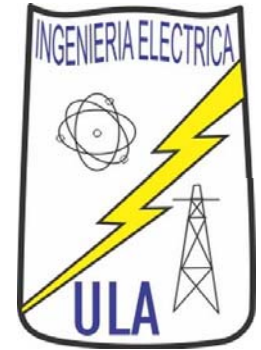


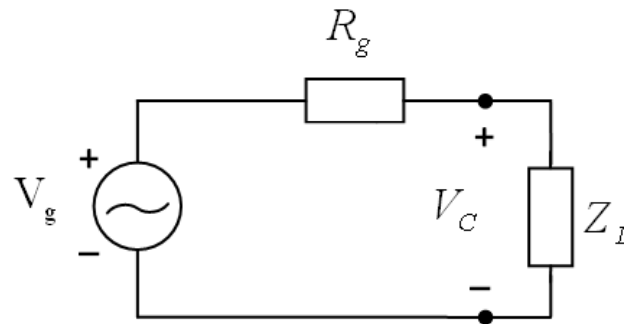


INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
MÉRIDA VENEZUELA



Corrección del factor de potencia

Prof. Gerardo Ceballos

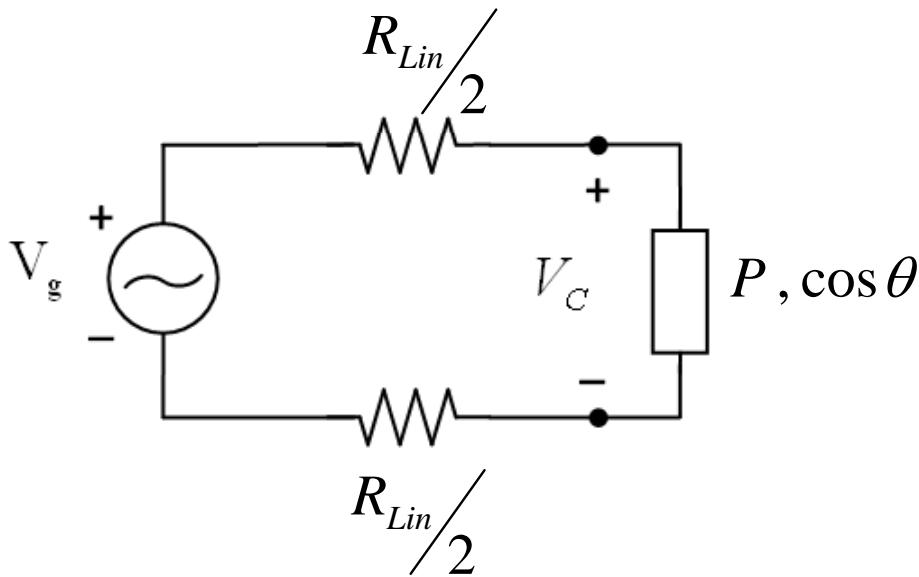


- La compañía de distribución controla V_C para que se mantenga cte independientemente de la carga.
- La potencia activa que se disipa en Z_L es mas costosa para la compañía que distribuye si se hace con un fp bajo ya que aumenta la corriente, equipos mas caros y pérdidas en línea.
- Se penaliza a usuarios con fp bajo.
- Los usuarios con cargas muy inductivas(mas frecuentes, motores) colocan bancos de capacitores para subir el fp.
- Corrigiendo el fp aumenta eficiencia η .
- No es tan importante conocer la fase de voltajes y corrientes.



Pérdidas de Línea

Valores eficaces



$$P = |V_C| |I| \cos \theta$$

$$|I| = \frac{P}{|V_C| \cos \theta}$$

$$P_{Lin} = |I_L|^2 R_{Lin}$$

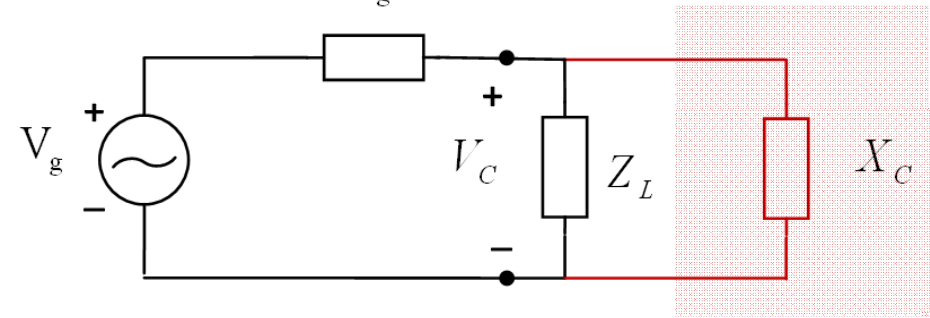
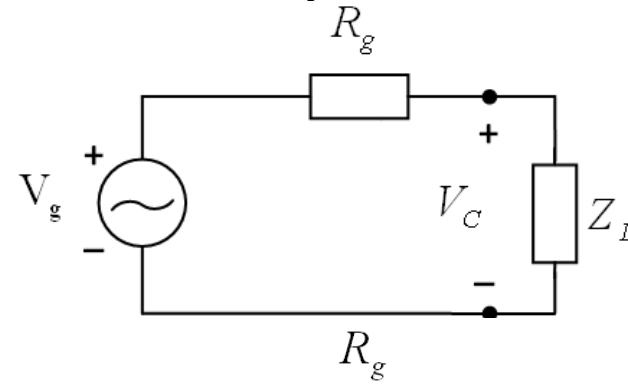
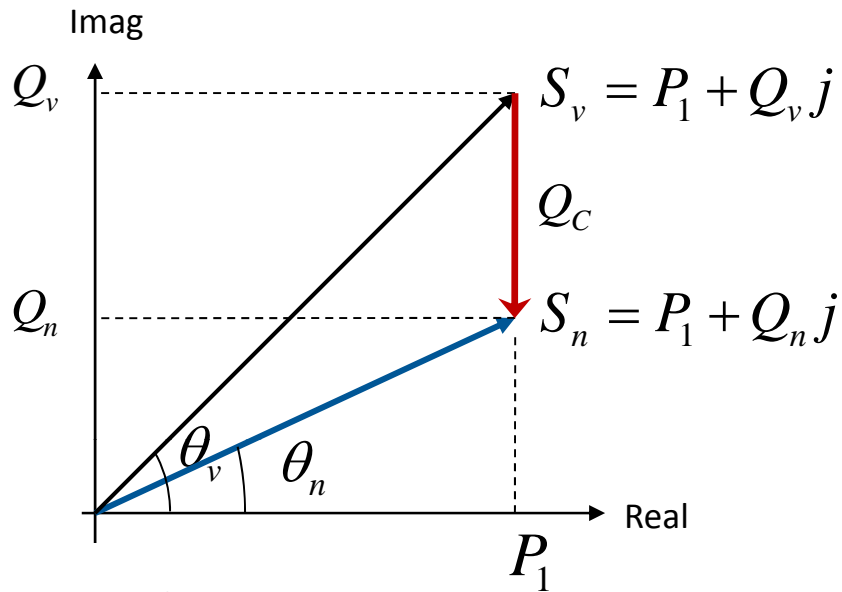
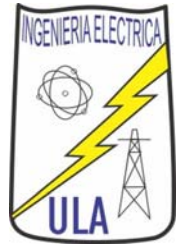
$$P_{Lin} = \frac{P^2}{|V_C|^2 \cos^2 \theta} R_{Lin}$$

P ctte

Vc ctte

fp ↑

Corrección de fp



$Q_C = ?$

$$S_v + S_C = S_n \quad S_C = \frac{|V_{ef}|^2}{Z_C^*} = \frac{|V_{ef}|^2}{X_C j}$$

$$Q_v + Q_C = Q_n$$

$$Q_C = Q_n - Q_v$$

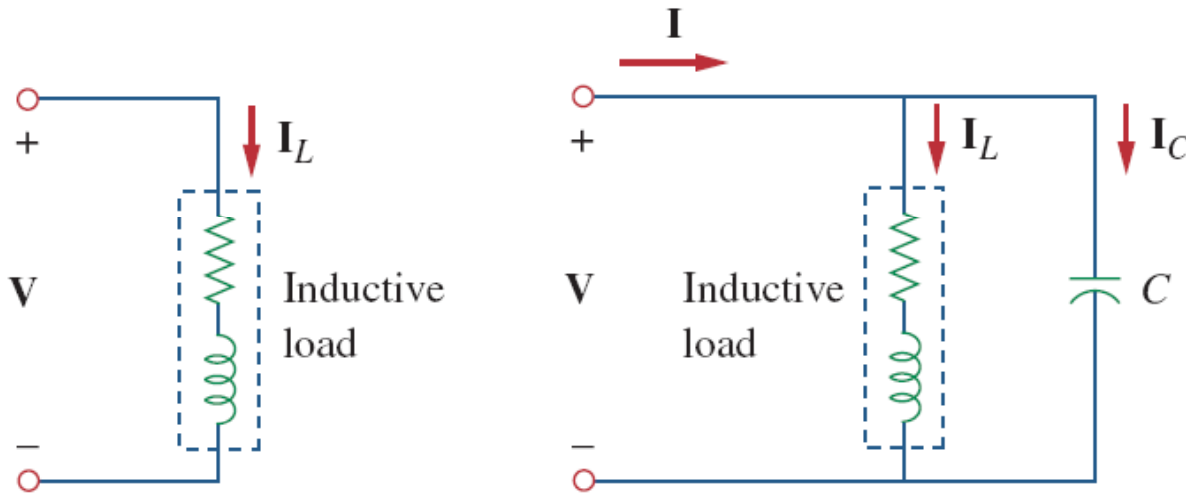
$$|Q_C| = \frac{|V_{ef}|^2}{|X_C|}$$

$$\frac{1}{\omega C} = \frac{|V_{ef}|^2}{|Q_C|}$$

$$\omega L = \frac{|V_{ef}|^2}{|Q_C|}$$

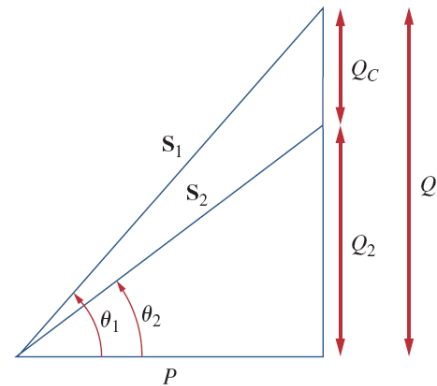
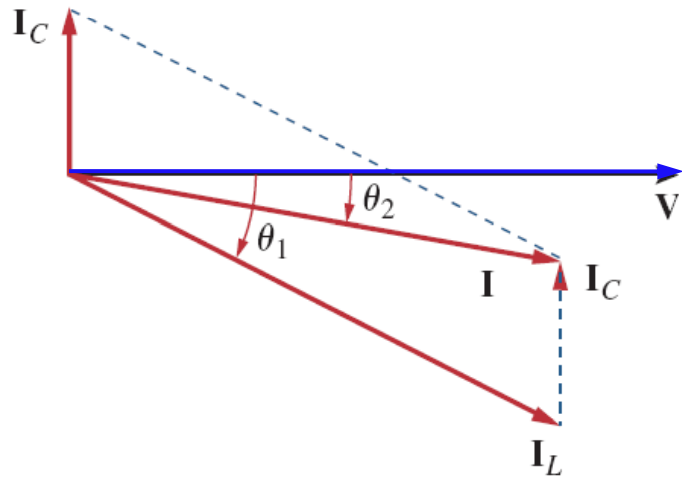
$$C = \frac{|Q_C|}{2\pi f |V_{ef}|^2}$$

$$L = \frac{|V_{ef}|^2}{2\pi f |Q_C|}$$



$$C = \frac{Q_C}{\omega V_{\text{rms}}^2} = \frac{P(\tan\theta_1 - \tan\theta_2)}{\omega V_{\text{rms}}^2}$$

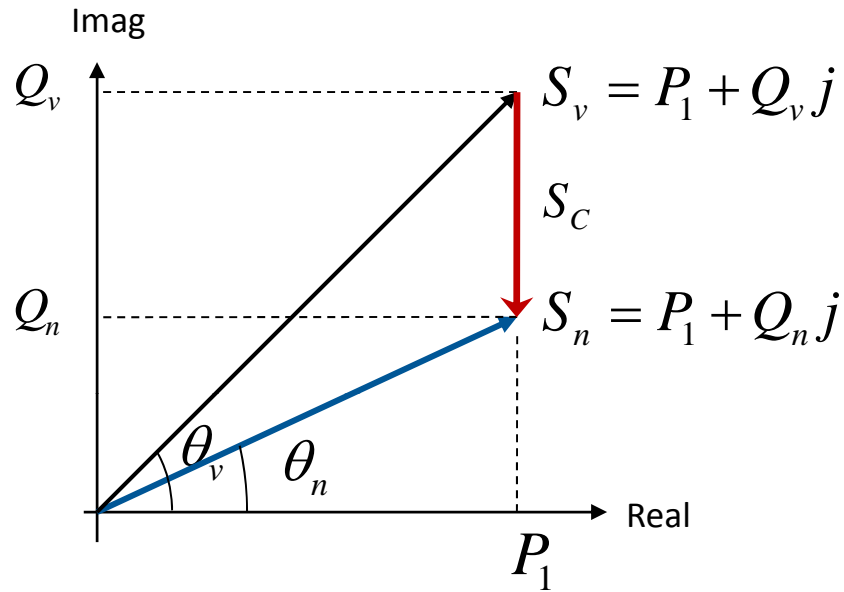
$$C = \frac{|Q_C|}{2\pi f |V_{ef}|^2}$$



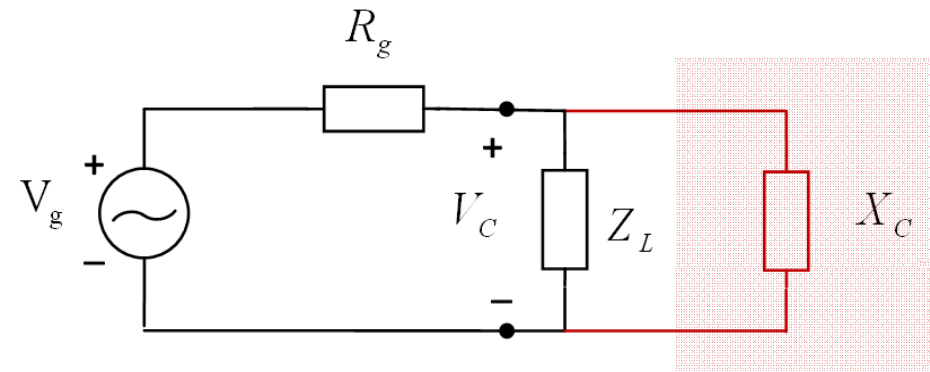
Corrección de fp



No hace falta recordar las fórmulas específicas



← Si el fp corregido es en Atraso



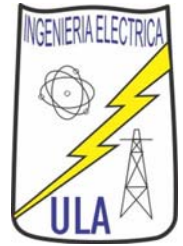
$$S_v + S_c = S_n$$

$$S_c = \frac{|V_{ef}|^2}{Z_c^*}$$

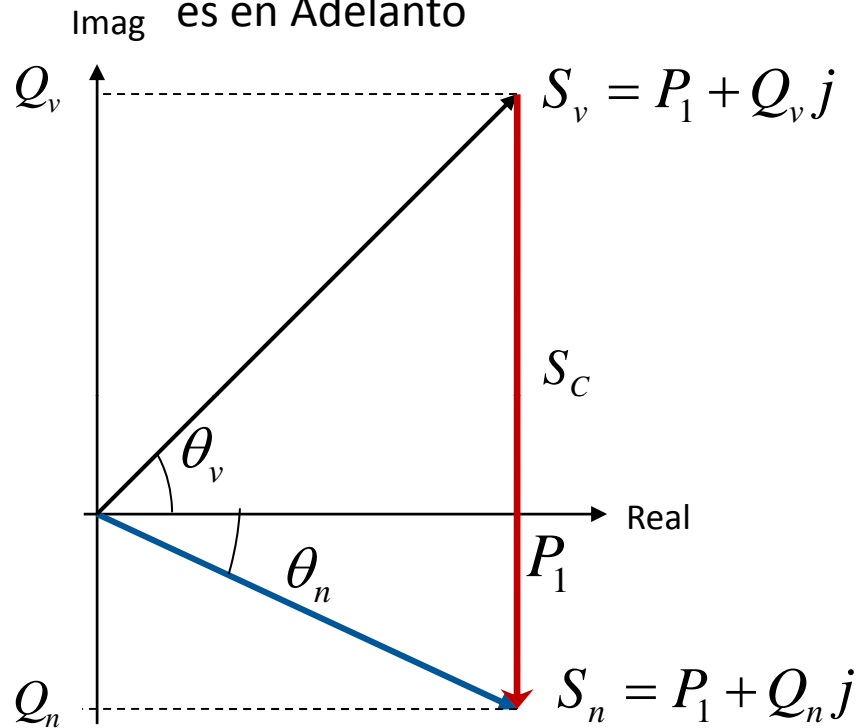
$$Z_c = -\frac{1}{\omega C} j$$



Corrección de fp



Si el fp corregido
es en Adelanto

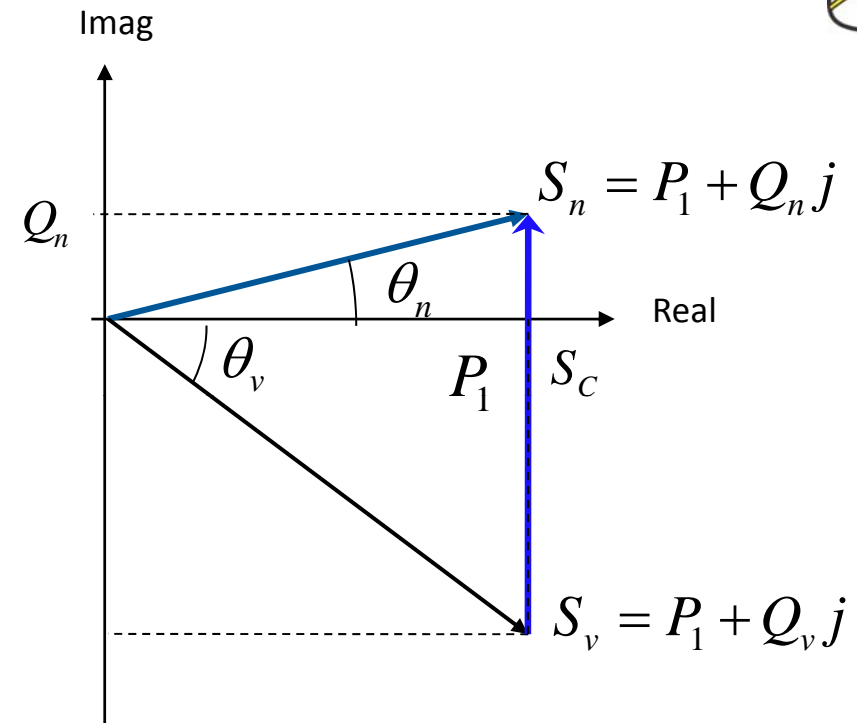


$$S_n = S_v + S_C$$

$$S_C = \frac{|V_{ef}|^2}{Z_C^*}$$

$$Z_C = -\frac{1}{\omega C} j$$

Si la carga original es capacitiva



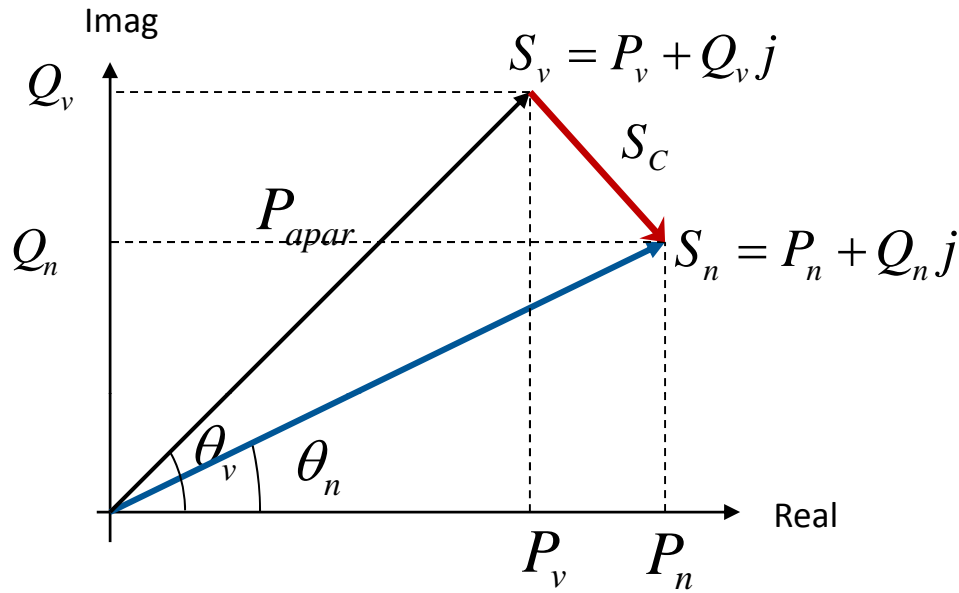
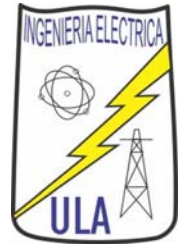
$$S_n = S_v + S_C$$

$$S_C = \frac{|V_{ef}|^2}{Z_C^*}$$

$$Z_C = \omega L j$$



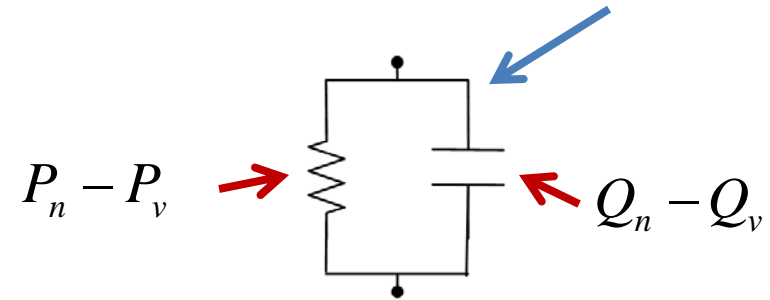
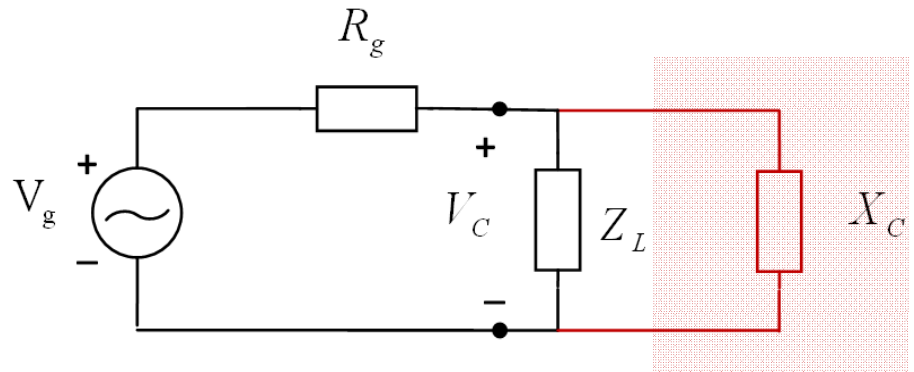
Corrección de fp



$$S_v + S_C = S_n$$

$$S_C = \frac{|V_{ef}|^2}{Z_C^*}$$

Conservar la potencia aparente



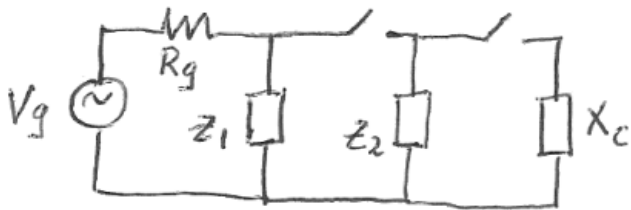


Ejercicios:



Ejemplo de corrección de f.p.

El circuito de potencia de la figura mantiene 400Vrms en los extremos de la carga. Si con Z_1 solo conectado el rendimiento es del 66,7%, encuentre el nuevo rendimiento al conectar Z_2 . Hallar Z_1 y Z_2 . Halle la reactancia X_c necesaria para que el factor de potencia total sea 0,90 en atraso, halle ahora el rendimiento. Halle las corrientes de línea antes y después de compensar y el valor del condensador o inductor de compensación.



Z_1 : 6400 W, FP = 0,4 Atraso

Z_2 : 6400 W, FP = 0,8 Adelanto

Sol: Con Z_1 conectado: $S_1 = 6400 + \frac{6400}{0,4} j \text{ Sen}(\cos^{-1} 0,4) j$

$$S_1 = 6400 + 14664j = 16K \angle 66,42^\circ \text{ VA}$$

$$\frac{P_1}{P_g} = 0,667 \Rightarrow P_g = \frac{6400}{0,667} = 9,5952 \text{ KW}$$

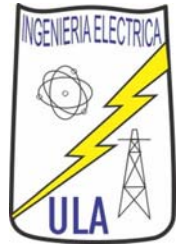
$$P_{Rg} = 9,5952 \text{ W} - 6400 \text{ W} = 3,195 \text{ KW}$$

$$|I| = \frac{|S_1|}{|V|} = \frac{16K}{400} = 40 \text{ Arms} \quad R_g = \frac{3195}{40^2}$$

$$S_g = 9,595 + 14664j = 17524 \angle 56,8^\circ \text{ VA}$$

$$|V_g| = \frac{|S_g|}{|I|} = \frac{17524}{40} = 438,1 \text{ Vrms}$$

A recordar: $\eta = \frac{P_{\text{act carga}}}{P_{\text{act generador}}}$



Con Z_2 también conectado:

$$|I| = \frac{16,16K}{400} = 40,4 A_{rms}$$

$$P_{rg} = (40,4)^2 \cdot 2\Omega = 3,26Kw$$

$$\eta = \frac{12800}{12800 + 3,26K} = 0,797 \Rightarrow 79,7\%$$

$$P_{gen} = 16,06Kw$$

$$S_{gen} = 16,06K + 9864j = 18847 \angle 31,55^\circ$$

$$|V_g| = \frac{18847}{40,4} = 466,5 V_{rms}$$

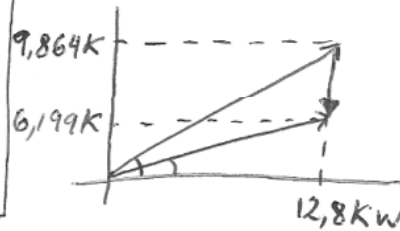
$$S_2 = 6400 - \frac{6400}{0,8} \sin(\cos^{-1} 0,8)j = 6400 - 4800j \text{ VA}$$

$$S_2 = 8000 \angle -36,87^\circ \text{ VA}$$

$$S_{12} = S_1 + S_2 = 12800 + 9864j = 16,16K \angle 37,61^\circ \text{ VA}$$

$$FP_{12} = \cos(37,61^\circ) = 0,7921 \text{ Atraso}$$

Corrección de F.P.:



$$S_{nueva} = 12,8K + \frac{12,8K}{0,9} \sin(\cos^{-1} 0,9)j$$

$$= 12,8K + 6,199Kj \text{ VA}$$

$$= 14222 \angle 29,8^\circ$$

$$S_{nueva} + S_c = S_{nueva}$$

$$S_c = S_{nueva} - S_{vieja}$$

$$S_c = 12,8K + 6,199Kj - 12,8K - 9864j$$

$$S_c = -3,664KVARj$$

$$Q_c = \frac{|V|^2}{X_c} \Rightarrow X_c = \frac{|V|^2}{Q_c}$$

$$X_c = \frac{(400)^2}{3664} = 43,66$$

$$X_c = \frac{1}{\omega C} \Rightarrow C = \frac{1}{2\pi f X_c}$$

$$C = \frac{1}{2\pi \cdot 60 \cdot 43,66} = 60,74 \mu F$$

NOTAR QUE LUEGO DE COMPENSAR DISMINUYE LA CORRIENTE DE LINEA Y PORTANTO LAS PERDIDAS DE LINEA Y AUMENTA LA EFICIENCIA.

$$|I| = \frac{14,22K}{400} = 35,55 A_{rms}$$

$$P_{rg} = (35,55)^2 \cdot 2 = 2,52Kw$$

$$\eta = \frac{12,8}{2,52 + 12,8} = 0,8355 \Rightarrow 83,55\%$$

$$P_{gen} = 12,8K + 2,52K = 15,32Kw$$

$$S_{gen} = 15,32K + 6,199Kj$$

$$= 16527 \angle 22^\circ \text{ VA}$$

$$V_{gen} = \frac{16527}{35,55} = 464,89 V_{rms}$$