TEORÍA DE CIRCUITOS II :: Primer parcial

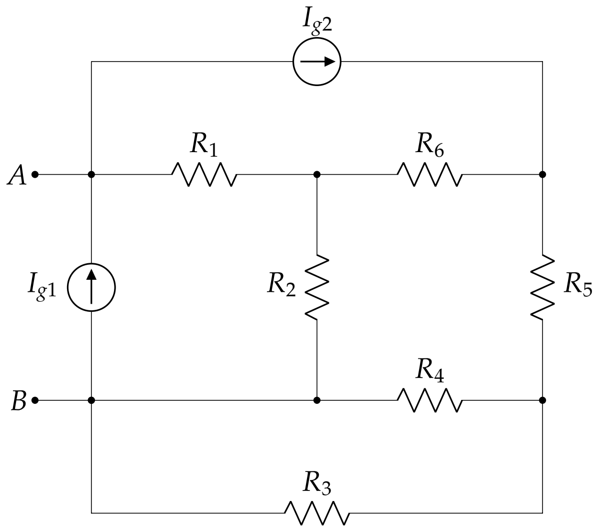
27 de marzo de 2019

Instrucciones

- El examen tiene una duración de 90 minutos.
- Cada problema se deberá entregar en hojas separadas.
- No se permite el uso de documentación ni de calculadoras con capacidad de almacenamiento.
- Las calificaciones se publicarán el día 5 de abril. La revisión del examen se realizará en el horario de tutoría de cada profesor durante la semana del 8 de abril.

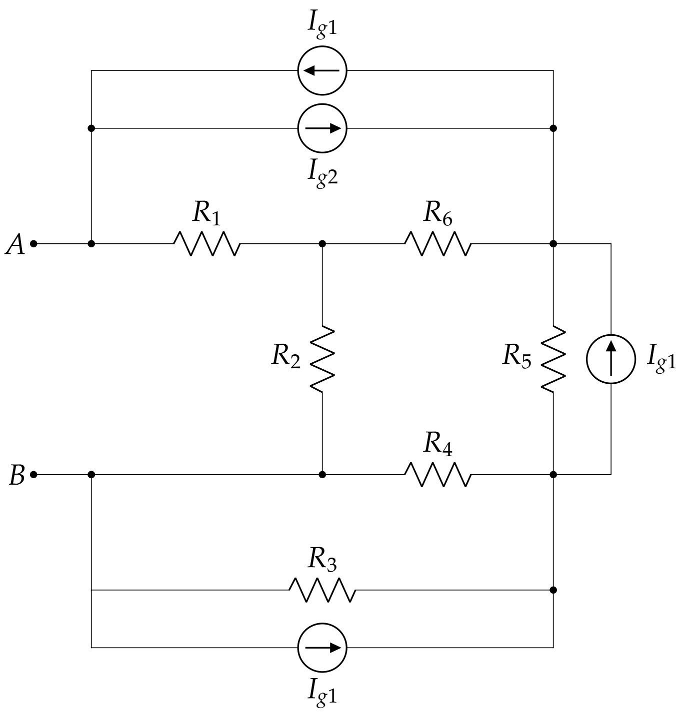
1. Elementos activos

Determina el generador equivalente del circuito entre A y B modificando la geometría del circuito mediante movilidad y transformación de fuentes. Dibuja los circuitos correspondientes a cada paso de la modificación.
Datos:
$I_{g1} = I_{g2} = 10\,\text{A}$
$R_i = 1\,\Omega$

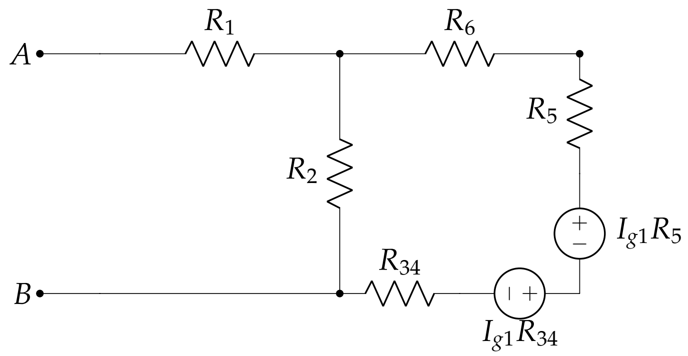


Solución

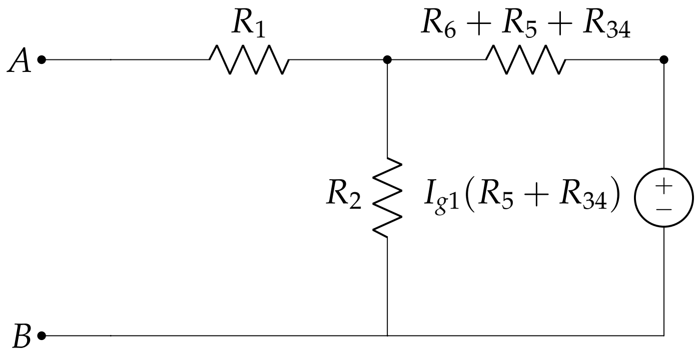
En primer lugar movemos la fuente I_{g1}:



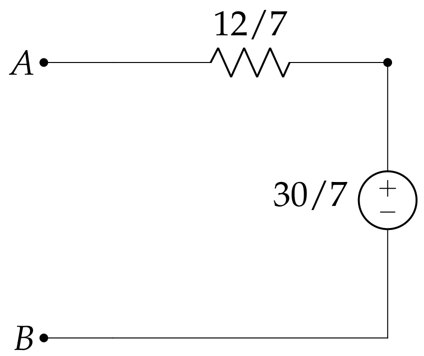
En este circuito, las fuentes I_{g1} e I_{g2} se cancelan mutuamente. Además, R_3 y R_4 están en paralelo. Representando este paralelo con R_{34} obtenemos el siguiente circuito, en el que las fuentes de corriente han sido transformadas a fuentes de tensión.



A continuación, asociamos las resistencias R_6, R_5 y R_{34}, y las fuentes de tensión.



A continuación, transformamos esta fuente de tensión en fuente de corriente, y asociamos las resistencias en paralelo. Nuevamente transformamos a fuente de tensión para obtener el generador equivalente de la figura:

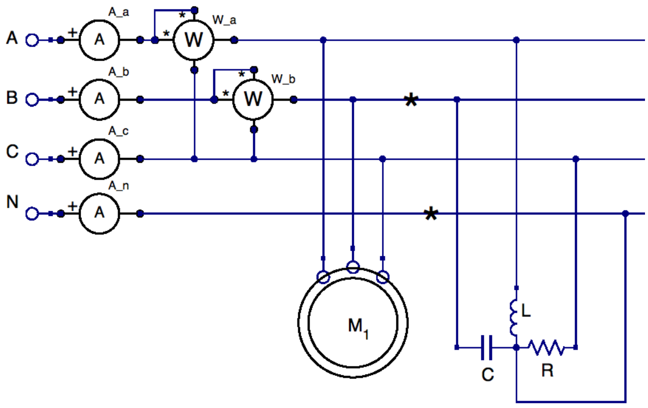


2. Sistemas Trifásicos

El circuito trifásico de la figura trabaja a una tensión de 300 V y con secuencia de fases inversa. El motor tiene una potencia de $1{,}5\sqrt{3}$ CV, factor de potencia de 0,8 y rendimiento del 92 %. La carga en estrella tiene los valores $X_c = X_L = R = 20\sqrt{3}\,\Omega$.

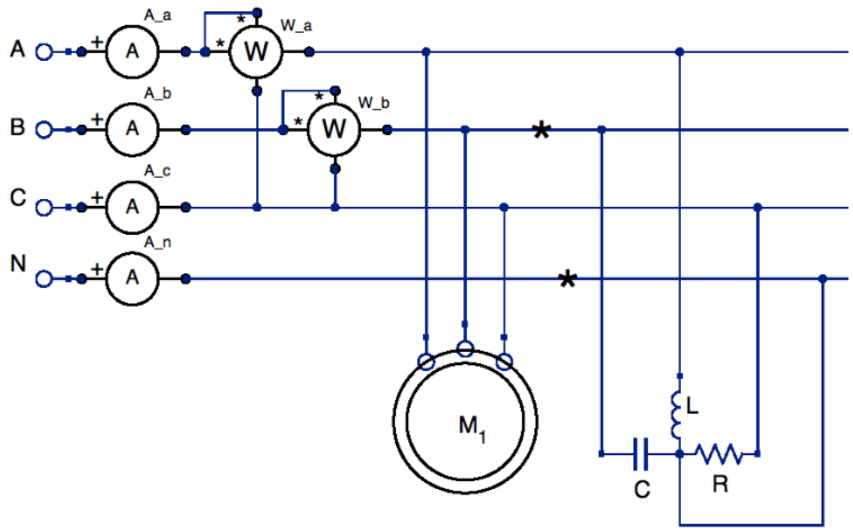
Debes determinar:

1. Las intensidades que miden los amperímetros.
2. Potencia activa, reactiva y aparente del conjunto.
3. Lectura de los vatímetros W_a y W_b.
4. Justifica la relación entre la medida de los vatímetros y el triángulo de potencias del sistema.
5. Si se producen sendas roturas en los puntos indicados con asteriscos, determina las nuevas lecturas de los aparatos de medida.



Solución

UPM - ETSIDI - Teoría de Circuitos II
Examen de Evaluación continua. 27-03-2019



Datos:

$P_{MT} = 1,5 \cdot \sqrt{3}$ CV $\quad \eta = 0,92$

$fdp = 0,8 \quad U_L = 300$ V

$R = 20 \cdot \sqrt{3}\ \Omega \quad X_L = 20 \cdot \sqrt{3}\ \Omega$

$X_C = 20 \cdot \sqrt{3}\ \Omega$ Secuencia Directa

Cálculos:

a) Intesidades de linea

$P_M = \dfrac{P_{MT}}{\eta} = 2078,46$ W $\quad \varphi_M = \arccos(fdp) = 36,9°$ $\quad I_M = \dfrac{P_M}{\sqrt{3} \cdot U_L \cdot \cos(\varphi_M)} = 5$ A

$Z_{M\lambda} = \dfrac{\frac{U_L}{\sqrt{3}}}{I_M} = 34,6\ \Omega \quad arg\_Z_{M\lambda} = \varphi_M = 36,9° \quad Z_{M\_\lambda} = Z_{M\lambda} \cdot \mathbf{e}^{j \cdot (\varphi_M)} = (28 + 21 \cdot i)\ \Omega$

Fasores de tensiones de fase

$U_F = \dfrac{U_L}{\sqrt{3}} = 170$ V $\quad arg\_fase\_A = -90° \quad arg\_fase\_B = 30° \quad arg\_fase\_C = 150°$

$U_A = U_F \cdot \mathbf{e}^{j \cdot arg\_fase\_A} = (0,0 - 170 \cdot i)$ V $\quad U_B = U_F \cdot \mathbf{e}^{j \cdot arg\_fase\_B} = (150 + 86,6 \cdot i)$ V $\quad U_C = U_F \cdot \mathbf{e}^{j \cdot arg\_fase\_C} = (-150 + 86,6 \cdot i)$ V

Corrientes del motor

$I_{A\_mot} = \dfrac{U_A}{Z_{M\_\lambda}} = (-3,0 - 4,0 \cdot i)$ A $\quad I_{B\_mot} = \dfrac{U_B}{Z_{M\_\lambda}} = (4,96 - 0,6 \cdot i)$ A $\quad I_{C\_mot} = \dfrac{U_C}{Z_{M\_\lambda}} = (-1,96 + 4,6 \cdot i)$ A

$arg\_I_A = \arg(I_{A\_mot}) = -126,9° \quad arg\_I_B = \arg(I_{B\_mot}) = -6,870° \quad arg\_I_C = \arg(I_{C\_mot}) = 113,1301°$

Corrientes de la carga desequilibrada

$Z_{XL} = j \cdot X_L = 34,641 \cdot i\ \Omega \quad Z_{XC} = (-j) \cdot X_C = -34,641 \cdot i\ \Omega \quad Z_R = R = 35\ \Omega$

$I_{A\_des} = \dfrac{U_A}{Z_{XL}} = -5$ A $\quad I_{B\_des} = \dfrac{U_B}{Z_{XC}} = (-2,5 + 4,3301 \cdot i)$ A $\quad I_{C\_des} = \dfrac{U_C}{Z_R} = (-4,3301 + 2,5 \cdot i)$ A

$arg\_I_{A\_des} = \arg(I_{A\_des}) = 180° \quad arg\_I_{B\_des} = \arg(I_{B\_des}) = 120° \quad arg\_I_{C\_des} = \arg(I_{C\_des}) = 150°$

Corrientes de linea totales

$I_A = I_{A\_mot} + I_{A\_des} = (-8,0 - 4,0 \cdot i)$ A $\quad I_B = I_{B\_mot} + I_{B\_des} = (2,46 + 3,73 \cdot i)$ A $\quad I_C = I_{C\_mot} + I_{C\_des} = (-6,29 + 7,1 \cdot i)$ A

$I_{A\_mod} = |I_A| = 8,9$ A $\quad I_{B\_mod} = |I_B| = 4,47$ A $\quad I_{C\_mod} = |I_C| = 9,49$ A

$I_{A\_arg} = \arg(I_A) = -153,43° \quad I_{B\_arg} = \arg(I_B) = 56,57° \quad I_{C\_arg} = \arg(I_C) = 131,57°$

UPM - ETSIDI - Teoría de Circuitos II
Examen de Evaluación continua. 27-03-2019

b) Potencias activa, reactiva y aparente totales.

Motor: $P_M = 2078{,}5$ W $\quad Q_M = P_M \cdot \mathrm{tg}(\varphi_M) = 1558{,}85$ VAr $\quad S_M = \dfrac{P_M}{\cos(\varphi_M)} = 2598{,}08$ VA

Carga: $P_{des} = \left|I_{C\_des}\right|^2 \cdot R = 866$ W $\quad Q_{des} = \left|I_{A\_des}\right|^2 \cdot X_L - \left|I_{B\_des}\right|^2 \cdot X_C = 0$ VAr

Total: $P_T = P_M + P_{des} = 2944{,}49$ W $\quad Q_T = Q_M + Q_{des} = 1558{,}85$ VAr $\quad S_T = \sqrt{P_T^{\ 2} + Q_T^{\ 2}} = 3331{,}67$ VA

c) Lecturas de los vatímetros

$U_{AC} = U_A - U_C = (150 - 259{,}81 \cdot i)$ V $\quad U_{AC\_mod} = \left|U_{AC}\right| = 300$ V $\quad U_{AC\_arg} = \arg(U_{AC}) = -60\,°$

$U_{BC} = U_B - U_C = 300$ V $\quad U_{BC\_mod} = \left|U_{BC}\right| = 300$ V $\quad U_{BC\_arg} = \arg(U_{BC}) = 0\,°$

$W_1 = \left|U_{AC}\right| \cdot \left|I_A\right| \cdot \cos(U_{AC\_arg} - I_{A\_arg}) = -160{,}77$ W $\quad W_2 = \left|U_{BC}\right| \cdot \left|I_B\right| \cdot \cos(U_{BC\_arg} - I_{B\_arg}) = 739{,}23$ W

$SUMA\_W1\_W2 = W_1 + W_2 = 580$ W

Los W1 y W2 no suman la pontencia total porque exite una corriente por el neutro y no es aplicable el método Aaron

d) Lecturas de los vatimetros tras la rotura de los conductores

El motor no se ve afectado por las roturas, por que sus corrientes no cambian. Tras la rotura el condensador queda desconectado. La resistencia y el bobina quedan en serie y connectadas entre las fases A y C

Corrientes de la carga desequilibrada

$I'_{A\_des} = \dfrac{U_{AC}}{(Z_{XL} + Z_R)} = (-1{,}5849 - 5{,}9151 \cdot i)$ A $\quad I'_{B\_des} = 0 \quad I'_{C\_des} = -I'_{A\_des} = (1{,}5849 + 5{,}9151 \cdot i)$ A

$arg\_I'_A = \arg(I'_{A\_des}) = -105\,°$ $\quad arg\_I'_{C\_des} = \arg(I'_{C\_des}) = 75\,°$

Corrientes de linea totales

$I'_A = I_{A\_mot} + I'_{A\_des} = (-4{,}58 - 9{,}92 \cdot i)$ A $\quad I'_B = I_{B\_mot} + I'_{B\_des} = (4{,}96 - 0{,}6 \cdot i)$ A $\quad I'_C = I_{C\_mot} + I'_{C\_des} = (-0{,}38 + 10{,}51 \cdot i)$ A

$I'_{A\_mod} = \left|I'_A\right| = 10{,}92$ A $\quad I'_{B\_mod} = \left|I'_B\right| = 5$ A $\quad I'_{C\_mod} = \left|I'_C\right| = 10{,}52$ A

$I'_{A\_arg} = \arg(I'_A) = -114{,}82\,°$ $\quad I'_{B\_arg} = \arg(I'_B) = -6{,}87\,°$ $\quad I'_{C\_arg} = \arg(I'_C) = 92{,}07\,°$

Potencias carga: $P'_{des} = \left|I'_{A\_des}\right|^2 \cdot R = 1299$ W $\quad Q'_{des} = \left|I'_{A\_des}\right|^2 \cdot X_L = 1299$ VAr

Potencias Totales: $\boxed{P'_T = P_M + P'_{des} = 3377{,}5 \text{ W}}$ $\quad Q'_T = Q_M + Q'_{des} = 2857{,}88$ VAr $\quad S_T = \sqrt{P'^{\ 2}_T + Q'^{\ 2}_T} = 4424{,}36$ VA

Lecturas de los vatímetros

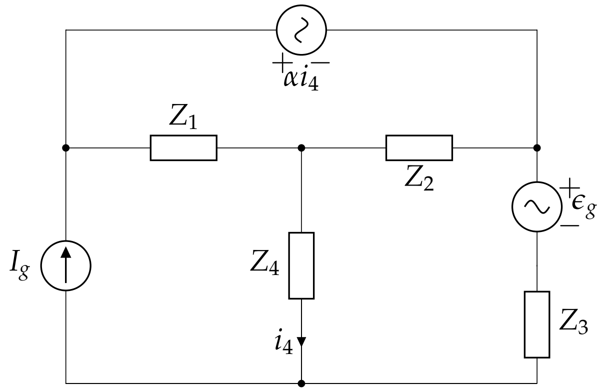
$W_1 = \left|U_{AC}\right| \cdot \left|I'_A\right| \cdot \cos(U_{AC\_arg} - I'_{A\_arg}) = 1888{,}27$ W $\quad W_2 = \left|U_{BC}\right| \cdot \left|I'_B\right| \cdot \cos(U_{BC\_arg} - I'_{B\_arg}) = 1489{,}23$ W

$\boxed{SUMA\_W1\_W2 = W_1 + W_2 = 3377{,}5 \text{ W}}$

Ahora la suma de los W1 y W2 si se corresponde con la pontencia total porque exite con la rotura ha desapareciodo el hilo neutro y si es aplicable esa ecuación de la conexión Aaron

3. Técnicas generales de análisis

Determina las corrientes de todas las ramas del circuito resolviendo mediante el método de mallas.
Datos:
$i_g(t) = \mathrm{sen}(\omega t + \pi)$
$\epsilon_g(t) = \cos(\omega t)$
$\overline{Z}_1 = j\Omega$
$\overline{Z}_2 = -j\Omega$
$\overline{Z}_3 = \overline{Z}_4 = 1\,\Omega$
$\alpha = 1\,\Omega$

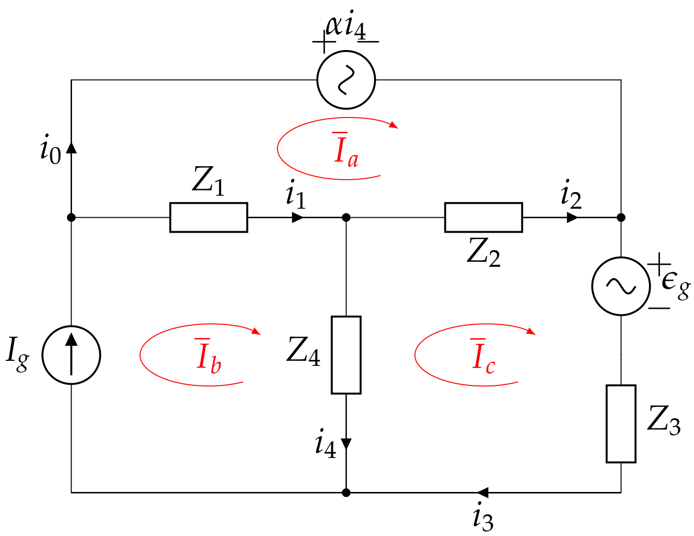


Solución

En primer lugar, los fasores de las fuentes independientes son:

$$\overline{I}_g = \frac{\sqrt{2}}{2}\underline{/\pi}$$
$$\overline{\epsilon}_g = \frac{\sqrt{2}}{2}\underline{/\pi/2}$$

Definimos las corrientes de malla y las corrientes de rama:



La ecuación de la malla A es:

$$(\overline{Z}_1 + \overline{Z}_2)\overline{I}_a - \overline{Z}_1\overline{I}_g - \overline{Z}_2\overline{I}_c = -\alpha\overline{I}_4$$

La malla B está determinada por la fuente de corriente $\overline{I}_g$.
La ecuación de la malla C es:

$$-\overline{Z}_2\overline{I}_a - \overline{Z}_4\overline{I}_g + (\overline{Z}_2 + \overline{Z}_3 + \overline{Z}_4)\overline{I}_c = -\epsilon_g$$

Además, la corriente de la que depende la fuente dependiente es:

$$\overline{I}_4 = \overline{I}_g - \overline{I}_c$$

Sustituyendo valores en la ecuación de la malla A:

$$0 \cdot \overline{I}_a - j \cdot \overline{I}_g + j \cdot \overline{I}_c = -\overline{I}_g + \overline{I}_c$$

Despejamos $\overline{I}_c$:

$$\overline{I}_c = \overline{I}_g = \frac{\sqrt{2}}{2}\underline{/\pi}$$

Empleando este resultado en la ecuación de la malla C:

$$j\overline{I}_a - \overline{I}_g + (2-j) \cdot \overline{I}_g = -\overline{\epsilon}_g$$

Despejamos $\overline{I}_a$:

$$\overline{I}_a = (1+j) \cdot \overline{I}_g + j\overline{\epsilon}_g = (-2-j)\frac{\sqrt{2}}{2} = 1{,}581\underline{/-153{,}4^\circ}\ \mathrm{A}$$

A partir de estos resultados obtenemos las corrientes de rama:

$$\begin{aligned}
\overline{I}_0 &= \overline{I}_a \\
\overline{I}_1 &= 1\underline{/45^\circ}\ \mathrm{A} \\
\overline{I}_2 &= 1\underline{/45^\circ}\ \mathrm{A} \\
\overline{I}_3 &= \overline{I}_g \\
\overline{I}_4 &= 0\ \mathrm{A}
\end{aligned}$$

Por tanto,

$$\begin{aligned}
i_0(t) &= 2{,}236\,\mathrm{sen}(\omega t - 153{,}4^\circ) \\
i_1(t) &= \sqrt{2}\,\mathrm{sen}(\omega t + 45^\circ) \\
i_2(t) &= \sqrt{2}\,\mathrm{sen}(\omega t + 45^\circ) \\
i_3(t) &= \mathrm{sen}(\omega t + \pi) \\
i_4(t) &= 0
\end{aligned}$$