

Felipe Lopes Dias da Silva - 90269 - ELT 341 - P1

1) Para determinar os parâmetros do circuito redizem-se dois ensaios:

1º Ensaio em vazio: serve para determinar os parâmetros do ramo magnetizante ( $R_c$  e  $X_m$ ), a relação de transformação do transformador, as perdas no ferro, a forma de onda da corrente de excitação e a curva de magnetização normal do transformador.

Ele é realizado aplicando-se tensão nominal em um dos enrolamentos (normalmente o de baixa tensão), mantendo o outro em aberto e fornecendo a potência ativa, a tensão e a corrente.

2º Ensaio em curto-circuito: serve para determinar os parâmetros série do circuito equivalente ( $R_{eq}$  e  $X_{eq}$ ), as perdas ôhmicas nos enrolamentos, a queda de tensão na impedância do transformador, os valores de alguns parâmetros em p.u. e a regulação de tensão.

Ele é realizado aplicando-se, aos poucos, no enrolamento de alta tensão, uma tensão, até que comece a circular a corrente nominal e o outro enrolamento (o de baixa tensão) é curto-circuitado. Como a corrente de excitação é muito pequena, ela pode ser desprezada.

Ensaio vazio:  $P_0 = 60 \text{ W}$ ,  $I_0 = 1,5 \text{ A}$ ,  $V_0 = 240 \text{ V}$

Ensaio de curto-circuito:  $V_{cc} = 180 \text{ V}$ ,  $I_{cc} = \frac{10 \text{ K}}{4800} = 2,08 \text{ A}$ ,  $P_{cc} = 180 \text{ W}$

$$R_c = 960 \Omega; I_c = \frac{240}{960} = 0,25 \text{ A}; I_m = \sqrt{1,5^2 - 0,25^2} = 1,48 \text{ A}; X_m = \frac{240}{1,48} = 162,27 \Omega$$

$$R_{eq} = \frac{180}{2,08^2} = 41,6 \Omega; Z_{eq} = \frac{180}{2,08} = 86,54 \Omega; X_{eq} = \sqrt{86,54^2 - 41,6^2} = 75,9 \Omega$$

$$P_{cu} = 180 \cdot 6 + 180 \cdot 4 \cdot (0,5)^2 + 180 \cdot 6 \cdot (0,25)^2 = 1327,5 \text{ W}$$

$$P_{núcleo} = 60 \cdot (6 + 4 + 6 + 8) = 1440 \text{ W}$$

$$P_{saída} = 10 \text{ K} \cdot 6 \cdot 1 + 10 \text{ K} \cdot 4 \cdot 0,5 \cdot 0,8 + 10 \text{ K} \cdot 6 \cdot 0,25 \cdot 0,6 = 85000 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{P_{saída}}{P_{saída} + P_{núcleo} + P_{cu}} \cdot 100\% \Rightarrow \eta = 96,85\%$$

$$\eta_{normal} = \frac{10 \text{ K} \cdot 0,9}{10 \text{ K} \cdot 0,9 + 60 + 180} \cdot 100\% \Rightarrow \eta_{normal} = 97,4\%$$

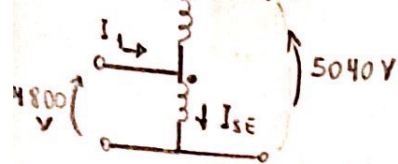
$$V_p = 4800 \angle 0^\circ + 2,08 \angle -25,84^\circ \cdot (41,6 + j75,9) = 4947,79 \angle 1,2^\circ$$

$$V.R. = \frac{(4947,79 - 4800)}{4800} \cdot 100\% = 3,08\% \Rightarrow \text{Regulação de tensão.}$$

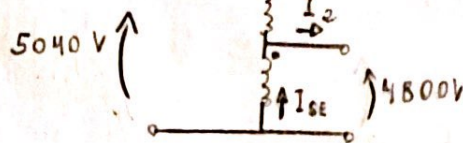
Os rendimentos devem ser calculados diariamente porque em uma rede de distribuição a carga varia no decorrer do dia, de acordo com o consumo / demanda.



2). Como autotransformador elevador:



Como autotransformador abaixador:



Ligado como abaixador:  $I_1 = \frac{10 \text{ K}}{240} \angle \cos^{-1} 0,9 \Rightarrow I_1 = 41,67 \angle -25,84^\circ \text{ A}$

Potência aparente total:  $S = 41,67 \cdot 5040 \Rightarrow S = 210 \text{ KVA}$

$I_2 = 41,67 \left( \frac{5040}{4800} \right) \Rightarrow I_2 = 43,75 \text{ A}$

$I_{SE} = I_2 - I_1 = 43,75 - 41,67 \Rightarrow I_{SE} = 2,08 \text{ A}$

$S = 210 \text{ KVA}$

Ligado como elevador:  $I_1 = I_2 \text{ como abaixador} \Rightarrow I_1 = 43,75 \text{ A}$

$I_2 = I_1 \text{ como abaixador} \Rightarrow I_2 = 41,67 \text{ A}$

$I_{SE} = I_{SE} \text{ como abaixador} \Rightarrow I_{SE} = 2,08 \text{ A}$

Potência aparente transferida condutivamente:  $S_{\text{cond}} = 4800 \cdot 41,67 \Rightarrow S_{\text{cond}} = 200 \text{ KVA}$

Rendimento:  $\Sigma \text{ perdas} = 60 + 180 = 240 \text{ W}$ ;

$\eta = \frac{210 \text{ K} \cdot 0,9}{210 \text{ K} \cdot 0,9 + 240} \Rightarrow \eta = 99,9\%$

Impedância interna:  $R_c' = 960 \left( \frac{4800}{240} \right)^2 = 384 \text{ K}\Omega$  ;  $X_m' = 162,27 \left( \frac{4800}{240} \right)^2 = 64908 \Omega$

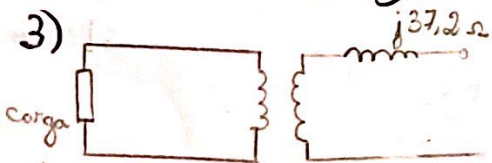
$R_c'' = R_c' \cdot \left( \frac{5040}{4800} \right)^2 = 423,36 \text{ K}\Omega$  ;  $X_m'' = X_m' \cdot \left( \frac{5040}{4800} \right)^2 = 71561,07 \Omega$

$Z_{eq} = (41,6 + j 75,9) \left( \frac{5040}{4800} \right)^2 = (45,86 + j 83,68) \Omega$

Vantagens: maior transferência de potência, possui menos ferro, o que faz com que tenha maior rendimento, menor custo e menor peso, além de ocupar menos espaço na subestação.

Desvantagens: o ponto de encontro das correntes apresenta risco de superaquecimento e pode se romper, falta de isolamento entre os lodos e baixa vida útil.

Felipe Lopes da Silva - 90269 - ELT341 - P1



25kW  
450V

$$I_{\text{carga}} = \frac{25000}{450} = 55,56 \text{ A}$$

$$I_{\text{A.T.}} = I_{\text{carga}} \left( \frac{460}{2400} \right) = 10,65 \text{ A}$$

$$V_{\text{B.T.}} = \frac{450 \cdot \left( \frac{4}{460/2400} \right)}{1} = 2347,8 \text{ V}$$

$$V_{\text{A.T.}} = V_{\text{B.T.}} + 10,65 \cdot (j37,2) = 2347,8 \angle 0^\circ + 10,65 \angle 0^\circ \cdot (j37,2) \Rightarrow \boxed{V_{\text{A.T.}} = 2381,0 \angle 9,6^\circ \text{ V}}$$

$$\text{F.P.} = \cos 9,6^\circ \Rightarrow \boxed{\text{F.P.} = 0,986}$$