



Ingeniería Eléctrica

FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Conversión de la Energía y Sistemas Eléctricos (EL4111-1)

Clase auxiliar 1

Prof. Constanza Ahumada - Rodrigo Moreno.

Prof. Aux. Javiera Pacheco - Erik Sáez

Ayudantes. Manuel Aceituno - Pamela Acuña - Alvaro Flores

1. La potencia total suministrada a una carga trifásica equilibrada cuando está operando a una tensión de línea de $2400\sqrt{3}$ [V] es de 720 [kW] con un factor de potencia de 0,8 en retardo. La impedancia de la línea de distribución que alimenta a la carga es de $0,8 + j6,4$ [Ω /fase]. En estas condiciones de operación, la caída en la magnitud de la tensión de la línea entre el extremo correspondiente al generador y el extremo correspondiente a la carga es excesiva. Para resolver este problema, se conecta un banco de condensadores en Δ en paralelo con la carga. Este banco de condensadores está diseñado para proporcionar 576 [kVAr] de potencia reactiva cuando operan a una tensión de línea de $2400\sqrt{3}$ [V]. Considerando lo anterior, responda las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es la magnitud de la tensión en el extremo de la línea correspondiente al generador cuando la carga está operando con una tensión de línea de $2400\sqrt{3}$ [V] y el banco de condensadores está desconectado?
- Repetir el inciso (a) con el banco de condensadores conectado.
- ¿Cuál es la eficiencia de suministro de potencia activa en el inciso (a)?
- ¿Cuál es la eficiencia de suministro de potencia activa en el inciso (b)?
- Si el sistema está operando a una frecuencia de 60 [Hz], ¿cuál es el tamaño de cada condensador en μF ?

2. Se tiene el siguiente sistema trifasico equilibrado en secuencia positiva

1. Determine la forma y los parametros del circuito equivalente monofasico.

2. Determinar las corrientes que circulan por las cargas y las corrientes de linea.

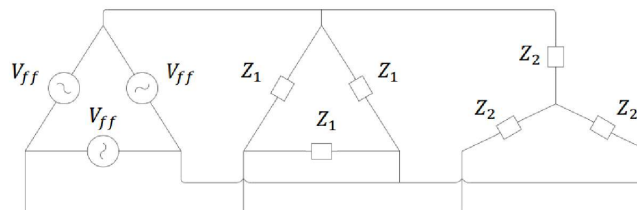
3. Calcular la potencia aparente, activa y reactiva de cada carga, y su respectivo factor de potencia.

Considere los siguientes datos:

$$V_{ff} = 400[\text{V}] \quad (32)$$

$$Z_1 = 150 + j90[\Omega] \quad (33)$$

$$Z_2 = 82.4621 \angle 14.03^\circ [\Omega] \quad (34)$$



3. La potencia trifásica total suministrada a una carga trifásica equilibrada cuando está operando a una tensión de fase-fase de 220 [kV] es de 800 [kW] con un factor de potencia de 0,8 en retardo. La impedancia de la línea de distribución que alimenta a la carga es de $80 + j640$ [Ω /fase] y la frecuencia de la red es de 50 [Hz]. Considerando lo anterior, responda las siguientes preguntas:
- (a) ¿Cuál es la magnitud de la tensión en el extremo de la línea correspondiente al generador cuando la carga está operando con una tensión fase-fase de 220 [kV]?
 - (b) ¿Cuál debería ser la capacidad nominal en kVAr de 3 condensadores conectados en Estrella en paralelo con la carga para que eleven el factor de potencia a atrasado de 0.95?
 - (c) ¿Cuál debe ser la capacitancia de cada condensador del inciso (b)?

1 Resumen

Fasores

Considerando una onda sinusoidal del tipo:

$$v(t) = V_m \cos(\omega t + \phi) \quad (75)$$

Donde:

- V_m es la magnitud de la onda.
- ω es la frecuencia en [rad/seg].
- ϕ es la fase de la onda en [rad].

Se tendrá que la representación fasorial de la onda anterior será:

$$\tilde{V} = V e^{j\phi} = V \angle \phi \quad (76)$$

Donde V corresponderá a la amplitud efectiva de la onda. Por otro lado, se debe recordar que un número complejo se puede escribir como un número polar de la siguiente forma:

$$z = x + jy = (r \angle \phi) = r e^{j\phi} \quad (77)$$

Donde:

$$r = \sqrt{x^2 + y^2} \quad (78)$$

$$\phi = \arctan\left(\frac{y}{x}\right) \quad (79)$$

• Tensiones:

$$V_{\Delta} = \sqrt{3} V_Y \angle 30^\circ \quad (80)$$

$$V_f = \frac{V_{\Delta}}{\sqrt{3}} \angle -30^\circ \quad (81)$$

Por ejemplo:

$$\Rightarrow V_{ab} = \sqrt{3} V_{an} \angle 30^\circ \quad (82)$$

• Corrientes:

$$I_Y = \sqrt{3} I_{\Delta} \angle 30^\circ \quad (83)$$

$$I_{\Delta} = \frac{I_Y}{\sqrt{3}} \angle -30^\circ \quad (84)$$

Por ejemplo:

$$\Rightarrow I_{an} = \sqrt{3} I_{ab} \angle 30^\circ \quad (85)$$

• Impedancias:

Asumiendo que el sistema es equilibrado, es decir, que las cargas son iguales, se tendrá:

$$Z_Y = \frac{Z_{\Delta}}{3} \quad (86)$$

• Impedancias:

Asumiendo que el sistema es equilibrado, es decir, que las cargas son iguales, se tendrá:

$$Z_Y = \frac{Z_{\Delta}}{3} \quad (87)$$

Potencias trifásicas

- **Aparente:**

$$S_{1\phi} = V_{fn} \cdot I_f = P_{1\phi} + jQ_{1\phi} \quad (88)$$

$$S_{3\phi} = 3 \cdot S_{1\phi} \quad (89)$$

Donde:

- $S_{1\phi}$ es la potencia aparente monofásica medida en Volt-Ampere [VA].
- $P_{1\phi}$ es la potencia activa monofásica medida en Watts [W].
- $Q_{1\phi}$ es la potencia reactiva monofásica medida en Volt-Ampere reactivos [VAr].

- **Activa y reactiva:**

$$P_{1\phi} = \text{Re}\{V_{fn} \cdot I_f^*\} = |S_{1\phi}| \cos(\phi) \quad (90)$$

$$Q_{1\phi} = \text{Im}\{V_{fn} \cdot I_f^*\} = |S_{1\phi}| \sin(\phi) \quad (91)$$

Donde $\phi = \arccos(FP)$ corresponde al desfase angular, y FP corresponderá al factor de potencia.

Factor de potencia

Se define el factor de potencia como razón entre la potencia activa y el módulo de la potencia aparente.

$$FP = \cos(\phi) = \frac{P}{|S|} \quad (92)$$

Cabe destacar que el factor de potencia va siempre acompañado de un “apellido”, el cual indica si el fasor de la corriente está atrasado o adelantado con respecto al fasor del voltaje, lo que afecta al signo del ángulo ϕ .

- Un factor de potencia en **adelanto** significa que el fasor de la corriente se adelanta con respecto al fasor del voltaje, lo cual indica que estamos en presencia de una **impedancia capacitiva** y que el signo del ángulo ϕ va a ser negativo.
- Un factor de potencia en **atraso** significa que el fasor de la corriente se atrasa con respecto al fasor del voltaje, lo cual indica que estamos en presencia de una **impedancia inductiva** y que el signo del ángulo ϕ es positivo.