

Práctica 4

CORRECCIÓN DEL FACTOR POTENCIA

OBJETIVO: Analizar el efecto de tener factores de potencia bajos y determinar la forma de modificar esta condición.

ANTECEDENTE TEÓRICO

En una carga resistiva voltaje y corriente están en fase, por tanto $FP = 1$, en tanto que en una carga puramente reactiva (inductiva ó capacitiva) hay una diferencia de fase de 90° teniéndose $FP = 0$.

En función de la combinación de las impedancias mencionadas se pueden tener factores de potencia en atraso (predominio inductivo) ó, en adelante (predominio capacitivo), como se observa en la figura 4.1.

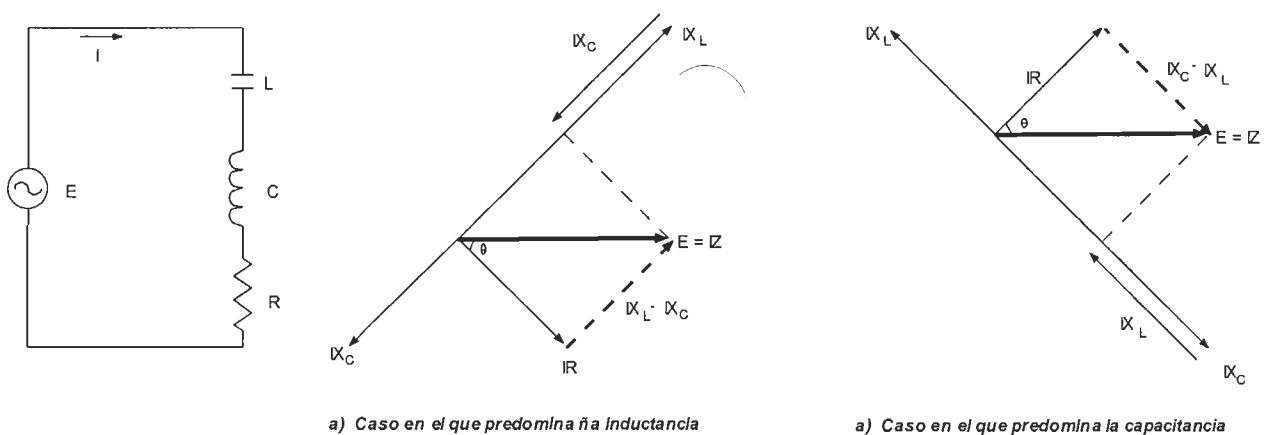


Figura 4.1 Esquema de la influencia de las impedancias en el factor potencia

Cuando se tienen consumos importantes de energía eléctrica y una parte considerable de la carga está representada por componentes reactivas, el conocimiento del factor de potencia y la forma de corregirlo tienen importancia clave para el uso adecuado de la energía.

El tener bajo factor de potencia en operación ocasiona varios problemas a saber:

- El equipo trabaja con menos eficiencia.
- El equipo demanda una potencia mayor de la que es utilizada.

- Se ocasionan mayores pérdidas a la fuente de suministro.

Para llevar el factor potencia a valores cercanos a la unidad se tienen diferentes técnicas:

- Se utilizan motores síncronos.
- Se utilizan generadores de potencia reactiva,
- Se utilizan condensadores estáticos que permitan efectuar la corrección con un mínimo de pérdidas y,
- Se utilizan filtros activos.

El diseño de equipos eléctricos lleva a establecer valores nominales de operación para tener la mayor eficiencia posible en la operación de éstos, entonces la conexión de los elementos reactivos que habrán corregir el factor de potencia no deben afectar en modo alguno varios parámetros eléctricos del dispositivo en cuestión.

Es práctica común conectar el elemento corrector en paralelo con la carga a corregir para no modificar el voltaje de alimentación en la carga.

En el caso de utilizar condensadores estáticos la técnica de evaluación del circuito eléctrico que permita determinar el valor del capacitor que se debe conectar depende de los parámetros eléctricos a que se tenga acceso, las técnicas: **a) de impedancias** y **b) de medición de potencias** son de uso muy frecuente.

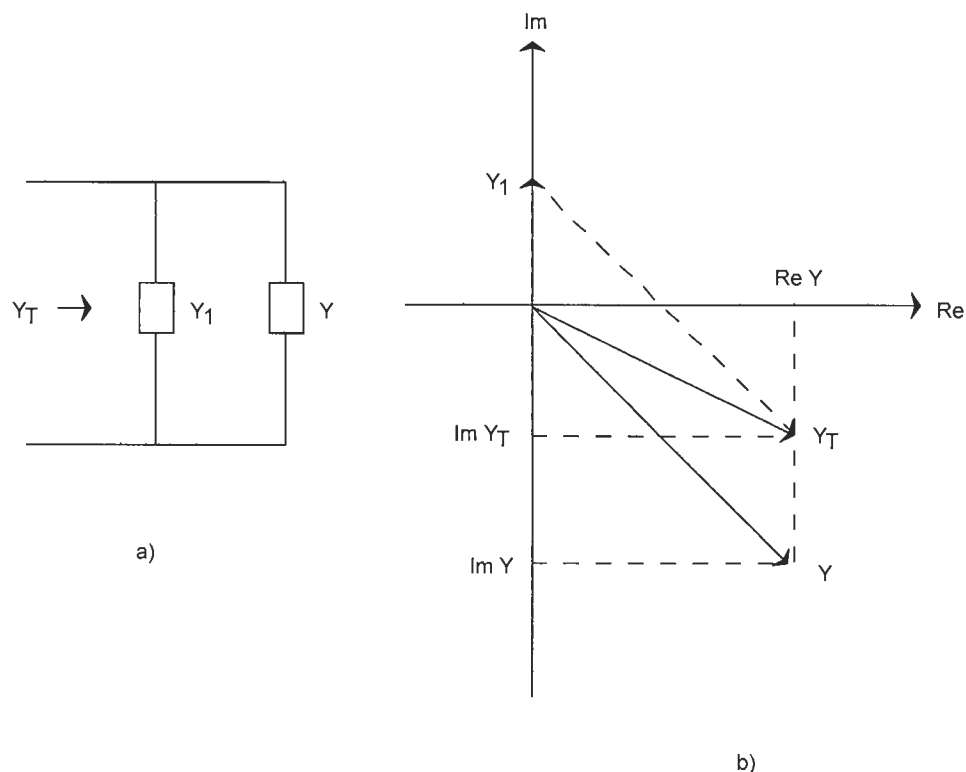


Figura 4.2 (a) Circuito para corrección de factor potencia; b) diagrama fasorial

Una forma de cálculo del f. p. por la técnica de las impedancias del circuito requiere la transformación del circuito de impedancias en un circuito de admitancias (Fig. 4.2a). Si el nuevo elemento tiene admitancia Y_1 , la admitancia total de la combinación en paralelo es la suma de las admitancias:

$$Y_T = Y + Y_1 \quad (4.1)$$

Se quiere que el nuevo elemento no absorba por sí mismo ninguna potencia promedio, por lo que debe tener reactancia pura ($\text{Re}(Y_1) = 0$), apareciendo como vector vertical en diagrama fasorial (Fig. 4.2b). Si el objetivo es ajustar el factor de potencia a un valor deseado entonces $\theta_d = \text{FP}_d$ como se muestra en el diagrama de donde se deduce:

$$Y_1 = j(\text{Im}(Y) - \text{Im}(Y_T)) \quad (4.2)$$

donde:

$$\text{Im}(Y_T) = \text{Re}(Y) \tan \theta_d \quad (4.3)$$

Es decir, Y_1 debe reducir la parte imaginaria de Y para que la parte real fija del ángulo de Y_T tenga el factor de potencia deseado (FP_d).

Como es muy frecuente conocer la potencia activa y reactiva consumida, por indicadores de energía activa y reactiva, así como la potencia activa consumida conociendo el tiempo y el régimen de consumo, se calcula el valor C del capacitor que hay que colocar en función de las magnitudes anteriores para modificar el factor potencia a un valor deseado.

Para hacer el cálculo analice el circuito antes de introducir el condensador (Fig. 4.3).

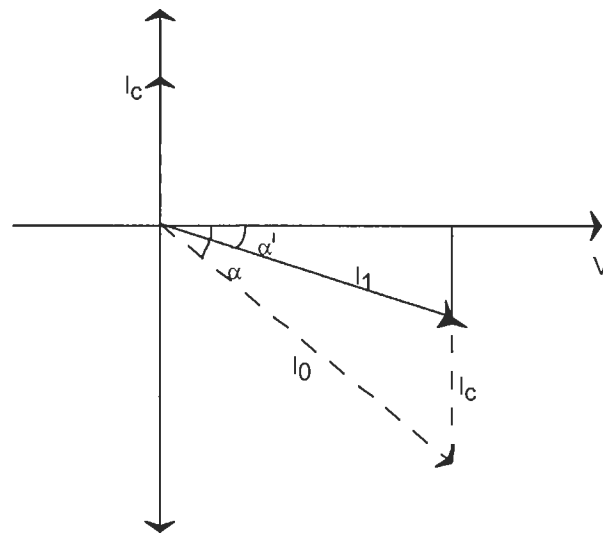


Figura 4.3 Diagrama fasorial de voltajes y corrientes en la carga

Las ecuaciones del modelo antes de introducir el condensador son:

$$\vec{V} = V \quad (4.4)$$

$$I_0 = I_0 \cos \alpha - jI_0 \sin \alpha \tag{4.5}$$

$$S_0 = VI_0 = VI_0 \cos \alpha + jVI_0 \sin \alpha = P_0 + jQ_0 \tag{4.6}$$

El valor de alfa se obtiene de las lecturas de potencia de la instalación, como se quiere disminuir el valor de alfa se procede a conectar el condensador, generándose del diagrama las ecuaciones:

$$\bar{V} = V \tag{4.7}$$

$$I_1 = I_c + I_0 = I_0 \cos \alpha - jI_0 \sin \alpha + jC\omega V^2 \tag{4.8}$$

$$S_1 = VI_1 = VI_0 \cos \alpha + j(VI_0 \sin \alpha - V^2\omega C) = P_0 + jQ_1 \tag{4.9}$$

La resolución de este conjunto de ecuaciones permite obtener el valor de capacidad necesario para modificar el factor potencia al valor deseado.

$$C = \frac{P_0 (Tg\alpha - Tg\alpha')}{\omega V^2} \tag{4.10}$$

EQUIPO Y MATERIAL

Autotransformador 0 – 127 V/1φ
 Multímetro, vatímetro monofásico
 Analizador de Energía (AE)

Resistencias: 50 Ω/50 W, 500 W/127 V
 Capacitancias: 10 μF/600 V
 Inductancias: 120 mH/24 V, 71mH/ 24 V

DESARROLLO

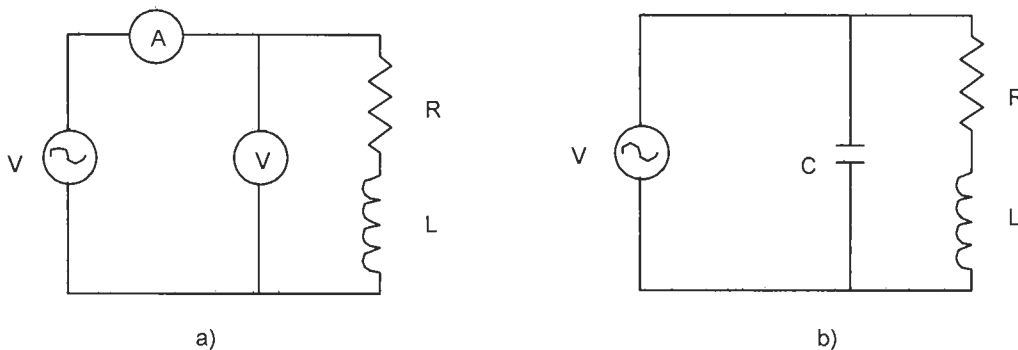


Figura 4.4 Carga RL (a) y carga RLC (b)

En el circuito de la figura 4.4a los valores de la carga son R = 50 Ω/50W y 120 mH/24V, calcule el f. p. para la carga RL, por el método de las impedancias, posteriormente determine el capacitor requerido para elevar el f. p. al valor indicado por el instructor (por

ejemplo $f. p. = 0.95$), conecte el circuito RL con el capacitor calculado en paralelo (figura 4.4b) y compruebe la modificación en el factor potencia, complete la tabla 4.1.

Tabla 4.1 *Parámetros eléctricos de la carga*

Datos	$V_{F(rms)}$	Carga	I (Amp)	Potencia (Watts)	Potencia (Volt - Ampere)	FP	θ / θ_D	C
Teórico	20							
Experimento								

Conecte el diagrama de la figura 4.5, tome lectura de potencia demandada por la carga de 1000 W/127 V en serie con 71mH/24 V, determine el factor de potencia en la carga RL, posteriormente determine el capacitor requerido para elevar el $f. p.$ al valor indicado por el instructor (por ejemplo $f. p. = 0.95$).

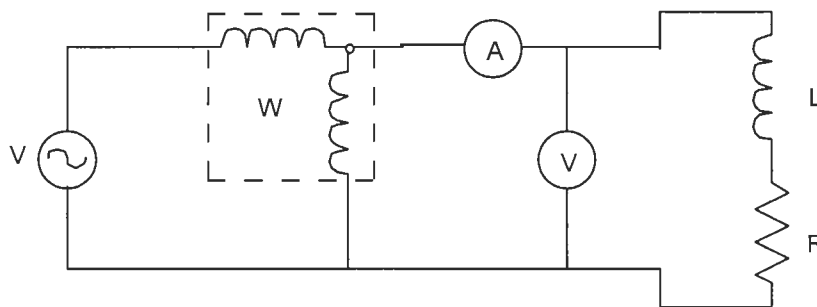


Figura 4.5 *Conexión de carga RL*

Con el capacitor calculado seleccione el de valor comercial mas aproximado y proceda a conectarlo en paralelo con la carga RL, con las lecturas de voltaje y corriente determinar el nuevo factor de potencia (compare resultados en la tabla 4.2).

Tabla 4.2 *Parámetros eléctricos de la carga*

Datos	$V_{F(rms)}$	Carga	I (Amp)	Potencia (Watts)	Potencia (Volt - Ampere)	FP	θ / θ_D	C
Experimento	20							
Teórico								

Conecte el motor de inducción monofásico de 1/2 HP a 127 volts, determine el factor de potencia y el valor del capacitor que se debe conectar para mejorar el factor potencia (indicado por el instructor por ejemplo 0.95), posteriormente conecte el capacitor comercial más aproximado con el motor y verifique en nuevo valor de factor potencia.

CONCLUSIONES

PREGUNTAS

- 1) Definir qué es el factor potencia.
- 2) Si el factor de potencia de un circuito es adelantado, ¿Cómo lo corregiría (si fuera un problema)?
- 3) ¿Cambiará la potencia real proporcionada al motor cuando se conectan capacitores en paralelo con éste?
- 4) Determinar el valor del capacitor necesario para elevar a 0.95 el factor de potencia de la carga indicada en la figura 4.6.
- 5) Si coloca un cono de 1000 W a 127 V en paralelo con el motor de inducción (de la sección desarrollo) cuál es el valor de factor potencia, que capacitor colocaría para cambiar el f.p. a 0.95?
- 6) El voltaje y la corriente aplicados a una carga monofásica están en la forma de cantidades senoidales cuyas amplitudes son 250 V y 3.5 A respectivamente. El factor de potencia es 0.32. Calcule la potencia consumida, la potencia aparente y la potencia no consumida.
- 7) Si el costo de la potencia eléctrica es 10 cents por kilovatio-hora, ¿cuál es el costo de usar un televisor de 205 W durante 4 horas?
- 8) Explique el principio de los filtros activos utilizados para corregir el factor de potencia en sistemas eléctricos.

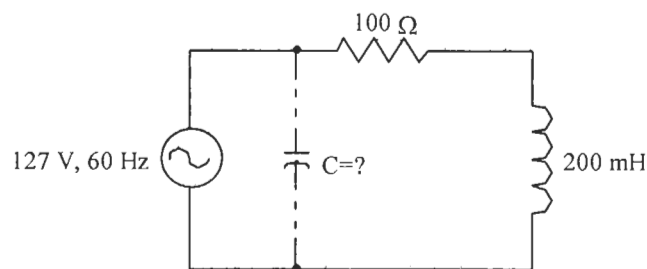


Figura 4.6 Carga RL con capacitor de corrección