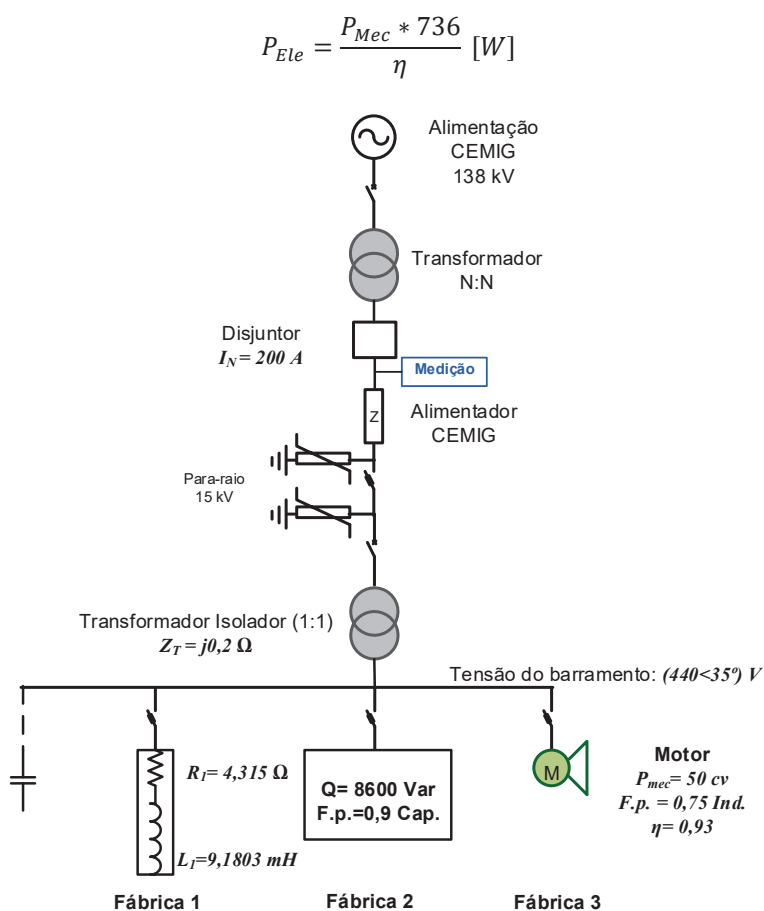


2ª Questão) (3,0 pontos) A figura abaixo apresenta o diagrama unifilar de um alimentador da CEMIG, o qual entrega potência para 3 fábricas com suas respectivas cargas. Na saída de um tronco de alimentação existe um transformador (relação de transformação indefinida $N:N$) que reduz a tensão de entrada de 138kV para um nível compatível com o barramento de cargas. Para tanto, é utilizado um cabo de alimentação de 3 km de comprimento que liga a saída do transformador até o barramento das cargas. Dentro destas condições o cabo apresenta uma resistência $R = 0,1 \Omega / Km$ e indutância $L = 0,5306 mH / Km$. Para proteger o sistema, foi instalado um disjuntor com corrente nominal de 200 A na saída do transformador. Existe ainda um transformador isolador com relação de transformação de 1:1 apenas para evitar problemas de compatibilidade eletromagnética. Seja a frequência do sistema 60 Hz, determine:

- (1,0 ponto)** Calcular o fator de potência atual das fábricas (sem o capacitor “C”) e desenhar o triângulo de potência equivalente para tal. O disjuntor irá desarmar para essa situação de carregamento? Justifique através de cálculos;
- (1,0 ponto)** Calcule um capacitor a ser colocado em paralelo com as fábricas de modo que o fator de potência resultante seja 0,98 em avanço.
- (0,5 ponto)** Encontrar a corrente $i(t)$ (corrente total após a inserção do capacitor “C”) e a corrente $i_c(t)$ no capacitor. O disjuntor desarmará após a correção do fator de potência?
- (0,5 ponto)** Qual deverá ser a relação de número de espiras para o transformador após a correção do fator de potência, para garantir a tensão do barramento em 440 V?
- (0,5 ponto)** Desenhe o triângulo de potência visto pela CEMIG após a correção do Fator de Potência.



CARGA 1:

$$\dot{I}_1 = \frac{V}{Z_1}$$

$$\dot{S}_1 = V \dot{I}_1^*$$

$$\dot{I}_1 = \frac{440 \angle 35^\circ}{(4,375 + j3,46)}$$

$$\dot{S}_1 = 35 \angle 30,72^\circ \text{ kVA}$$

$$\dot{I}_1 = 79,55 \angle -3,72^\circ \text{ A}$$

CARGA 2:

$$Q = V I \sin \theta$$

$$\theta = \cos^{-1}(0,9)$$

$$\dot{S}_2 = V \dot{I}_2^*$$

$$\dot{I}_2 = \frac{Q_2}{V \cdot \sin \theta}$$

$$\theta = 25,84^\circ$$

$$\dot{S}_2 = 79729,6 \angle -25,84^\circ \text{ VA}$$

$$\dot{I}_2 = \frac{8600}{440 \cdot \sin(25,84^\circ)}$$

$$\dot{I}_2 = 44,84 \angle 60,84^\circ$$

CARGA 3:

$$P_{el} = \frac{P_{mec} \times 736}{\eta}$$

$$P = V I \cos \theta$$

$$\dot{S}_3 = V \cdot \dot{I}_3^*$$

$$P_{el} = \frac{50 \times 736}{0,93}$$

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \theta}$$

$$\dot{S}_3 = 52756 \angle 41,4^\circ \text{ VA}$$

$$P_{el} = 39569,89 \text{ W}$$

$$I = 119,9 \angle -6,4^\circ \text{ A}$$

Total:

$$\dot{S}_T = \dot{S}_1 + \dot{S}_2 + \dot{S}_3$$

$$S_T = 97,39 \angle 29,65^\circ \text{ kVA}$$

$$\dot{I}_T^* = \frac{S_T}{V}$$

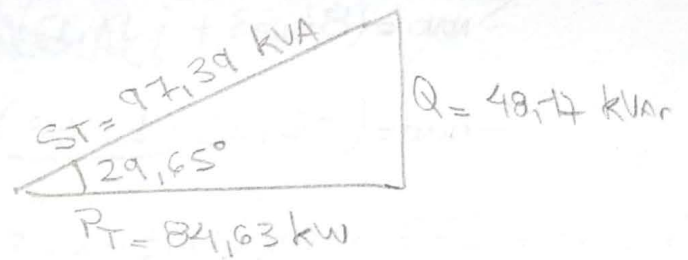
$$\Rightarrow \boxed{\dot{I}_T = 221,3 \angle 5,34^\circ \text{ A}}$$

A) $P_T = S_T \cdot \cos 29,65^\circ$

$P_T = 84,63 \text{ kW}$

$Q_T = S_T \cdot \sin 29,65^\circ$

$Q_T = 48,17 \text{ kVar}$



S.P. = $\cos 29,65^\circ$

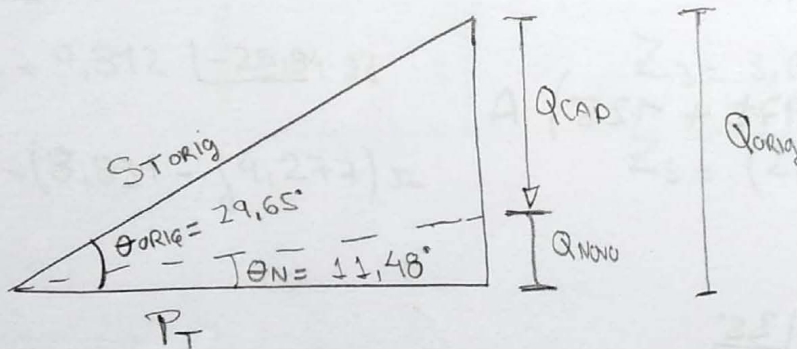
$S.P. = 0,869 \text{ IND}$

∴ O DISJUNTOR NÃO DESARMAR: $I_N < I_T$ $200 < 221,3 \text{ A}$

B) CORREÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA:

S.P.N = 0,98 ATRASADO

$\theta_{\text{NOVO}} = 11,48^\circ$



$Q_{\text{CAP}} = Q_{\text{ORIG}} - Q_{\text{NOVO}}$

$Q_{\text{CAP}} = 48,17 - (84,63 \cdot \tan(11,47^\circ))$

$Q_{\text{CAP}} = 31,0 \text{ kVar}$

$Q_{\text{CAP}} = -j31,0 \text{ kVar}$

$C = \frac{Q_{\text{CAP}}}{-j\omega V^2}$

$C = \frac{-j31 \times 10^3}{-j377 (440)^2}$

$C = 424,73 \mu\text{F}$

$$c) \dot{S}_{\text{NOVO}} = P + jQ_{\text{NOVO}}$$

$$\dot{S}_{\text{NOVO}} = (84,63 + j 17,17) \text{ kVA}$$

$$\dot{S}_{\text{NOVO}} = (86,35 \angle 11,47^\circ) \text{ kVA}$$

$$I_T^* = \frac{S_{\text{NOVO}}}{V}$$

$$I_T^* = 196,3 \angle 23,53^\circ \text{ A}$$

DISJUNTOR NÃO DESARMARÁ

$$\therefore i_T(t) = 277,67 \cos(377t + 23,53^\circ) \text{ A}$$

Corrente no capacitor:

$$I_T = I_C + I_{\text{CARGAS}}$$

$$I_C = I_T - I_{\text{CARGAS}}$$

$$I_C = (196,3 \angle 23,53^\circ) - (221,3 \angle 5,34^\circ)$$

$$I_C = 70,48 \angle 125^\circ \text{ A}$$

$$I_C = \frac{U}{X_C}$$

$$\Rightarrow I_C = \frac{(440 \angle 35^\circ)}{-j6,245}$$

$$I_C = 70,48 \angle 125^\circ \text{ A}$$

$$\therefore i_C(t) = 99,67 \cos(377t + 125^\circ) \text{ A}$$

d) Tensão na Fonte

$$V_g = I_T \cdot Z + 440 \angle 35^\circ$$

$$V_g = (196,3 \angle 23,53^\circ)(0,3 + j0,8) + (440 \angle 35^\circ)$$

$$V_g = 547,7 \angle 50,05^\circ \text{ V}$$

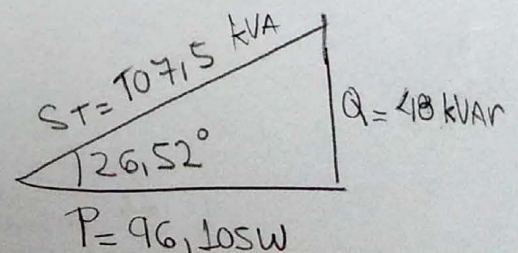
$$S_C = V_g \cdot I_T^*$$

$$S_C = (547,7 \angle 50,05^\circ) \cdot (196,3 \angle -23,53^\circ)$$

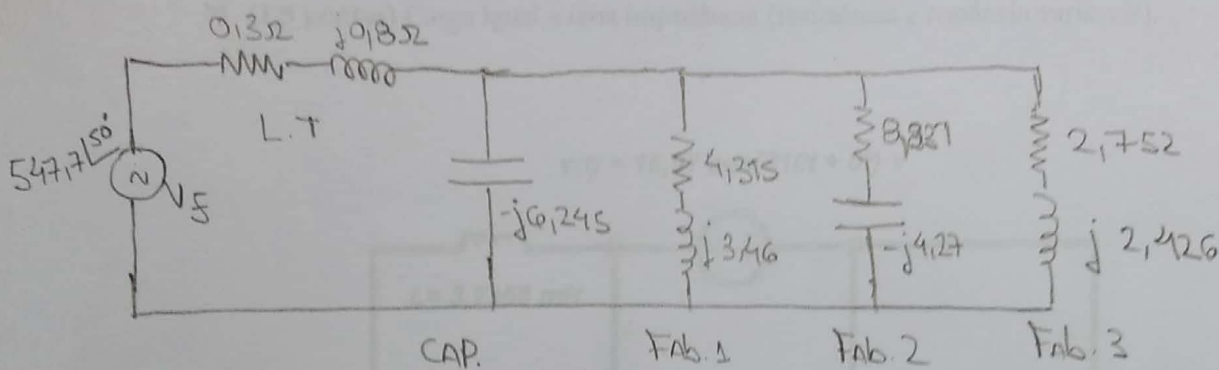
$$S_C = 107,5 \angle 26,52^\circ \text{ kVA}$$

$$\text{f.p.} = \cos(26,52^\circ)$$

$$\text{f.p.} = 0,894$$



E) Circuito Elétrico Equivalente



$$\dot{Z}_2 = \frac{U^2}{S_2}$$

$$\dot{Z}_2 = 9,812 \angle -25,84^\circ \Omega$$

$$\dot{Z}_2 = (8,831 - j4,277) \Omega$$

$$\dot{Z}_3 = \frac{U^2}{S_3}$$

$$\dot{Z}_3 = 3,669 \angle 41,4^\circ \Omega$$

$$\dot{Z}_3 = (2,752 + j2,426) \Omega$$