

EXÁMEN FINAL. 19 DE JUNIO DE 2012

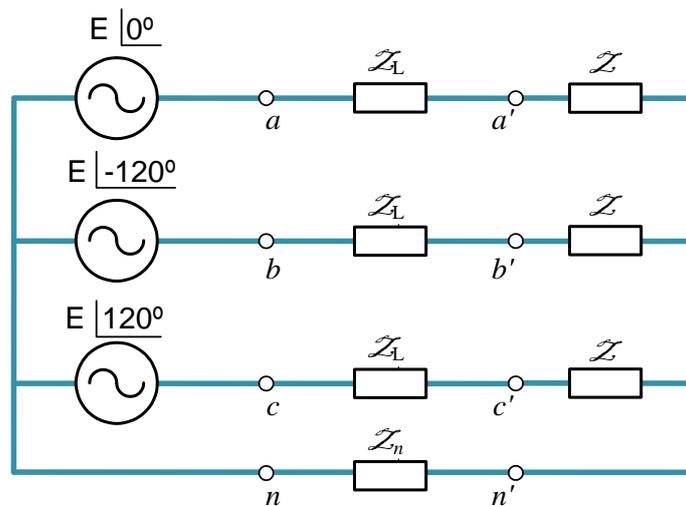
CURSO 2011/2012

ALUMNA/O:

Problema.

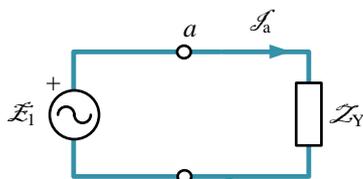
El circuito de la figura representa un generador trifásico equilibrado, alimentando a una carga pasiva, trifásica equilibrada. La impedancia de cada fase de la línea es $Z_L=j52\Omega$. La impedancia de la carga es $Z=650+j440\Omega$. La impedancia del hilo de neutro es $Z_n=j25\Omega$.

El generador trabaja a 50Hz y la tensión de línea en bornes del generador es de 34kV.



Figura

a) Obtener el circuito monofásico equivalente.



$$E_1 = E \angle 0^\circ$$

$$E_2 = E \angle -120^\circ$$

$$E_3 = E \angle 120^\circ$$

$$I_a = \frac{E_1}{Z_Y}$$

$$I_b = I_a (1 \angle -120^\circ)$$

$$I_c = I_a (1 \angle 120^\circ)$$

$$Z_Y = Z_L + Z = j52 + (650 + j440)$$

Es un sistema de secuencia directa.

b) Obtener las tensiones de fase del generador.

$$V_{an} = E = \frac{V_{ab}}{\sqrt{3} \angle 30^\circ} = \frac{34kV}{\sqrt{3} \angle 30^\circ} = 19.629V \angle -30^\circ$$

Desfasado -30° respecto de la tensión de línea. Como la tensión de fase V_{an} es la que se toma de referencia (0° de desfase), la de línea V_{ab} estará 30° adelantada a la de fase V_{an} . El resto de las tensiones:

$$V_{bn} = 19.629V \angle -150^\circ \text{ ó } -120^\circ \text{ respecto de la referencia } V_{an}.$$

$$V_{cn} = 19.629V \angle 90^\circ \text{ ó } 120^\circ \text{ respecto de la referencia } V_{an}.$$

c) Obtener las intensidades de línea y de las fases.

Tomando V_{an} como origen de fases

$$I_a = \frac{\mathcal{E}_1}{Z_Y} = \frac{19.629V \angle 0^\circ}{j52 + (650 + j440)} = \frac{19.629V \angle 0^\circ}{650 + j492} = \frac{19.629V \angle 0^\circ}{815,2\Omega \angle 37,12^\circ} = 24,19A \angle -37,12^\circ$$

$$I_b = I_a(1 \angle -120^\circ) = 24,19A \angle -157,12^\circ$$

$$I_c = I_a(1 \angle 120^\circ) = 24,19A \angle 82,88^\circ$$

d) Obtener las tensiones de fase en la carga.

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{Za} &= I_a \cdot Z = 24,19A \angle -37,12^\circ \cdot (650 + j440) = 24,19A \angle -37,12^\circ \cdot 784,92\Omega \angle 34,09^\circ \\ &= 18.987V \angle -3,02^\circ \end{aligned}$$

Y las restantes con el correspondiente desfase.

e) Obtener las tensiones de línea en la carga.

$$V_{a'b'} = V_{a'n} \cdot \sqrt{3} \angle 30^\circ = 18.987V \angle -3,02^\circ \cdot \sqrt{3} \angle 30^\circ = 32.886V \angle 26,97^\circ$$

Y las restantes con el correspondiente desfase.

f) Obtener la potencia activa trifásica entregada por el generador y la consumida por la carga trifásica.

$$P_g = 3 \cdot V_{Fg} \cdot I_F \cos \varphi = 3 \cdot 19.629V \cdot 24,19A \cdot \cos(37,12) = 1.135,84kW$$

$$P_c = 3 \cdot V_{Fc} \cdot I_F \cos \varphi = 3 \cdot 18.987V \cdot 24,19A \cdot \cos(34,09) = 1.135,84kW$$

g) Obtener el factor de potencia de la carga.

$$\begin{aligned} \cos \varphi &= 0,82 \\ \varphi &= \arctan\left(\frac{440}{650}\right) = 34,09^\circ \end{aligned}$$

h) Para compensar el factor de potencia de la carga hasta un valor de $\cos \varphi_c = 0,9$, se conectan unos condensadores en triángulo en paralelo con la carga. Calcula el valor de dichos condensadores.

Por el apartado g) se tiene que el factor de potencia inicial de la carga es $\cos \varphi_c = 0,82$. La potencia reactiva de la carga, Q_c , es:

$$Q_c = 3 \cdot V_{Fc} \cdot I_F \sin \varphi = 3 \cdot 18.987V \cdot 24,19A \cdot \sin(34,09) = 722,297kVAr$$

Se desea un nuevo factor de potencia, $\cos \varphi_{cn} = 0,9$, mejor que el anterior, añadiendo para ello condensadores, que únicamente modifican la potencia reactiva total a la carga. El nuevo factor de potencia será

$$\begin{aligned} \tan \varphi_{cn} &= \frac{Q_N}{P_C} = \frac{Q_C + Q_Z}{P_C} \\ \varphi_{cn} &= \arccos(0,9) = 25,84^\circ \quad \tan \varphi_{cn} = 0,48 \end{aligned}$$

Donde la potencia reactiva nueva, Q_N , es la suma de la potencia reactiva de la carga existente, Q_C , más la potencia reactiva del banco de condensadores a añadir, Q_Z .

Por tanto la potencia reactiva del banco de condensadores a añadir es:

$$Q_Z = P_C \cdot \tan \varphi_{Cn} - Q_C;$$

$$Q_Z = 1.135,84 \text{kW} \cdot 0,48 - 722,297 \text{kVAr} = -227,094 \text{kVAr}$$

El signo “-” indica que para conseguir ese factor de potencia se necesitan condensadores, cuya potencia reactiva es negativa, como ya nos indica el enunciado. La potencia reactiva de un banco trifásico de condensadores es 3 veces la de uno de los condensadores. Dado que se conoce la tensión de línea en la carga y los condensadores están en triángulo, la tensión de línea coincide con la tensión de fase en los condensadores, por la que la potencia reactiva, en función la tensión de línea, resulta:

$$Q_Z = 3 \cdot \left(\frac{U_L^2}{X_C} \right) = 3 \cdot \left(\frac{U_L^2}{1/\omega C} \right)$$

$$C = \frac{Q_Z}{3\omega C \cdot U_L^2}$$

$$C = \frac{227,094 \text{kVAr}}{3 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50 \text{Hz} \cdot 32.886^2 \text{V}}$$

$$C = 222,8 \text{nF}$$