

---

# Instalações Elétricas Prediais e Industriais I – TE344

## Aterramento

---

UFPR – UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

DELT – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

PROF. DR. CLEVERSON LUIZ DA SILVA PINTO

---

# Aterramento

---

É a ligação elétrica intencional com a Terra que visa proporcionar um meio favorável e seguro (de baixíssima resistência elétrica e robustez mecânica conveniente) ao percurso de correntes elétricas perigosas e indesejáveis. Tais como correntes produzidas por descargas atmosféricas (raios) ou ainda por ocasião das faltas elétricas.

.

# Aterramento

---

Um sistema de aterramento visa:

- Segurança de atuação da proteção;
- Proteção das instalações quanto à descarga atmosférica;
- Proteção do indivíduo contra contatos com partes metálicas da instalação energizadas acidentalmente;
- Uniformização do potencial em toda a área do projeto, prevenindo contra lesões perigosas que possam surgir durante uma falta fase-terra.

.

# Tipos de aterramento

## - Aterramento Funcional:

Deve ser utilizado para garantir o funcionamento correto dos equipamentos ou permitir o funcionamento adequado da instalação (NBR 5410).

Consiste na ligação à terra de um dos condutores da instalação, o condutor neutro, que assim é denominado porque o seu potencial elétrico é (teoricamente) nula em relação ao potencial da Terra, considerado zero.

O condutor neutro é representado pela letra N e a NBR 5410 recomenda a utilização de cor azul para a isolação deste condutor.

## - Aterramento de proteção:

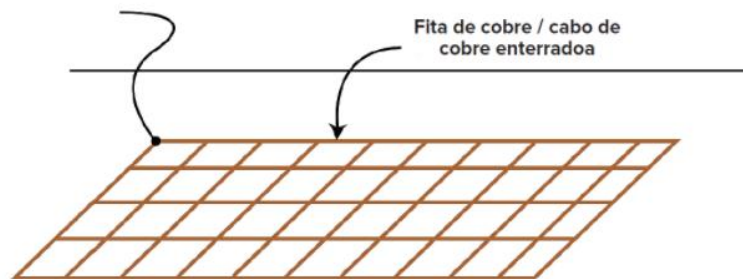
Ligação das massas (carcaças metálicas de quadros de distribuição, de transformadores, de motores, eletrodutos metálicos, etc.) e de elementos condutores estranhos à instalação à terra, com o objetivo de garantir a proteção contra contatos indiretos.

Representado pela letra PE e, em condutores isolados, deve-se utilizar a cor verde ou verde-amarela, conforme recomendação da NBR5410.

# Componentes de um sistema de aterramento

## Eletrodos de aterramento

São os condutores colocados em contato com a terra. Estes podem ser: hastes, perfis, barras, cabos nus, fitas, etc. A ABNT NBR 5410 estabelece que o eletrodo de aterramento preferencial de uma instalação seja aquele constituído pelas armaduras de aço embutidas no concreto das fundações das edificações.

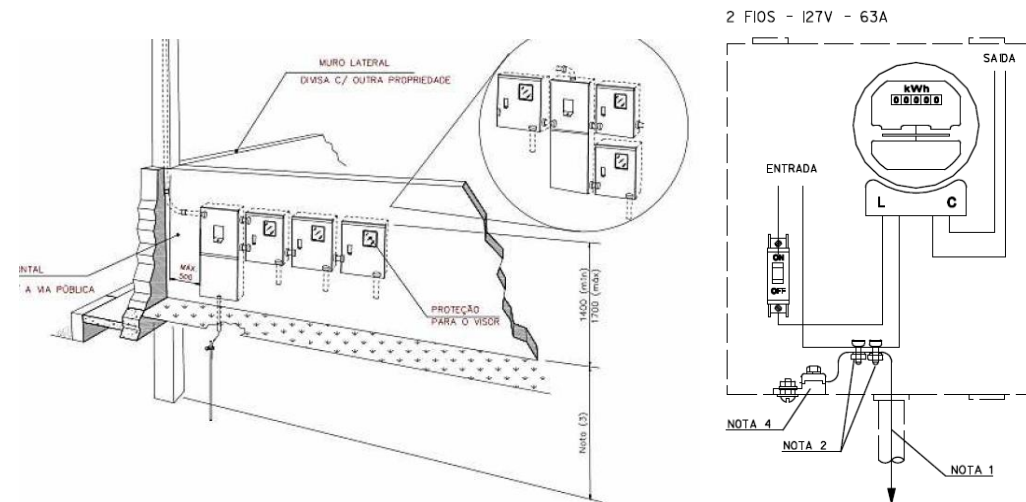


Malha de terra



Eletrodo de aterramento

O termo “eletrodo” refere-se sempre ao condutor ou ao conjunto de condutores em contato com a terra e, portanto, abrange desde uma simples haste isolada até uma complexa “malha” de aterramento, constituída pela associação de hastes com cabos.



NTC901100- COPEL

# Componentes de um sistema de aterramento

---

## **Condutor de proteção (PE)**

Condutor prescrito em certas medidas de proteção contra os choques elétricos e destinado a ligar eletricamente:

- massa
- elementos condutores estranhos à instalação
- eletrodos de aterramento principal
- eletrodos de aterramento, e/ou
- pontos de alimentação ligados à terra ou ao ponto neutro artificial

# Componentes de um sistema de aterramento

---

## **Condutor PEN**

Condutor ligado à terra garantindo ao mesmo tempo as funções de condutor de proteção e de condutor neutro; a designação PEN resulta da combinação PE (de condutor de proteção) +N (de neutro); o condutor PEN não é considerado um condutor vivo;

## **Terminal (ou barra) de aterramento principal**

Terminal (ou barra) destinado a ligar, ao dispositivo de aterramento, os condutores de proteção, incluindo os condutores de equipotencialidade e, eventualmente, os condutores que garantam um aterramento funcional;

# Componentes de um sistema de aterramento

## **Resistência de aterramento (total)**

Resistência elétrica entre o terminal de aterramento principal de uma instalação elétrica e a terra;

## **Condutor de aterramento**

Condutor de proteção que liga o terminal (ou barra) de aterramento principal ao eletrodo de aterramento;

## **Ligação eqüipotencial**

Ligação elétrica destinada a colocar no mesmo potencial ou em potenciais vizinhos as massas e os elementos condutores estranhos à instalação. Podemos ter numa instalação três tipos de ligação eqüipotencial:

- a ligação eqüipotencial principal,
- ligações eqüipotenciais suplementares,
- ligações eqüipotenciais não ligadas à terra;



# Componentes de um sistema de aterramento

---

## **Condutor de equipotencialidade**

Condutor de proteção que garante uma ligação equipotencial;

## **Condutor de proteção principal**

Condutor de proteção que liga os diversos condutores de proteção da instalação ao terminal de aterramento principal.

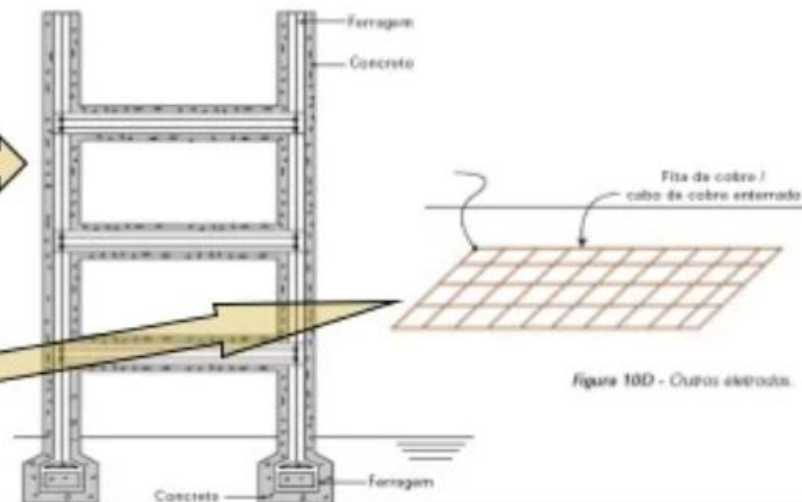
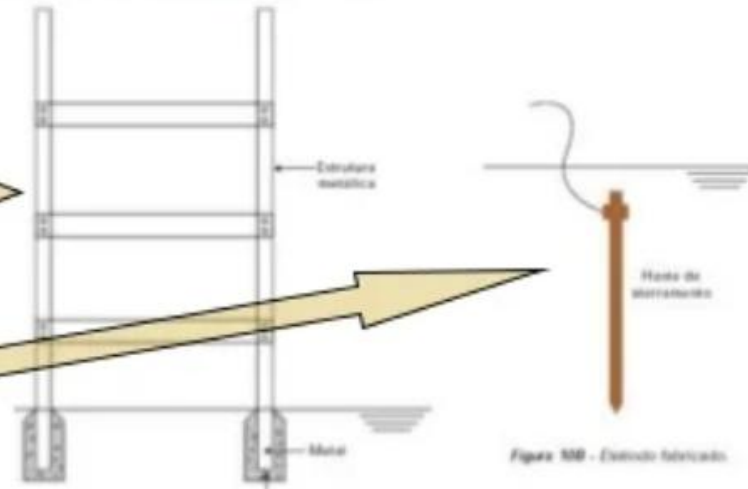
# Eletrodos de aterramento

■ Naturais →

■ Fabricados →

■ Encapsulados em concreto →

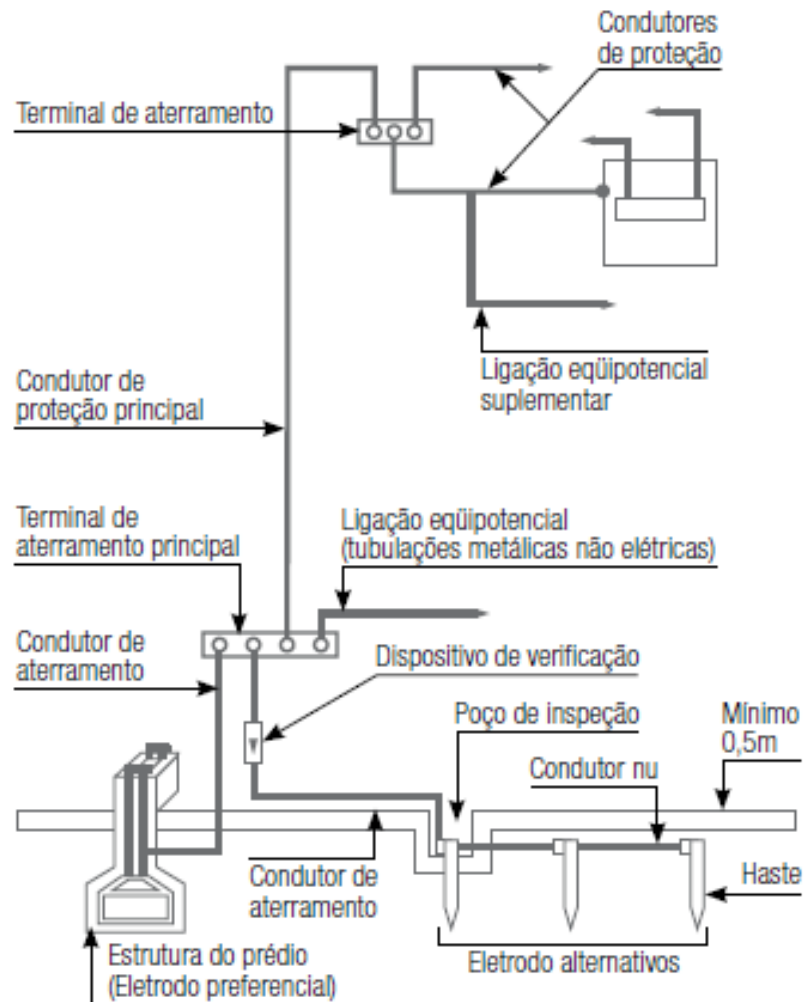
■ Outros →



# Eletrodos de aterramento



# Componentes de um sistema de aterramento



Aterramento equipotencial

# Aterramento em armaduras de Estruturas de concreto

- A experiência tem demonstrado que as armaduras de aço das estacas, dos blocos da fundação e das vigas baldrame, interligadas nas condições correntes de execução, constituem um eletrodo de aterramento excelente.
- Podem ser usadas no aterramento para descargas atmosféricas.
- Quando utilizadas como elementos naturais do sistema de aterramento de um SPDA, permite a melhor distribuição da corrente do raio.

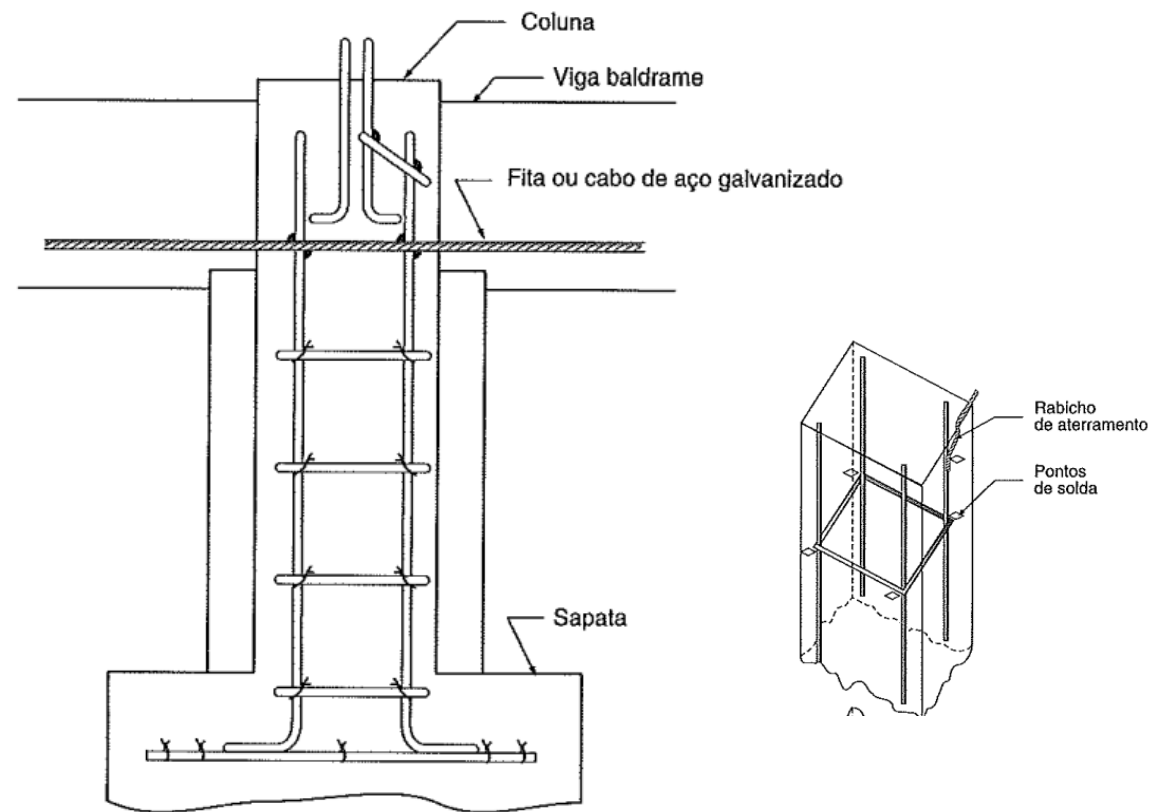


Fig. 4.23 Aterramento em fundação de edificação.

# Componentes de um sistema de aterramento

Os sistemas de aterramento de BT devem, segundo a NBR 5410, obedecer a um dos esquemas abaixo:

- **primeira letra – Situação da alimentação em relação à terra:**

- T = um ponto diretamente aterrado;
- I = isolamento de todas as partes vivas em relação à terra ou aterramento de um ponto através de impedância;

- **segunda letra – Situação das massas da instalação elétrica em relação à terra:**

- T = massas diretamente aterradas, independentemente do aterramento eventual de um ponto da alimentação;
- N = massas ligadas ao ponto da alimentação aterrado (em corrente alternada, o ponto aterrado é normalmente o ponto neutro);

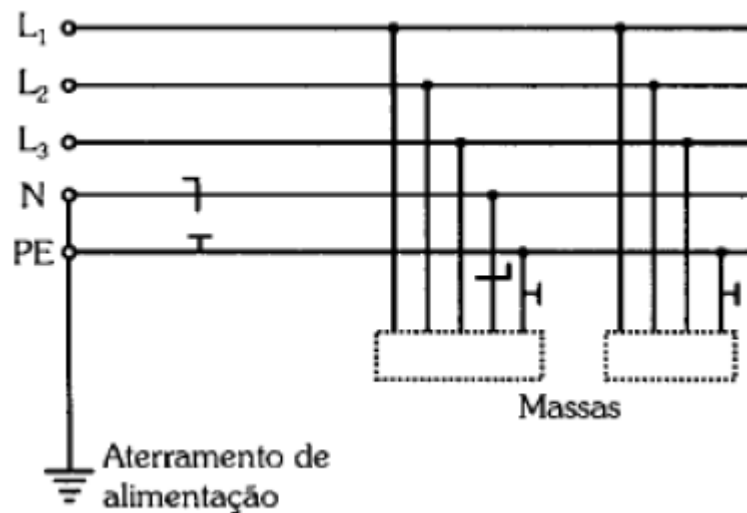
- **outras letras (eventuais) – Disposição do condutor neutro e do condutor de proteção:**

- S = funções de neutro e de proteção asseguradas por condutores distintos;
- C = funções de neutro e de proteção combinadas em um único condutor (condutor PEN).

# Esquemas de aterramento

## Sistema TN-S

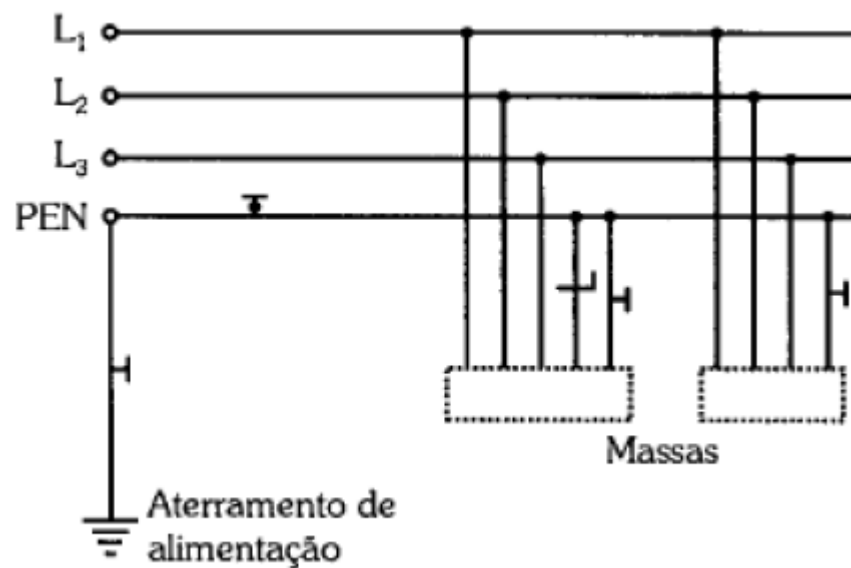
Na figura temos o secundário de um transformador (cabine primária trifásica) ligado em Y. O neutro é aterrado logo na entrada, e levado até a carga. Paralelamente, outro condutor identificado como PE é utilizado como fio terra, e é conectado à carcaça (massa) do equipamento.



# Esquemas de aterramento

## Sistema TN-C

As funções de neutro e de proteção são combinadas em um único condutor ao longo de toda a instalação.









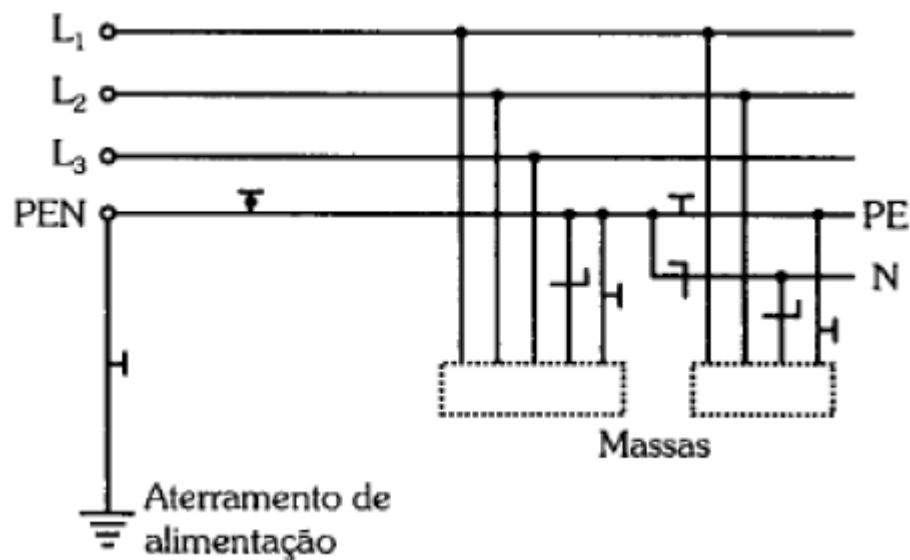




# Esquemas de aterramento

## Sistema TN-C-S

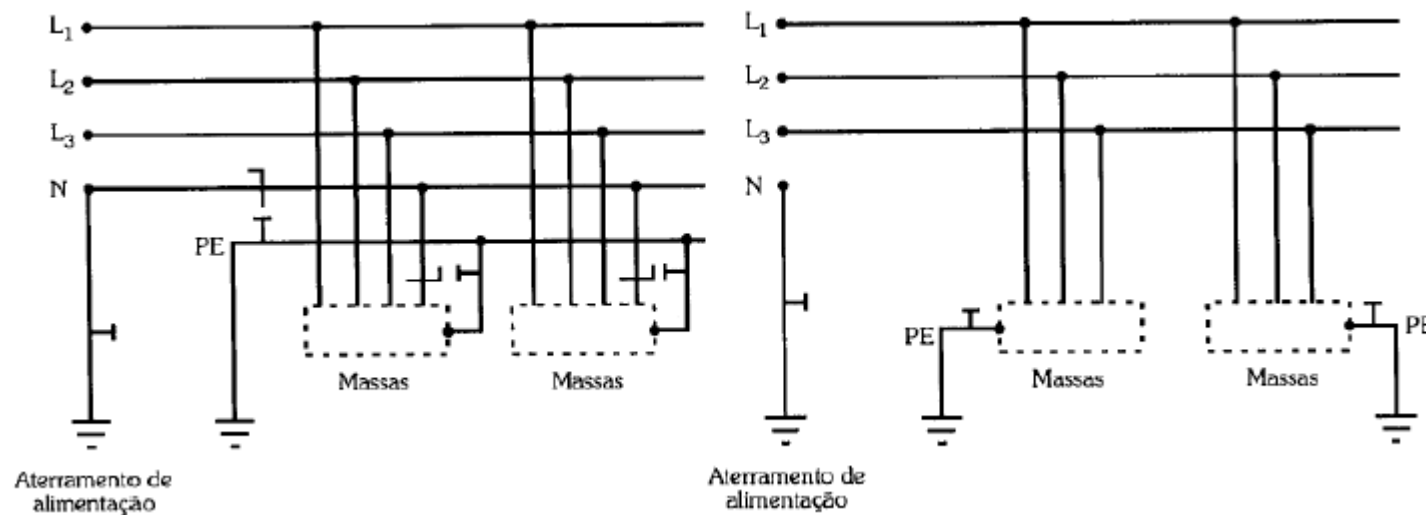
As funções de neutro e de proteção são combinadas em um único condutor, em parte da instalação é separado e em parte é conjunto.



# Esquemas de aterramento

## Sistema TT

Esse sistema é o mais eficiente de todos. Na figura observamos que o neutro é aterrado logo na entrada e segue (como neutro) até a carga (equipamento). A massa do equipamento é aterrada com uma haste própria, independente da haste de aterramento do neutro.

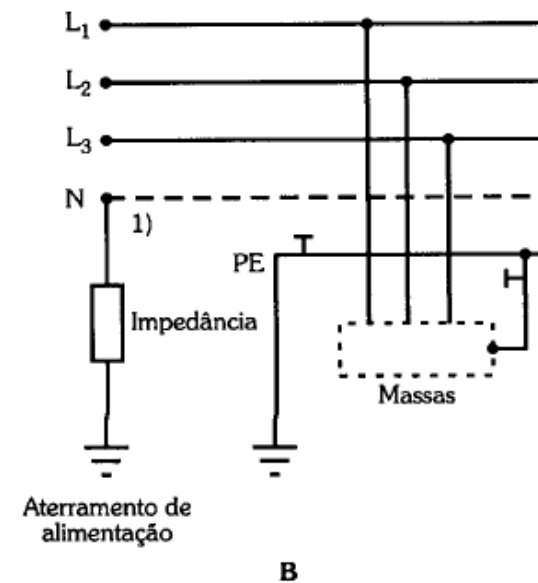
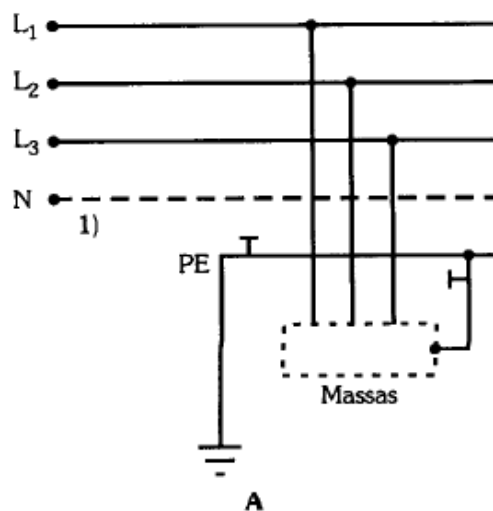




# Esquemas de aterramento

## Sistema IT

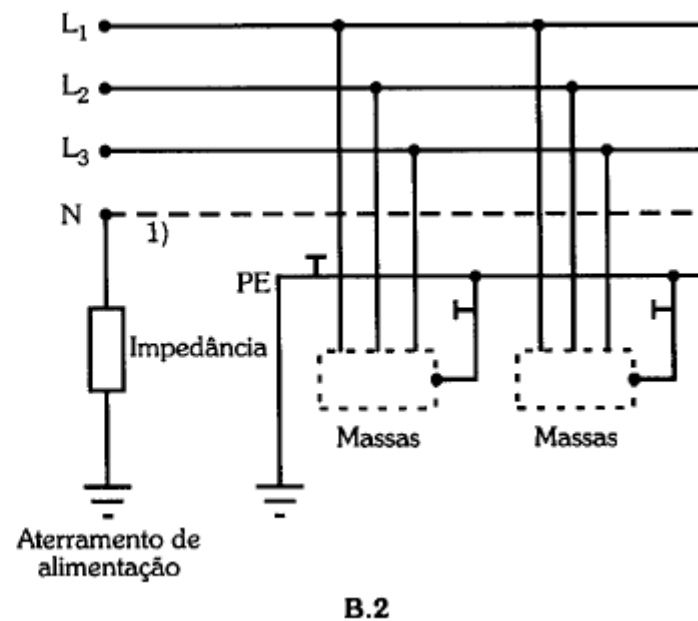
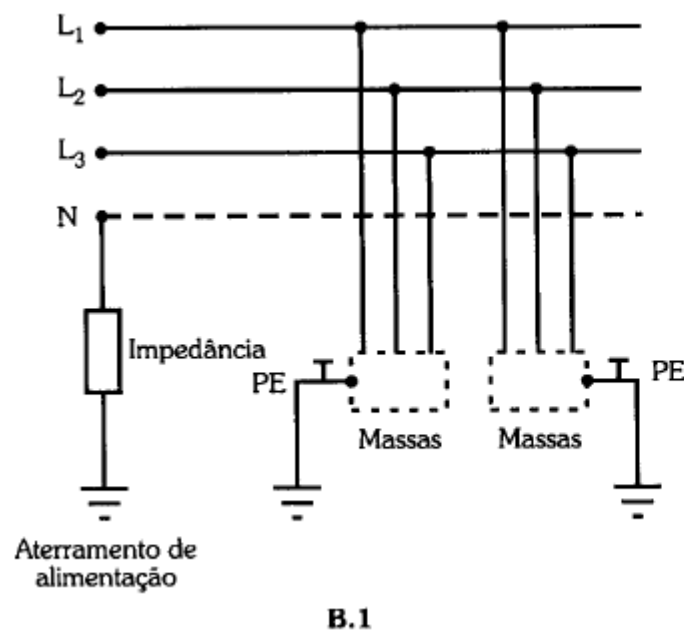
- Continuidade (mantém o circuito em funcionamento quando submetido ao primeiro defeito);
- Emprego de dispositivos e técnicas especiais para a sinalização e localização do primeiro defeito





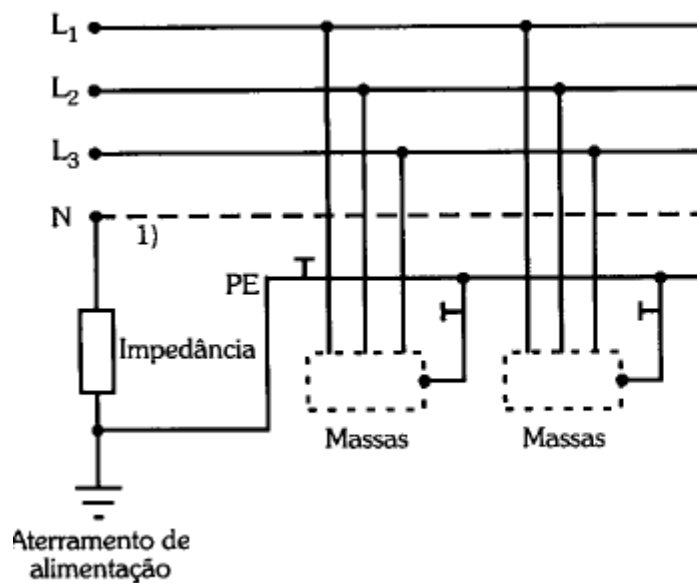
# Esquemas de aterramento

- Sistema IT



# Esquemas de aterramento

- Sistema IT



1) O neutro pode ser ou não distribuído;

A = sem aterramento da alimentação;

B = alimentação aterrada através de impedância;

B.1 = massas aterradas em eletrodos separados e independentes do eletrodo de aterramento da alimentação;

B.2 = massas coletivamente aterradas em eletrodo independente do eletrodo de aterramento da alimentação;

B.3 = massas coletivamente aterradas no mesmo eletrodo da alimentação.



