UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
EEL7051 – Materiais Elétricos - Laboratório

EXPERIÊNCIA 08
RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO

1 INTRODUÇÃO

O objetivo desta aula é a determinação da resistência de isolamento das bancadas de ensino do laboratório de materiais elétricos.

Quando se realiza um ensaio de resistência de isolamento, a tarefa principal é verificar se essa resistência, em cada circuito da instalação, atende a valores mínimos prefixados pela norma NBR 5410:2004.

As condições de isolamento da instalação são essenciais para a segurança dos usuários, sendo que a proteção contra choques elétricos pode ser realizada de forma básica, supletiva, adicional, usando dispositivos de proteção a corrente-residual ou extrabaixas tensões (SELV e PELV).

Conforme a norma tem-se que:

- SELV – Sistema de extrabaixa tensão que é eletricamente separado da terra, de outros sistemas e de tal modo que a ocorrência de uma única falta não resulta em risco de choque elétrico;
- PELV – Sistema de extrabaixa tensão que não é eletricamente separado da terra, mas que preenche, de modo equivalente, todos os requisitos de um SELV.

A seguir serão discutidos alguns pontos sobre os esquemas de aterramento de sistemas elétricos e ao final serão detalhados os procedimentos de laboratório para a realização do ensaio de medição da resistência de isolamento das bancadas.

2 ESQUEMAS DE ATERRAMENTO

Os principais símbolos usados em circuitos elétricos e que se referem aos esquemas de aterramento são mostrados na figura 1. Note que basicamente se tem três condutores: o neutro (N), o condutor de proteção ou terra (PE) e o condutor que combina estas duas funções (PEN).

2.1 Esquema TN

O esquema TN possui um ponto de alimentação diretamente aterrado, sendo as massas ligadas a esse ponto através dos condutores de proteção.

Este esquema de proteção pode ter três variantes:

- TN-S – condutor neutro e condutor de proteção são distintos, mostrado na figura 2;
- TN-S-C – as funções de condutor de proteção e neutro são combinadas no mesmo condutor em parte do sistema, mostrado na figura 3;

- TN-C – as funções de condutor de proteção e neutro são combinadas no mesmo condutor na totalidade do sistema, mostrado na figura 4.

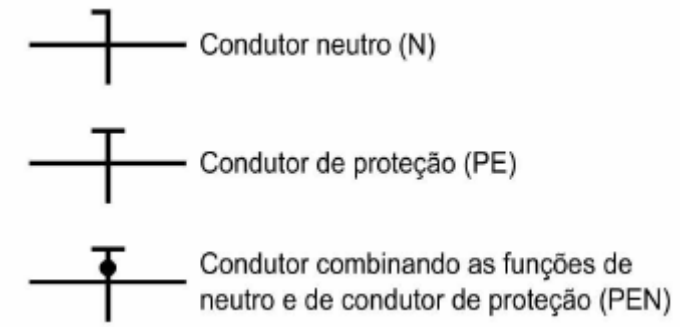

Figura 1 - Principais símbolos usados em circuitos elétricos que se referem a aterramentos.

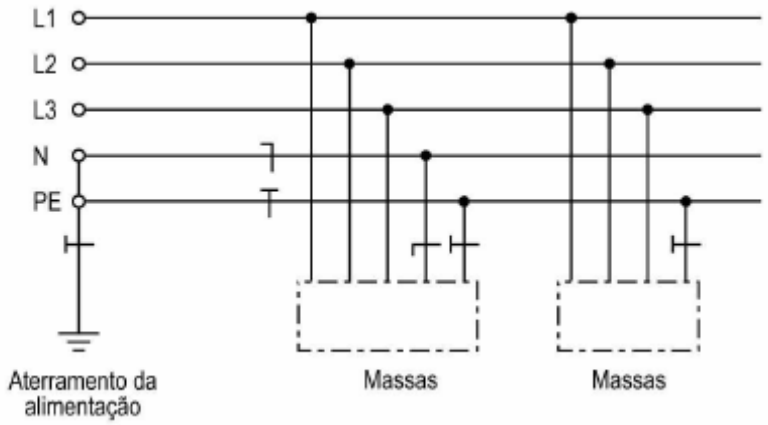

Figura 2 - Esquema de proteção TN-S.

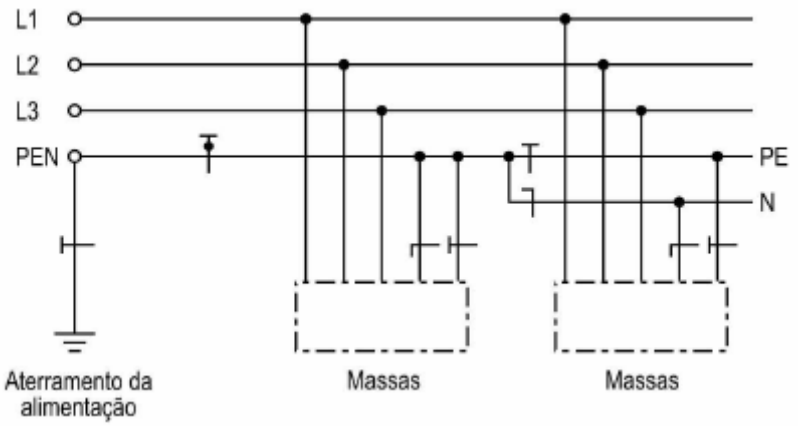

Figura 3 - Esquema de proteção TN-S-C.

2.2 Esquema TT

O esquema TT possui um ponto da alimentação diretamente aterrado, estando as massas da instalação ligadas a eletrodos de aterramento eletricamente distintos do eletrodo de aterramento da alimentação. Este esquema é mostrado na figura 5.

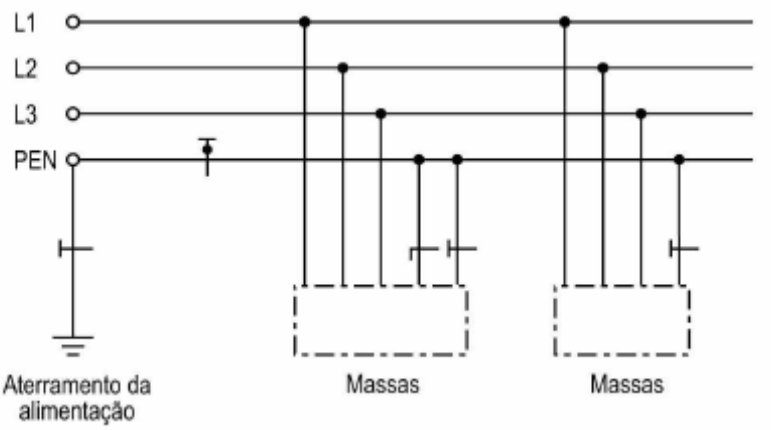

Figura 4 - Esquema de proteção TN-C.

2.3 Esquema IT

No esquema IT todas as partes vivas são isoladas da terra ou um ponto da alimentação é aterrado através de impedância, como é mostrado na figura 6.

As massas podem estar aterradas no mesmo eletrodo de aterramento da alimentação ou então aterradas em eletrodos de aterramento próprios.

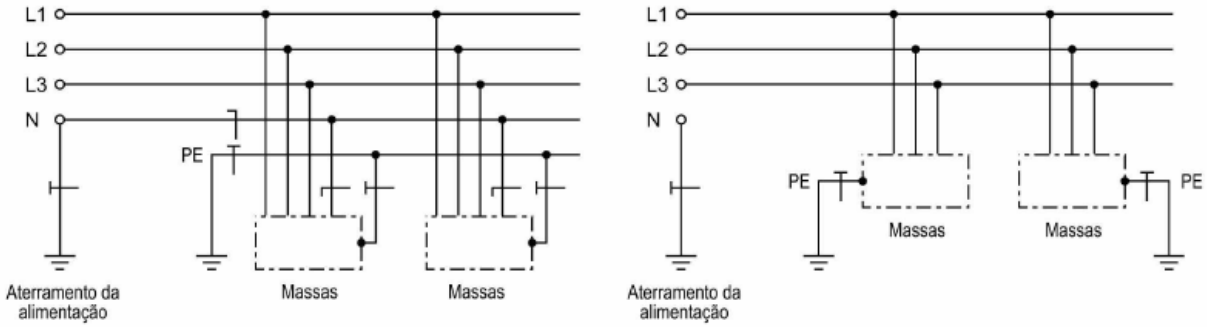

Figura 5 - Esquema de proteção TT.

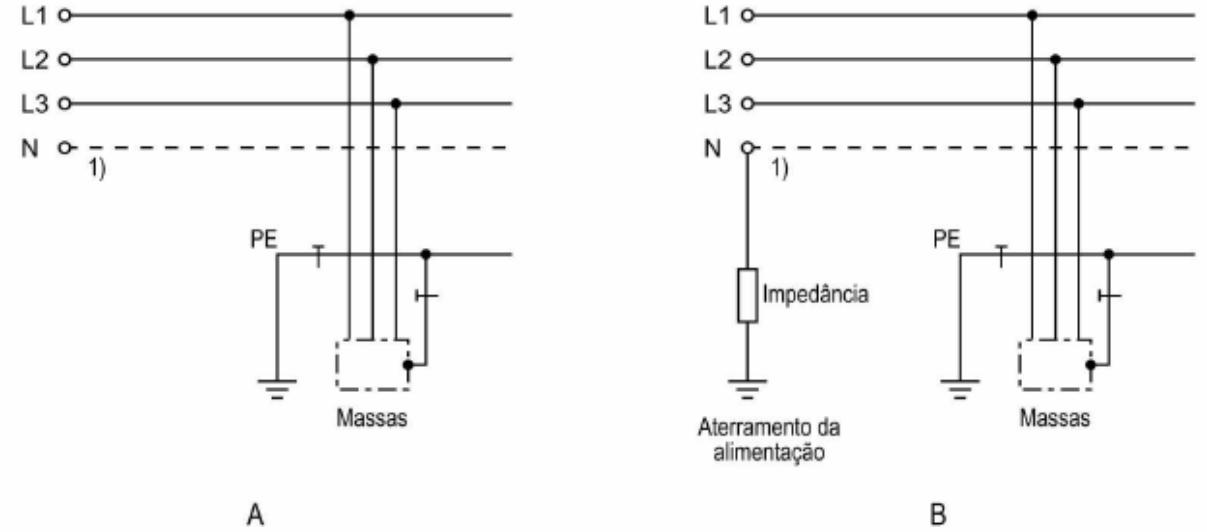

Figura 6 - Esquema de proteção IT.

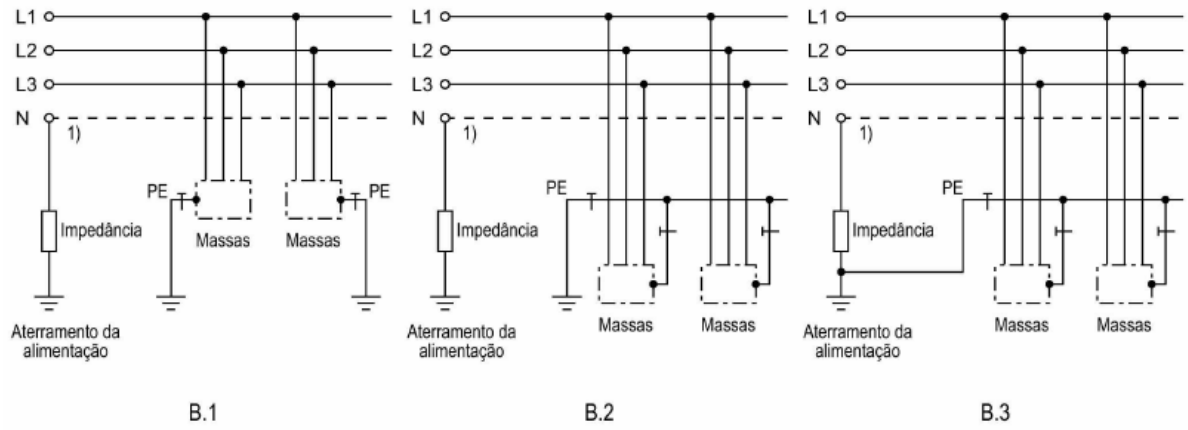

Figura 7 - Esquema de aterramento IT.

As variantes do esquema de proteção IT são:

- Figura 6A – sem aterramento da alimentação;
- Figura 6B – alimentação aterrada através de impedância;
- Figura 7B.1 – massas aterradas por meio de eletrodos independentes e separados do eletrodo de aterramento da alimentação;
- Figura 7B.2 – massas coletivamente aterradas em eletrodo separado do eletrodo de aterramento da alimentação;
- Figura 7B.3 – massas coletivamente aterradas no mesmo eletrodo da alimentação.

3 ENSAIO DE RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO DA INSTALAÇÃO

O item da norma NBR 5410:2004, que é a Norma Brasileira de Instalações Elétricas de Baixa Tensão, correspondente a este ensaio é o 7.3.3.

O ensaio para determinar a resistência de isolamento da instalação consiste em, com a instalação desenergizada, medir a resistência:

- Entre os condutores vivos (fases e neutro), tomados dois a dois;
- Entre cada condutor vivo e terra.

Conforme a norma, na prática, a medição entre os condutores vivos só é possível antes da conexão dos equipamentos de utilização. Além disso, nos esquemas TN-C o condutor PEN é considerado parte da terra. Ainda, durante a medição entre cada condutor vivo e a terra, os condutores fase e o condutor neutro podem ser interligados.

A resistência de isolamento, medida com a tensão de ensaio pertinente indicada na tabela 1, é considerada satisfatória se o valor medido no circuito sob ensaio, com os equipamentos de utilização desconectados, for igual ou superior aos valores mínimos especificados na mesma tabela.

Tabela 1 - Valores mínimos de resistência de isolamento.

Tensão nominal do circuito [V]	**Tensão de ensaio [V em corrente contínua]**	**Resistência de isolamento [MΩ]**
SELV e extrabaixa tensão funcional	250	≥ 0,25
Até 500 V, inclusive, com exceção do caso acima	500	≥ 0,5
Acima de 500 V	1 000	≥ 1,0

As medições devem ser realizadas em corrente contínua. Quando o circuito incluir dispositivos eletrônicos, o ensaio deve se limitar apenas à medição entre a terra, de um lado, e a todos os demais condutores interligados, de outro. Esta precaução é necessária para evitar danos aos dispositivos eletrônicos.

A medição é realizada na origem da instalação. Se o valor medido for inferior ao valor mínimo fixado na tabela 1, a instalação pode ser dividida em diversos grupos de circuitos, medindo-se a resistência de isolamento de cada grupo. Ainda assim, se para um grupo de circuitos, o valor medido for inferior ao mínimo, deve ser medida a resistência de isolamento de cada um dos circuitos do grupo.

Em síntese, o ensaio consiste em medir:

1. Com apenas uma bancada ligada, medir:
   - Resistência entre fase e neutro;
   - Resistência entre fase e terra;
   - Resistência entre neutro e terra.
2. Com duas bancadas ligadas, medir:
   - Resistência entre fase e neutro;
   - Resistência entre fase e terra;
   - Resistência entre neutro e terra.
3. Repetir as medidas para três bancadas ligadas;
4. Realizar as mesmas medidas com quatro bancadas ligadas.

As medidas podem ser anotadas na tabela abaixo.

Deve ser explicado no relatório o motivo pelo qual a resistência de isolamento diminui à medida que mais bancadas são ligadas ao circuito.

Referência para medida	**Resistência de isolamento [MΩ]**			
	Número de bancadas ligadas			
	1	2	3	4
Fase – neutro				
Fase – terra				
Neutro - terra				