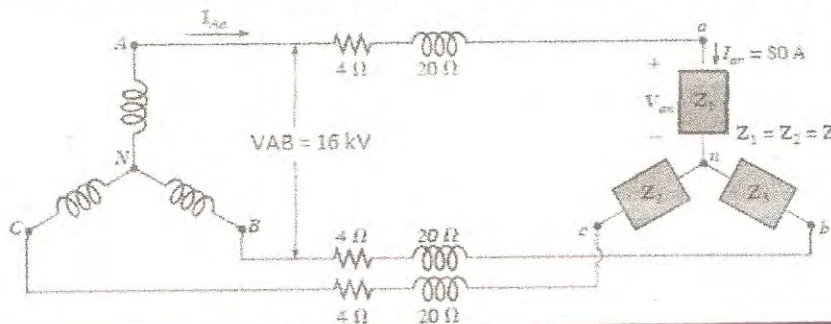


Quinto Examen Parcial

Circuitos Eléctricos I

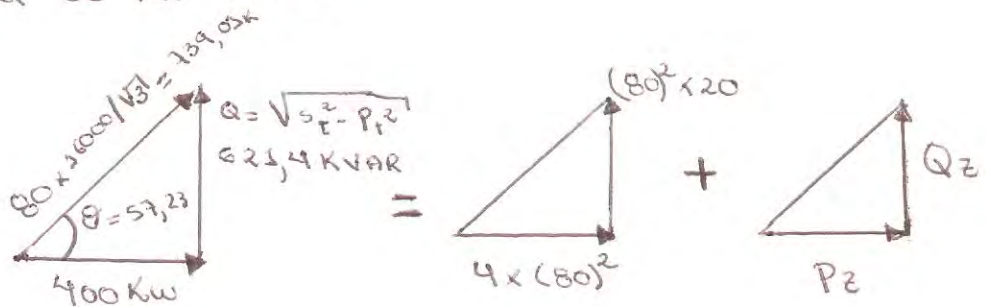
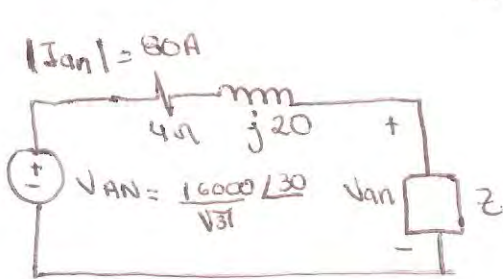
25/06/2014

1. (7 pts) Para el sistema trifásico Y-Y de la figura, el generador se modela como el secundario de tres transformadores conectados en Y y se conoce que la potencia total entregada por el generador es 1200 kW con una corriente de línea de 80 A. Asumiendo secuencia negativa y tomando como referencia VAB
- Elementos que conforman la impedancia Z
 - Corrientes de línea I_{Aa} , I_{Bb} , I_{Cc} .
 - El voltaje de línea en los extremos de la carga.
 - Factor de potencia visto desde el generador.
 - Potencia que indicaría dos vatímetros colocados en las líneas B y C con punto común en A del lado del generador.
 - En que cambia las medidas de estos vatímetros si al ocurrir un fallo se abre la impedancia Z_2 .



$$V_{AB} = 16000 \angle 0$$

Como el sistema trifásico se encuentra equilibrado podemos analizar el circuito monofásico correspondiente a una de las fases.



$$P_Z = P_T - P_{\text{linea}}$$

$$Q_Z = Q_T - Q_{\text{linea}}$$

$$P_Z = 400 \text{ kW} - (80)^2 \times 4$$

$$Q_Z = 621,4 \text{ kVAR} - (80)^2 \times 20$$

$$S_Z = (374,4 + j493,4) \cdot 10^3$$

a) Elementos que conforman la impedancia Z

$$S_Z = I^2 \cdot Z \Rightarrow Z = \frac{S_Z}{I^2} = \frac{(374,4 + j493,4) \cdot 10^3}{80^2} = 58,5 + j77,1$$

b) Corriente de línea

$$I_{Aa} = 80 \angle -27,23$$

$$I_{Ab} = 80 \angle 92,77$$

$$I_{Cc} = 80 \angle -147,23$$

c) Voltaje de línea en los extremos de la carga.

$$\bar{V}_{an} = \bar{I}_{Aa} \cdot Z = 80 \angle -27,23 \times (58,5 + j77,1) = 7742,1 \angle 25,57$$

$$\bar{V}_{bn} = 7742,1 \angle 25,57 + 120 = 7742,1 \angle 149,57$$

$$\bar{V}_{cn} = 7742,1 \angle 25,57 - 120 = 7742,1 \angle -94,43$$

$$\bar{V}_{ab} = 13410 \angle -4,43 ; \bar{V}_{bc} = 13410 \angle 115,57 ; \bar{V}_{ca} = 13410 \angle -124,43$$

d) factor de potencia del generador

$$\theta = 57,23 \Rightarrow f_{pg} = 0,5413$$

e)

$$W_1 = |V_{BA}| |I_{Bb}| \cos(\theta_{V_{BA}} - \theta_{I_{Bb}})$$

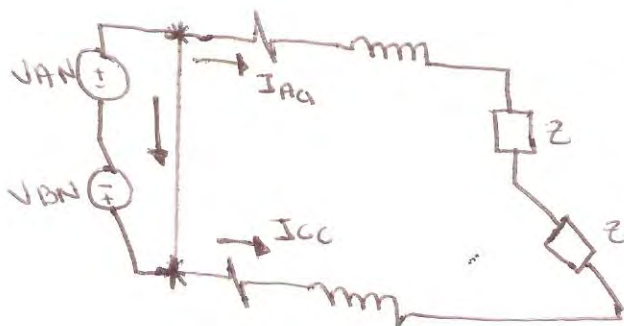
$$W_1 = 16000 \times 80 \cdot \cos(180 - 92,77) = 61,855 \text{ Kw}$$

$$W_2 = |V_{CA}| |I_{Cc}| \cos(\theta_{V_{CA}} - \theta_{I_{Cc}})$$

$$W_2 = 16000 \times 80 \cdot \cos(-120 + 147,23) = 1138,1 \text{ Kw}$$

Observe que $W_1 + W_2 = 1200 \text{ Kw}$.

f) Al ocurrir el fallo y abrirse la impedancia Z_2 , $I_{Bb} = 0$ $W_1 = 0$
Circuito equivalente desequilibrado



$$- \bar{V}_{CA} + I(4 + j20) + I \times 2Z + 5 \times (4 + j20) = 0$$

$$\bar{I} = \frac{\bar{V}_{CA}}{2Z + 2Z_{Línea}} = \frac{16000 \angle -120}{2 \times (58,5 + j77,1) + 2(4 + j20)}$$

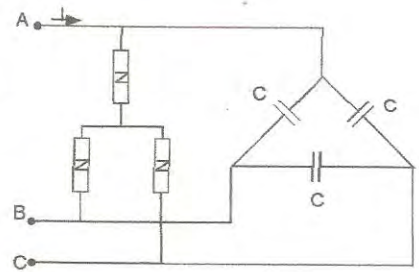
$$\bar{I} = 69,28 \angle -117,23$$

$$W_2 = 16000 \times 69,28 \cdot \cos(-120 + 117,23)$$

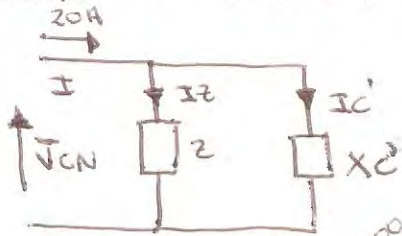
$$W_2 = 606 \text{ Kw}$$

2. (7 pts) Para corregir el factor de potencia de 0.707 en atraso a 0.95 en atraso se agrega un banco de capacitores. Si $V_{CA} = 200\sqrt{3} \angle 0$ y la corriente total luego de agregar el banco de capacitores es de 20 A. Considerando secuencia positiva, determinar:

- La impedancia Z .
- La corriente I antes de agregar el banco de capacitores.
- Potencia activa y reactiva antes y después de la corrección del factor de potencia.
- Diagrama fasorial de corrientes de líneas y para cada carga incluyendo el banco de capacitores.
- El valor de C si el sistema trifásico trabaja a 60 Hz.



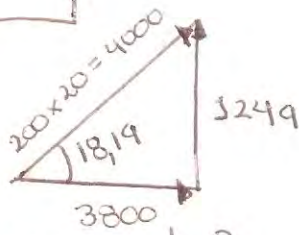
Como el sistema está equilibrado se reduce a:



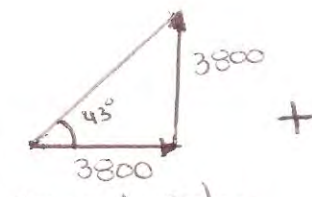
Donde $x_c' = \frac{X_c}{3}$

$J_{CN} = 200 \angle -30$

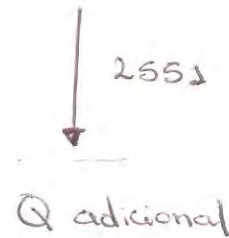
Fase C



Triángulo de P luego de corregir



Triángulo antes de corregir



Q adicional

(a) La Impedancia Z

$S_2 = 3800 + j3800$ luego $Z = \frac{|V_{CN}|^2}{S_2^*} = \frac{200^2}{3800 + j3800} = 5,26 + j5,26$

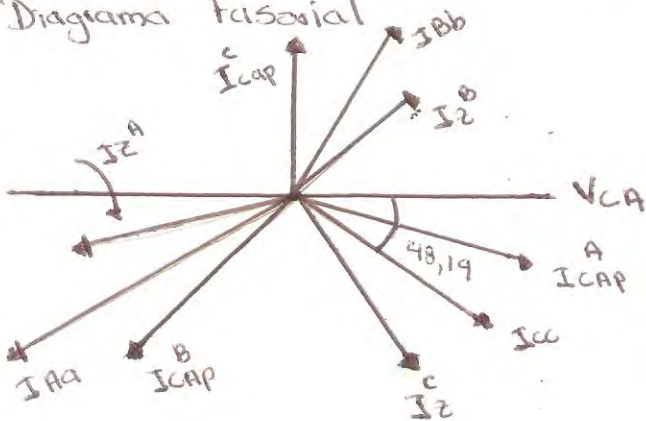
(b) La corriente I antes de corregir

$|I| = \frac{|V|}{|Z|} = \frac{200}{5,26 \sqrt{2}} = 26,87 \text{ A}$ luego $I_{cc} = 26,87 \angle -75$

(c) Potencia activa y reactiva antes y después de la corrección

$S_{antes} = 3800 + j3800$ $S_{despues} = 3800 + j3249$

(d) Diagrama fasorial



$I_{cap}^C = |I| \angle 90$

$I_{cap}^A = |I| \angle -30$

$I_{cap}^B = |I| \angle -150$

$I_2^C = 26,86 \angle -195$

$I_2^B = 26,86 \angle 45$

$I_{AA} = 20 \angle -168,19$

$I_{BB} = 20 \angle 71,81$

$I_{CC} = 20 \angle -48,19$

② cálculo de X_c'

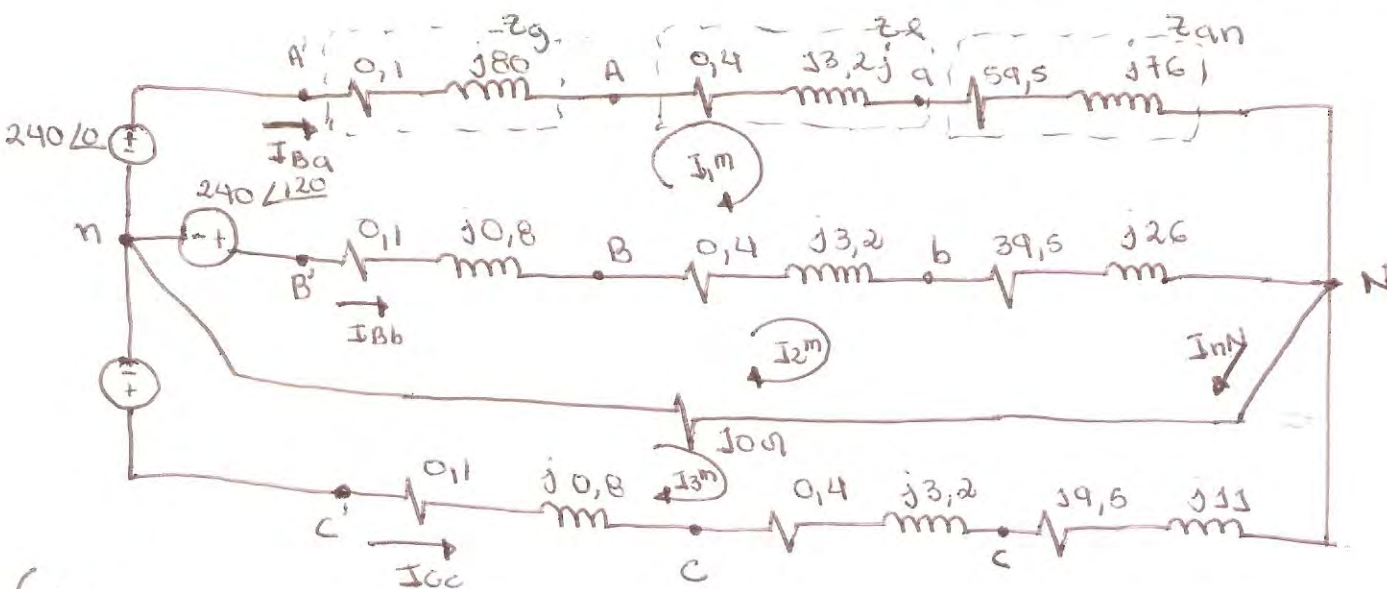
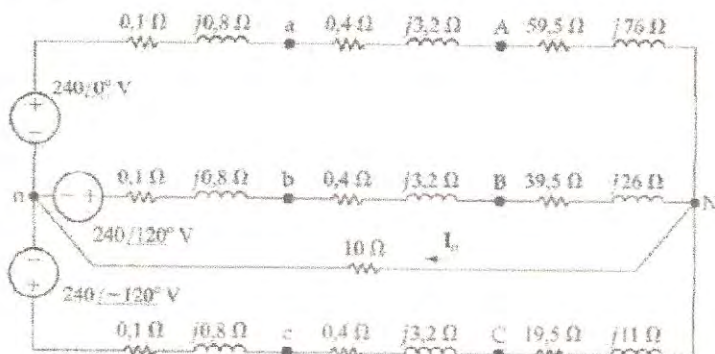
$$X_c' = \frac{V^2}{Q_{ad}} = \frac{200^2}{2551} = 15,68$$

$$Z_Y = \frac{Z_{\Delta}}{3} \Rightarrow Z_{\Delta} = 3 Z_Y$$

$$X_c = 3 X_c' \Rightarrow X_c = 47,0404 = \frac{1}{2\pi \cdot 60 \cdot C} \Rightarrow C = 56,389 \mu F$$

3. (7 pts) Para el circuito trifásico de la figura determine:

- Las corrientes de línea y la corriente por el neutro.
- Voltajes en los terminales de la carga: V_{ab} , V_{bc} , V_{ca} .
- Se desea medir la potencia absorbida por el conjunto $Z_g + Z_{línea} + Z_{carga}$ para cada fase, como conectaría los vatímetros y determine el valor indicado para cada conexión que sugiera.
- En qué se diferencia el apartado (c) de la potencia generada en cada fase del generador. Explique su respuesta.



$$(0,1 + j0,8 + 0,4 + j3,2 + 59,5 + j76 - j26 + 39,5 + j3,2 + 0,4 + j0,8 + 0,1) I_1^m -$$

$$- I_2^m (0,1 + j0,8 + 0,4 + j3,2 + 39,5 + j26) = 240 \angle 0^\circ - 240 \angle 120^\circ$$

$$(100 + j116) I_1^m - (40 + j30) I_2^m + 0 I_3^m = 240 \sqrt{3} \angle -30^\circ$$

$$- (40 + j30) I_3^m + [(0,1 + j0,8 + 0,4 + j3,2 + 39,5 + j26 + 10)] I_2^m - 10 I_3^m = 240 \angle 120^\circ$$

$$- (40 + j30) I_1^m + (50 + j30) I_2^m - 10 I_3^m = 240 \angle 120^\circ$$

$$- 10 I_2^m + I_3^m (0,1 + j0,8 + 0,4 + j3,2 + 19,5 + j11) = -240 \angle -120^\circ$$

$$- 10 I_2^m + I_3^m (30 + j15) = -240 \angle -120^\circ$$

$$I_1^m = 1,814 - j2,131 \Rightarrow I_3^m = 2,799 \angle -49,597$$

$$I_2^m = 3,224 + j2,439 \Rightarrow I_2^m = 4,024 \angle 37,102$$

$$I_3^m = 7,156 + j4,163 \Rightarrow I_3^m = 8,279 \angle 30,188$$

$$\textcircled{a} I_{Aa} = I_1^m = 2,799 \angle -49,597 \quad \cancel{X}$$

$$I_{Bb} = I_2^m - I_3^m = 1,410 + j4,570$$

$$I_{Bb} = 4,782 \angle 72,849 \quad \cancel{X}$$

$$I_{Cc} = -I_3^m = 8,279 \angle -149,8122 \quad \cancel{X}$$

$$I_n = I_2^m - I_3^m = -3,932 - j1,724$$

$$I_n = 4,294 \angle -159,31 \quad \cancel{X}$$

$$\textcircled{b} V_{ab} = I_{Aa} \cdot Z_{an} - I_{Bb} \cdot Z_{bn}$$

$$V_{ab} = 330 - j200,11 = 391,622 \angle -31,756$$

$$V_{bc} = I_{Bb} \cdot Z_{bn} - I_{Cc} \cdot Z_{cn}$$

$$V_{bc} = 306,47 + j379,06 = 378,304 \angle 85,353$$

$$V_{ca} = I_{Cc} \cdot Z_{cn} - I_{Aa} \cdot Z_{an}$$

$$V_{ca} = -363,64 - j170,95 = 401,82 \angle -154,822$$

$$\textcircled{c} \omega_1 = |V_{an}| |I_{Aa}| \cdot \cos(\theta_{V_{an}} - \theta_{I_{Aa}}) = |Z_g + Z_l + Z_{an}| |I_{Aa}|^2 \cdot \cos(\theta_{V_{an}} - \theta_{I_{Aa}})$$

$$\omega_1 = |I_{Aa}|^2 \cdot (0,1 + 0,9 + 59,5)$$

$$\omega_1 = 469,905 \omega \quad \cancel{X}$$

$$\omega_2 = |V_{bn}| |I_{Bb}| \cdot \cos(\theta_{V_{bn}} - \theta_{I_{Bb}}) = |I_{Bb}|^2 \cdot (0,1 + 0,4 + 39,5)$$

$$\omega_2 = 914,799 \omega \quad \cancel{X}$$

$$\omega_3 = |V_{cn}| |I_{Cc}| \cdot \cos(\theta_{V_{cn}} - \theta_{I_{Cc}}) = |I_{Cc}|^2 \cdot (0,1 + 0,4 + 19,5)$$

$$\omega_3 = 1370,8 \omega \quad \cancel{X}$$

d) Potencia del generador trifasico

$$P_{g1} = \text{Real}(V_{An} \cdot I_{Aa}^*) = 435,33 \text{ W}$$

$$P_{g2} = \text{Real}(V_{Bn} \cdot I_{Bb}^*) = 780,547 \text{ W}$$

$$P_{g3} = \text{Real}(V_{cn} \cdot I_{cc}^*) = 1724 \text{ W}$$

$$P_{3\phi} = 2939,9$$

Observe que $w_1 + w_2 + w_3$

$$w_{\text{carga}} = 2755,5 \text{ W}$$

Potencia total absorbida por las cargas + impedancia de linea + impedancia del generador

Si w_{carga} se le suma la potencia de la linea

del neutro $P_{n} = |I_n|^2 \times 10$

$$P_n = 184,3494 \text{ W}$$

$P_{\text{carga}} + P_{\text{linea - neutro}}$

$$2755,5 \text{ W} + 184,3494$$

$$= 2939,9 \text{ W}$$

↳ Potencia generada por el generador trifasico.

- Conexion de los Watimetros

