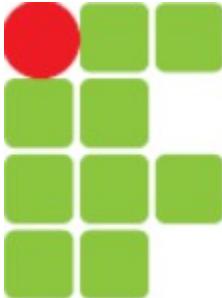


# ISOLAMENTO EM TRANSFORMADORES

## OBJETIVO

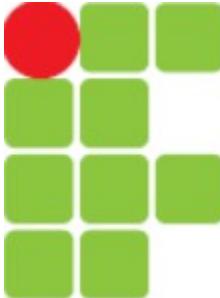
Analisar as condições de isolamento do transformador quando sujeito a aplicação de tensões e sobretensões;



# ISOLAMENTO EM TRANSFORMADORES

## MÉTODOS DE ENSAIO:

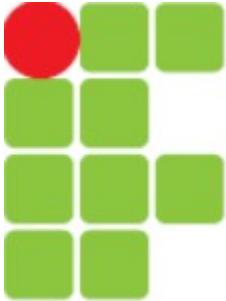
- Medição da Resistência de Isolamento;
- Tensão Aplicada;
- Tensão Induzida.



# ISOLAMENTO EM TRANSFORMADORES

## ONDE?

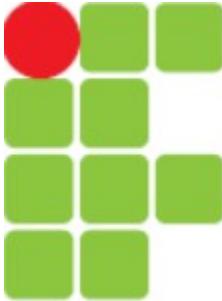
- Entre as bobinas de alta e baixa tensão;
- Entre as bobinas e núcleo (carcaça ou partes metálicas, terra);
- Entre espiras do enrolamento de alta tensão.



# ISOLAMENTO EM TRANSFORMADORES

## Correntes de Fuga:

Correntes que se estabelecem pelos isolantes, ocasionando perdas de potência, estabelecimento de arcos voltaicos e progressiva deteriorização do isolante.



INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
SANTA CATARINA  
Campus Araranguá

# ISOLAMENTO EM TRANSFORMADORES

Figuras 8.1 e 8.2

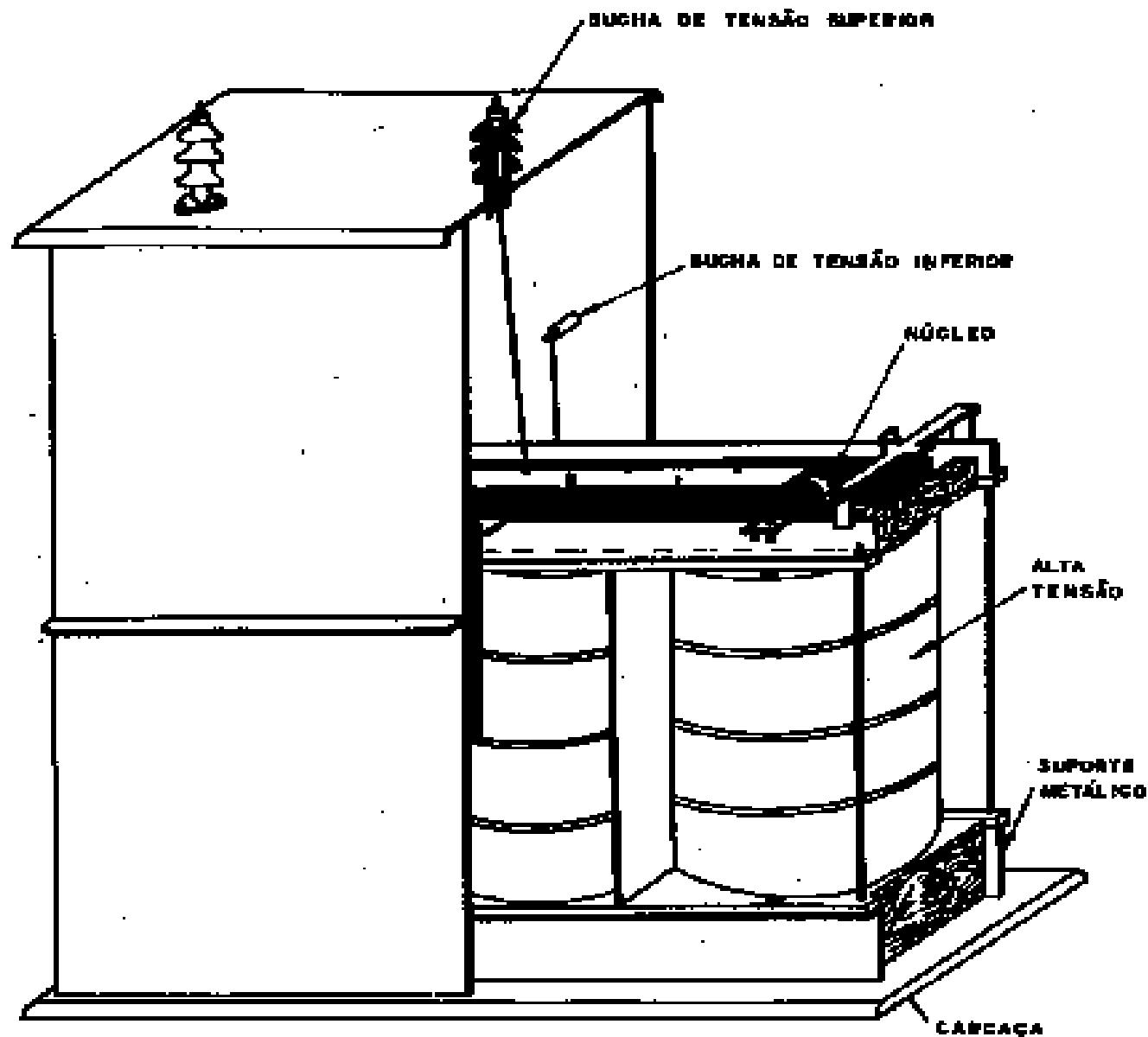
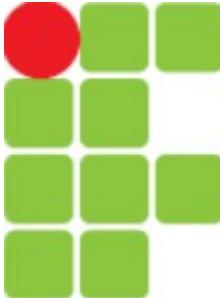


Figura 8.1 — O transformador e seus componentes

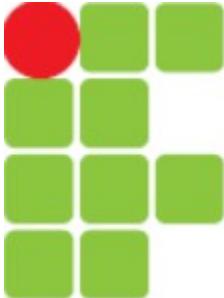




## ISOLAMENTO EM TRANSFORMADORES

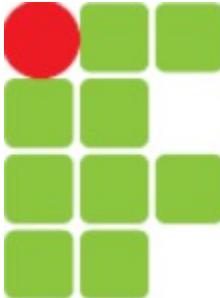
1) Verificação da Resistência de Isolamento através do Megômetro:

- O Megômetro consiste de uma fonte de tensão ligada em série com um amperímetro;
- A corrente registrada é proporcional a resistência a ser medida, portanto, a graduação do amperímetro é feita em  $M\Omega$ ;



## ISOLAMENTO EM TRANSFORMADORES

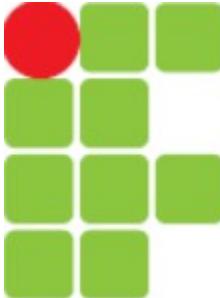
- 1) Verificação da Resistência de Isolamento através do Megômetro (continuação):
  - Realizar a medida entre enrolamentos (uniformizar o potencial) e entre enrolamentos e a carcaça (terra);
  - Fig. 8.3



## ISOLAMENTO EM TRANSFORMADORES

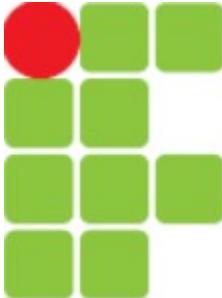
1) Verificação da Resistência de Isolamento através do Megômetro (continuação):

- Tensão:
  - Para transformadores até 10 KV,  $3,25 \cdot V_N$ ;
  - Acima de 10 KV,  $15000 + 1,75 \cdot V_N$ ;
  - Alternada ou Contínua?
  - ABNT: mínimo 1000 V até 69 KV E 2000 V acima;



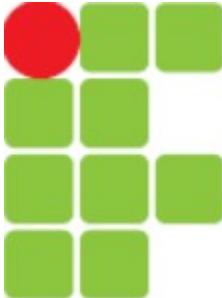
## ISOLAMENTO EM TRANSFORMADORES

- 1) Verificação da Resistência de Isolamento através do Megômetro (continuação):
  - Resistência Medida:
    - a)Transformadores a Seco;
    - b)Transformadores imersos em óleo;
    - c)Transformadores imersos em Ascarel;
    - d)Eq. 8.3, 8.4, 8.5 (valores mínimos aceitáveis);



## ISOLAMENTO EM TRANSFORMADORES

- 1) Verificação da Resistência de Isolamento através do Megômetro (continuação):
  - Influência da temperatura na Resistência
    - a) Valores mínimos aceitáveis: Tabela 8.1
    - b) Valores medidos com o megômetro (ábaco)



## ISOLAMENTO EM TRANSFORMADORES

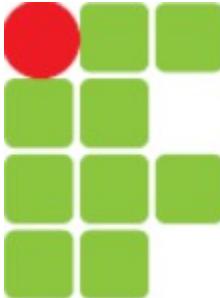
1) Verificação da Resistência de Isolamento através do Megômetro (continuação):

→ OBS:

→ Equações para cada fase;

- Multiplicar o valor lido por 3; ou
- Dividir por 3 o valor calculado;

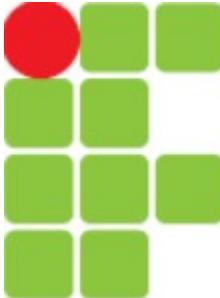
→ Histórico de Manutenção:  $R_i$  em função do tempo;



## ISOLAMENTO EM TRANSFORMADORES

2) Verificação do Isolamento através do método da Tensão Aplicada:

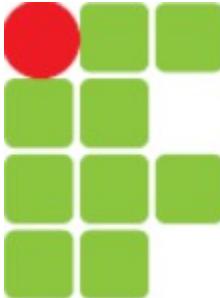
- Aplica-se uma tensão correspondente no mínimo a nominal do transformador, a frequência nominal, que alimenta um transformador de saída variável (fig. 8.4);
- A tensão de saída é graduada para um valor relacionada a classe de isolamento (tb 9.1 – 3c)
- Repetir o teste para o secundário observando a classe de tensão de isolamento diferente dos enrolamentos;



## ISOLAMENTO EM TRANSFORMADORES

2) Verificação do Isolamento através do método da Tensão Aplicada (Continuação):

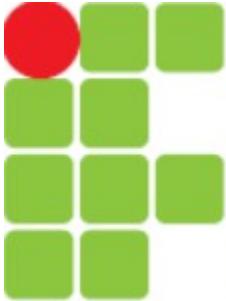
- O ensaio permite analisar o isolamento entre bobinas de alta, baixa e massa;
- O isolamento entre espiras não foi verificado;
- A leitura do Amperímetro não deve ser superior a 1 mA, ou seja, isolação mínima de  $1000 \Omega$  para cada 1 V de tensão aplicada;
- Tempo de duração do ensaio: 1 minuto;



## ISOLAMENTO EM TRANSFORMADORES

2) Verificação do Isolamento através do método da Tensão Induzida:

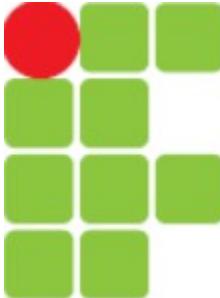
- Verificar o isolamento entre espiras de um mesmo enrolamento (fig. 8.5);
- Aplica-se uma tensão igual ao dobro da nominal no enrolamento de baixa tensão durante um tempo correspondente a 7200 ciclos (2 minutos);
- No enrolamento de alta tensão haverá o dobro da tensão nominal (a vazio);



## ISOLAMENTO EM TRANSFORMADORES

2) Verificação do Isolamento através do método da Tensão Induzida (Continuação):

- O gradiente de tensão entre espiras também será duplicado;
- Observar o valor máximo de corrente de excitação de 30 % da corrente nominal para não danificar o isolamento;
- $V = k \cdot B \cdot f$  (tensão induzida)



## ISOLAMENTO EM TRANSFORMADORES

2) Verificação do Isolamento através do método da Tensão Induzida (Continuação):

- Queremos dobrar a tensão induzida entre espiras:  $V = k \cdot B \cdot f$ 
  - Dobrar B (ver gráfico fig. 8.6):  $I_0$  alta; ou
  - Dobrar f (B e  $I_0$  são mantidas);
  - Tempo de ensaio: cai para 1 minuto.
- Defeitos de isolamento seriam detectados pela alteração da relação de transformação ou fumaça e borbulhamento no óleo;