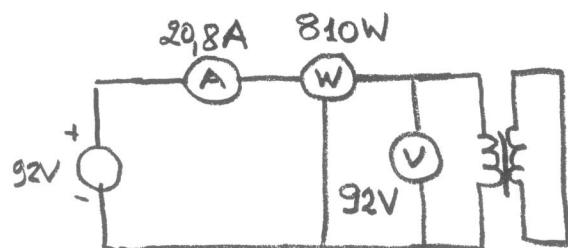


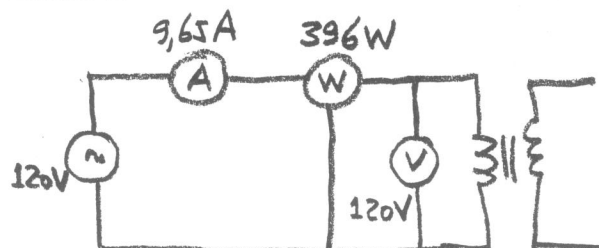
ESTA PROVA É AUTO-EXPLICATIVA. PERGUNTAS SOBRE AS QUESTÕES NÃO SERÃO RESPONDIDAS EM HIPÓTESE ALGUMA. As respostas nesta folha são obrigatórias. O item não será corrigido se não houver resposta escrita no espaço em branco à tinta. Provas feitas a lápis no papel de prova não serão revisadas. Inutilize bem todos os espaços em branco das folhas de solução da prova feita a tinta. Explicite as equações usadas durante a solução (Ex: $V_t = R_a I_a = 0,1 \times 100 = 10 \text{ V}$ e não $V_t = 0,1 \cdot 100 = 10 \text{ V}$). Não se esqueça das unidades, principalmente nas respostas obrigatórias nesta folha. O capricho faz parte da prova (provas sem capricho ou escritas com lápis muito claros poderão ter descontos de 0 a 2 pontos, a critério do professor). O arredondamento dos cálculos deve ser feito na 3ª. casa decimal significativa (exemplos: $4,2356 = 4,236$; $0,0236$; $0,00236$; $0,000236$). A resposta deve também conter 3 algarismos significativos obrigatoriamente. Faça os cálculos com todos os algarismos fazendo o arredondamento apenas no resultado final. É permitido o uso de calculadoras, incluindo as HPs comuns. É expressamente proibido o uso de qualquer outro tipo de computador, incluindo Palms e afins bem como calculadoras que permitam comunicação entre pessoas. A NÃO OBSERVÂNCIA DESTAS REGRAS SERÃO TRATADAS COMO FALTA DE COOPERAÇÃO DO ESTUDANTE.

Questão 01 - Um transformador monofásico de 50 kVA, 2400/120V foi submetido a ensaios A e B para determinação de seus parâmetros. Obteve-se no ensaio A os seguintes resultados: 810W - 20,8A - 92V e no ensaio B os seguintes resultados: 120V - 9,65A - 396W: a) escreva o nome completo do ensaio A ensaio de curto circuito e o nome do ensaio B ensaio de circuito aberto ou em vazio b) desenhe, no espaço abaixo, a configuração de laboratório do ensaio A e do ensaio B colocando os valores obtidos sobre cada um dos instrumentos de medição desenhados,

Ensaio A



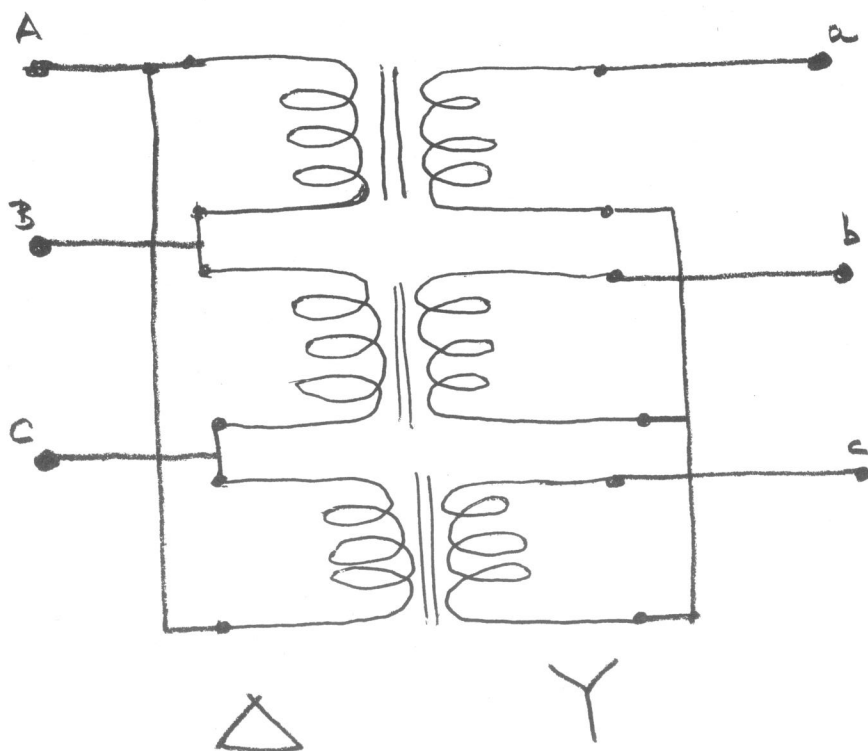
Ensaio B



c) determine os valores dos parâmetros elétricos do transformador em unidades do sistema MKS vistos do lado de baixa tensão: R_1 $0,0046805 \Omega$, X_1 $0,01002 \Omega$, R_p $36,3636 \Omega$, X_m $13,2331 \Omega$, d) determine o valor de cada parâmetro em pu R_1 $0,01625$, X_1 $0,03479$, R_p $126,2625$, X_m $45,3482$, e) determine as perdas do transformador em condições nominais de operação $1205,989 \text{ W}$.
 $0,0241 \text{ pu}$

Questão 02 - Um transformador monofásico apresenta os seguintes parâmetros de circuito equivalente em pu: $R_1 = 0,007$; $X_1 = 0,021$; $R_p = 142,810$; $X_m = 40,512$, calcule: a) a corrente de perdas magnéticas em pu $0,007 \text{ pu}$, b) a corrente de magnetização $0,0247 \text{ pu}$, c) a corrente de excitação $0,0257 \text{ pu}$, d) o rendimento do transformador quando ele alimenta uma carga indutiva de 85% do valor nominal com fator de potência 0,93 indutivo e na condição de tensão nominal na carga $98,790\%$, e) na situação do item d calcule a regulação do transformador $1,22\%$.

Questão 03 – Um transformador monofásico de 25kVA, 2300/265,581V, 60 Hz apresenta impedância equivalente vista do lado de baixa tensão de $0,04623 + j0,057794 \Omega$. Usando 3 deles pode-se montar um transformador trifásico de 2300/460V para alimentar uma carga que consumirá 55 kW com fator de potência 0,85 indutivo. a) desenhe no espaço abaixo o diagrama que mostre as conexões realizadas, b) determine o valor eficaz da corrente elétrica que circula em cada fase do enrolamento primário do transformador trifásico 9,378 A, c) idem para cada fase do enrolamento secundário 81,213 A d) determine a regulação de tensão do transformador trifásico na situação de carga mencionada 2,135%.

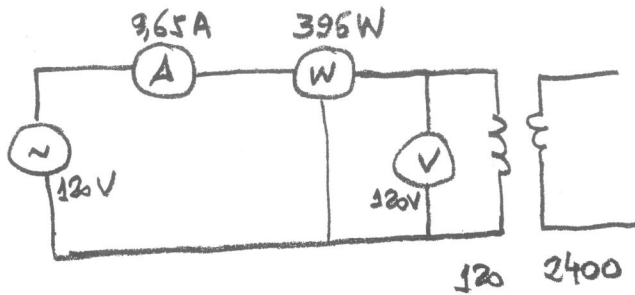


$$V_{AB} = 2300 \text{ V}$$

$$V_{ab} = 460 \text{ V}$$

Questão 01

Ensaio de circuito aberto (ensaio em vazio)

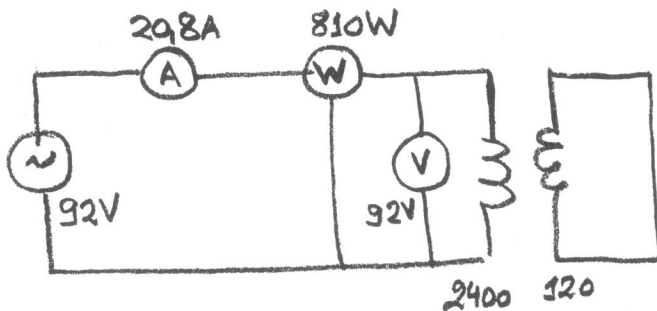


$$R_p = \frac{V^2}{P} = \frac{120^2}{396} = 36,3636 \Omega \text{ (BT)}$$

$$I_p = \frac{V}{R_p} = \frac{120}{36,3636} = 3,3000 \text{ A}$$

$$I_m = \sqrt{I^2 - I_p^2} = \sqrt{9,65^2 - 3,3^2} = 9,0682 \Omega$$

$$X_m = \frac{V}{I_m} = \frac{120}{9,0682} = 13,2331 \Omega \text{ (BT)}$$



$$R_1 = \frac{810}{20,8^2} = 1,87226 \Omega \text{ (AT)}$$

$$a = N_1/N_2 = 2400/120 = 20$$

$$R_1 = \frac{1,87226}{20^2} = 0,0046805 \Omega \text{ (BT)}$$

$$Z_1 = \frac{92}{20,8} = 4,42307 \Omega \text{ (AT)}$$

$$X_1 = \sqrt{Z_1^2 - R_1^2} = \sqrt{4,42307^2 - 1,87226^2} = 4,00727 \Omega \text{ (AT)}$$

$$X_1 = \frac{4,00727}{20^2} = 0,01002 \Omega \text{ (BT)}$$

$$Z_{\text{base BT}} = \frac{V_{\text{base BT}}^2}{S_{\text{base}}} = \frac{120^2}{50000} = 0,288 \Omega$$

$$R_1(\text{pu}) = \frac{0,0046805}{0,288} = 0,01625 \text{ pu}$$

$$X_1(\text{pu}) = \frac{0,01002}{0,288} = 0,03479 \text{ pu}$$

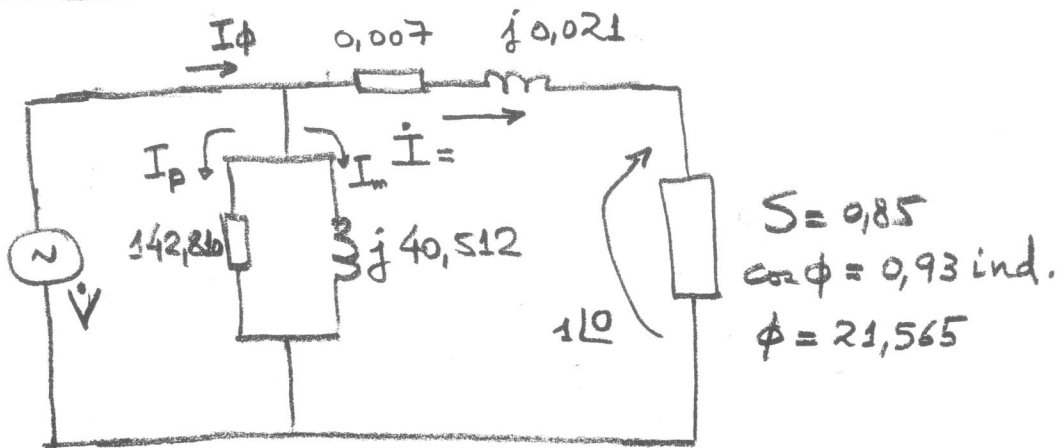
$$R_p(\text{pu}) = \frac{36,3636}{0,288} = 126,2625 \text{ pu}$$

$$X_m(\text{pu}) = \frac{13,2331}{0,288} = 45,9482 \text{ pu}$$

$$\begin{aligned} \text{Perdas} &= R_1 I_{cc}^2 + \frac{V^2}{R_p} = 1,8722 \times 20,8^2 + \frac{120^2}{36,3636} = 809,989 + 396,000 = \\ &= 1205,989 \text{ W} \rightarrow \frac{1205,989}{50000} = 0,0241 \text{ pu} \end{aligned}$$

$$\text{Perdas (pu)} = R_2 I_{cc}^2 + \frac{V^2}{R_p} = 0,01625 \times 1^2 + \frac{1^2}{126,2625} = 0,0241 \text{ pu}$$

Questão 02



$$\dot{I} = \frac{S}{V} \angle \phi = \frac{0,85}{1} \angle -21,565^\circ = 0,85 \angle -21,565^\circ$$

$$\dot{I}_p = \frac{1}{142,810} = 0,007 \text{ pu} \Rightarrow \dot{I}_p = 0,007 \angle 0^\circ \text{ pu}$$

$$\dot{I}_m = \frac{1}{j40,512} = 0,0247 \angle -90^\circ \text{ pu}$$

$$\dot{I}_\phi = 0,007 - j0,0247 = 0,0257 \angle 74,177^\circ \text{ pu}$$

$$\text{Perdas} = 0,007 \times 0,85^2 + 142,810 \times 0,007^2 = 0,0121 \text{ pu}$$

$$\eta = 1 - 0,121 = 98,79\%$$

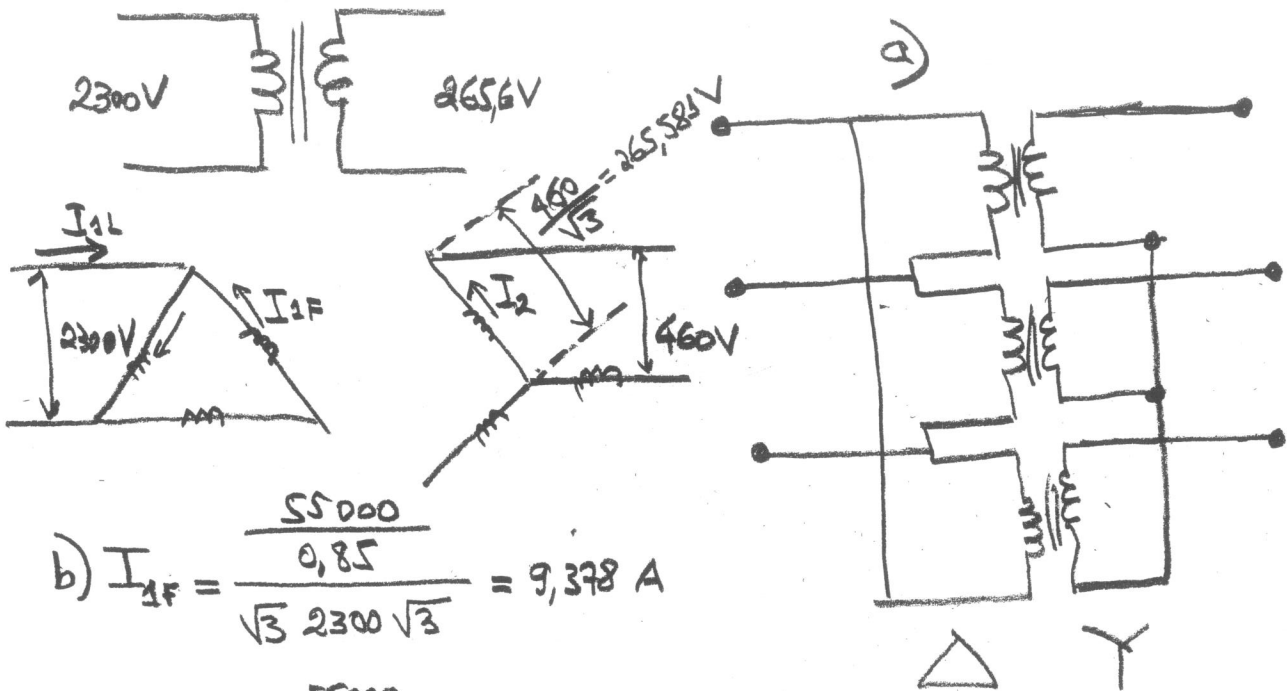
$$\begin{aligned} \dot{V} &= 1 + (0,007 + j0,021) 0,85 \angle -21,565^\circ = \\ &= 1 + 0,0221 \angle 71,565^\circ \times 0,85 \angle -21,565^\circ = \\ &= 1 + 0,0188 \angle 50^\circ = 1,0121 + j0,0144 = \\ &= 1,0122 \angle 0,815^\circ \end{aligned}$$

$$R = \frac{1,0122 - 1}{1} = 1,22\%$$

Questão 03

Transf. monofásico

$$Z_{BT} = 0,04623 + j0,057794 = 0,07401 \angle 51,343^\circ \Omega$$



$$b) I_{zf} = \frac{\frac{55000}{0,85}}{\sqrt{3} \cdot 2300 \cdot \sqrt{3}} = 9,398 \text{ A}$$

$$c) I_{2F} = \frac{\frac{55000}{0,85}}{\sqrt{3} 460} = 81,213 \text{ A}$$

$$d) \dot{I}_2 = 81,213 \angle -31,788^\circ \text{ A}$$

$$V_2 = V_C + Z_{BT} \dot{I}_2 = 265,581 + 0,074 \angle 51,343^\circ \times 81,213 \angle -31,788^\circ$$

$$\dot{V}_2 = 271,252 \text{ } \underline{10,425^\circ}$$

$$R = \frac{271,252 - 265,581}{265,581} = 2,135\%$$