Instalações Elétricas

MIEEC

2018/2019

FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Segurança eléctrica

Regimes de Neutro

Segurança eléctrica

- Os chamados perigos eléctricos podem ser divididos em dois grupos:
  - Efeitos do acidente eléctrico
  - Efeitos sobre o corpo humano

Efeitos de um acidente eléctrico

- Choque eléctrico
- Queimaduras por corrente eléctrica
- Gases
- Bola de fogo
- Energia radiante

Efeitos de um acidente eléctrico

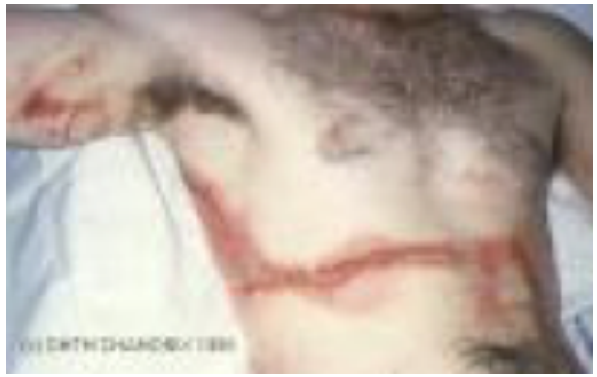
Choque eléctrico

- Produzido por contacto directo ou proximidade de circuitos energizados
- Efeitos de tipo nervoso, contracção moscular, desmaio ou paragem cardíca



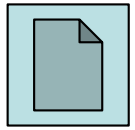
Queimaduras

- São devidas à passagem de corrente eléctrica através do corpo humano
- Queimaduras em tecido orgânicos e nervosos a nível superficial e interno



Efeitos de um acidente eléctrico

- Gases
  - Devidos a altas temperaturas alcançadas pelo arco eléctrico
  - Podem ser acompanhadas de partículas de material e/ou projecções
- Bola de fogo
  - Fenómeno de chama directa ocorrido durante o aparecimento do arco eléctrico
  - Não alcança grande distância
- Energia radiante
  - Onda electromagnética de energia devida ao arco eléctrico
  - Velocidade de 300.000 Km/s a uma temperatura de 19.500ºC



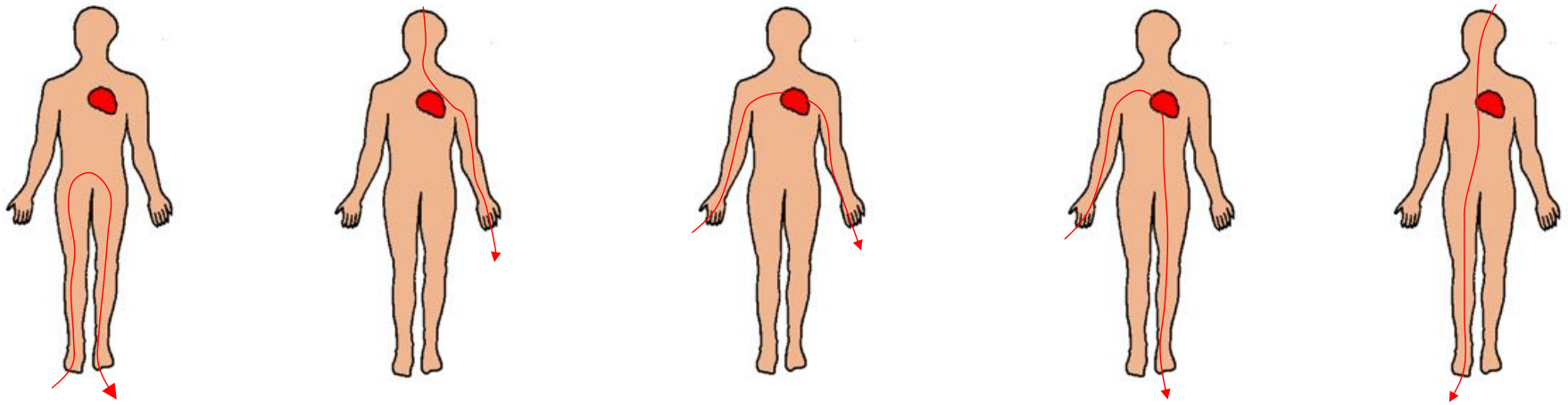
Efeitos sobre o corpo humano

- Os danos causados pela corrente eléctrica são sempre iguais?
  - Não… dependem da:
    - INTENSIDADE DA CORRENTE ELÉCTRICA que atravessa o corpo
    - DURAÇÃO DO CONTACTO
    - Tensão do condutor
    - Tipo de contacto
    - Estado do indivíduo
    - Percurso da corrente
    - Frequência



Percurso da corrente eléctrica através do corpo humano

O perigo da electrocussão depende muito do percurso da corrente através do corpo humano. Esse perigo é acentuado se o percurso da corrente atinge o coração.



0%	1,8%	2,9%	7,9%	9,7%
Pé direito-pé esquerdo	Cabeça- mão esquerda	Mão direita-mão esquerda	Mão direita-pé esquerdo	Cabeça-pé direito

Efeitos sobre o corpo humano

AC-1 : Percepção

AC-2 : Contracção muscular involuntária

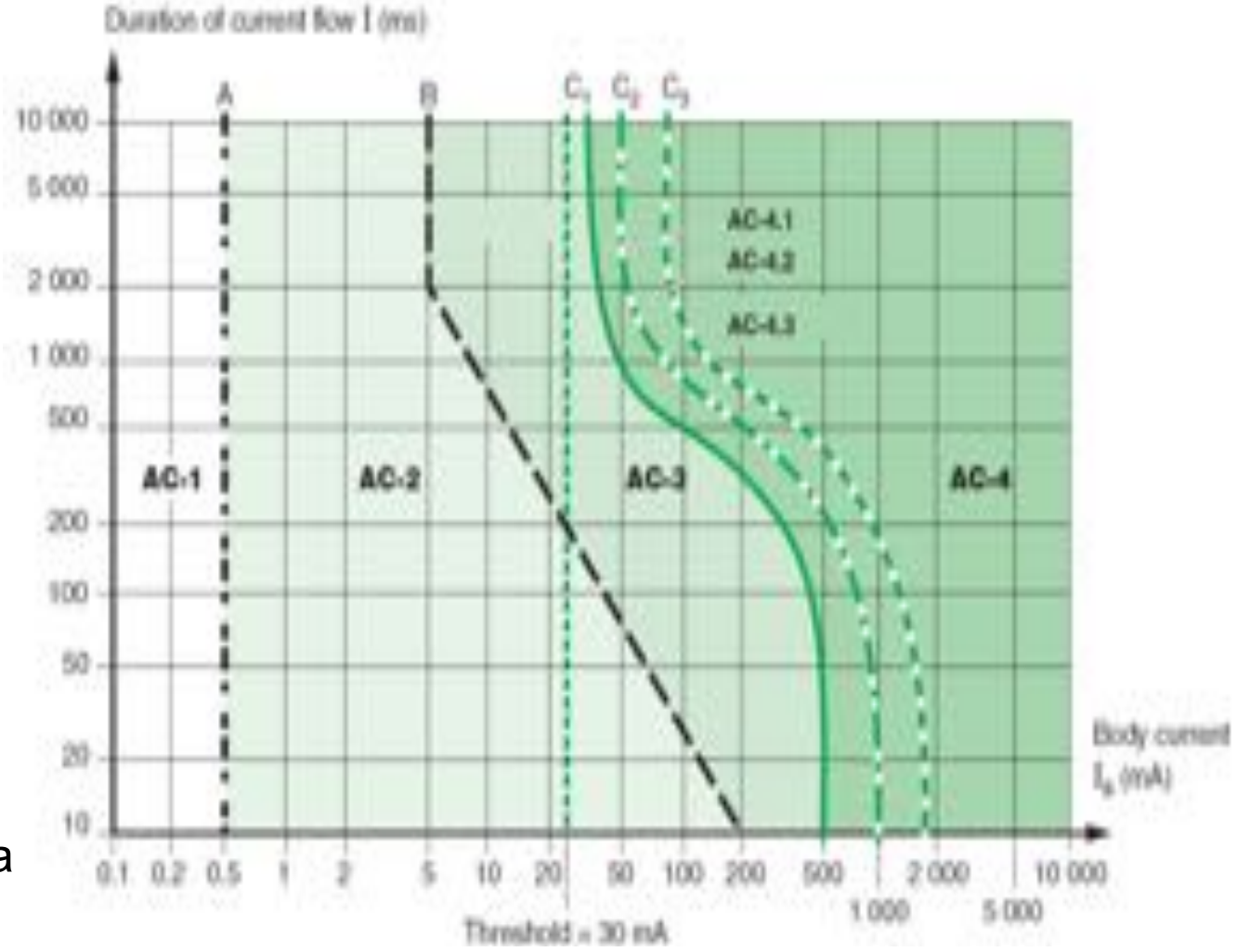
AC-3 : Dificuldades respiratórias

AC-4 : Efeitos patológicos graves

AC-4.1 : Probabilidade de fibriliação ventricular, até 5 %

AC-4.2 : Probabilidade de fibriliação ventricular, até 50 %

AC-4.3 : Probabilidade de fibriliação ventricular, acima de 50 %



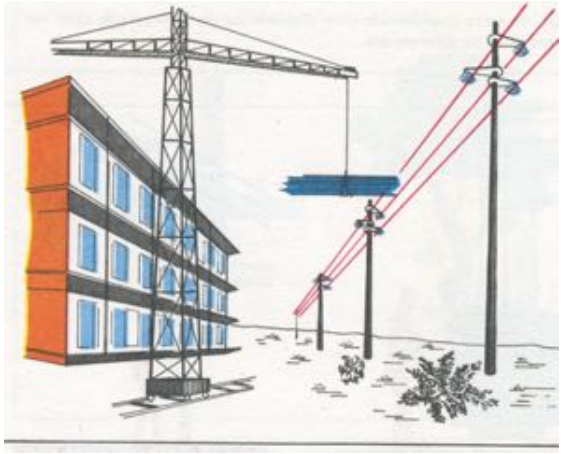
Protecção das pessoas enquanto utilizadoras de instalações eléctricas

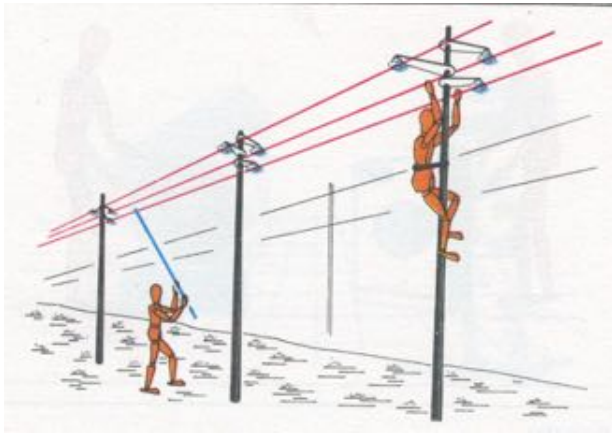
- Nas instalações eléctricas de utilização devem ser adoptadas medidas destinadas a garantir a **protecção das pessoas**.

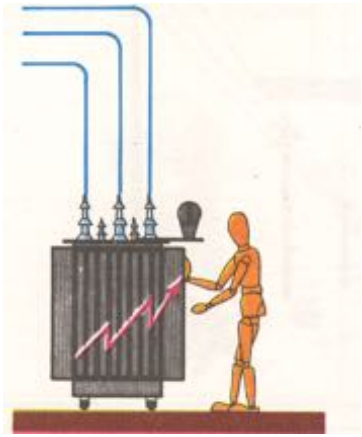
- Nas instalações de utilização devem ser tomadas medidas destinadas a garantir a protecção das pessoas contra **contactos directos** e **contactos indirectos**.

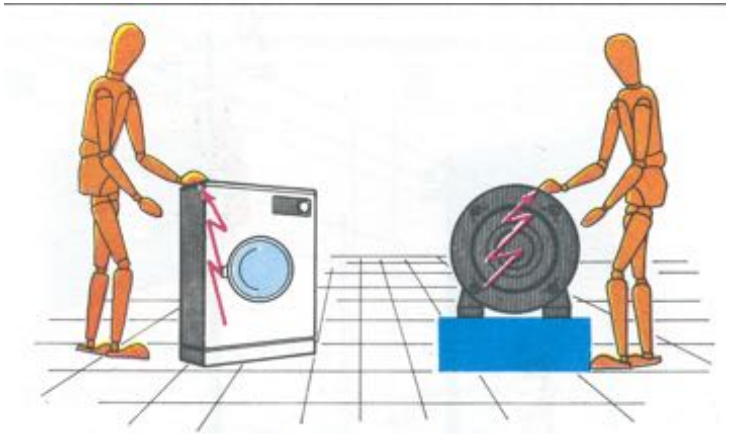
Contacto directo e indirecto

O que é um **contacto directo**
e um **contacto indirecto**?



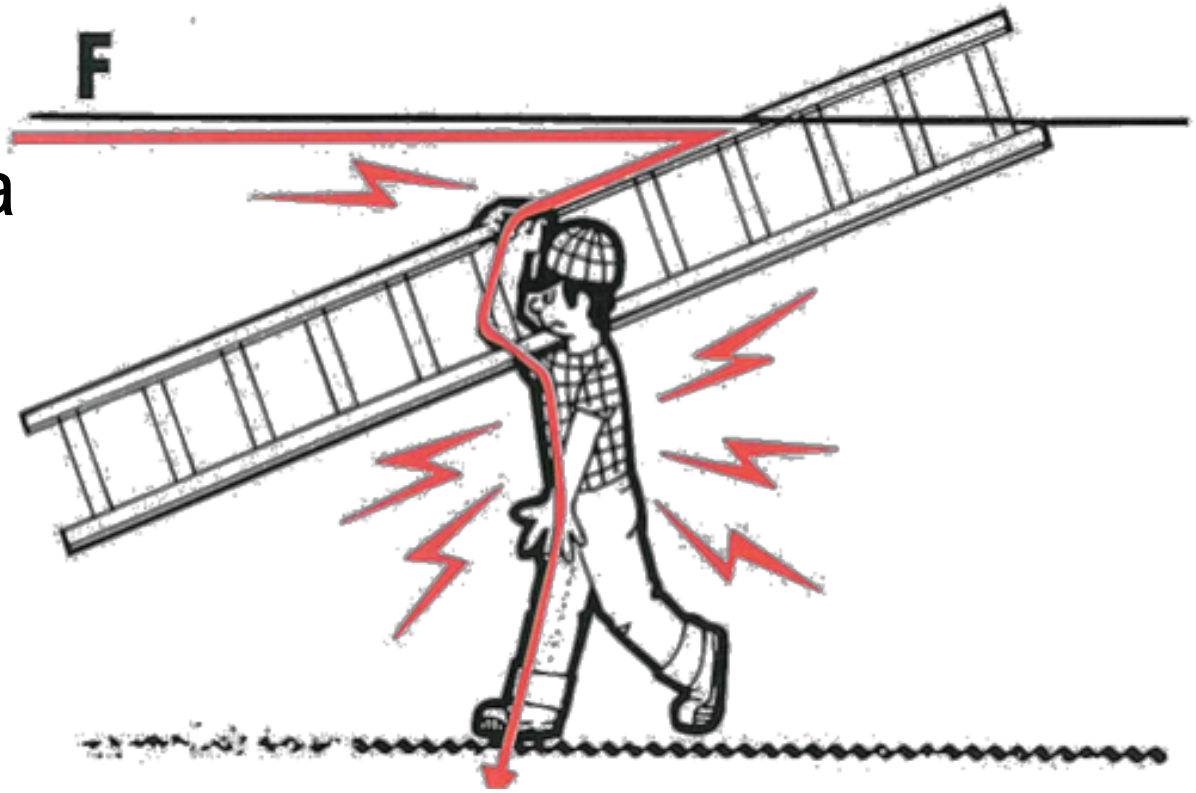






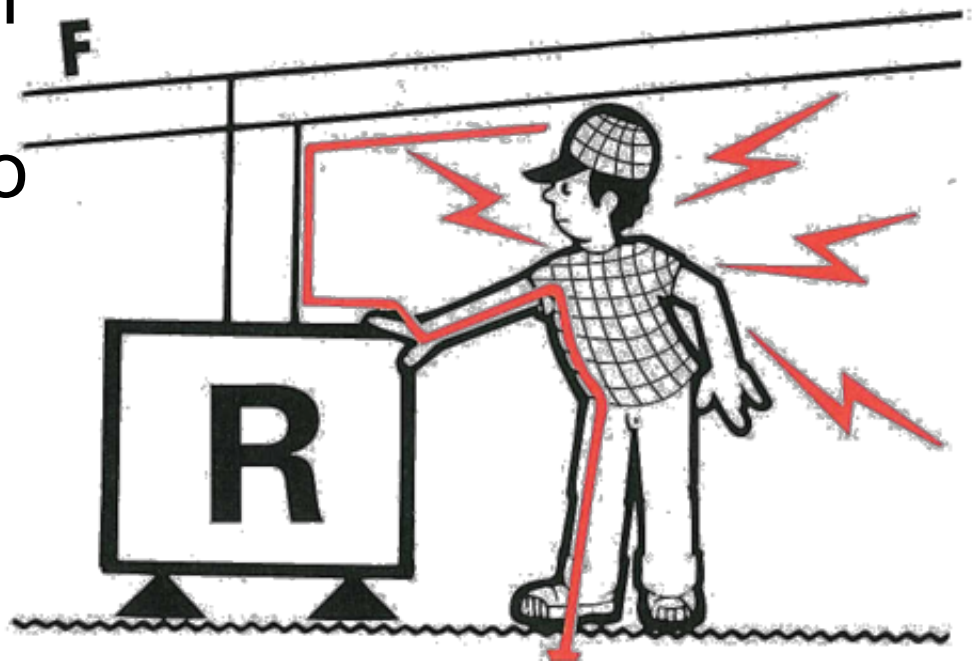
Contacto directo

Designa-se por contacto directo quando uma pessoa entra em contacto com uma parte activa de um elemento sob tensão, por negligência ou desrespeito das instruções de segurança.



Contacto indirecto

Designa-se por contacto indirecto se uma pessoa entra em contacto com um elemento que está acidentalmente sob tensão devido (defeito de isolamento…) a electrocussão é consequência de um defeito imprevisível e não da negligência da pessoa.



131.2 Protecção contra os choques eléctricos

131.2.1 Protecção contra os contactos directos

As pessoas e os animais devem ser protegidos contra os perigos que possam resultar de um contacto com as partes activas da instalação. Esta protecção pode ser garantida por um dos métodos seguintes:

a) Medidas que impeçam a corrente de percorrer o corpo humano ou o corpo de um animal;

b) Limitação da corrente que possa percorrer o corpo a um valor inferior ao da corrente de choque.

412— Protecção contra os contactos directos.

412.1 — Protecção por isolamento das partes activas.
412.2 — Protecção por meio de barreiras ou de invólucros.
412.3 — Protecção por meio de obstáculos.
412.4 — Protecção por colocação fora de alcance.
412.5 — Protecção complementar por dispositivos de protecção sensíveis à corrente diferencial-residual (abreviadamente dispositivos diferenciais).



Protecção contra os choques eléctricos

Falhas de isolamento

Durante a instalação

- Danificação mecânica do isolamento dos condutores ou quadros eléctricos

Durante a operação

- Envelhecimento térmico dos isolamentos (clima, excesso de cabos numa conduta, ventilação deficiente, harmónicas, sobrecorrentes…)
- Esforços electrodinâmicos durante curto-circuitos
- Sobretensões

131.2 Protecção contra os choques eléctricos

131.2.2 Protecção contra os contactos indirectos.

As pessoas e os animais devem ser protegidos contra os perigos que possam resultar de um contacto com as massas, em caso de defeito. Esta protecção pode ser garantida por um dos métodos seguintes:

a) Medidas que impeçam a corrente de defeito de percorrer o corpo humano ou o corpo de um animal;

b) Limitação da corrente de defeito que possa percorrer o corpo a um valor inferior ao da corrente de choque;

c) Corte automático, num tempo determinado, após o aparecimento de um defeito susceptível de, em caso de contacto com as massas, ocasionar a passagem através do corpo de uma corrente de valor não inferior ao da corrente de choque.

Protecção contra os choques eléctricos

Correntes de fuga

Tipos de equipamentos	Valores de corrente estipulada de equipamentos (A)	Valores máximos de correntes de fuga
• Equipamentos ligados a tomadas monofásicas ou multifásicas de corrente estipulada menor ou igual a 32 A	• < 4 • > 4 e < 10 • > 10	• 2 mA • 0,5 mA / A • 5 mA
• Equipamentos ligados a tomadas monofásicas ou multifásicas de corrente estipulada maior que 32 A • Equipamentos para montagem permanente	• < 7 • > 7 e < 20 • > 20	• 3,5 mA • 0,5 mA / A • 10 mA
• Telecopiador (fax)	Não especificados	• 0,5 – 1mA
• Impressoras	Não especificados	• < 1 mA
• Posto de trablho informático completo	Não especificados	• 1 – 3 mA
• Fotocopiadoras	Não especificados	• 0,5 – 1,5 mA
• Filtros monofásicos ou trifásicos	Não especificados	• 1 mA por receptor

Protecção contra os choques eléctricos

413— Protecção contra os contactos indirectos.

413.1 — Protecção por corte automático da alimentação.
413.2 — Protecção por utilização de equipamentos da classe II ou por isolamento equivalente.
413.3 — Protecção por recurso a locais não condutores.
413.4 — Protecção por ligações equipotenciais locais não ligadas à terra.
413.5 — Protecção por separação eléctrica.



Choques eléctricos e Classes de Isolamento

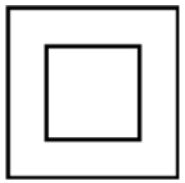
Classe de isolamento consiste no modo como num equipamento é feita a protecção contra o choque eléctrico.

- **Classe 0** – equipamento no qual a protecção contra o choque eléctrico depende apenas do seu isolamento, as partes condutoras acessíveis não estão ligadas ao circuito de terra de protecção (PROIBIDO na maioria dos países)

- **Classe I** – equipamento no qual a protecção contra o choque eléctrico não depende unicamente do isolamento principal, mas inclui uma protecção adicional, em que todas as partes condutoras acessíveis estão ligadas ao circuito de terra de protecção



- **Classe II** – equipamento no qual a protecção contra o choque eléctrico não depende unicamente do isolamento principal, mas inclui uma protecção adicional, como a existência de isolamento duplo ou de isolamento reforçado



- **Classe III** – equipamento no qual a protecção contra o choque eléctrico depende da alimentação a partir de uma tensão baixa de segurança



Cálculo da corrente corporal (exemplo)

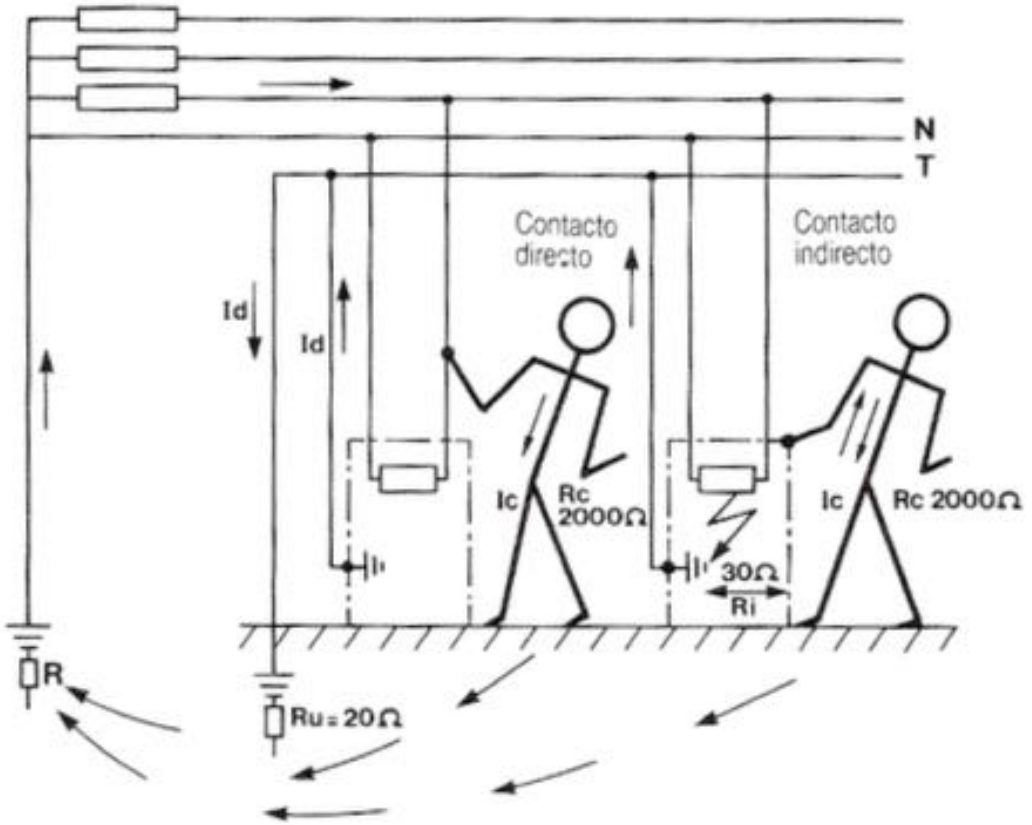
Tensão de rede simples: 230V

Resistência do corpo: 2000 Ω

<u>Contacto directo</u>

Calcular…

- Corrente corporal



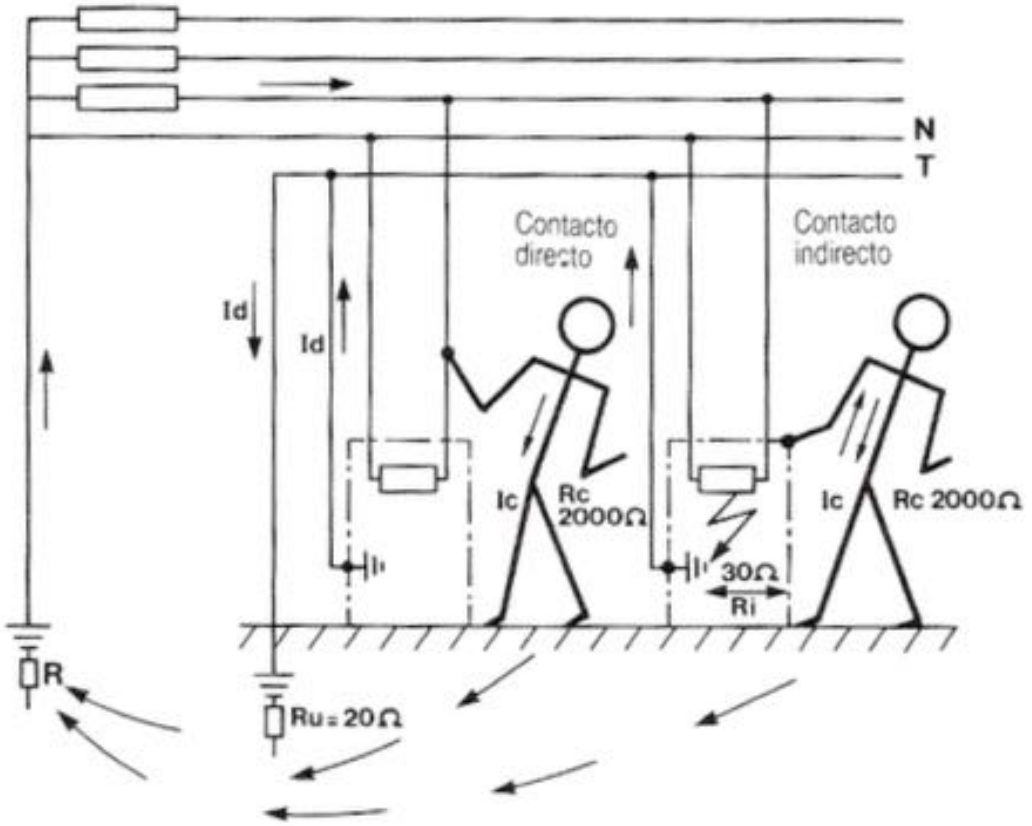
Cálculo da corrente corporal (exemplo)

Tensão de rede simples: 230V

Resistência do corpo: 2000 Ω

<u>Contacto directo</u>

Ic=U/Rc=230/2000=115mA



Cálculo da corrente corporal (exemplo)

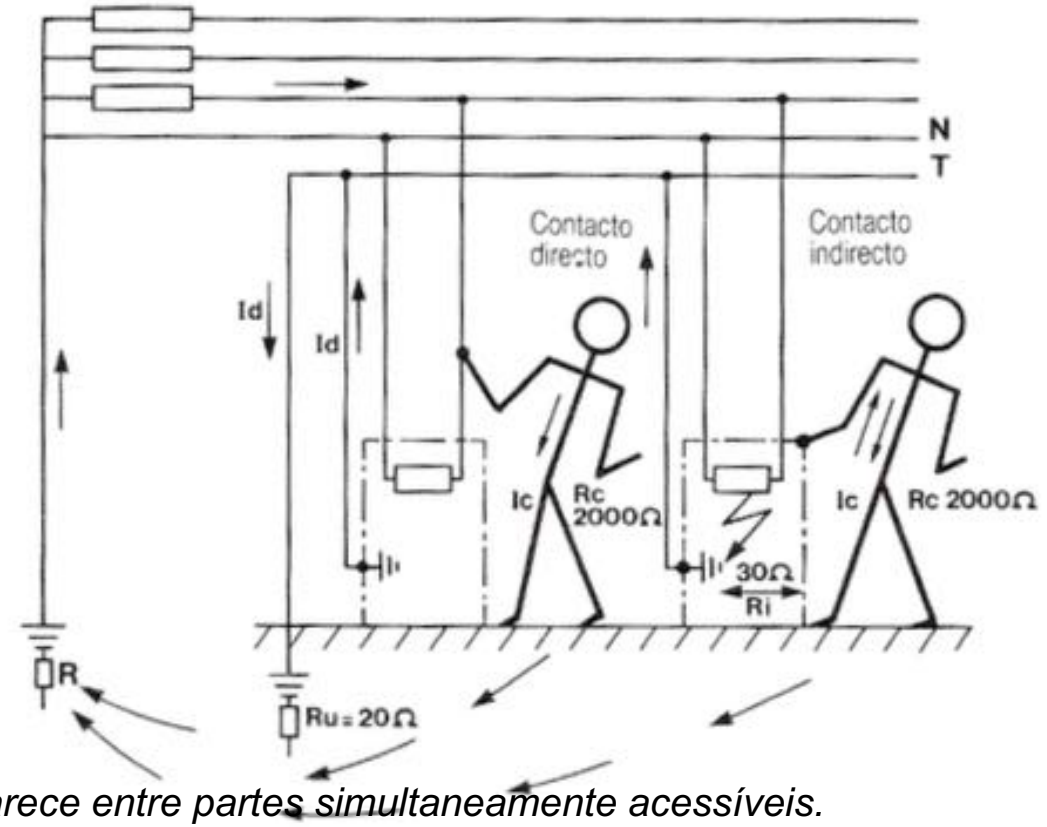
Tensão de rede simples: 230V

Resistência do corpo: 2000 Ω

<u>Contacto indirecto</u>

Calcular…

- Corrente de defeito
- Tensão de contacto
- Corrente corporal



*234.2 — **<u>Tensão de contacto</u>** (826-02-02).*
Tensão que, em caso de defeito do isolamento, aparece entre partes simultaneamente acessíveis.
234.3 — Tensão de contacto presumida (826-02-03).
Tensão de contacto mais elevada susceptível de aparecer numa instalação eléctrica em caso de um defeito de impedância desprezável.

Cálculo da corrente corporal (exemplo)

Tensão de rede simples: 230V

Resistência do corpo: 2000 Ω

<u>Contacto indirecto</u>

Resist. do eléctrodo de terra: 20 Ω

Resist. do invólucro do equip.: 30 Ω

Corrente de defeito

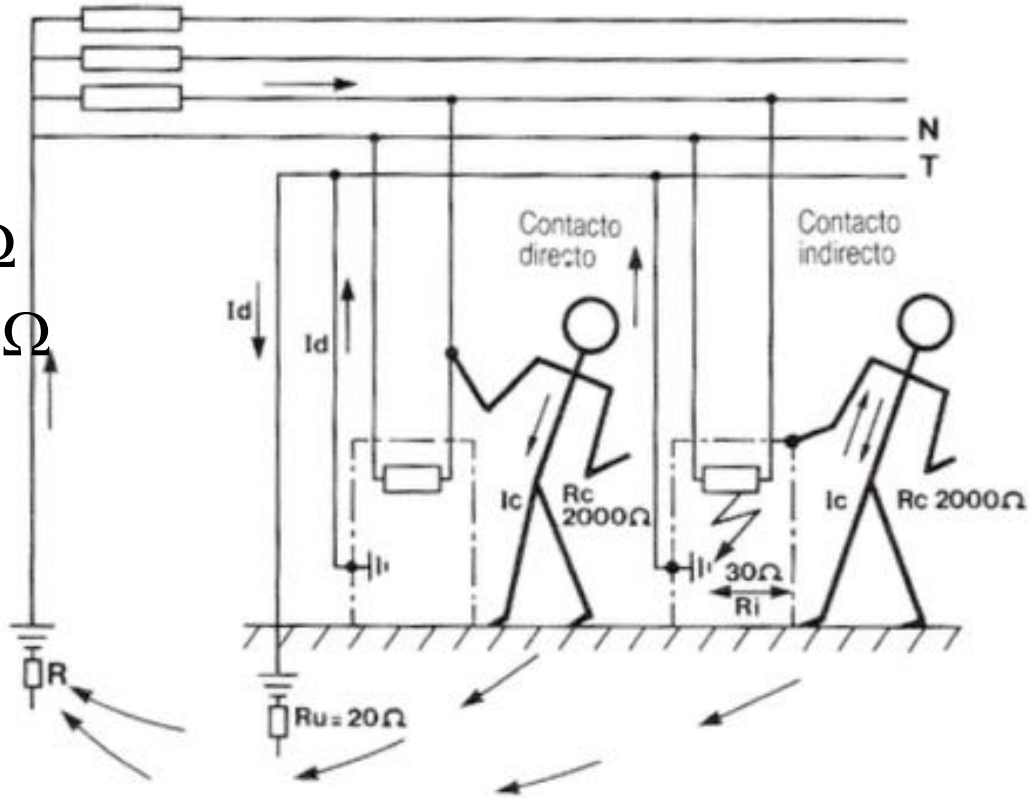
Id=U/(Ru+Ri)=230/(20+30)=4,6A

Tensão de contacto

Uc=Ru*Id=20*4,6=92V

Corrente corporal

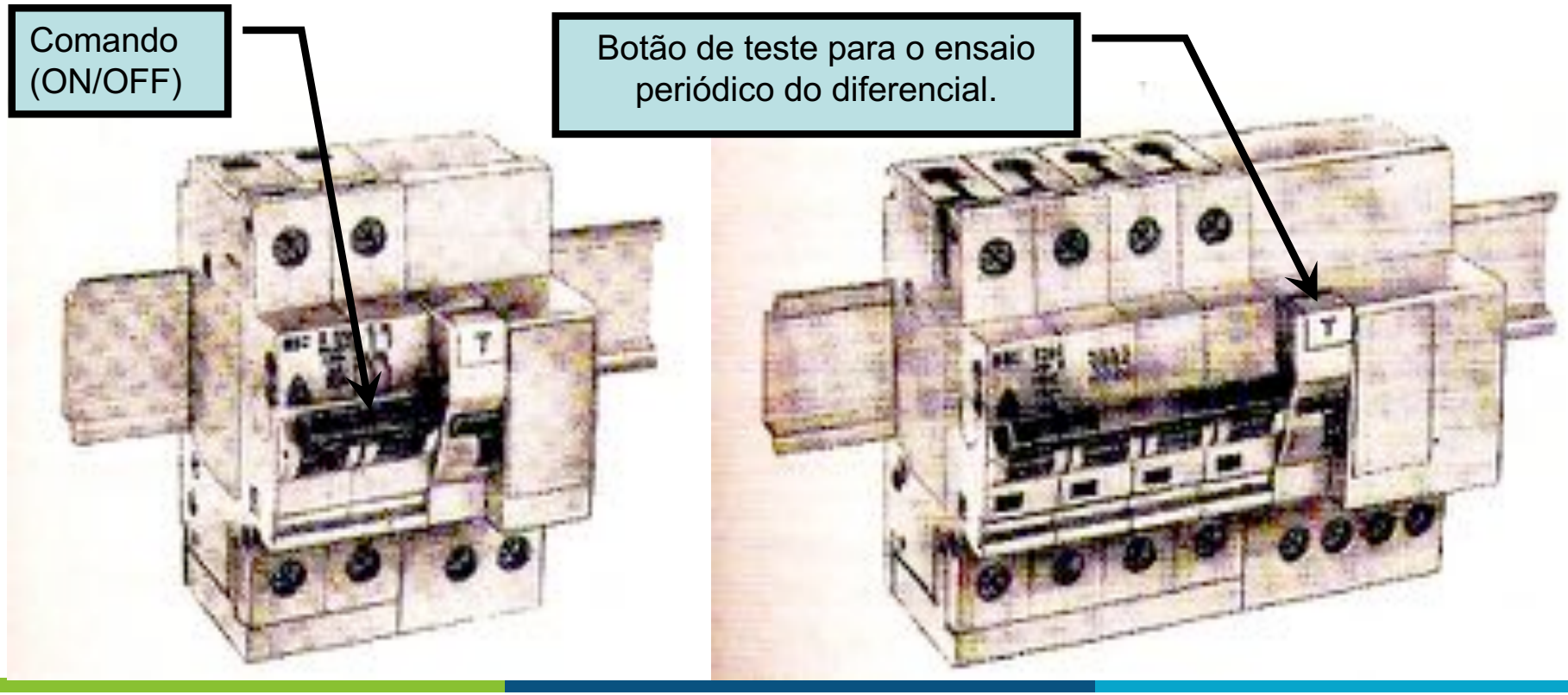
Ic=Uc/Rc=92/2000=46mA



Contacto da mão ou pé (isolado com borracha): tipicamente 20 MΩ
Contacto do pé através de sapato de sola (piso seco): 100kΩ a 500kΩ
Contacto do pé através de sapato de sola (piso molhado): 5kΩ a 20kΩ

Protecção contra contactos indirectos

Para protecção das pessoas contra os contactos indirectos as Regras Técnicas das Instalações Eléctricas de Baixa Tensão preconizam essencialmente medidas preventivas que podem ser complementadas pela instalação de dispositivos diferenciais.



Regimes de neutro em BT

Antes de abordar as medidas de protecção contra contactos indirectos enunciam-se sucintamente os regimes de exploração do neutro da instalação, com os quais essas medidas estão relacionadas.

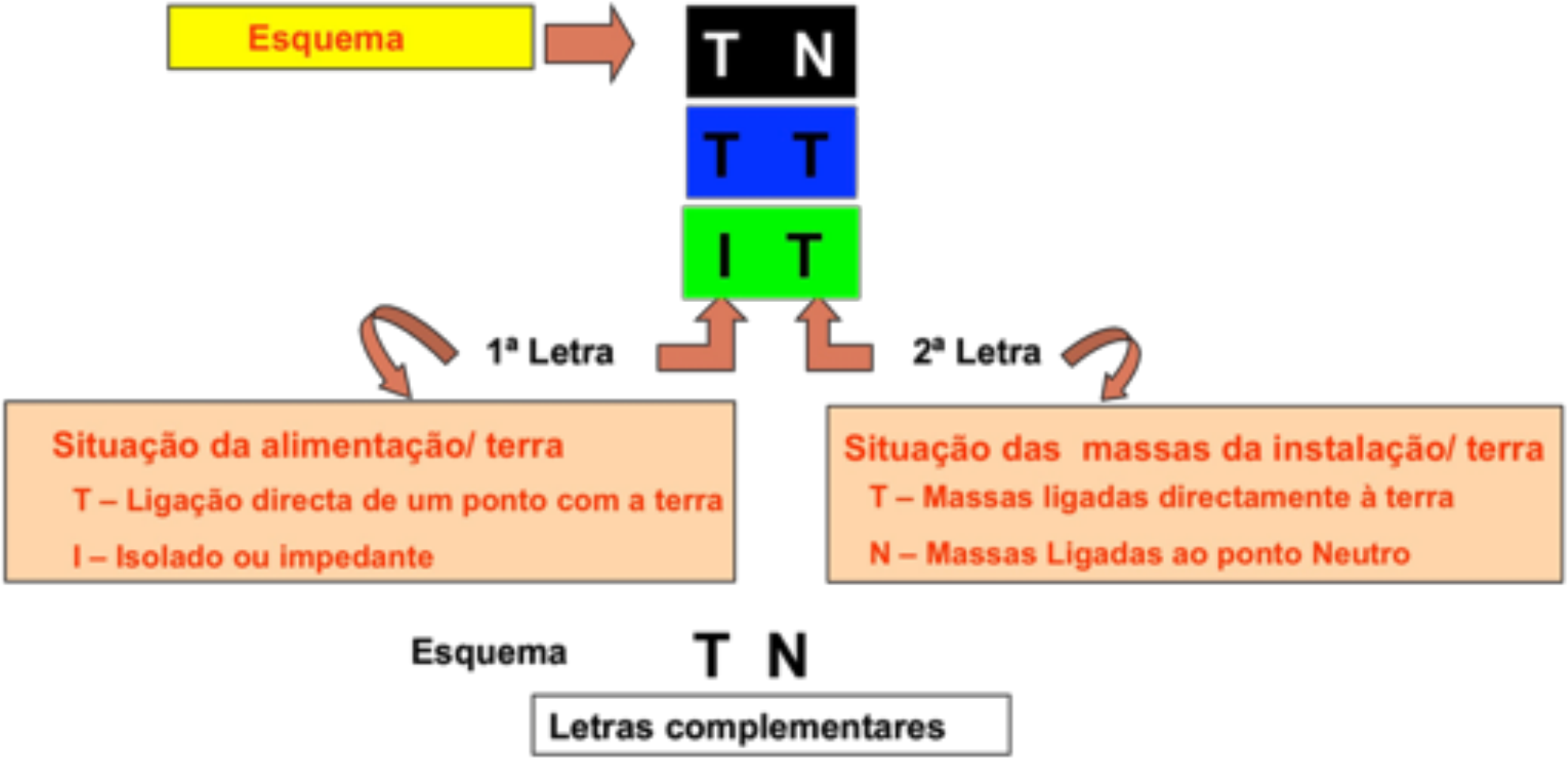
- O esquema do sistema de ligação à terra (ou regime de neutro) caracteriza:
  - O modo de ligação à terra de um dos pontos de alimentação (em geral o neutro),
  - A forma de colocação à terra das massas das utilizações
  - A escolha destas ligações condiciona as medidas de protecção contra contactos indirectos.

Regimes de neutro em BT

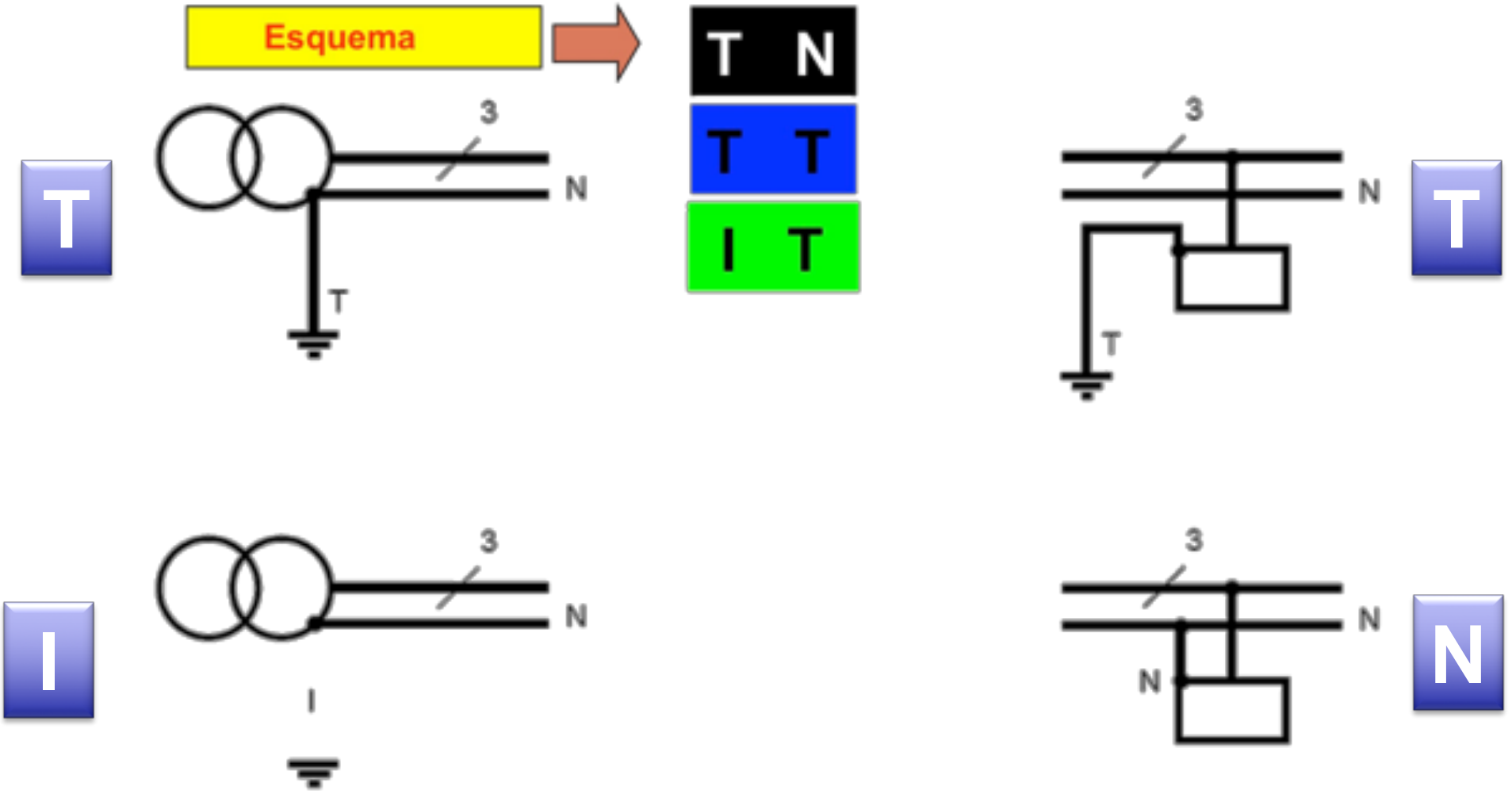
- Em critérios de segurança de pessoas, os sistemas apresentados são equivalentes se todas as regras de instalação forem respeitadas.

- São os imperativos de continuidade de serviço e de condições de exploração que determinam a escolha dos sistemas de ligação à terra (ou regime de neutro)

Regimes de neutro em BT



Regimes de neutro em BT

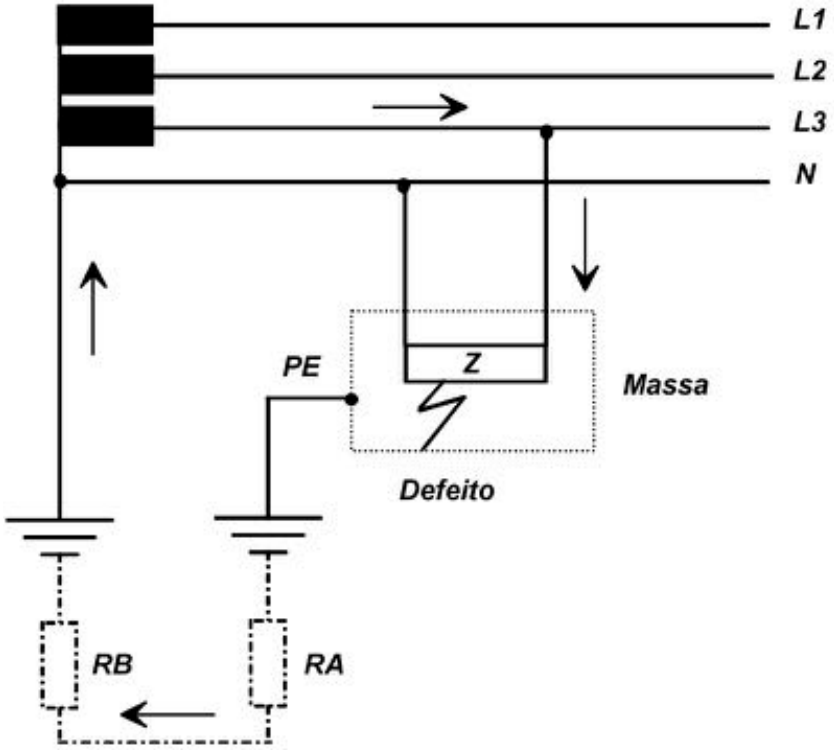


Regimes de neutro em BT

Esquema TT

Esquema TT – Neste esquema existem duas terras distintas, uma para a ligação do neutro e outra para a ligação das massas dos aparelhos eléctricos (caso da maioria das instalações).

- No esquema TT o disparo, obrigatório ao 1º defeito, é eliminado por um dispositivo de corrente residual (diferencial).
- No esquema TT, podem ser utilizados os dispositivos de protecção seguintes:
  - Dispositivos diferenciais, preferenciais;
  - Dispositivos de protecção contra sobreintensidades.



Regimes de neutro em BT

Esquema TT

Esquema TT – Neste ema existem duas terras distintas, uma para do neutro e outra para a ligação das ma os eléctricos (caso da maioria das

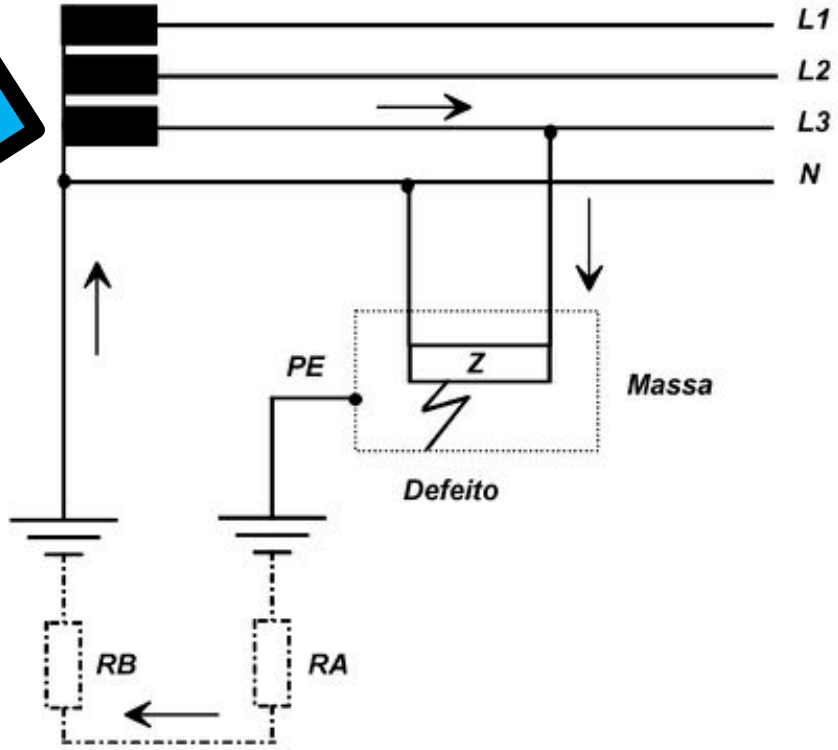
- No e

Nas instalações eléctricas alimentadas a partir de uma rede de distribuição (pública) em baixa tensão, a 230 V, em monofásico ou a 230/400 V, em trifásico, o esquema de ligações à terra deve ser, em regra, o TT...

s de

ivos diferenciais, erenciais;

Dispositivos de protecção contra sobreintensidades.



Cálculo da corrente corporal (exemplo)

Tensão de rede simples: 230V

Resistência do corpo: 2000 Ω

<u>Contacto indirecto</u>

Resist. do eléctrodo de terra: 20 Ω

Resist. do invólucro do equip.: 30 Ω

Corrente de defeito

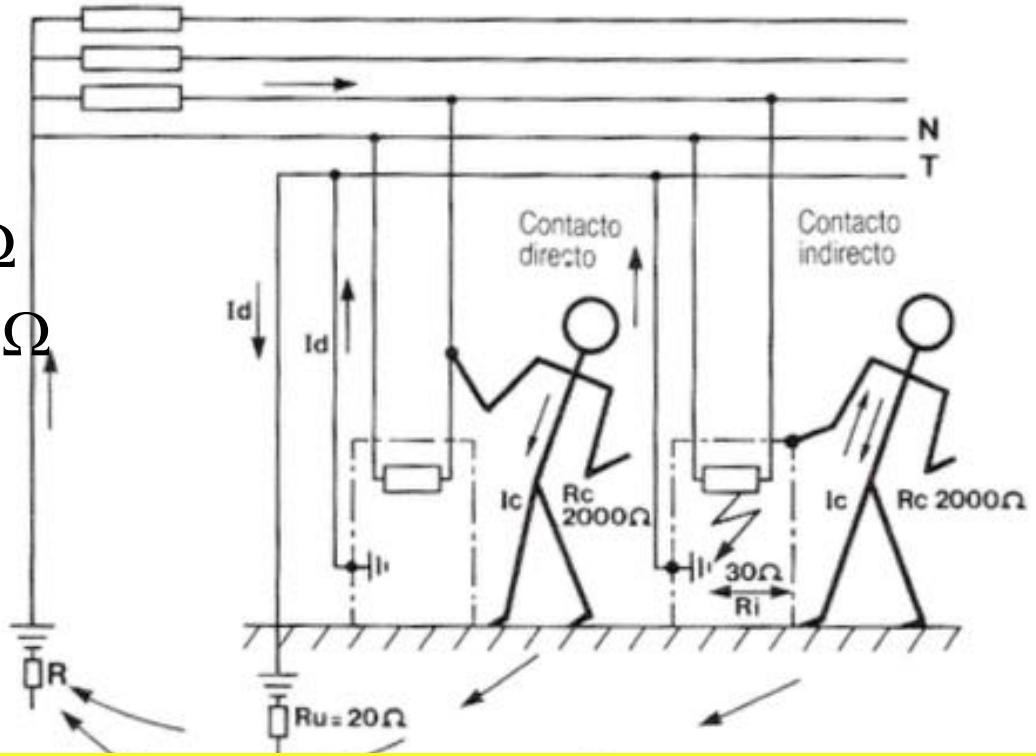
Id=U/(Ru+Ri)=230/(20+30)=4,6A

Tensão de contacto

Uc=Ru*Id=20*4,6=92V

Corrente corporal

Ic=Uc/Rc=92/2000=46mA



Como as correntes de defeito são mais baixas, existe a necessidade de considerar, pelo menos, um dispositivo de protecção diferencial.

Cálculo da corrente corporal (exemplo)

Tensão de rede simples: 230V

Resistência do corpo: 2000 Ω

<u>Contacto indirecto</u>

Resist. do eléctrodo de terra: 20 Ω

Resist. do invólucro do equip.: 30 Ω

Corrente de defeito

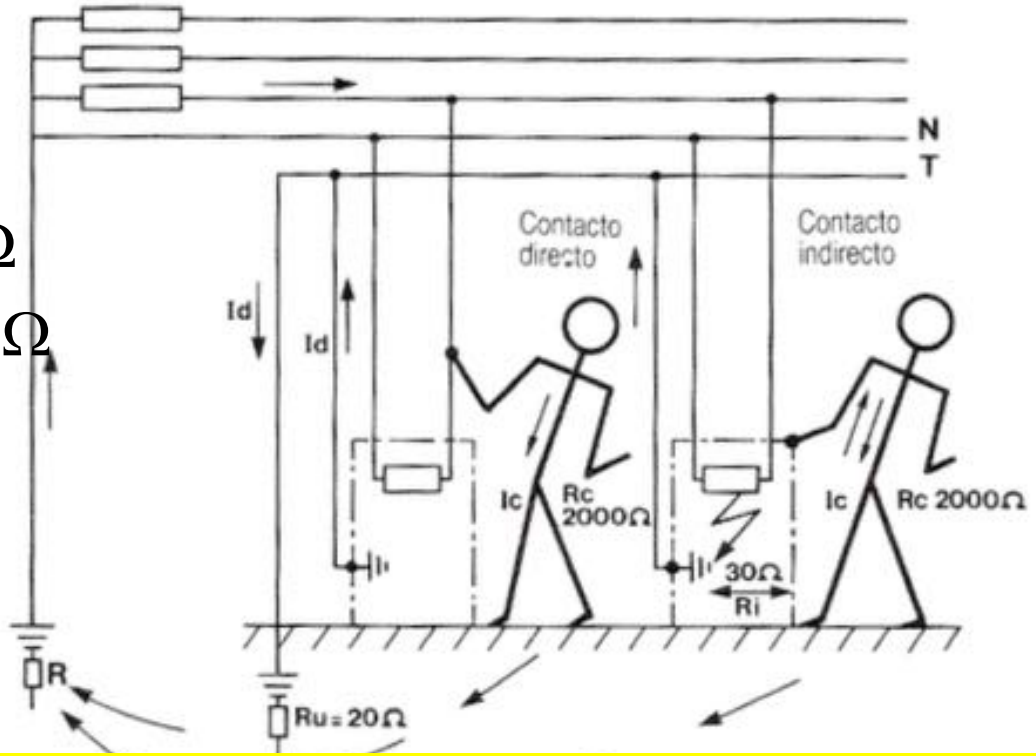
Id=U/(Ru+Ri)=230/(20+30)=4,6A

Tensão de contacto

Uc=Ru*Id=20*4,6=92V

Corrente corporal

Ic=Uc/Rc=92/2000=46mA



O uso de **<u>vários</u>** dispositivos de protecção diferencial aumenta a **continuidade de serviço** da instalação eléctrica.

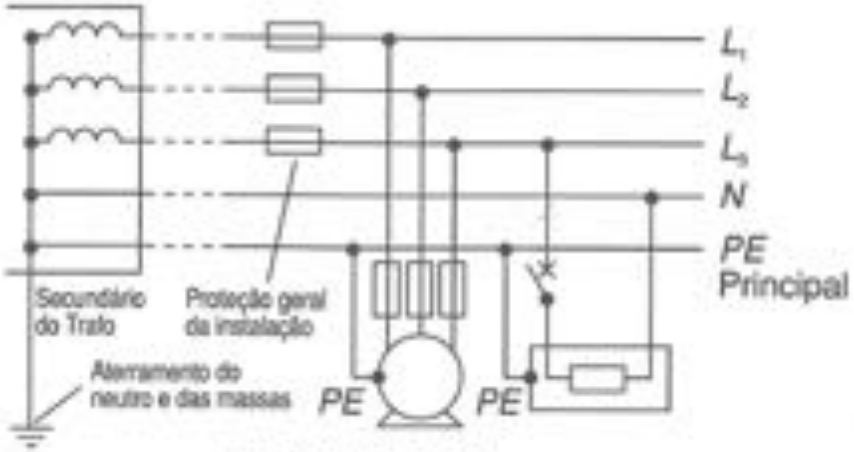
Regimes de neutro em BT

Esquema TN

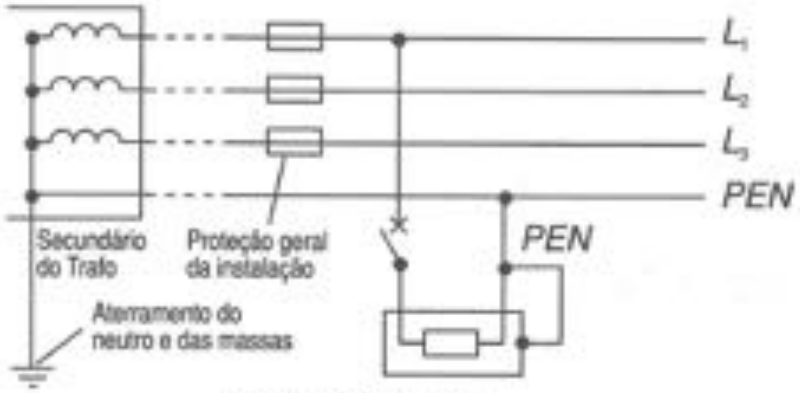
- Esquema TN – O sistema de exploração de uma instalação eléctrica em TN é concebido de tal forma que o ponto neutro de alimentação (transformador) é ligado directamente à terra e as massas dos aparelhos eléctricos são ligadas ao condutor PEN, sendo este por sua vez ligado ao neutro no transformador.
  - Esquema TN-S - onde um condutor de protecção (PE) é distinto do condutor neutro (N) sendo utilizado na totalidade do esquema;
  - Esquema TN-C-S - onde as funções de neutro e de protecção estão combinadas num único condutor apenas numa parte do esquema;
  - Esquema TN-C - onde as funções de neutro e de protecção (PEN) estão combinadas num único condutor na totalidade do esquema.

Regimes de neutro em BT

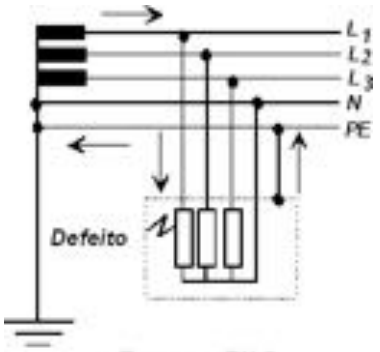
Esquema TN



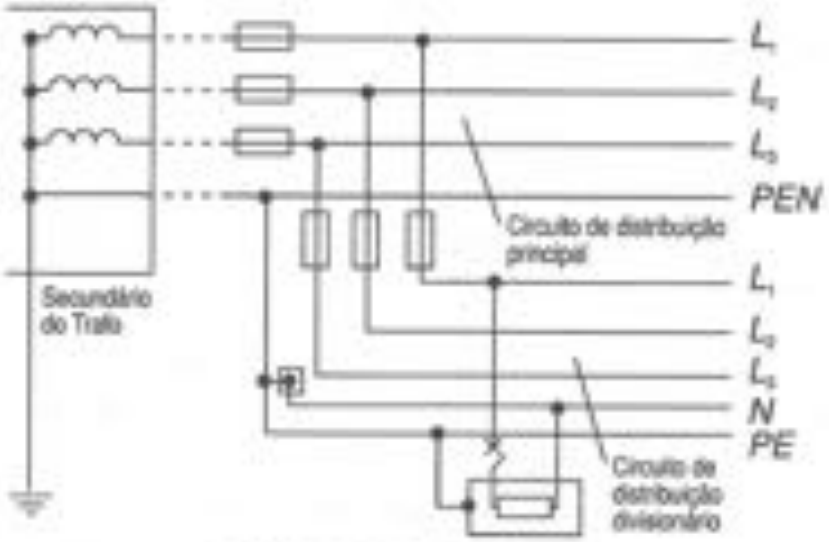
ESQUEMA TN-S



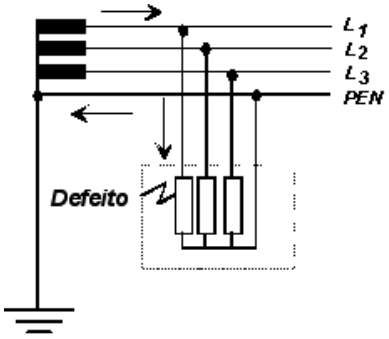
ESQUEMA TN-C



Esquema TN-S



ESQUEMA TN-C-S



Esquema TN-C

Regimes de neutro em BT

Esquema TN

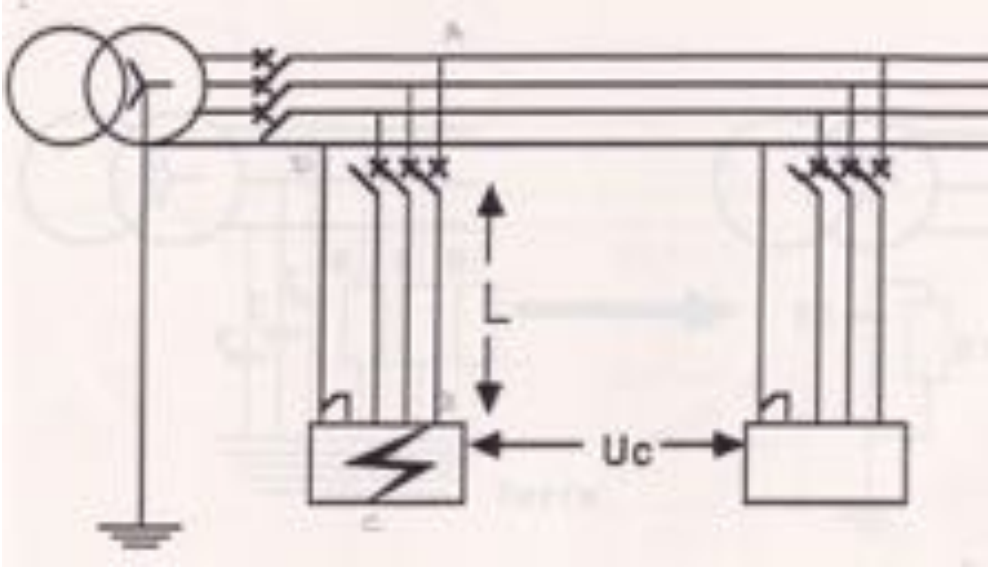
- Neste esquema o disparo é obrigatório ao 1º defeito de isolamento, eliminado pelos dispositivos de protecção contra sobreintensidades.

- No esquema TN, podem ser utilizados os dispositivos de protecção seguintes:
  - Dispositivos de protecção contra sobreintensidades;
  - Dispositivos diferenciais, com as limitações seguintes:
    - no esquema TN-C-S, quando utilizados não deve existir condutor PEN a jusante destes dispositivos;
    - no esquema TN-C, não devem ser utilizados.

- A ligação do condutor de protecção ao condutor PEN deve ser feita a montante do dispositivo diferencial.

Regimes de neutro em BT

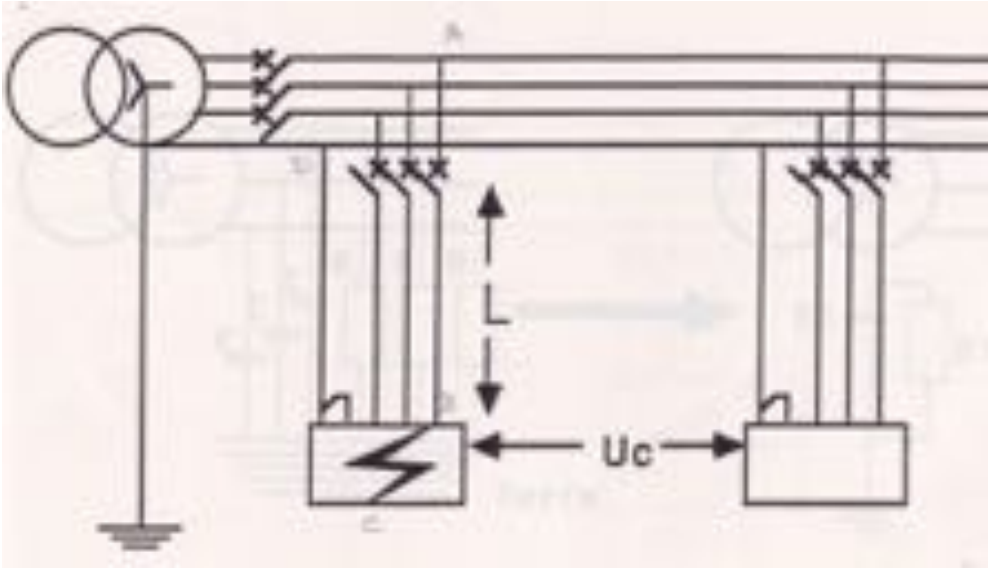
Esquema TN



Como são as correntes de defeito?

Regimes de neutro em BT

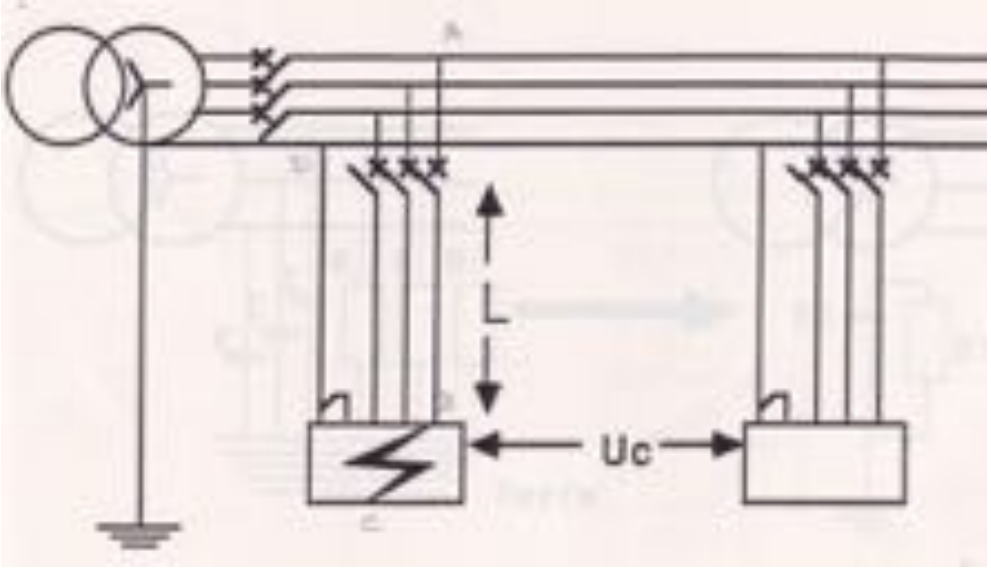
Esquema TN



- NOTAR QUE UM DEFEITO À MASSA É UM CURTO-CIRCUITO FRANCO **FASE-NEUTRO**, LOGO PODEM SER DISPENSADOS OS DIFERENCIAIS
- AS CORRENTES DE DEFEITO SÃO **ELEVADAS** (pois correspondem a curto-circuitos do tipo FASE-NEUTRO)

Regimes de neutro em BT

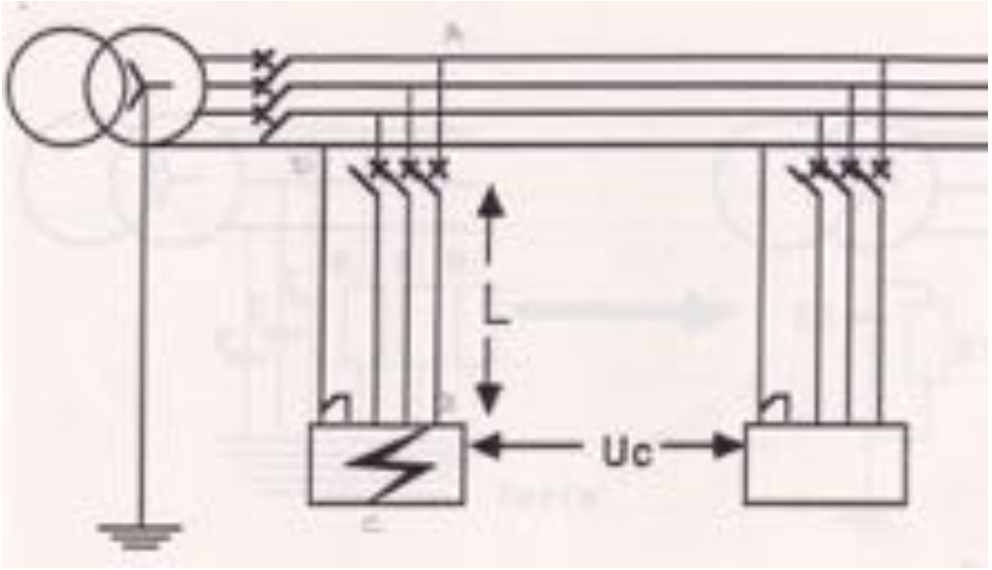
Esquema TN



- Á medida que aumenta o comprimento da instalação diminui a corrente de defeito e o disjuntor (que protege contra sobreintensidades) pode não disparar…
- Isto pode ser um problema grave em instalações sujeitas a posterior expansão...

Regimes de neutro em BT

Esquema TN



$$L \leq \frac{0{,}8\, U_o\, S_F}{\rho\,(1+\ m)\, I_N} \qquad m = \frac{S_F}{S_{PE}} \qquad I_{DEF} = \frac{U}{\rho\frac{L}{S_F} + \rho\frac{L}{S_{PE}}}$$

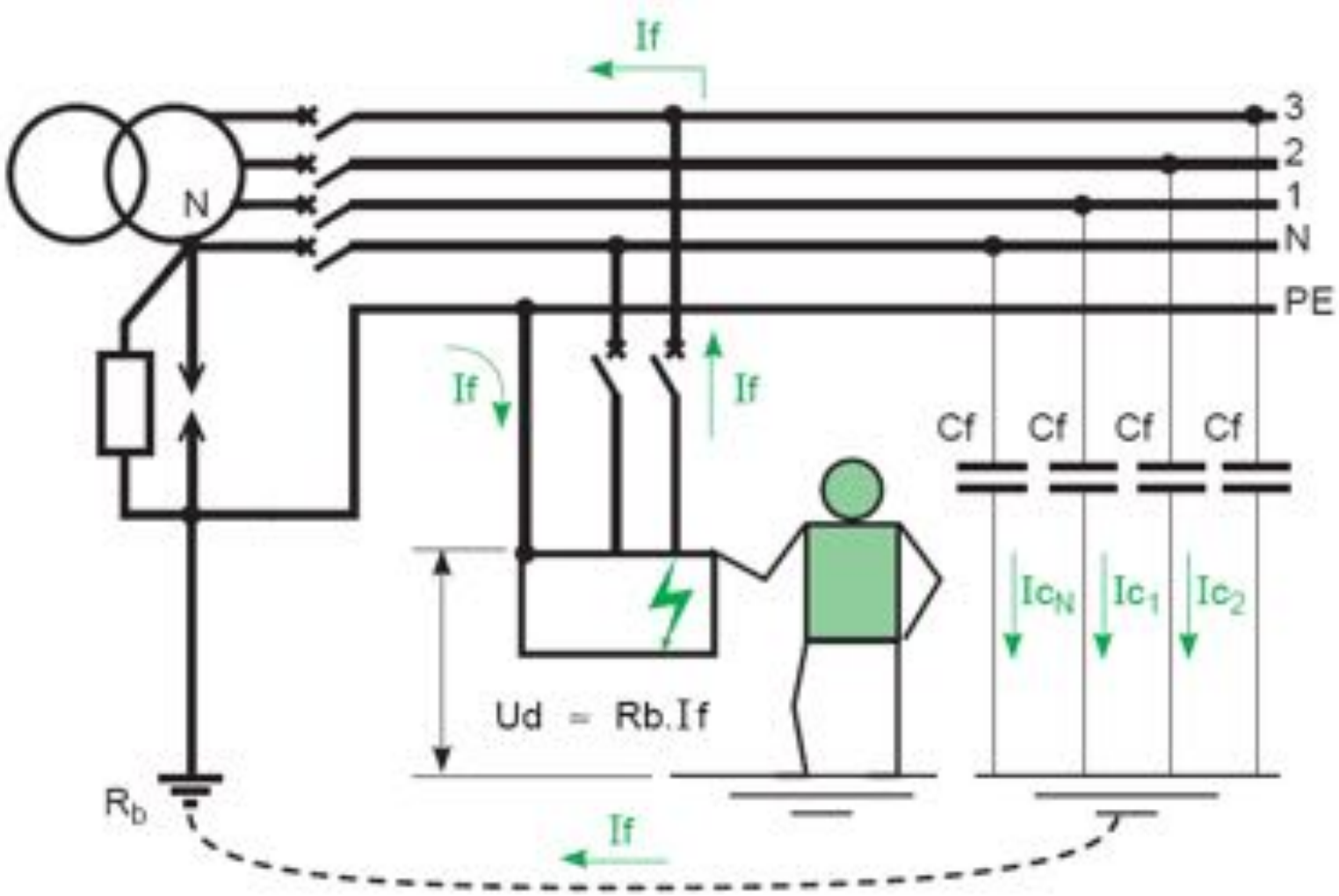
Regimes de neutro em BT

Esquema IT

- Esquema IT- É concebido por forma a que o neutro se encontre isolado da Terra ou ligado a esta através de uma impedância e as massas estão ligadas a uma terra distinta do neutro.
  - O ponto neutro do transformador BT não está ligado à terra
  - As massas das utilizações são ligadas pelo condutor PE à terra
  - É recomendado não distribuir o neutro
  - Deve ser usado limitador de sobretensões
  - Todas as massas devem estar interligadas

Regimes de neutro em BT

Esquema IT



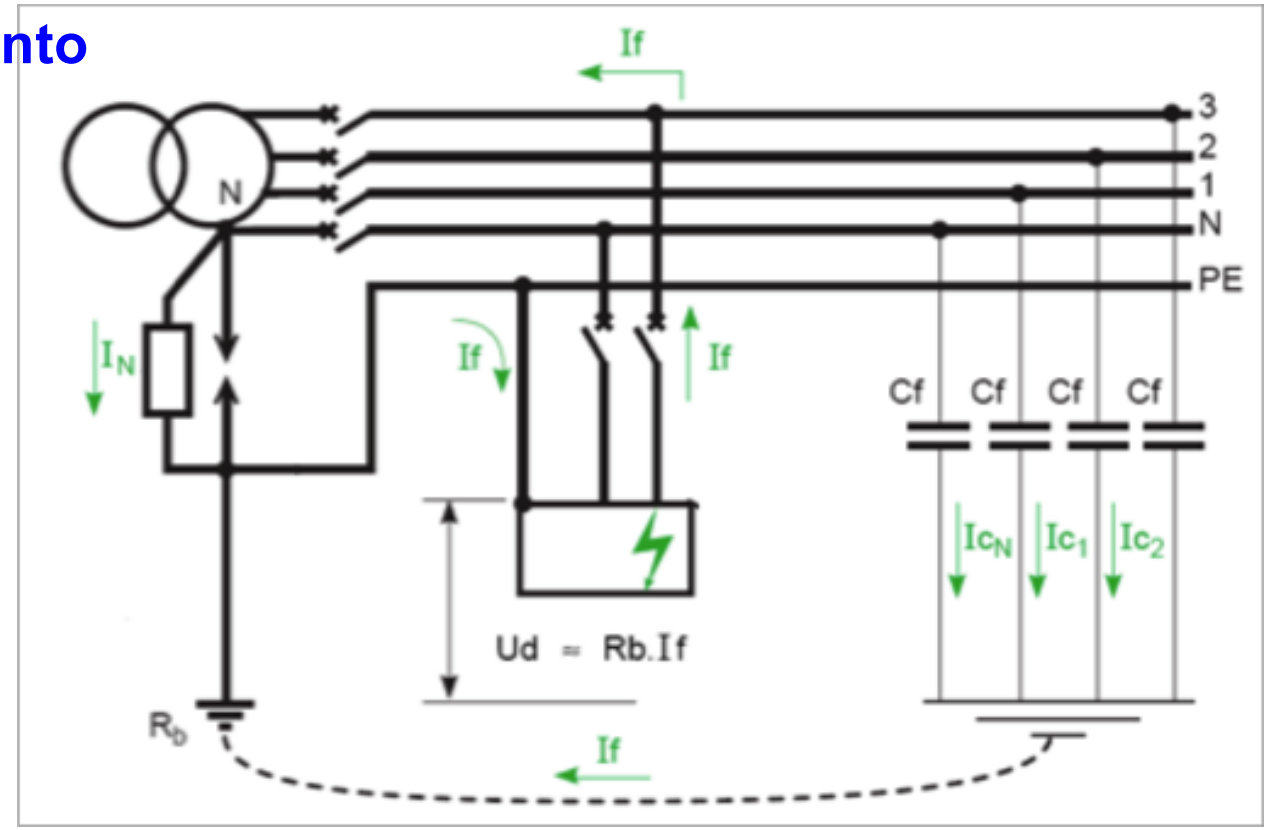
Regimes de neutro em BT

Esquema IT

Esquema IT - Comportamento no 1º defeito

Como a corrente de defeito é muito pequena (limitada pela impedância capacitiva do isolamento dos cabos), a tensão de contacto é também muito baixa.

A instalação pode continuar a funcionar...



Uma instalação 230/400V com um comprimento de 1Km apresenta como valores tipicos da tensão de contacto (Ud), em caso de defeito, 0,7V para um electrodo de terra de 10Ω

Regimes de neutro em BT

Esquema IT

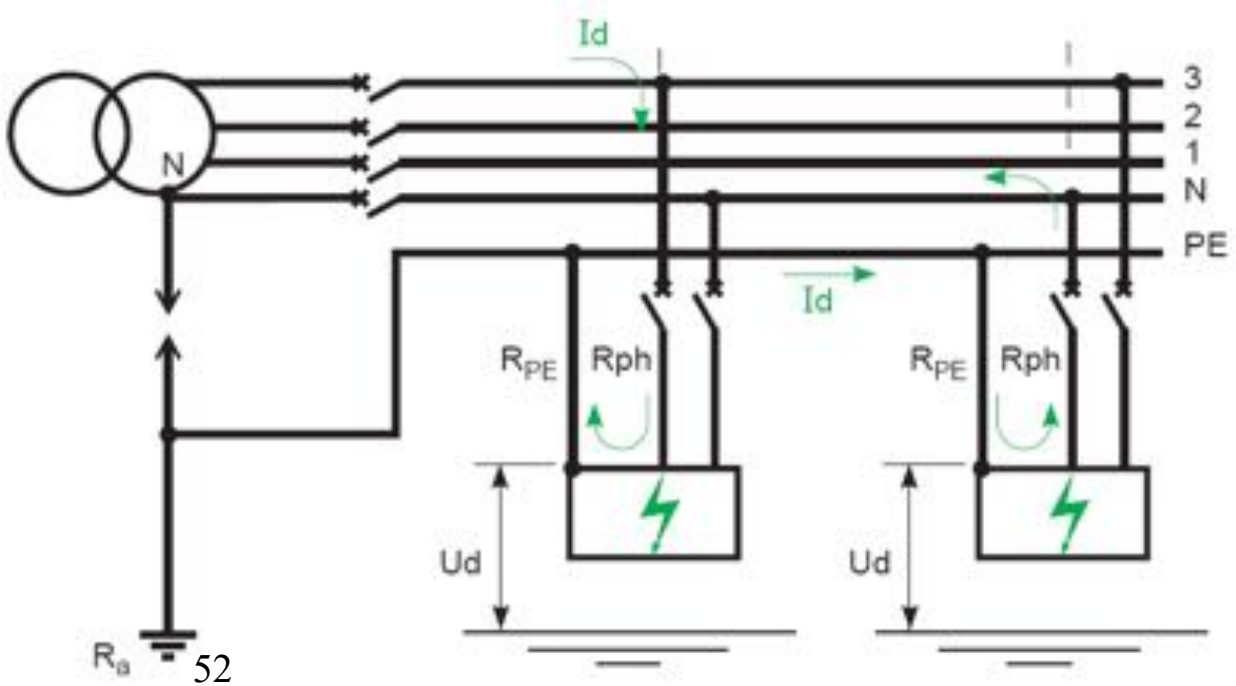
Esquema IT – Comportamento no 2º defeito

Defeito na mesma fase

A operação da instalação pode continuar (nada acontece)

Defeito noutra fase

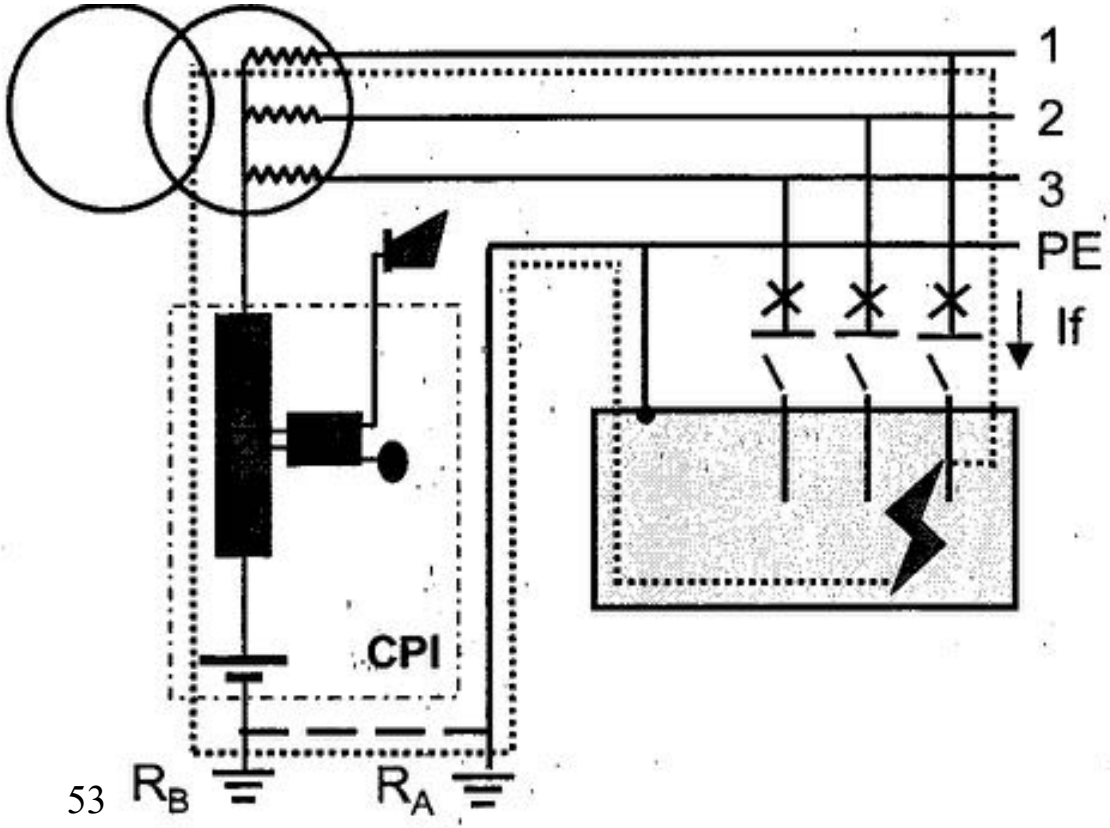
Ocorre um defeito fase-fase (comportamento semelhante ao sistema TN)



Regimes de neutro em BT

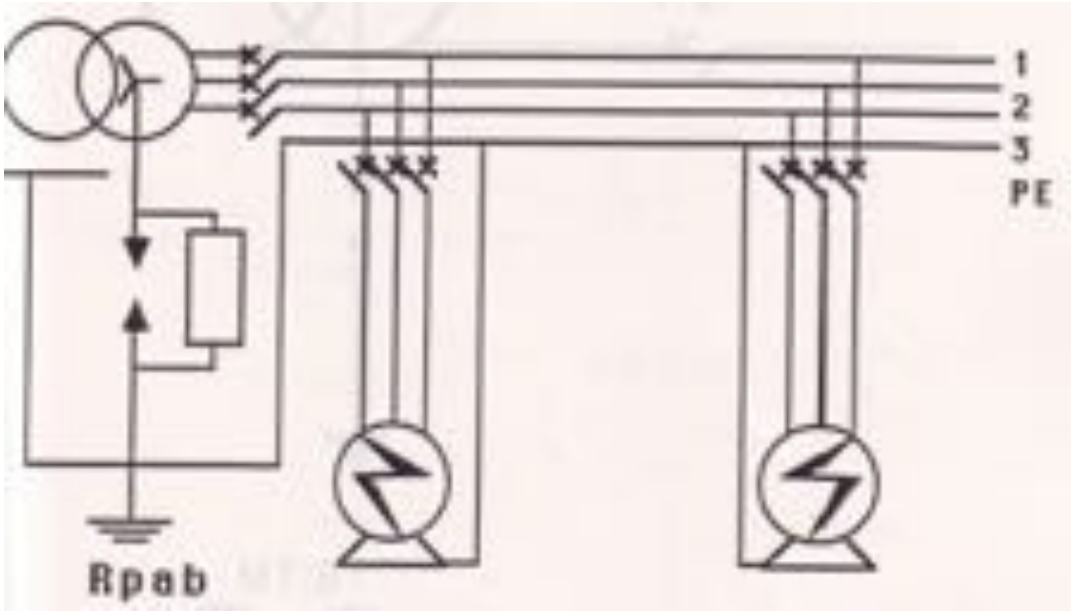
Esquema IT

- O disparo é obrigatório ao 2º defeito (sistema de neutro utilizado em blocos operatórios de hospitais), eliminado pelos dispositivos de protecção contra sobreintensidades.
- Deve ser utilizado permanente um controlador de isolamento para detecção e consequente anulação do 1º defeito (continuidade de serviço).



Regimes de neutro em BT

Esquema IT



$$L \leq \frac{0{,}8\, U_c\, S_F}{\rho\,(1+m)\, I_N} \qquad m = \frac{S_F}{S_{PE}}$$

Regimes de neutro em BT

	Vantagens	Inconvenientes
TT	• Fácil selectividade • Correntes de defeito pequenas	• 5 condutores • Protecção diferencial • Aparelhos de 4 polos
TN	• Mais Económico: 4 condutores nas grandes grandes secções e aparelhos de 3 polos • Protecção de pessoas = Protecção curto-circuito	• Ampliação implica estudar as alterações • Correntes de defeito elevadas • Boa rede de terras
IT	• Boa continuidade de serviço • Correntes de defeito pequenas (1º defeito)	• Obriga a equipa de manutenção • Caro (custos de instalação) • Sensível a sobretenções

Regimes de neutro em MT

	Neutro isolado	Neutro à terra	Neutro Impedante
Limitação das sobretensões transitórias	Baixa	Elevada	Elevada
Funcionamento possível com defeito à terra	Nem sempre	Não	Nem sempre
defeito à terra podem auto extinguir-se	Nem sempre	Não	Nem sempre
Segurança do pessoal	Média	Baixa	Média
Sensibilidade da protecção fase terra	Média	Elevada	Média
Interferência com as linhas de comunicação	Média	Elevada	Baixa

Regimes de neutro – Risco de incêndio

Uma corrente de defeito superior a 300mA pode provocar incêndio quando um condutor está em contacto com uma superficie metálica, em instalações vulneráveis (petroquimicas...)

Para sistemas IT o risco de incêndio é:

- Muito baixo para o 1º defeito
- Tão perigoso como no sistema TN, para o 2º defeito

Para sistemas TT (5-50A) e TN (1-100kA) o risco de incêndio é grande (em particular no sistema TN) devido à potência desenvolvida, que se traduz numa grande energia dissipada.

$$P = R_d I_d^2 \qquad E = \int R_d I_d^2 dt$$

Isto obriga a uma rápida eliminação do defeito (em conjugação com valores máximos admissíveis de 300mA)

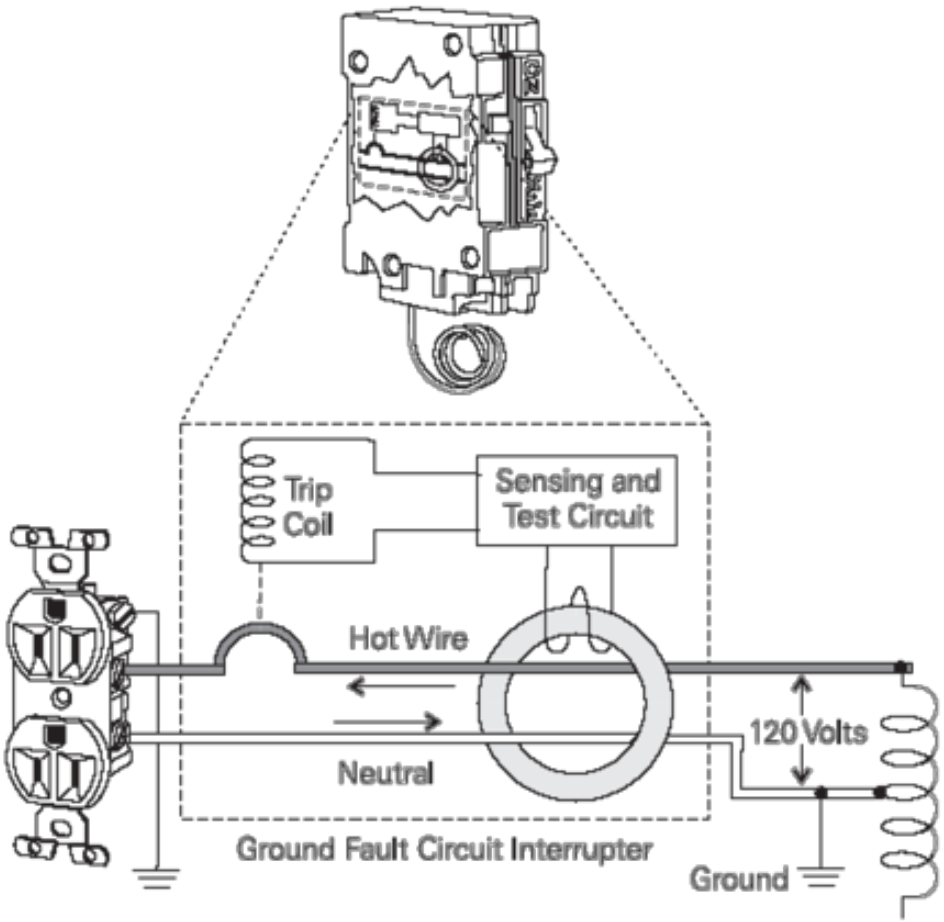
Protecção contra contactos indirectos

Para a protecção das pessoas contra os contactos indirectos, 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 facto 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.



Principio de funcionamento de um aparelho “diferencial”



NA AUSENCIA DE DEFEITO:

$I_F = I_N$(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 acciona o relé. Os contactos continuam fechados. A instalação funciona normalmente.

NA PRESENÇA DE UM DEFEITO DE ISOLAMENTO:

$I_F > I_N$ (existe 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 acciona o relé. Os contactos abrem. A instalação será desligada.

Sensibilidade de um aparelho "diferencial"

A sensibilidade de um aparelho diferencial é o valor da intensidade resultante de um defeito – **intensidade de corrente diferencial - residual IΔn** – que faz abrir obrigatoriamente o circuito defeituoso.

Existem aparelhos diferenciais de alta, média e baixa sensibilidade.

Sensibilidade	Alta (mA)	Média (mA)	Baixa (A)
IΔn	6 – 12 – 30	100 – 300 – 500	1 – 3 – 5 – 10 – 20

413 — Protecção contra os contactos indirectos.
413.1 — Protecção por corte automático da alimentação.
413.1.1 — Generalidades.
413.1.1.1 — Corte da alimentação. Deve existir um dispositivo de protecção que separe automaticamente da alimentação o circuito ou o equipamento quando surgir um defeito entre uma parte activa e uma massa. Esta medida de protecção contra os contactos indirectos destina-se a impedir que, entre partes condutoras simultaneamente acessíveis, possam manter-se, durante um tempo suficiente para criar riscos de efeitos fisiopatológicos perigosos para as pessoas, tensões de contacto presumidas superiores às tensões limites convencionais (UL) seguintes:
a) 50 V em corrente alternada (valor eficaz);
b) 120 V em corrente contínua lisa.

Sensibilidade de um aparelho "diferencial"

A sensibilidade de um aparelho diferencial é o valor da intensidade resultante de um defeito – **intensidade de corrente diferencial - residual IΔn** – que faz abrir obrigatoriamente o circuito defeituoso.

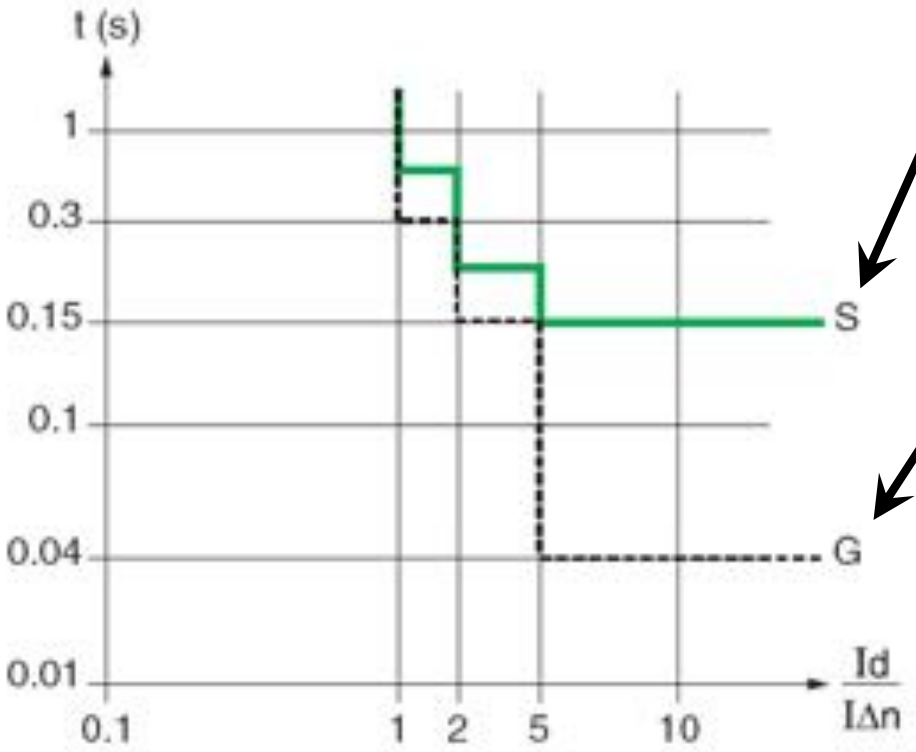
Sensibilidade	Alta (mA)	Média (mA)	Baixa (A)
IΔn	6 – 12 – 30	100 – 300 – 500	1 – 3 – 5 – 10 – 20

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

$$R \times I\Delta n \leq 50V$$

R – Resistência de terra de protecção em Ω.
IΔn – Intensidade de funcionamento do aparelho de protecção ou seja a intensidade diferencial – residual nominal do aparelho diferencial.

Aparelhos diferenciais – caracteristicas de funcionamento

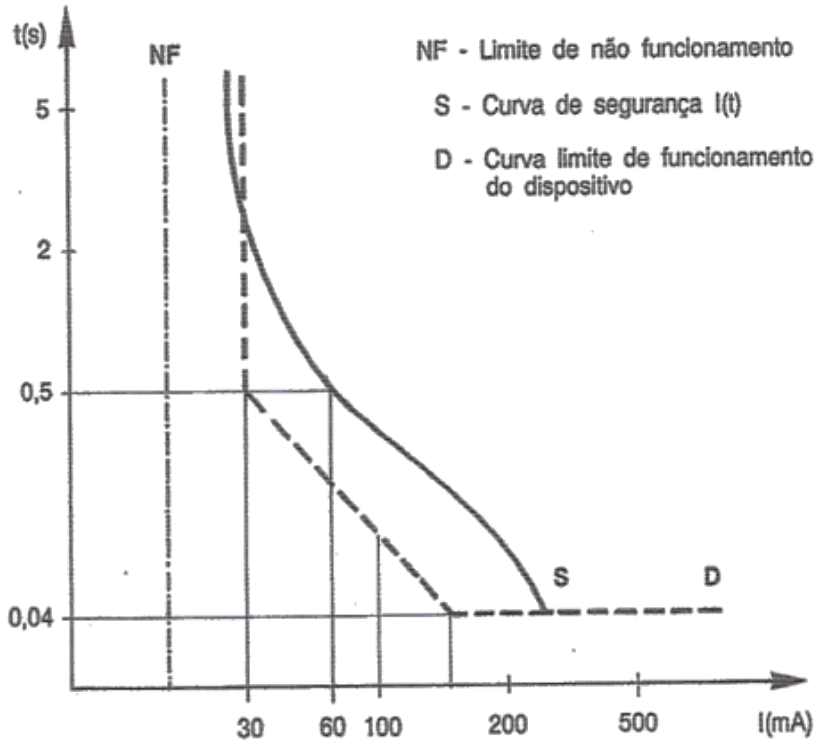


Aparelho diferencial do tipo S (selectivo)

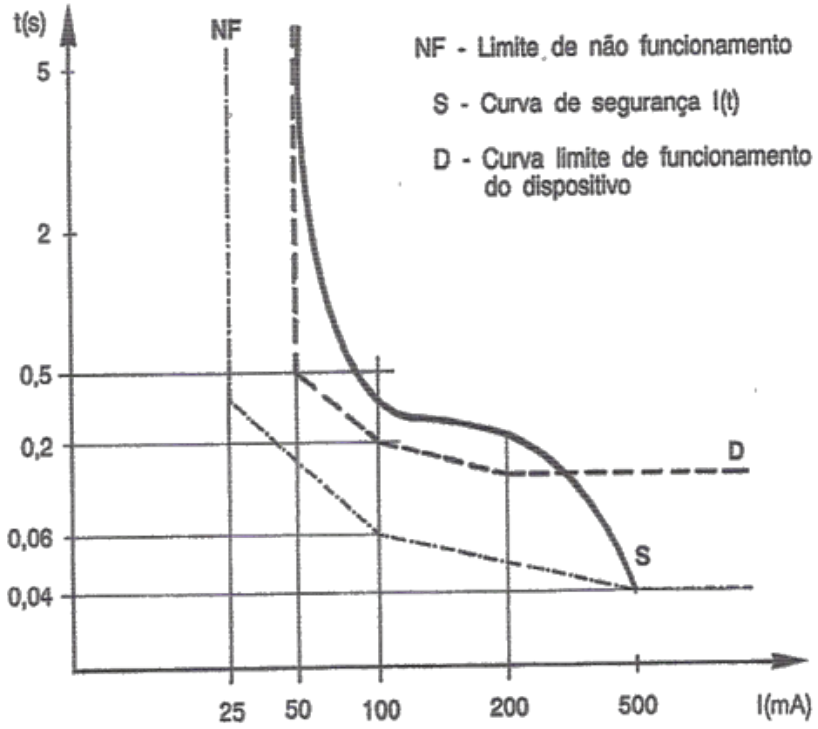
Aparelho diferencial do tipo G (usos gerais)

Os aparelhos do tipo S são selectivos em relação ao tipo G, porque possuem uma temporização de 40mseg compatível com a protecção contra contactos indirectos.

Aparelhos diferenciais – caracteristicas de funcionamento



Aparelho diferencial do tipo G (usos gerais)

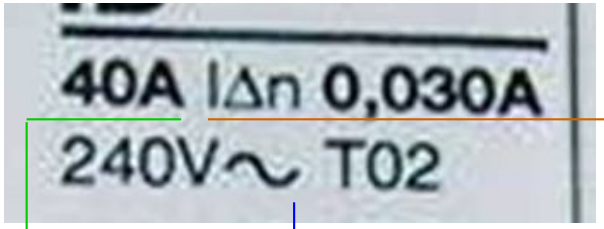


Aparelho diferencial do tipo S (selectivo)

Interruptor diferencial



Interruptor **D**iferencial



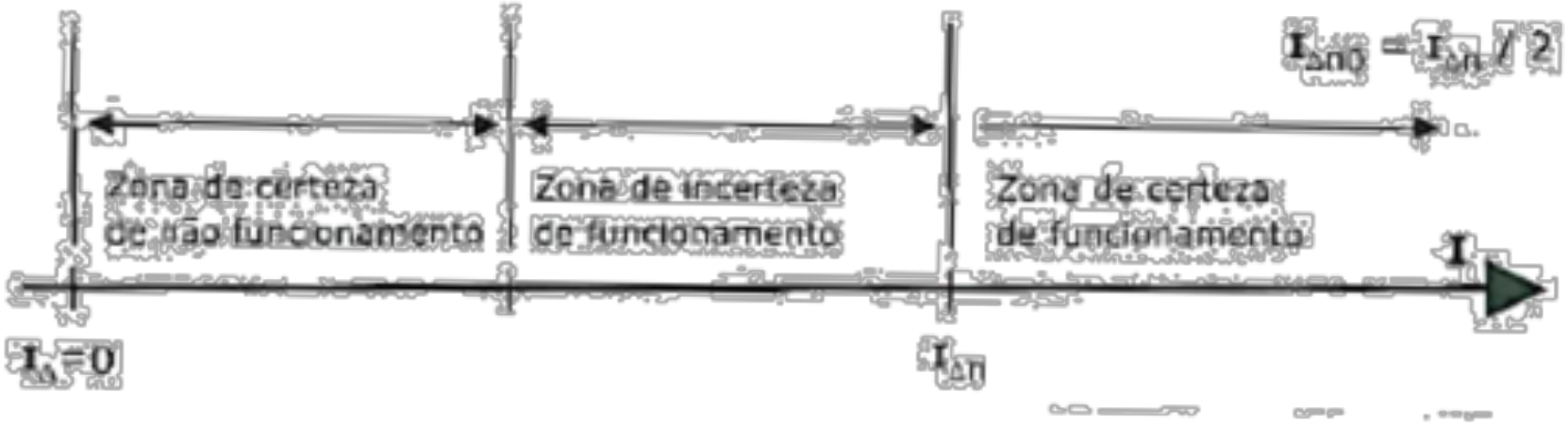
Corrente diferencial 30mA (alta sensibilidade)

Tensão estipulada

Intensidade estipulada

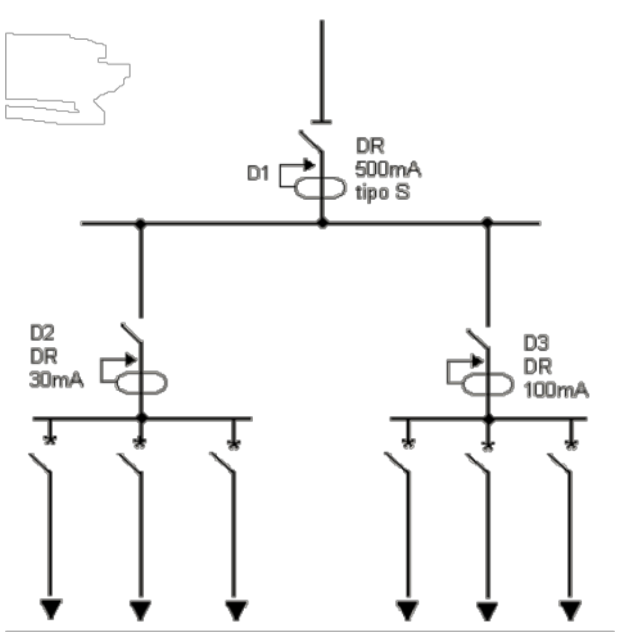
Aparelhos diferenciais – caracteristicas de funcionamento

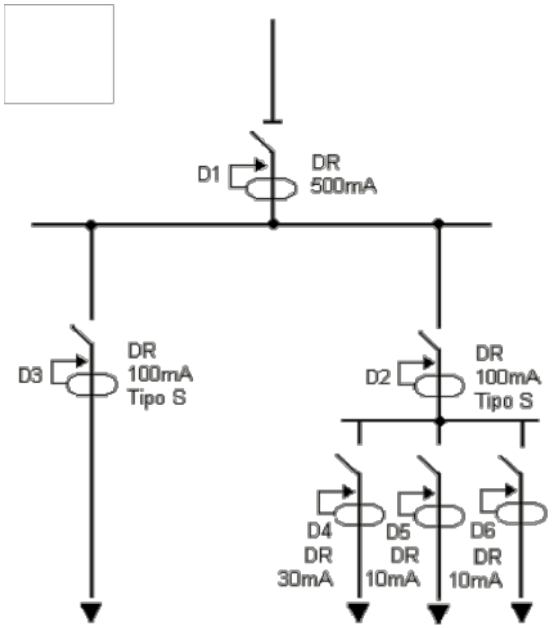
O diagrama de funcionamento de um diferencial é o indicado na figura:



Protecção diferencial - Selectividade

As regras de selectividade entre diferenciais são, na generalidade, cumpridas caso a corrente residual do dispositivo diferencial a montante seja pelo menos **duas vezes** superior à corrente residual dos dispositivos diferenciais instalados a jusante.





Para efectivamente garantir a selectividade entre dispositivos diferenciais é necessário comparar as características de funcionamento dos vários dispositivos instalados em série. A selectividade pode ser total ou parcial. Será total quando for válida para qualquer que seja o valor da corrente de defeito. Será parcial se apenas se verificar para uma gama de correntes, verificando-se neste caso o disparo simultâneo de várias protecções.

Protecção diferencial - Selectividade

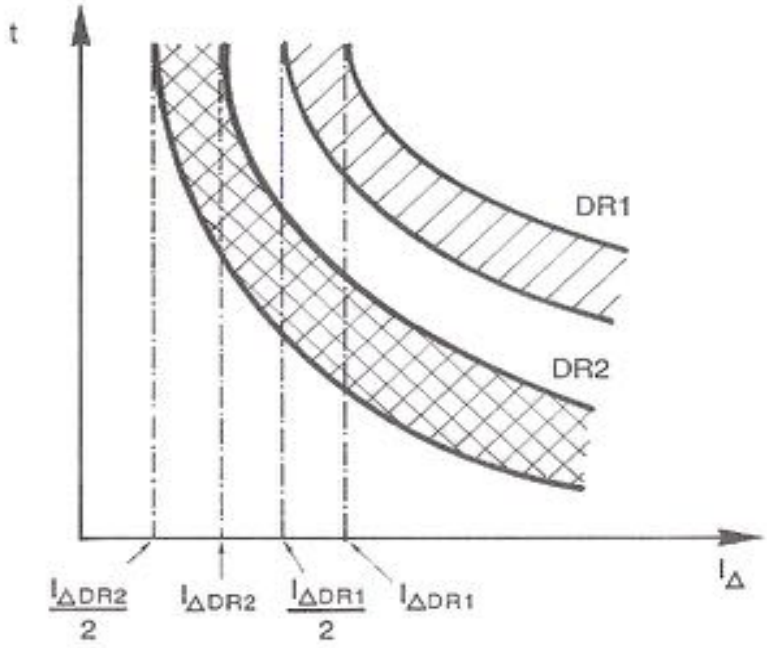
Para garantir a selectividade total entre dois dispositivos diferenciais colocados em série, devem ser satisfeitas, simultaneamente, as condições seguintes:

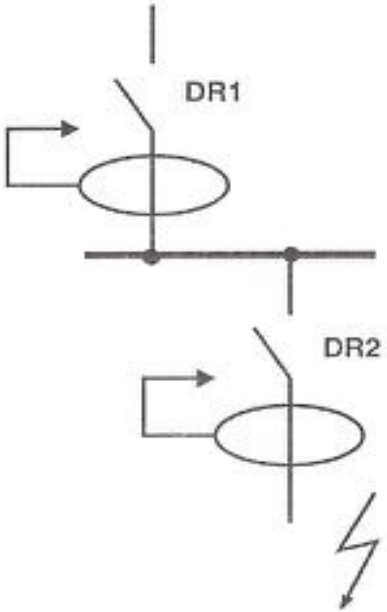
a) A corrente residual/diferencial do aparelho a montante deve ser no mínimo igual ao dobro da equivalente do aparelho a jusante;

b) O tempo limite de não resposta do aparelho a montante tem de ser superior ao tempo de funcionamento do aparelho a jusante, para qualquer valor de defeito à terra.

$$\frac{I_{\Delta DR1}}{2} > I_{\Delta DR2}$$

$$t_{nfDR1} > t_{fDR2}$$





Coordenação de protecções de pessoas contra contactos directos e sobreintensidades

No que se refere à corrente estipulada (NÃO DIFERENCIAL) da protecção diferencial (Ini), esta tem de ser superior à corrente máxima admissível na canalização (Iz) e superior à corrente de regulação ou estipulada do aparelho de protecção contra sobreintensidades (disjuntor) colocado imediatamente a montante (Ir ou In):

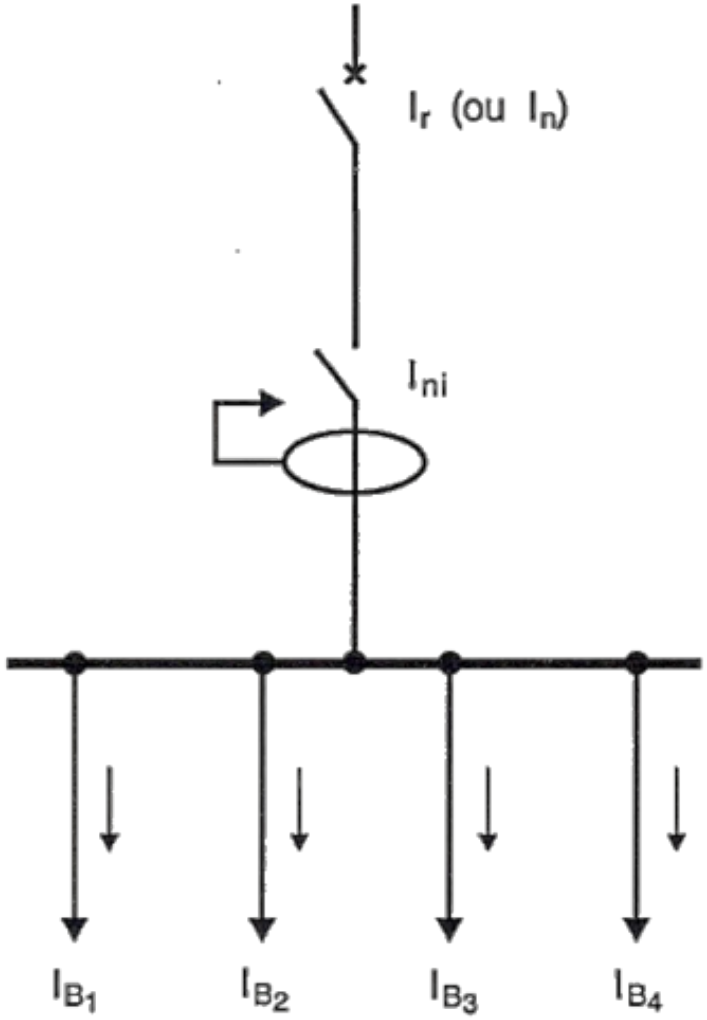
$$I_{ni} \geq I_z$$

$$I_{ni} \geq I_r \; ou \; I_n$$

Coordenação de protecções de pessoas contra contactos directos e sobreintensidades

Regra de coordenação:

$$I_{ni} = I_r \; ou \; I_n$$



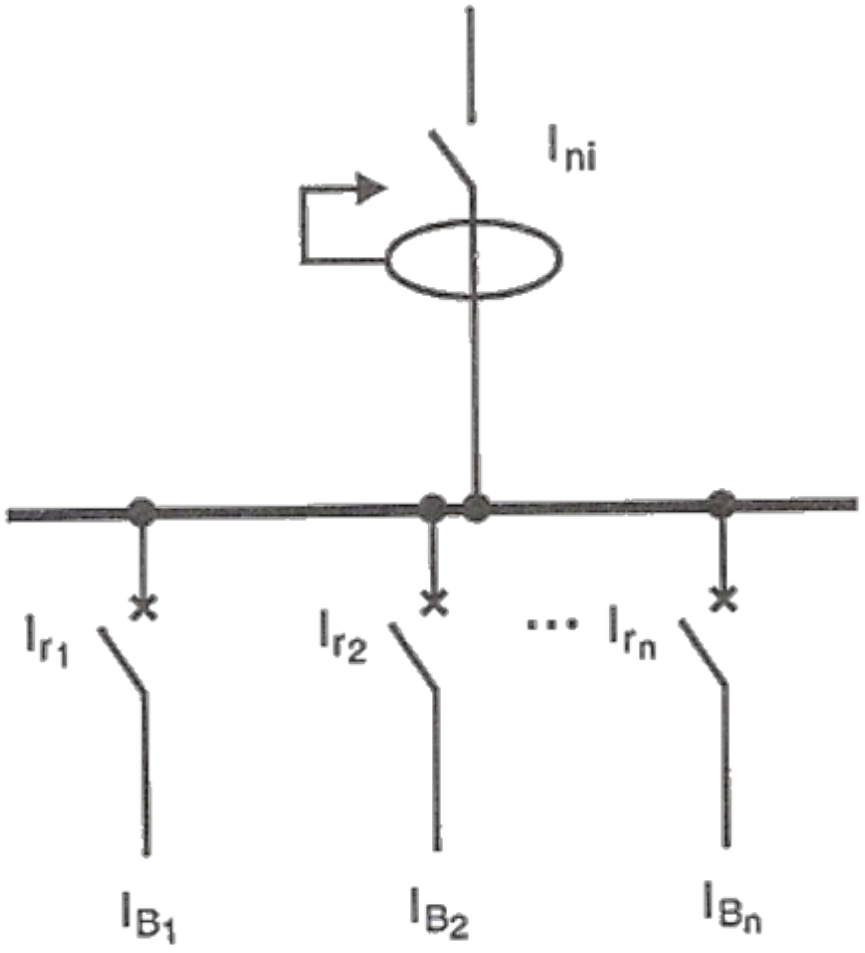
Coordenação de protecções de pessoas contra contactos directos e sobreintensidades

Regra de coordenação:

$$I_{ni} \geq k_s \times \sum_{i}^{n} I_{B_i}$$

Ks = factor de simultaneidade

IBi = corrente de serviço de cada circuito



Coordenação de protecções de pessoas contra contactos directos e sobreintensidades

Regra de coordenação:

$$I_{ni} = I_r \; ou \; I_n$$

