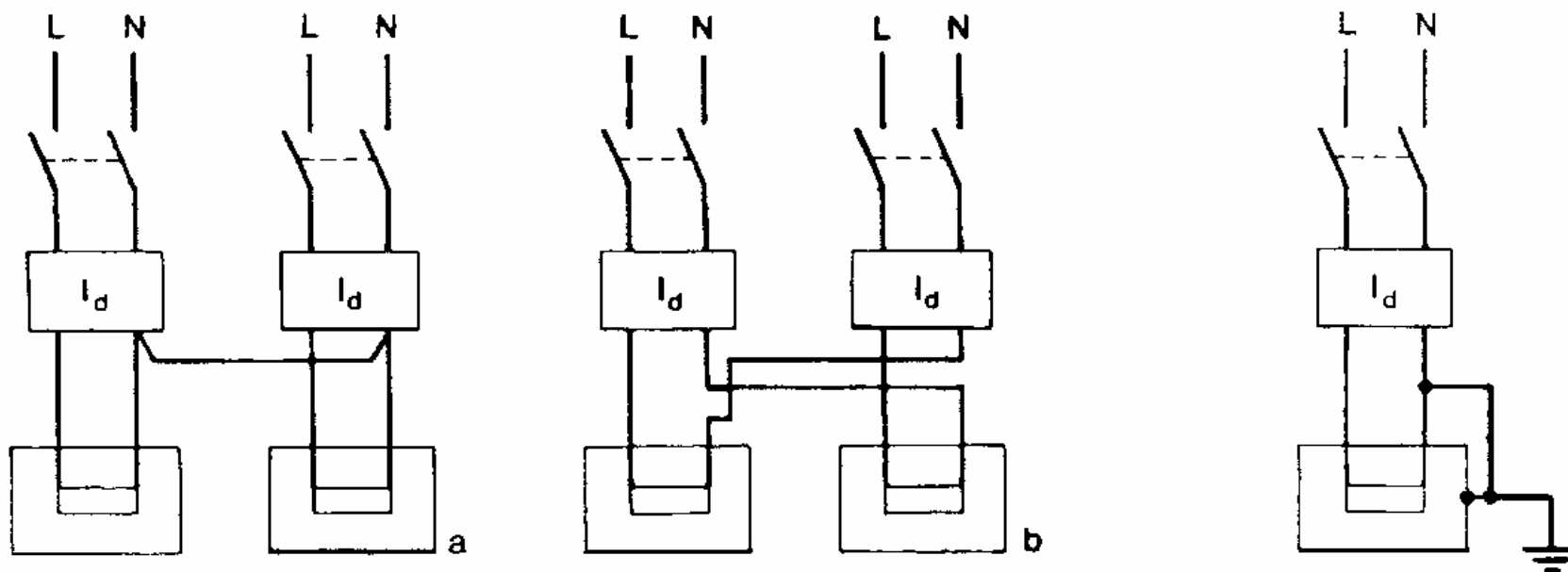
- corrente diferencial nominal;
- tempo de funcionamento total;
- corrente diferencial de não funcionamento;

De facto a corrente produzida no toro, ao premir o botão “T” depende do valor da tensão que pode existir na linha e, por consequência, o fluxo pode excepcionalmente atingir até 2,5 vezes o que é normalmente produzido pela corrente diferencial nominal.

# CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

## Anomalias que se podem verificar na ligação de dispositivos diferenciais

A figura seguinte indica algumas anomalias que se podem verificar na ligação de dispositivos diferenciais.



## CONCEPÇÃO DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

Nas figuras **a** e **b** existem erros de ligação a jusante dos dois dispositivos diferenciais.

Na figura **a** os neutros dos 2 dispositivos diferenciais estão ligados entre si.

Na figura **b** os neutros dos 2 dispositivos diferenciais estão trocados a jusante dos 2 aparelhos.

Estes dois casos podem implicar o não funcionamento dos dispositivos diferenciais.

N última figura, o condutor neutro encontra-se ligado ao condutor de protecção (PE) a jusante do dispositivo diferencial, o que pode provocar o não funcionamento do dispositivo diferencial.