

Parte 1

1. Para traçar a curva B×H faz-se necessário o conhecimento do projeto do transformador ensaiado, ou seja, deve-se conhecer a geometria do trafo, traduzida nas variáveis área líquida efetiva (A_{liq}) e no caminho médio no núcleo ($\ell_{médio}$). Com o auxílio de um paquímetro, realizar a medição das dimensões do físicas do transformador conforme a Figura 1 e preencher a Tabela 1.

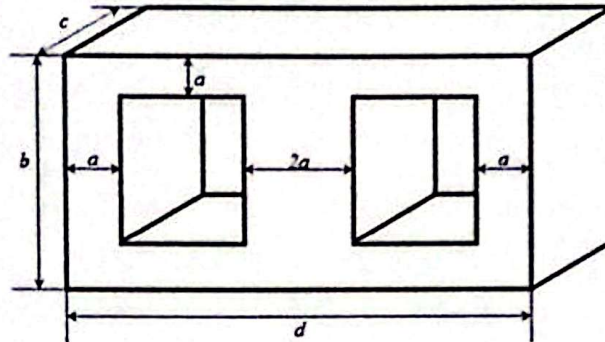


Figura 1: Determinação da geometria do núcleo transformador monofásico.

Tabela 1: Dimensões do transformador monofásico.

Dimensões	Medidas
a (m)	$30,30 \cdot 10^{-3}$
b (m)	$150,12 \cdot 10^{-3}$
c (m)	$79,80 \cdot 10^{-3}$
d (m)	$121,32 \cdot 10^{-3}$

2. A partir dos dados obtidos, e por análise de relutância, o caminho médio ($\ell_{médio}$), área líquida efetiva (A_{liq}) e volume do núcleo podem ser calculados.

Sendo que o fator de redução de área líquida (k_{red}) em virtude da área do núcleo ser laminada, também chamado de fator de empacotamento ou empilhamento, que depende da espessura da chapa utilizada. Neste caso, considerar:

$$k_{red} = 0,97$$

Preencher então a Tabela 2.

Tabela 2: Dimensões calculadas do trafo monofásico.

Dimensões	$A_{total} (m^2)$	k_{red}	$A_{liq} (m^2)$	$\ell_{médio} (m)$	$V_{núcleo} (m^3)$
Valores	$48,36 \cdot 10^{-4}$	0,97	$46,91 \cdot 10^{-4}$	0,422	$14,516 \cdot 10^{-4}$

3. Deve-se também conhecer os números de espiras dos enrolamentos de alta tensão N_H e de baixa tensão N_X . A determinação do número de espiras dos enrolamentos pode ser feita através de um enrolamento externo auxiliar T . Este enrolamento, construído pelos próprios alunos, vai possuir um número conhecido de espiras ($N_T = 4$). Faz-se a aplicação de uma tensão conhecida em um dos enrolamentos ($V_H = 80V$), e a medição das tensões nos outros dois enrolamentos, respectivamente V_X e V_T , de acordo com a Figura 2. Pode-se utilizar a equação (1) a seguir, sabendo-se que nestas equações apenas não são conhecidos o número de espiras nos enrolamentos de alta N_H e de baixa N_X . Preencher a Tabela 3.

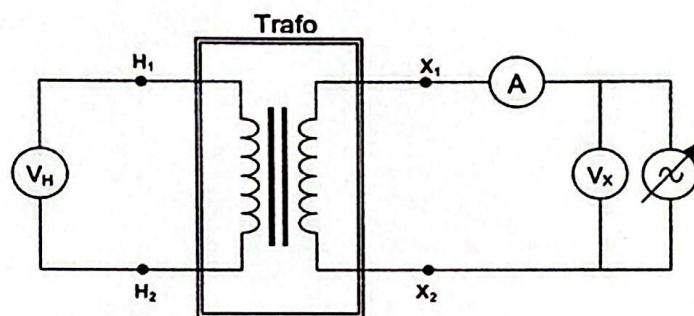


Figura 2: Montagem do experimento.

$$\frac{V_H}{N_H} = \frac{V_X}{N_X} = \frac{V_T}{N_T} = \frac{1}{k_5} \quad (1)$$

$$\begin{cases} N_H = k_5 \cdot V_H \\ N_X = k_5 \cdot V_X \end{cases}$$

$100\sqrt{3} V$ Tabela 3: Resultados obtidos na medição de espiras do trafo.

V_H (V)	V_X (V)	V_T (V)	N_T	k_5	N_H	N_X
80	100	3,3	4	1,21	210	121

4. Executar a montagem da Figura 2 (sem o enrolamento externo auxiliar T), sendo X o lado de baixa e H o lado de alta. Variar o valor de V_X em um intervalo de 0,0 a 150,0 V. Anotar os pontos I_X , V_X e V_H na Tabela 4, lidos respectivamente no amperímetro A e nos voltímetros V_H e V_X de forma a montar a curva de tensão induzida em função da corrente de excitação.

Tabela 4: Valores aferidos para as medições de tensão e corrente nos lados de alta e baixa, densidade e intensidade do campo magnético.

V_X (V)	V_H (V)	I_X (A)	B_m (Wb/m ²)	H_m (Ae/m)
0				
1019,8	17,1	0,04	0,0652	16,24
2019,1	34,4	0,07	0,131	33,41
3030,4	53,0	0,09	0,202	51,53
4039,6	69,0	0,10	0,263	67,59
5050,4	87,9	0,12	0,335	85,71
6059,5	103,8	0,14	0,396	100,83
7069,6	121,4	0,15	0,463	117,88
8080,4	140,1	0,17	0,534	135,00
9090,5	157,7	0,20	0,601	152,18
10099,6	173,7	0,22	0,662	167,30
11010,5	192,6	0,26	0,734	185,53
12012,2	209	0,31	0,797	202,83
12717,1	220	0,36	0,838	211,12
13019,2	225	0,39	0,858	216,30
14014,1	242	0,47	0,922	232,87
15019,2	260	0,58	0,990	248,42

Sabendo-se que a tensão induzida é aproximadamente igual à tensão terminal, tem-se que

$$V_H \approx E = 4,44 \cdot B_m \cdot A_{liq} \cdot f \cdot N_H \rightarrow B_m = \frac{V_H}{4,44 \cdot A_{liq} \cdot f \cdot N_H} = k_1 \cdot V_H \quad (2)$$

$$B_m = \frac{1}{4,44 \cdot A_{liq} \cdot f \cdot N_H} \cdot V_H = k_1 \cdot V_H$$

Onde,

B_m é o valor de pico da densidade de campo magnético em $\frac{Wb}{m^2}$;

V_H é a tensão eficaz no enrolamento de alta;

A_{liq} é a área líquida efetiva em m²;

f é a frequência em Hz;

N_H o número e espiras do enrolamento de alta tensão.

A equação (2) mostra que B_m é diretamente proporcional à tensão V_H . A intensidade de campo magnético H é dada pela relação da equação (3).

$$H = \frac{N_X}{\ell_{\text{médio}}} \cdot I_X \quad (3)$$

Considerando campos e correntes senoidais, tem-se então que

$$H_m = \frac{\sqrt{2} \cdot N_X}{\ell_{\text{médio}}} \cdot I_X = k_2 \cdot I_X \quad (4)$$

$H_m = \frac{\sqrt{2} \cdot N_X}{\ell_{\text{médio}}} \cdot I_X = \quad \cdot I_X = k_2 \cdot I_X$
--

Onde,

H é o valor eficaz da intensidade de campo magnético em $\frac{Ae}{m}$;

H_m é o valor de pico da intensidade de campo magnético em $\frac{Ae}{m}$;

N_X é o número de espiras do enrolamento de baixa tensão;

I_X é a corrente eficaz do enrolamento de baixa em A ;

ℓ_{med} é o caminho médio do núcleo do transformador em m .

A equação (4) mostra que H_m é diretamente proporcional à corrente I_X .

5. Apresentar memória de cálculo de k_1 e k_2 .

k_1	k_2
$3,811 \cdot 10^{-3} T/V$	$4,059 \cdot 10^{-2} m^{-1}$

6. Traçar as curvas $V_H \times I_X$ e $B_m \times H_m$.