

ETEC JORGE STREET

ATIVIDADES PROPOSTAS PARA ALUNOS SEM ACESSO AO TEAMS

Assinale para identificar qual o tipo de atividade e o mês correspondente:

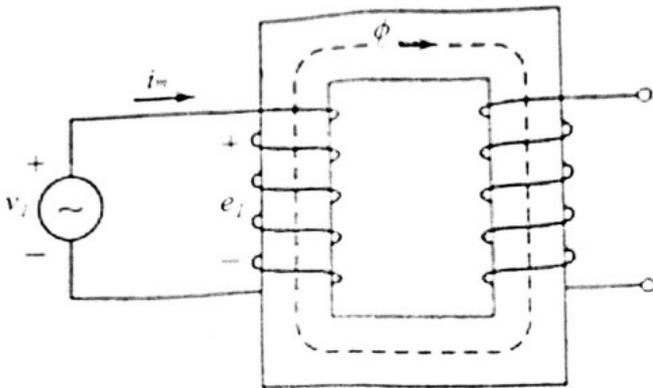
REFERENTE AO MÊS DE PP's Atividades
 MAIO/20 JUNHO/20 JULHO/20

Aluno:		
Habilitação: TÉC. ELETROTÉCNICA	Ano: 2020	Módulo/Série: 2º
Componente Curricular MÁQUINAS ELÉTRICAS II		
Professor JORGE NISHIHIRO	Email: jorge.nishihiro01@etec.sp.gov.br	
Coordenador	Email: monica.silva244@etec.sp.gov.br	
DATA LIMITE DO ENVIO DAS ATIVIDADES: 20/07		

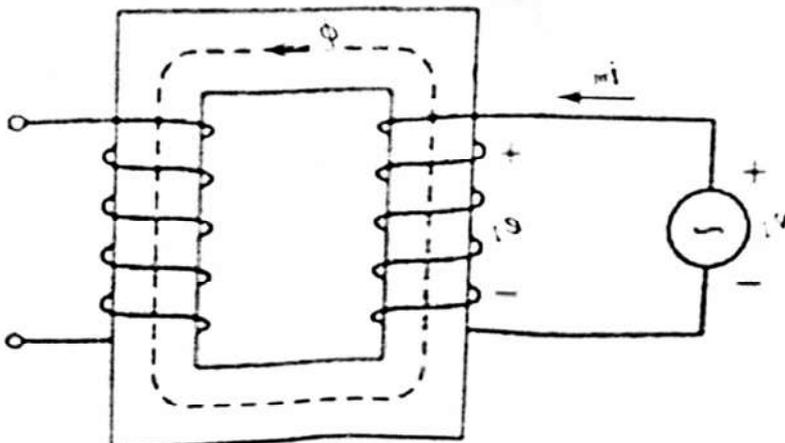
APÓS A REALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES PROPOSTAS, O ALUNO DEVERÁ ENVIAR O ARQUIVO PARA OS EMAILS DO PROFESSOR E DO COORDENADOR, ACIMA IDENTIFICADOS.

TRANSFORMADOR

Comportamento em vazio.



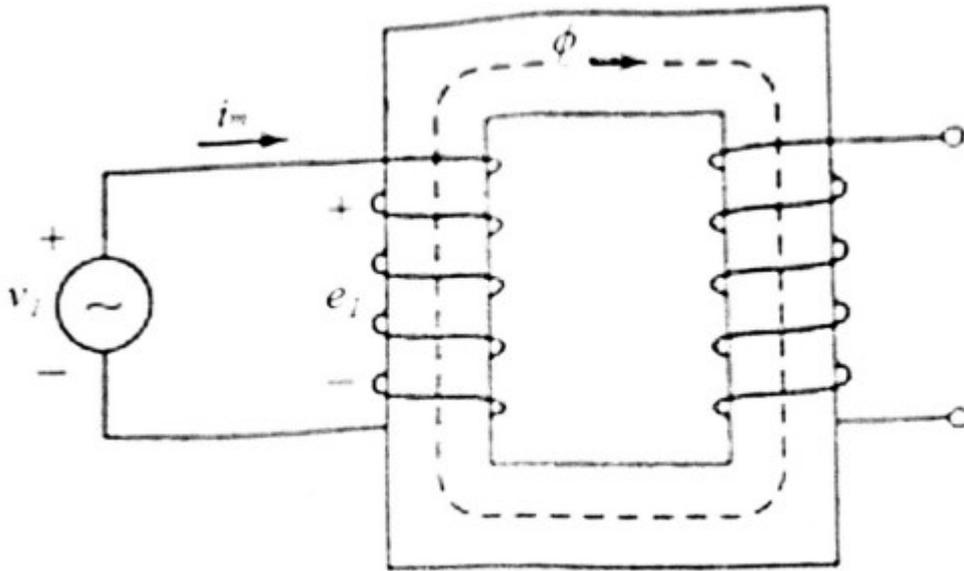
Em vazio o circuito secundário está aberto, desconectado, impossibilitando a circulação de corrente pelo secundário.



Quando um transformador estiver em vazio, ou seja, sem carga ligada ao secundário conforme indicado na figura acima, este enrolamento não vai interferir no comportamento do transformador e podemos considerar o transformador como um indutor.

Ao aplicarmos a tensão alternada v_1 ao enrolamento primário ele absorverá a corrente de magnetização i_m . Esta corrente produzirá um fluxo magnético ϕ no núcleo.

ETEC JORGE STREET



Como a tensão aplicada é alternada, conseqüentemente a corrente de magnetização e o fluxo também serão alternados.

A variação do fluxo induzirá no enrolamento uma tensão e_1 .

O fluxo magnético alternado no núcleo pode ser expresso por:

$$\phi = \phi_M \cos \omega t$$

Nesta equação

$$\omega = 2\pi f$$

é a frequência angular em rd/s.

Pela lei de Faraday - Lenz

$$e_1 = -N_1 d\phi/dt$$

N_1 - número de espiras do rolamento primário.

$d\phi/dt$ – taxa de variação do fluxo magnético com o tempo.

Matematicamente a taxa de variação com o tempo de uma função cosseno é uma função (- seno) e a taxa de variação com o tempo da função é dada por:

$$e_1 = -N_1 \frac{d\phi}{dt} = N_1 \omega \phi_M \sin \omega t$$

$$e_1 = -N_1 \frac{d\phi}{dt} = N_1 \omega \phi_M \sin \omega t$$

$$E_{M1} = N_1 \omega \phi_M = 2\pi f N_1 \phi_M$$

O valor eficaz E_{ef1} ou simplesmente E_1 vale:

$$E_1 = \frac{E_{M1}}{\sqrt{2}} = \frac{2\pi}{\sqrt{2}} f N_1 \phi_M \text{ como } \frac{2\pi}{\sqrt{2}} = 4,44, \text{ vem:}$$

$$E_1 = 4,44 f N_1 \phi_M$$

ETEC JORGE STREET

Esta fórmula nos fornece o valor eficaz da tensão (em Volts), induzida no enrolamento, conhecendo-se a frequência (Hz), o número de espiras (N_1) e o valor máximo do fluxo (em Wb).

Por ser a resistência do enrolamento relativamente pequena, a tensão induzida e_1 tem valor próximo da tensão aplicada v_1 .

Em termos de valores eficazes, a tensão induzida E_1 tem valor próximo da tensão aplicada v_1 .

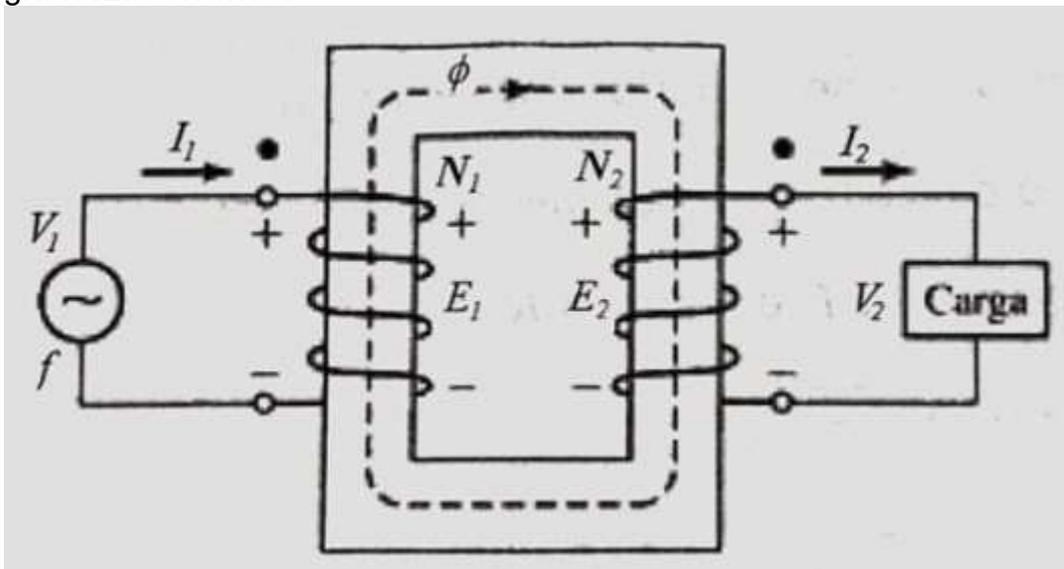
TRANSFORMADOR MONOFÁSICO IDEAL

TRANSFORMADOR IDEAL é um transformador sem perdas.

Para isso é necessário que possuam resistência do enrolamento e relutância magnética do núcleo nulas.

Na prática, não existem tais transformadores, mas, em muitos casos podemos aproximar um transformador real por um transformador ideal.

As grandezas elétricas que representam tensões elétricas e correntes elétricas estão representadas em letras maiúsculas, pois se tratam de valores eficazes dessas grandezas elétricas.



Para o primário teremos: $E_p = 4,44 f N_p \Phi_M$

E para o secundário teremos: $E_s = 4,44 f N_s \Phi_M$

Dividindo as duas equações resulta:

$$\frac{E_p}{E_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

Logo: $\frac{E_p}{E_s} = k$

A força magneto-motriz deve ser a mesma para o primário e o secundário:

$$F_{mmp} = F_{mms}$$

Pelo conceito de força magneto-motriz:

$$F_{mmp} = N_p i_p \text{ e } F_{mms} = N_s i_s$$

Logo: $N_p i_p = N_s i_s$

Assim: $\frac{i_p}{i_s} = \frac{1}{k}$

Portanto:

$$k = \frac{E_p}{E_s} = \frac{N_p}{N_s} = \frac{i_s}{i_p}$$

Forma de Onda da Corrente de Excitação

O fluxo no núcleo, produzido pela corrente de magnetização i_m , está relacionado com a tensão aplicada v_1 .

Para tensão alternada com forma senoidal o fluxo também será alternado senoidal.

A indução magnética B no núcleo, também denominada densidade de fluxo magnética, medida em Tesla (T), acompanha o fluxo magnético ϕ no núcleo, pois:

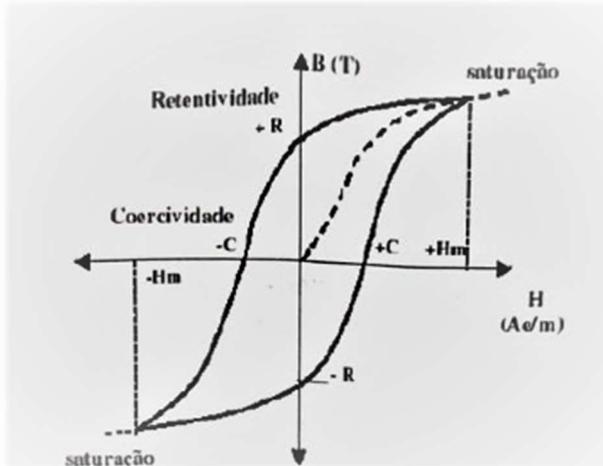
$$\phi = B \times S$$

A indução magnética se relaciona com a intensidade de campo magnético por meio da expressão:

$$B = \mu H$$

Na qual μ representa a permeabilidade magnética.

No núcleo de material magnético sujeito a um campo magnético alternado ocorre o fenômeno de histerese magnética.



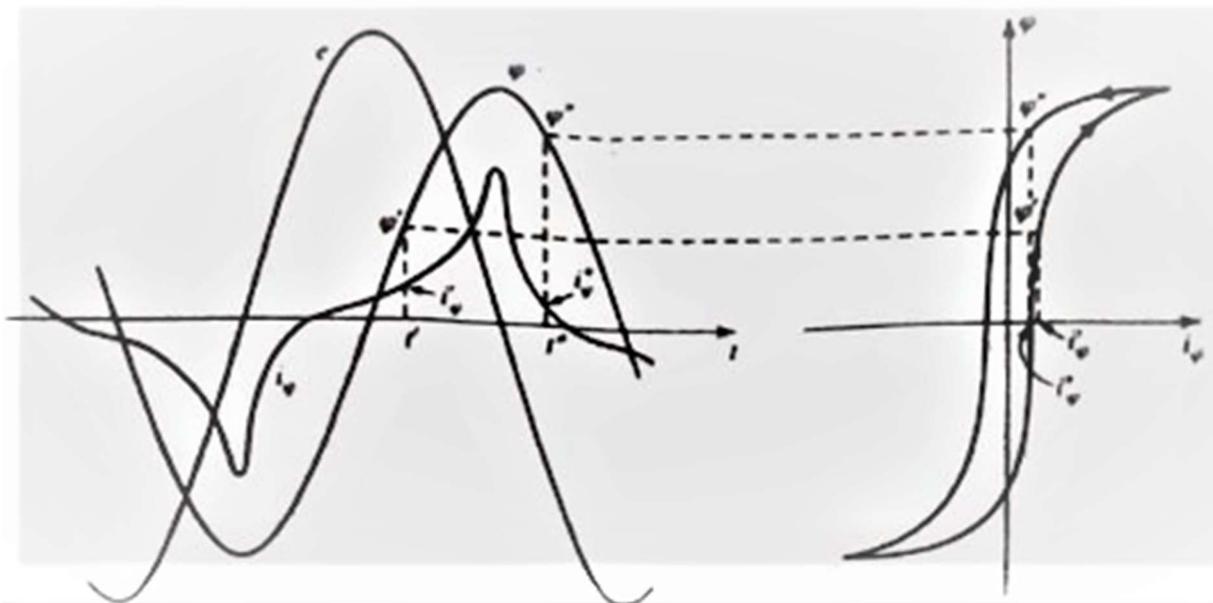
A figura representa indução magnética B no núcleo em função da intensidade de campo magnético H (Aesp/m)

Observamos que, conforme visto, a indução magnética está associada ao fluxo magnético ϕ no núcleo, que por sua vez, está relacionado à tensão aplicada ao enrolamento.

Por sua vez, a intensidade de campo magnético H está diretamente relacionada com a corrente que circula pelo enrolamento. Temos que:

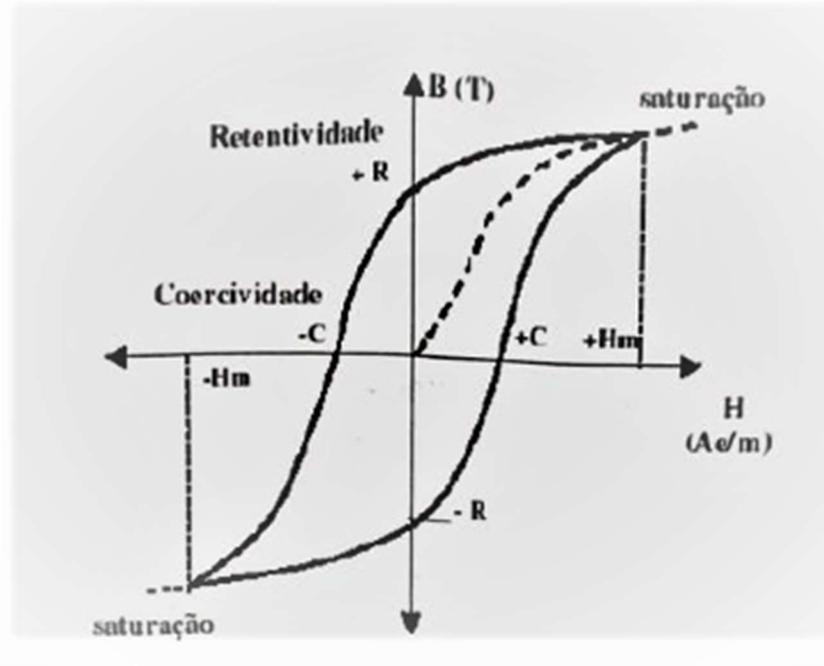
$$H = \frac{N \times i_m}{l}$$

Por causa do ciclo de histerese, a forma da onda da corrente de magnetização não será exatamente uma senóide, conforme é mostrado na figura abaixo, ela é distorcida.



ETEC JORGE STREET

A figura abaixo representa o ciclo de histerese que ocorre no núcleo:



Contudo, existem alguns casos nos quais o efeito da forma distorcida da corrente de excitação é bastante significativo. Em circuitos trifásicos com neutro e carga equilibrada a corrente que circulará pelo neutro, resultante da soma das correntes das fases, será zero, se as correntes das fases forem exatamente senoidais. Em iluminação com lâmpadas fluorescentes e outras, que necessitam de reatores, as correntes absorvidas pelos reatores serão também de forma senoidal distorcida. Em circuitos trifásicos, devido à distorção da corrente, a corrente resultante no

neutro terá um valor significativo.

Por isso, neste tipo de iluminação, não é permitido pelas normas da ABNT a redução da bitola do condutor neutro, em nenhum caso.

TRANSFORMADOR MONOFÁSICO REAL

Núcleo Laminado

NÚCLEO MACIÇO

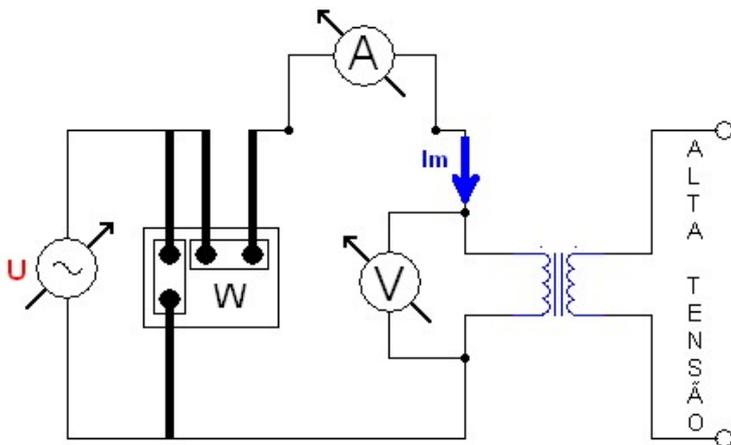
$$R = \rho \frac{l}{A}$$

$$I = \frac{U}{R}$$

NÚCLEO LAMINADO

PERDAS NO NÚCLEO – ENSAIO A VAZIO

ETEC JORGE STREET



$$P_H = 10^{-7} \times \xi \times B^{1,6} \times f \times V$$

e

$$P_P = 10^{-12} \times \frac{\pi^2}{8 \times \rho} \times B^2 \times f^2 \times \delta^2 \times V$$

onde:

[ξ] é o coeficiente de Steinmetz, que depende do material

[B] é a densidade de fluxo magnético

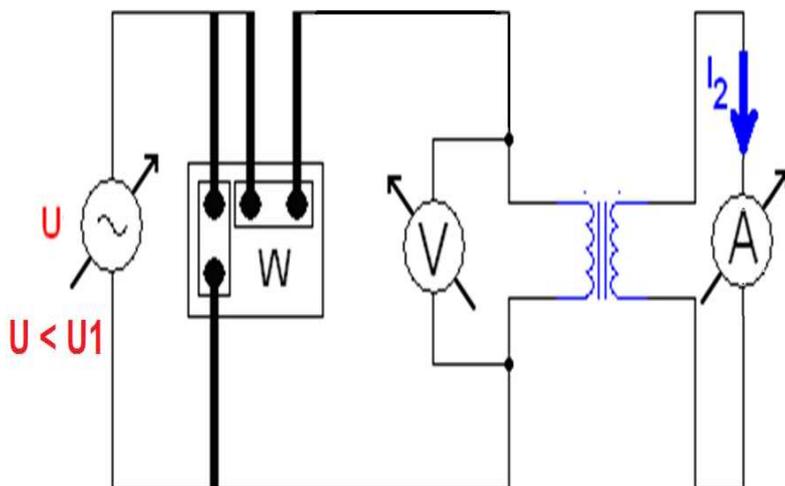
[f] é a frequência do fluxo magnético

[V] é o volume das lâminas que compõem o núcleo

[ρ] é a resistividade específica do material que compõe o núcleo

[δ] é a espessura das lâminas que compõem o núcleo

PERDAS NO COBRE – ENSAIO EM CURTO



ETEC JORGE STREET

As perdas no cobre (P_C) podem ser determinadas pela seguinte fórmula:

$$P_C = R_1 \times I_1^2 + R_2 \times I_2^2$$

onde

$[R_1]$ é a resistência elétrica do enrolamento primário

$[R_2]$ é a resistência elétrica do enrolamento secundário

Então, a eficiência de um transformador real fica assim:

$$E_f = \frac{P_2}{P_2 + P_C + P_N}$$