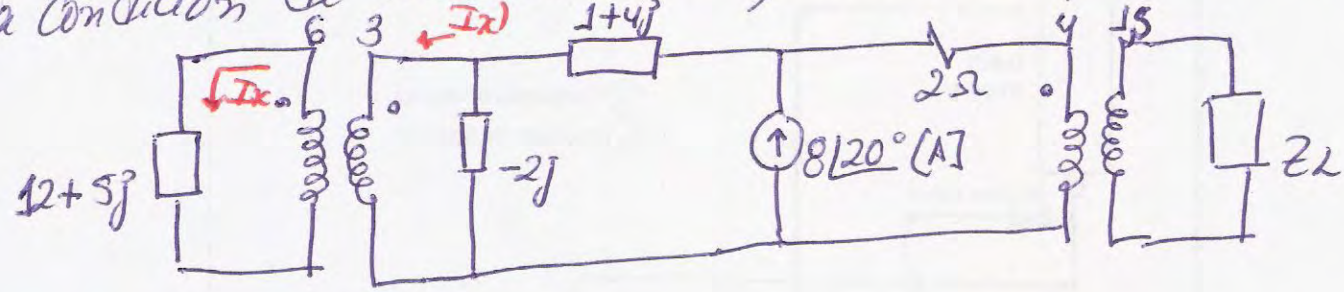
Tercer Examen Parcial
Circuitos Eléctricos I
Solución

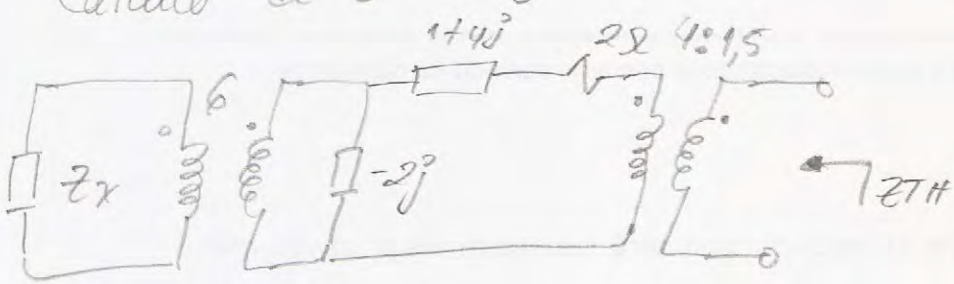
① Halle el valor de Z_L para que reciba la máxima transferencia de potencia. Encuentre el valor de la corriente que circula por Z_x cuando la carga Z_L cumple la condición de máxima transferencia de potencia (5 pts)



Solución:

1) La condición de M.T.P. se alcanza si $Z_{TH}^* = Z_L$.

Calculo de $Z_{TH} = ?$

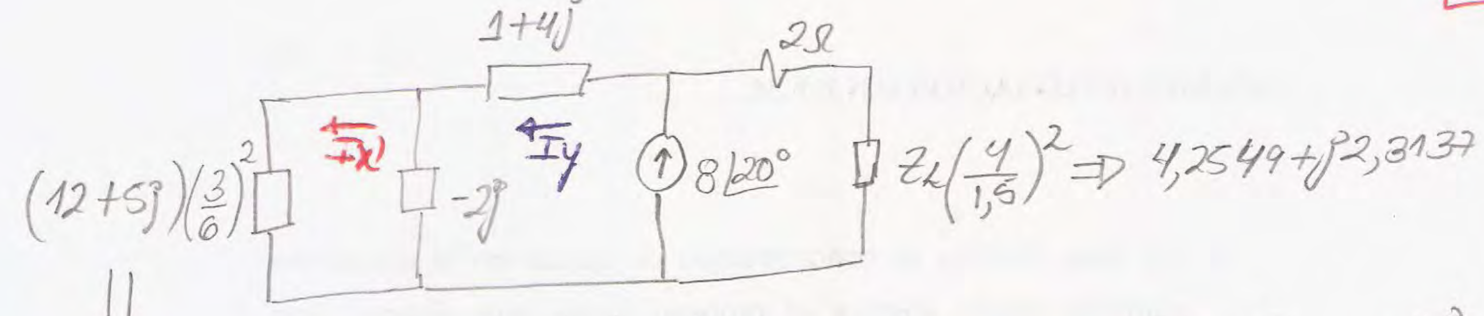


$$Z_{TH} = \left(\frac{1,5}{4}\right)^2 \left[2+(1+4j) + \underbrace{\left[-2j \,//\, \left(\frac{3}{6}\right)^2 (12+5j)\right]}_{1,2549 - j1,6863}\right] =$$

$$\boxed{Z_{TH} = \left(\frac{1,5}{4}\right)^2 \left[4,2549 + j2,3137\right] = 0,59835 + j0,32537}$$

2) Determinar I_x si $Z_L = Z_{TH}^*$:

Observemos que: $\frac{I_x}{I_x'} = \frac{3}{6} \Rightarrow \boxed{I_x = \frac{1}{2} I_x'}$



$\Downarrow$

$3+j1{,}25$

$$Ix' = \underbrace{\left[\frac{8\angle 20^\circ\,(2+4{,}25+j2{,}31)}{1+4j+(3+j1{,}25)\,\|\,(-2j)+2+4{,}25+j2{,}31}\right]}_{Iy} * \left[\frac{-2j}{-2j+3+j1{,}25}\right]$$

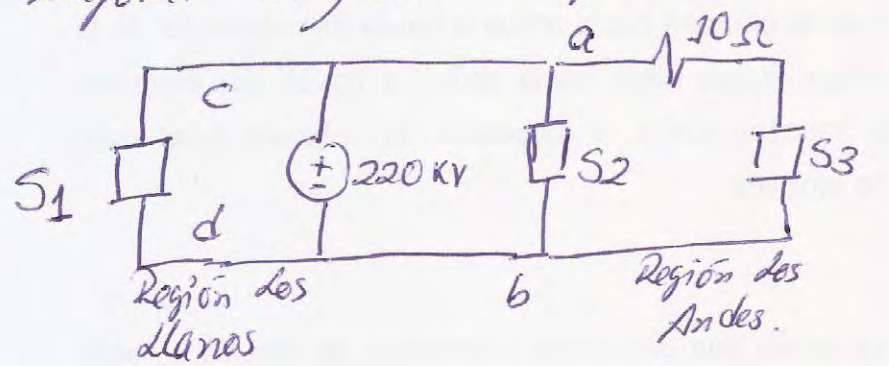
$$Ix' = (5{,}3911+j1{,}1217)(0{,}15686-j0{,}62745)$$

$$\boxed{Ix' = 1{,}55-j3{,}20} \Rightarrow Ix = \frac{1}{2}(1{,}55-j3{,}20)$$

Entonces:

$$\boxed{Ix = 0{,}77-j1{,}60 = 1{,}78\angle -64{,}20^\circ}$$

② En la siguiente figura se representa un generador de planta Paez (Represa de Santo Domingo). Dicho generador entrega potencia hacia la ciudad de Barinas y Mérida tal y como se muestra en la figura. Usted es el encargado de mejorar el factor de potencia.



Solución:

a) Qué se necesita instalar en los extremos a-b para establecer el factor de potencia a 0,95 de la carga que modela la región de los Andes.

b) Qué valor necesita instalar en los extremos c-d para mejorar el factor de potencia a 0,92. 3

c) Tensión en $R = 10\,\Omega$. (Antes o después de mejorar el fp. Comente este resultado después del examen)

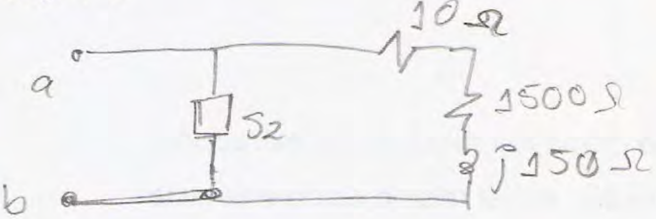
Datos:

$S_1 = 5\,MVA \quad fp = 0{,}85$, $S_2 = 10\,MW \quad fp = 0{,}90$

$$S_3 = (1500 + j150)\,\Omega$$

Solución:

a)



Sabemos:

$S_2 = 10\,MW + j\,10\,MW\,tg(Acos(0{,}9))$

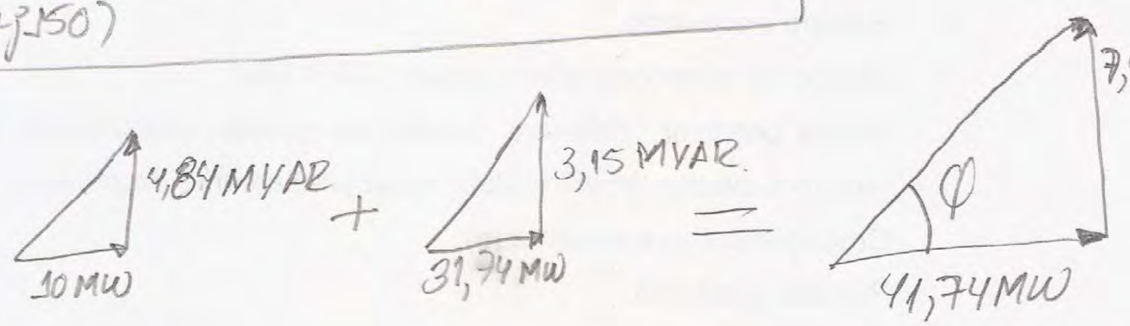
$\boxed{S_2 = 10\,MW + j4{,}84\,MVAR}$

Por otro lados

$$\boxed{S_3' = \frac{(220\,kV)^2}{(10+1500+j150)} = 31{,}74\,MW + j3{,}15\,MVAR.}$$

Entonces:

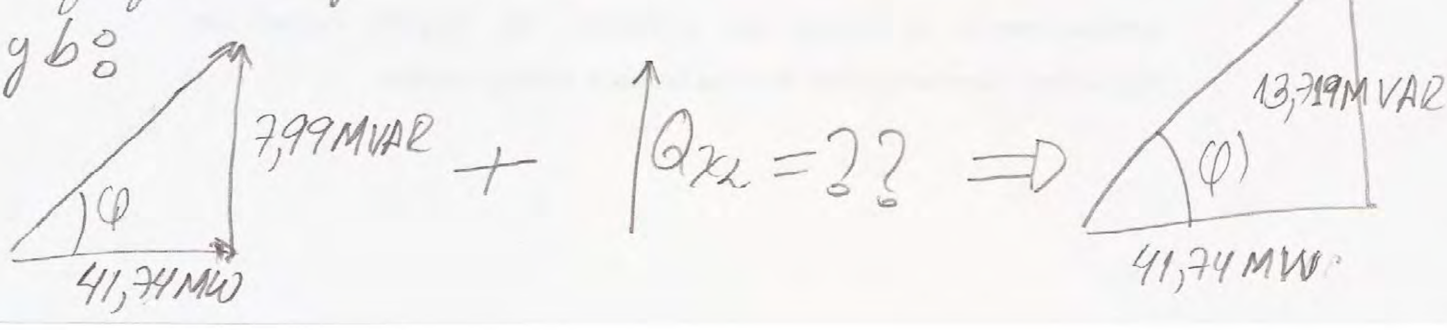
S Andes ⟹



Donde:

$$\varphi = tg^{-1}\left(\frac{7{,}99}{41{,}74}\right) = 10{,}84^\circ \Rightarrow \boxed{\cos\varphi = 0{,}982}$$

Entonces, para llevar el factor de potencia a 0,95 hay que agregar carga inductiva en los extremos de a y b:



Es decir:

$$\cos(\varphi') = 0{,}95 \Rightarrow \boxed{\varphi' = A\cos(0{,}95) = 18{,}195°}$$

Por lo que:

$$18{,}195° = A\mathrm{rtg}\left(\frac{Q_{xL}'}{41{,}74}\right) \Rightarrow Q_{xL}' = 41{,}74\, tg(18{,}195)$$

$$Q_{xL}' = 13{,}719 \text{ MVAR} = Q_{xL} + 7{,}99 \text{ MVAR}$$

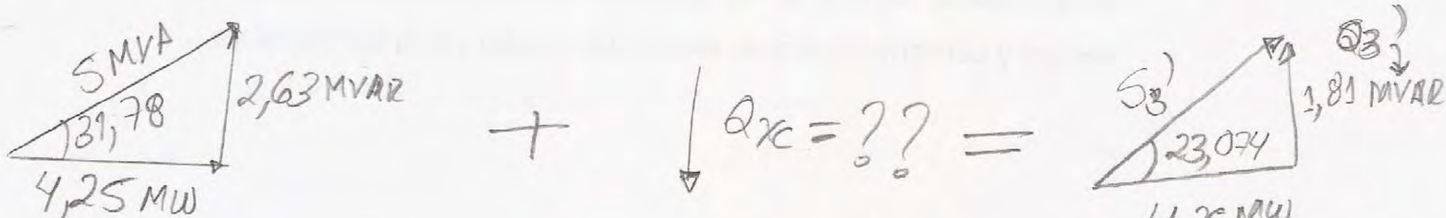
Entonces:

$$Q_{xL} = 13{,}719 \text{ MVAR} - 7{,}99 \text{ MVAR} = 5{,}7294 \text{ MVAR}$$

$$Q_{xL} = \frac{|V|^2}{X_L} \Rightarrow X_L = \frac{(220 \times 10^3)^2}{5{,}7294 \text{ MVAR}} = 8{,}45 \times 10^3 [\Omega]$$

$$\boxed{X_L = 8{,}45 \times 10^3 [\Omega]} \quad a\ 60\ Hz \Rightarrow \boxed{L = 22{,}40\ H}$$

(b)



$$\boxed{A\cos(0{,}92) = 23{,}074°} \Rightarrow Q_3' = 4{,}25 \text{ MW} \cdot tg(23{,}074)$$

$$\boxed{Q_3' = 1{,}8105 \text{ MVAR}}$$

$$\boxed{Q_{xc} = 1{,}81 \text{ MVAR} - 2{,}63 \text{ MVAR} = -0{,}820 \text{ MVAR}}$$

$$\Rightarrow X_C = \frac{|220 \text{ kV}|^2}{0{,}82 \text{ MVAR}} = 59{,}024 [k\Omega] \Rightarrow X_C = 59{,}024 [k\Omega] = \frac{1}{\omega C}$$

$$\Rightarrow \boxed{C = 44{,}941 [nF]}$$

(C) $\boxed{V_{R10\Omega} = \dfrac{220\text{KV} * 10}{10 + 1500 + j150} = 1{,}4498 \angle -5{,}673^\circ \, [\text{KV}]}$

(3) Para el circuito de la figura, se conoce que $|I_1| = 250\,\text{A}$ en rms y $|V_g| = 240\,\text{V}$ (rms) y las cargas presentan las siguientes características:

Carga 1: $P_1 = 30\,\text{KW}$ con factor de potencia de 0,60 en adelanto.

Carga 2: Absorbe 70 KW y 140 KVAR.

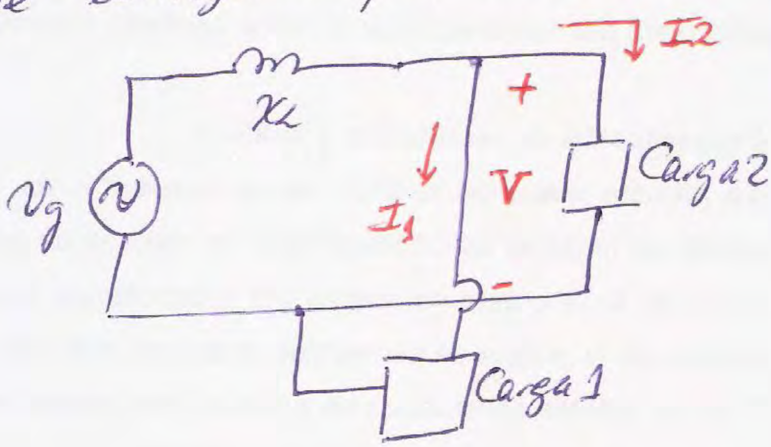
Determinar:

a) X_L

b) La corriente nominal de trabajo de la carga 2 en módulo y en fase.

c) Los elementos en serie y en paralelo que modelan la carga 1 si la frecuencia de trabajo es 60 Hz.

d) Elementos que corrigen el factor de potencia en los extremos del generador a 0,95 en atraso sin que cambie la corriente entregada por dicho generador.



Solución:

Carga 1:

$$Q_1 = -30[\text{KW}] \cdot tg(\cos^{-1}(0{,}6)) = -40\,\text{KVAR}$$

$$|S_1| = \frac{P_1}{0,6} = \frac{30\,kW}{0,6} = 50\,KVA = |I_1||V|$$

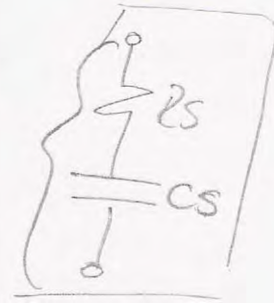
$$\Rightarrow \boxed{|V| = \frac{50\,KVA}{250\,A} = 200\,[V]}$$

ⓒ *Elementos en serie de la carga 1:

$$S_1 = 30\,KW - j\,40\,KVAR = \frac{|200|^2}{Z^*} \Rightarrow Z = \frac{|200|^2}{(30\,kW - j\,40\,kVAR)^*}$$

$$Z = \frac{|200|^2}{30\,kW + j\,40\,KVAR} = 0,480 - j\,0,640\,[\Omega]$$

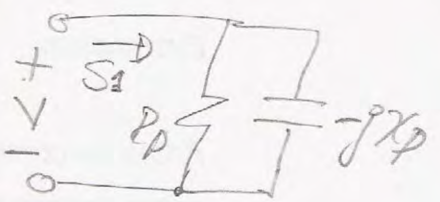
$$R_S = 0,48 \quad ; \quad C_S = \frac{1}{0,64 * 2\pi * 60} = 4,14\,mF$$



Carga 1

* Elementos en paralelo:

$$\circ\ 30\,KW = \frac{|200|^2}{R_P} \Rightarrow \boxed{R_P = 1,33\,\Omega}$$



$$\circ\ 40\,KVAR = \frac{|200|^2}{X_P} \Rightarrow \boxed{X_P = 1} \Rightarrow \boxed{C_P = \frac{1}{2\pi * 60} = 2,65\,[mF]}$$

ⓑ $$|S_2| = \sqrt{(P_2)^2 + (Q_2)^2} = \sqrt{(70\,kW)^2 + (140\,KVAR)^2}$$

$$\boxed{|S_2| = 156,52\,[KVA]} \Rightarrow |I_2| = \frac{|S_2|}{V}$$

$$\boxed{|I_2| = 782,62\,[A]}$$

Tomando como referencia el voltaje "V" en la carga, la fase de I_2 es: $\phi_{I2} = -\phi_{Z2} = -\phi_{S2}$. Entonces:

$$\phi_{S2} = tg^{-1}\left(\frac{140}{70}\right) = 63{,}43^\circ \Rightarrow \boxed{\phi_{I2} = -63{,}43^\circ}$$

Finalmente:

$$\boxed{I_2 = 782{,}62 \angle{-63{,}43^\circ}}\ [A]$$

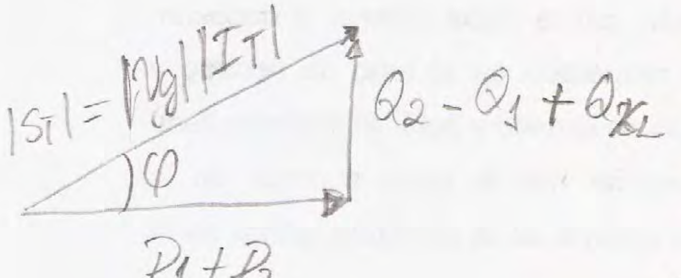
ⓐ Para hallar X_L necesitamos la potencia total entregada por el generador.

$$S_T = S_{X_L} + S_1 + S_2 = \hat{I}_T^* \cdot V_g \longrightarrow \text{no conocemos la fase.}$$

$$\hat{I}_T = \hat{I}_1 + \hat{I}_2 = 250 \angle{+\cos^{-1}(0{,}6)} + 782{,}62 \angle{-63{,}43}$$

$$\boxed{\hat{I}_T = 500 - j500 = 500\sqrt{2} \angle{-45^\circ}}$$

Triángulo de Potencia:



$$|S_T| = 240 * 500\sqrt{2}$$

$$\boxed{|S_T| = 169{,}71\ [KVA]}$$

$$\phi = \cos^{-1}\left(\frac{P_1 + P_2}{|S_T|}\right) = \cos^{-1}\left(\frac{100}{169{,}71}\right)$$

$$\boxed{\phi = 53{,}897^\circ}$$

Por otro lado:

$$Q_T^2 = S_T^2 - P_T^2 \Rightarrow Q_T = \sqrt{(169{,}71)^2 - (100)^2} = 137{,}12\ [KVAR]$$

$$Q_T = Q_2 - Q_1 + Q_{X_L} \Rightarrow Q_{X_L} = (137{,}12 - 140 + 40)\ [KVAR]$$

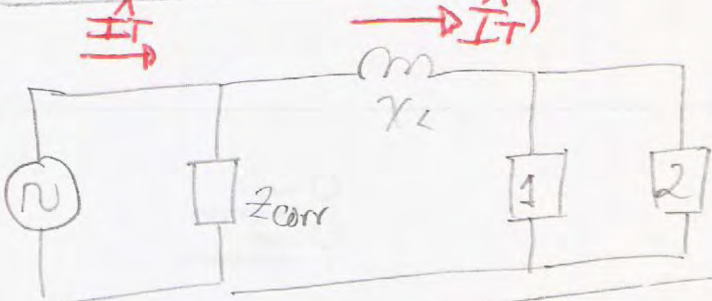
$\boxed{Q_{X_L} = 37,12 \text{ KVAR}} \Rightarrow Q_{X_L} = |I_T|^2 \cdot X_L$

$$\Rightarrow X_L = \frac{Q_{X_L}}{|I_T|^2} = \frac{37,12 \text{ KVAR}}{|500\sqrt{2}|^2}$$

$X_L = 0,07424 = 2\pi * 60 * L$

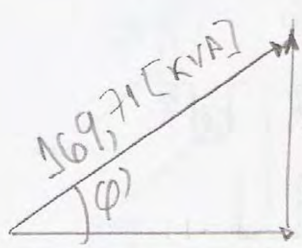
$\Rightarrow \boxed{L = 196,93 [\mu H]}$

d)



$\boxed{I_T = 500\sqrt{2} \angle -45^\circ}$

$\cos\varphi' = 0,95 \Rightarrow \boxed{\varphi' = 18,19^\circ}$



$Q_T' = 169,71 \cdot \text{Sen}(18,195)$

$Q_T' = 52,978 \text{ [KVAR]}$

$P_T' = 169,71 \cdot (0,95)$

$\boxed{P_T' = 161,22 \text{ KW}}$

$P_{Nuevo} = P_{anterior} + P_{adicional}$

$161,22 = 100 + P_{adicional}$

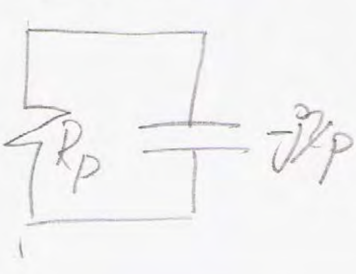
$\Rightarrow \boxed{P_{adicional} = 61,22 \text{ [KW]}}$

$Q_{Nuevo} = Q_{anterior} + Q_{adicional}$

$52,978 = 137,12 + Q_{adicional}$

$\Rightarrow \boxed{Q_{adicional} = -84,14 \text{ [KVAR]}}$

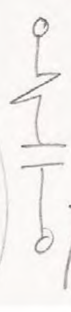
*Elementos en paralelo:



$R_P = \frac{240^2}{61,22} = 0,94\Omega$

$X_P = \frac{(240)^2}{84,14} = 0,68\Omega$

*Elementos en serie:



$Z_{serie} = \frac{0,94(-j0,68)}{0,94 - j0,68}$

$\boxed{Z_{serie} = 0,32 - j0,44}$