

Compensación del coseno φ

Alumnos: Felipe Stüve, Brisa Irigoitia

Docentes: Israel Pavelek, Sandra Tejerina

Materia: Análisis de los modelos circuitales

Introducción

Toda instalación eléctrica va a contener un voltaje y una corriente, estas dos magnitudes pueden ser representadas por fasores con cierta amplitud y ángulo de desfase. Este último dependerá de las cargas utilizadas; un circuito inductivo adelantará el voltaje 90° en relación a la corriente, en cambio, un circuito capacitivo lo atrasará 90°.

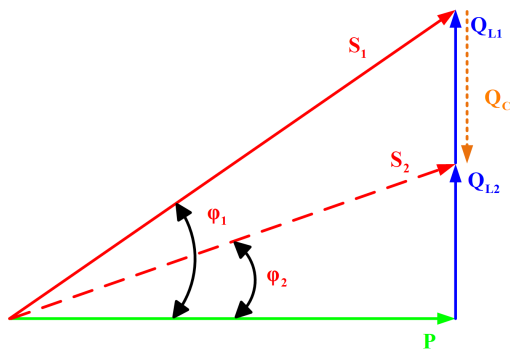
No existen usualmente cargas capacitivas en una instalación a gran escala, pero si existen las cargas inductivas; los motores, al funcionar con bobinas actúan como un gran inductor, produciendo cambios en los ángulos en la corriente.

Un cambio en el ángulo entre ambas magnitudes (llamado comúnmente φ), modifica a su vez a la potencia reactiva. La potencia reactiva nos indica la energía que no se utiliza y se devuelve a la red. Llamamos factor de potencia a la razón entre la potencia aparente y la potencia activa.

$$F_p = \frac{P}{S} = \cos\varphi$$

Al analizar esta formula, podremos notar que el factor de potencia nunca será mayor a 1, ya que este indicaría que la potencia es totalmente activa (no hay potencia volviendo a la red). Las empresas distribuidoras de energía miden constantemente el factor de potencia de las diferentes instalaciones, y si hay una diferencia notable entre este y el valor ideal se multa al dueño. Esto es porque los cables de red necesitan ser mas gruesos para soportar la potencia no absorbida.

Para resolver esto podemos aprovecharnos del ángulo φ de un capacitor, conectándolo en paralelo entre los bornes de alimentación podemos lograr que ambas potencias reactivas se compensen y llegar a un factor de potencia de valor cercano a 1.



Triángulo de potencia

El triángulo de potencia nos ayuda a ver más gráficamente lo explicado anteriormente. La potencia reactiva generada por un capacitor es contraria a la generada por el inductor, de esta forma podemos disminuir la potencia reactiva total, y, asimismo, el ángulo φ .

Una vez que sabemos todo esto, **¿Cómo elegimos que capacitor usar?**

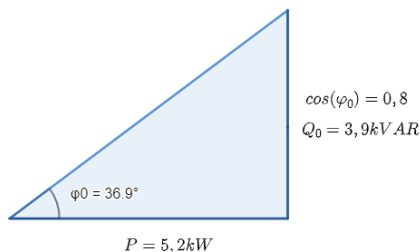
Ejercicio 1

Una instalación eléctrica de 220V y 50 Hz posee una potencia activa de 5,2 kW con factor de potencia de 0,80 inductivo:

1. Calcular la capacidad en “VAR” necesaria a conectar en paralelo para obtener un factor de potencia de 0,95.
2. Con la capacidad en VAR obtenida, calcular la capacidad en μF (microfaradios).

Valor de potencia(VAR)

El primer paso es calcular el ángulo φ inicial. Como sabemos, el factor de potencia es igual a $\cos\varphi$ y el ángulo es, entonces, $\cos^{-1}(F_p) = \varphi$.



Reemplazando con los valores de este ejercicio podemos calcular φ .

$$\varphi_0 = \cos^{-1}(0,8) = 36,87^\circ$$

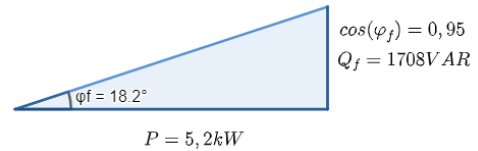
El siguiente paso es calcular la potencia reactiva (**Q**) inicial. Si nos basamos en el triángulo de potencia, nos damos cuenta de que podemos calcularlo con la siguiente formula:

$$\operatorname{tg}(\varphi) = \frac{Q}{P} \Rightarrow Q = \operatorname{tg}(\varphi) * P$$

$$Q_0 = \operatorname{tg}(36,87^\circ) * 5,2kW = 3900VAR$$

Buscamos un factor de potencia de 0,95 (en la práctica se buscan solo valores cercanos a 1). Calculamos el ángulo deseado. El subíndice "f" lo utilizo para definir que es el final.

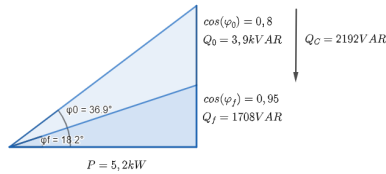
$$\varphi_f = \cos^{-1}(0,95) = 18,19^\circ$$



Ahora debemos calcular la potencia reactiva para este nuevo ángulo.

$$Q_f = \operatorname{tg}(18,19^\circ) * 5,2kW = 1708VAR$$

La diferencia entre la **Q** inicial y la **Q** final será la potencia reactiva que debe entregar el capacitor.



$$dif = Q_0 - Q_f = 3900VAR - 1708VAR = 2192VAR$$

Valor del capacitor

El valor del capacitor puede ser calculado con la siguiente formula:

$$C = \frac{dif}{V^2 * \omega}$$

omega es la velocidad angular

$$\omega = 2\pi f$$

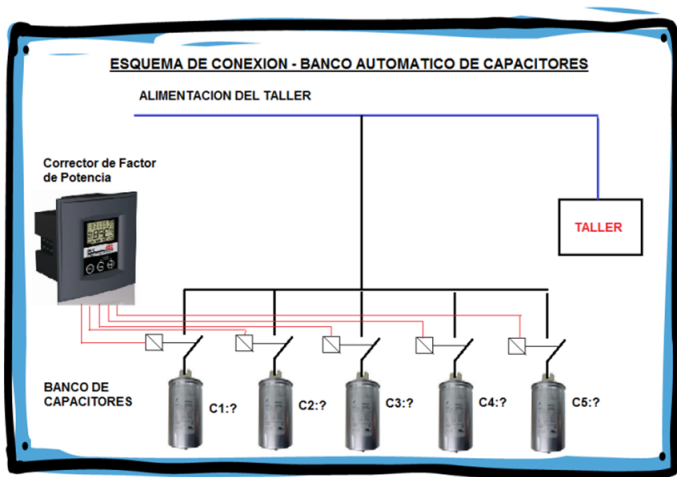
Al reemplazar con nuestros valores obtenemos el resultado de la capacitancia:

$$C = \frac{2192VAR}{220^2 * 2\pi 50Hz} = 144\mu F$$

Ejercicio 2

Un taller que posee una potencia activa de 12kW (12000W, entre máquinas y herramientas) y posee 2 turnos de funcionamiento durante el día. TURNO MAÑANA: trabajan al 100% de la potencia y tienen un FP de 0,65. TURNO TARDE: trabajan al 65% de la potencia y tienen un FP de 0,75.

1. Se desea conocer la potencia reactiva de capacitores necesaria para obtener un FP de 0,95. Tanto en el turno de mañana como turno tarde.
2. Como la potencia cambiará durante el día, el taller usará un banco automático de capacitores para regular el FP durante todo el día. Se deberá seleccionar de la siguiente tabla, la combinación de capacitores, de modo de cubrir los dos turnos; **USAR LA CANTIDAD QUE SEA NECESARIA.**



Potencia de cada capacitor (kVAR)
0,5
1
2
3
5
10

Para resolver este ejercicio aplicaremos los mismos cálculos que en el anterior. Debemos calcular (para cada turno) el ángulo actual, la potencia reactiva actual, el ángulo deseado, la potencia reactiva deseada y la diferencia entre ambas **Q**.

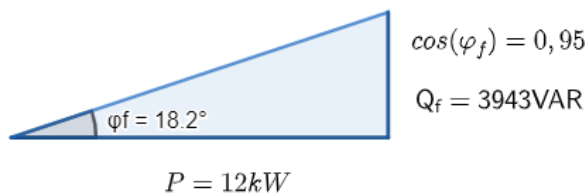
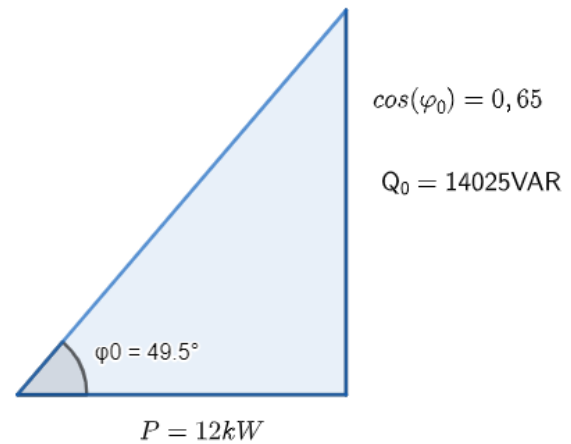
Primero el turno mañana:

Potencia activa=12kW

Fp=0,65

$$\varphi_{m0} = \cos^{-1}(0,65) = 49,45^\circ$$

$$Q_{m0} = \operatorname{tg}(49,45^\circ) * 12kW = 14025VAR$$



$$\varphi_{mf} = \cos^{-1}(0,95) = 18,19^\circ$$

$$Q_{mf} = \operatorname{tg}(18,19^\circ) * 12kW = 3943VAR$$

$$dif_m = Q_{m0} - Q_{mf} = 10kVAR$$

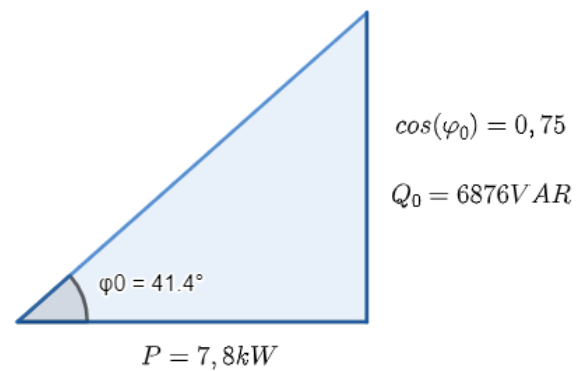
Ahora hacemos lo mismo para el turno tarde:

Potencia activa=12kW * 0,65 =7,8kW

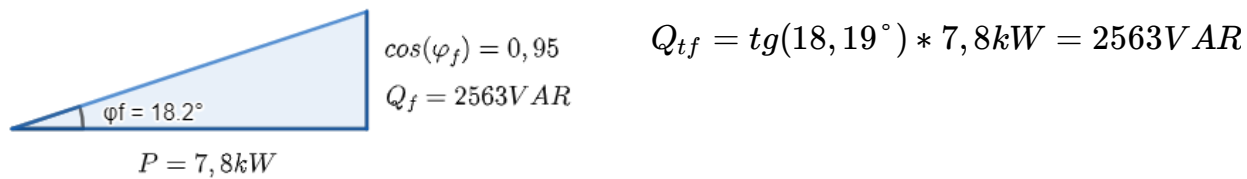
Fp=0,75

$$\varphi_{t0} = \cos^{-1}(0,75) = 41,4^\circ$$

$$Q_{t0} = \operatorname{tg}(41,4^\circ) * 7,8kW = 6876VAR$$



$$\varphi_{tf} = \cos^{-1}(0,95) = 18,19^\circ$$



$$diff_t = Q_{t0} - Q_{tf} = 4,3 \text{ kVAR}$$

Banco de capacitores

Como ya calculamos, necesitamos 10kVAR para el turno mañana y 4,3kVAR para el turno tarde. Podemos asegurar esto conectando 2 capacitores de 2kVAR y uno de 0,5kVAR para el turno tarde. Para el turno mañana se agregarían 1 capacitor de 5kVAR y otro de 0,5kVAR.

