



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  $0,8 + j6,4$  [ $\Omega$ /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  $\Delta$  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  $\mu\text{F}$ ?

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

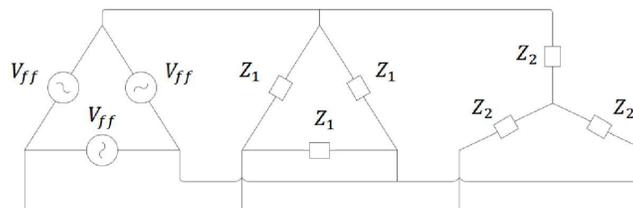
- Determine la forma y los parámetros del circuito equivalente monofásico.
- Determinar las corrientes que circulan por las cargas y las corrientes de línea.
- Calcular la potencia aparente, activa y reactiva de cada carga, y su respectivo factor de potencia.

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  $80 + j640$  [ $\Omega$ /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.
- $\omega$  es la frecuencia en [rad/seg].
- $\phi$  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:**

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

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

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  $\phi$ .

- 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  $\phi$  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  $\phi$  es positivo.