Pontificia Universidad Católica de Chile
Departamento de Ingeniería Eléctrica
IEE2123 - Circuitos Eléctricos

Interrogación 2

1º semestre 2023 - Profesor David Watts

Ayudante: Elena Contardo (ele.contardo@uc.cl)

Problema 1 - Verdadero y Falso (20 puntos)

1	V	19	V	37	F
2	F	20	V	38	F
3	V	21	V	39	F
4	F	22	V	40	F
5	V	23	F	41	V
6	F	24	F	42	V
7	F	25	V	43	F
8	V	26	F	44	V
9	V	27	V	45	V
10	V	28	V	46	V
11	F	29	V	47	V
12	F	30	V	48	V
13	F	31	V	49	V
14	V	32	V	50	F
15	V	33	F	51	V
16	V	34	F	52	V
17	V	35	F	53	F
18	V	36	F		

Problema 2 - Superposición y Fasores (20 puntos)

Se tiene el circuito de la Figura 1, donde las fuentes de voltaje y corriente corresponden a $v(t) = 4\sqrt{2} \cdot sin(2\pi 50t + \pi/2)V$ e $i(t) = 3A$, mientras que el resto de los componentes tienen los siguiente valores:

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 5\Omega$$

$$L_1 = L_2 = L_3 = 0{,}05H$$

$$C_1 = C_2 = 0{,}0002F$$

a) (3 puntos) Dibuje el circuito en el espacio de las frecuencias de la fuente co-sinusoidal y en corriente continua, por separado.

b) Usando superposición, calcule los componentes alternos y continuos de la corriente $i_x(t)$, y con ello calcule la corriente total en el espacio del tiempo.

c) Considere que la fuente i(t) se apaga y que se conecta una carga Z_L en paralelo al resistor R_4 entre los terminales AB. Encuentre el equivalente de Thevenin del circuito respecto a los terminales AB.

d) Obtenga el valor de la carga Z_L que se debería conectar entre los terminales AB para lograr transferirle la máxima potencia.

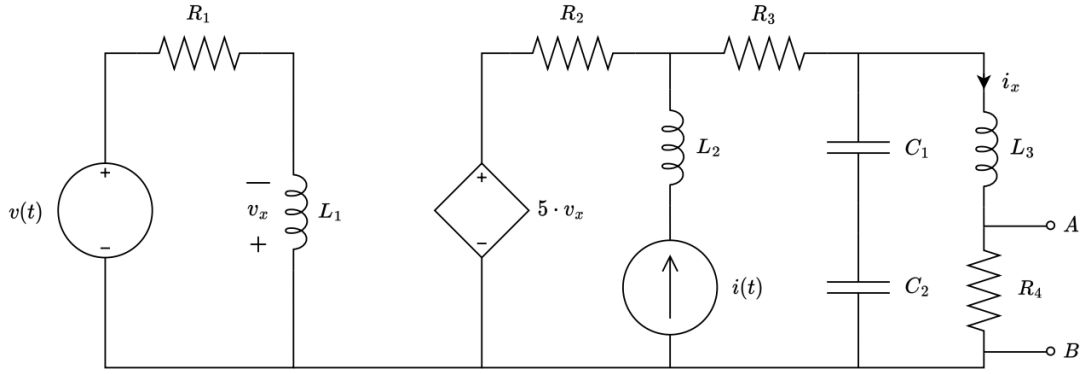


Figura 1: Circuito 1

Solución:

a) Para el circuito de la fuente co-sinusoidal, se tienen las impedancias equivalentes de los inductores y capacitores:

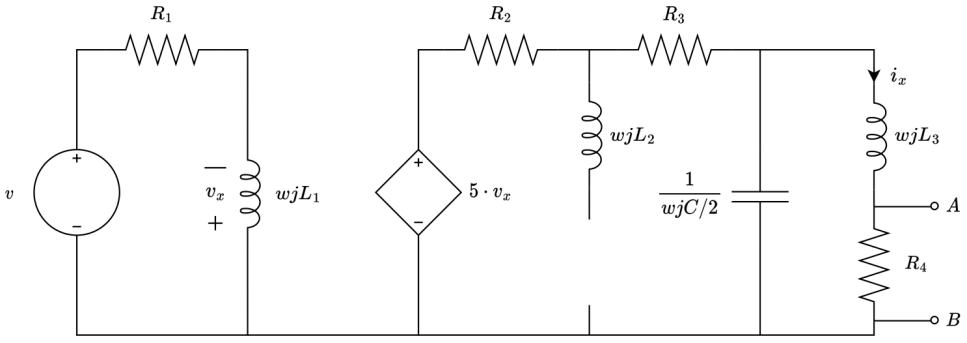


Figura 2: Co-sinusoidal

Para el circuito en corriente continua, los capacitores se comportan como un circuito abierto y los inductores como cortocircuitos:

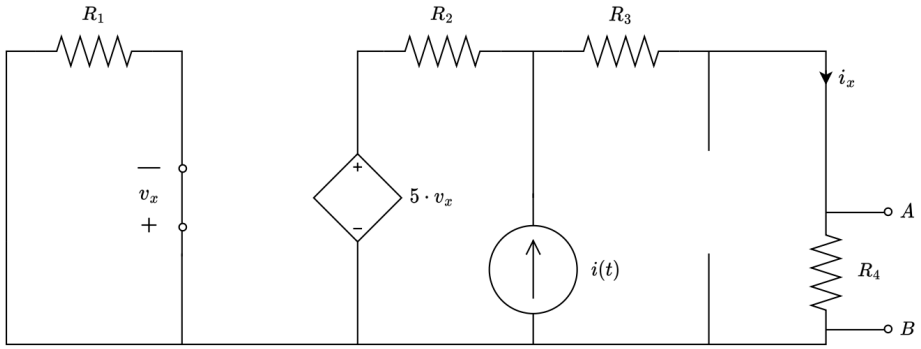


Figura 3: Continua

b) Para calcular $i_x(t)$ se utiliza superposición.

Fuente de voltaje encendida:

Se obtiene la fuente de voltaje en forma fasorial:

$$v(t) = 4\sqrt{2} \cdot sin(2\pi 50t + \pi/2) = 4\angle 90^o - 90^o = 4\angle 0^o V$$

Se calcula el voltaje v_x:

$$v_x = -v \cdot \frac{jwL_1}{R_1 + jwL_1} = -4\angle 0^o \cdot \frac{j2\pi 50 \cdot 0{,}05}{5 + j2\pi 50 \cdot 0{,}05}$$

$$v_x = -4\angle 0^o \cdot \frac{j15{,}7}{5 + j15{,}7} = -3{,}63 - j1{,}15 = 3{,}81\angle -162{,}42^o$$

Ya teniendo v_x, se calcula la corriente i_x:

$$i_x = \frac{5 \cdot v_x}{R_2 + R_3} \cdot \frac{(R_2 + R_3)||(\frac{1}{wjC_1/2})}{(R_2 + R_3)||(\frac{1}{wjC_1/2}) + (R_4 + wjL_3)} = -0{,}59 + j0{,}39A$$

Volviendo al dominio del tiempo:

$$i_x(t)|_{v(t)} = 0{,}71\sqrt{2} \cdot cos(2\pi 50t + 146{,}93^o)$$

Fuente de corriente encendida:

Al apagar la fuente de voltaje (cortocircuito), lo primero que se observa es que $v_x = 0V$. Luego, al ser la fuente $i(t) = 3A$, es decir $w = 0$, los capacitores se comportan como un circuito abierto y los inductores como un cortocircuito. A partir de las consideraciones anteriores, se calcula la corriente $i_x(t)$:

$$i_x(t)|_{i(t)} = i \cdot \frac{R_2}{R_2 + (R_3 + R_4)} = 1A$$

Luego, $i_x(t)$ es:

$$i_x(t) = i_x|_{v(t)} + i_x|_{i(t)} = 0{,}71\sqrt{2} \cdot cos(2\pi 50t + 146{,}93^o) + 1A$$

c) Se observa que el voltaje de Thevenin, correspondiente al voltaje de circuito abierto, se puede obtener de la siguiente forma:

$$v_{th} = i_x|_{v(t)} \cdot R_4 = -2{,}99 + j1{,}99 = 3{,}59\angle 146{,}35^o V = 3{,}59\sqrt{2}cos(2\pi 50t + 146{,}35^o)$$

Por otro lado, para obtener la impedancia equivalente se apaga la fuente de voltaje $v(t)$ (cortocircuito), con lo que se obtiene que $v_x = 0V$, por lo que la fuente dependiente también se encuentra apagada. Luego, se calcula:

$$Z_{th} = \left((R_2 + R_3) || (\frac{1}{wjC_1/2}) + jwL_3 \right) || R_4$$

Considerando $w = 2\pi 50$:

$$Z_{th} = 4{,}22 + j0{,}96\Omega$$

d) La impedancia que maximiza la potencia es:

$$Z_L = Z_{th}^* = 4{,}22 - j0{,}96\Omega$$

Criterios de corrección:

- a) Una de estas opciones:
  - Si no las apaga correctamente pero identifica cada una (1pt).
  - si dibuja bien uno de los dos circuitos (1.5pts)
  - Apaga bien pero en AC no quita los parametros en AC (2.5pts)
  - Si es tal cual la pauta (3pts).
- b) Una de estas opciones
  - Si tiene correcto solo AC (3.5 pts) y Solo si tiene correcto DC (3.5 pts).
  - Si realiza todas las ecuaciones pero se equivoca en álgebra (5pts)
  - Todo tal cual la pauta (7pts)

- c) Una de estas opciones
  - Solo V_{th} (3.5pts) o solo R_{th} (3.5pts).
  - Si realiza todas las ecuaciones pero se equivoca en álgebra (4pts)
  - todo tal cual pauta (7pts).
- d) Una de estas opciones
  - Si dice que es igual a R_{th} sin decir lo de complejo conjugado (2pts).
  - Si dice que es el complejo conjugado (2.5pts).
  - Si dice lo anterior y aparte está bien el resultado (3pts).

Problema 3: Circuito de Segundo Orden (20 puntos)

Para el circuito de la Figura 2, responda las siguientes preguntas, considerando los siguientes supuestos:

$$V_1 = 20V$$

$$I_1 = 3e^{-2t}u(t)$$

$$R_1 = R_2 = R_3 = 5\Omega$$

$$L_1 = L_2 = 2H$$

$$C_1 = 0{,}01F$$

a) (5 puntos) Considerando que el circuito lleva mucho tiempo conectado, y que u(t) corresponde a la función escalón, obtenga las condiciones iniciales para encontrar i(t) en $t > 0$.

b) (5 puntos) Determine paso a paso la ecuación diferencial que modela la corriente $i(t)$ para $t > 0$.

c) (5 puntos) Encuentre el polinomio característico, a partir de lo obtenido en el inciso anterior, y calcule el coeficiente de amortiguamiento, la frecuencia natural de la respuesta del sistema y las raíces del polinomio característico. Señale qué tipo de respuesta homogénea tiene $i(t)$ (críticamente amortiguada, subamortiguada o sobreamortiguada).

d) (5 puntos) Para $t > 0$, encuentre la expresión de la respuesta completa de la corriente i(t), encontrando todas sus constantes, para lo cual previamente deberá encontrar la solución homogénea y particular, y utilizar las condiciones iniciales.

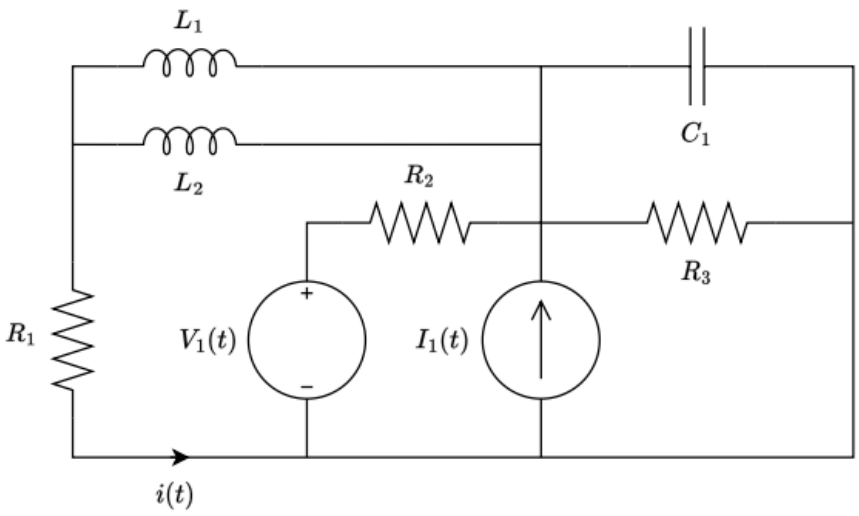


Figura 4: Circuito 2

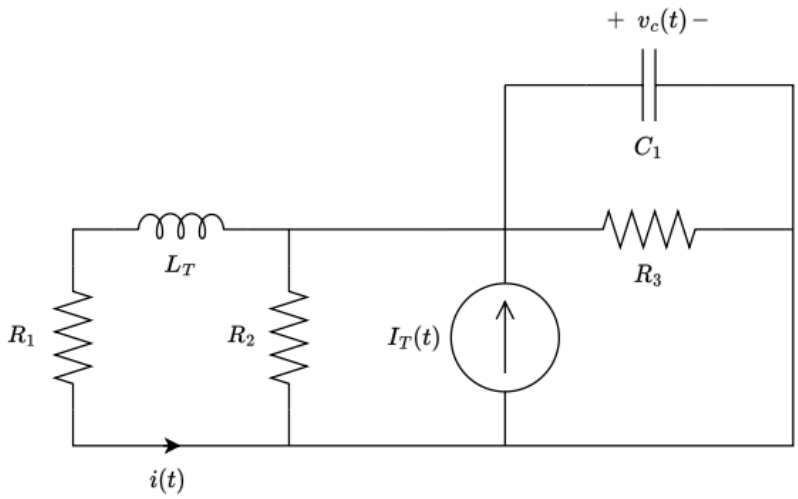
Solución:

a) En primer lugar, se observa que es posible reducir el circuito a partir de transformación de fuentes e inductores en paralelo:

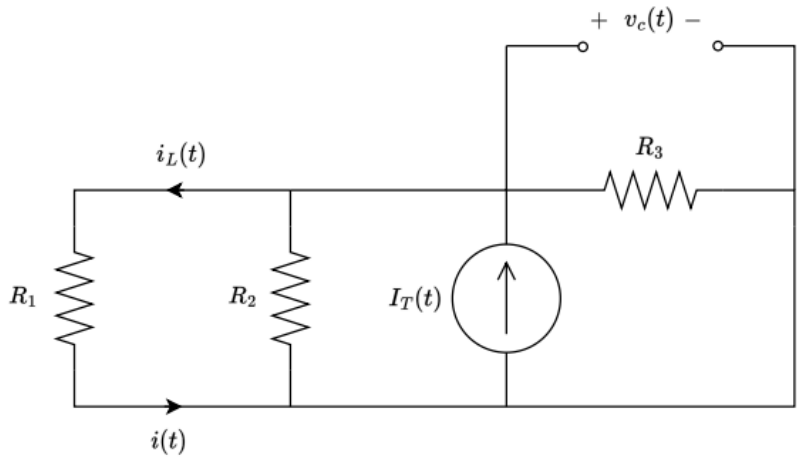
$$I_2 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{20}{5} = 4A$$

$$I_T = I_1 + I_2 = 3e^{-2t}u(t) + 4A$$

$$L_T = \frac{L_1}{2} = 1H$$



A continuación, se obtienen las condiciones iniciales, considerando que en $t < 0$ el capacitor se comporta como un circuito abierto y el inductor como un cortocircuito, tal como se observa en la siguiente figura:



$$v_c(0^+) = v_c(0^-) = I_T \cdot \frac{R_1||R_2}{(R_1||R_2) + R_3} \cdot R_3 = 1{,}33V$$

$$i_L(0^+) = i_L(0^-) = I_T \cdot \frac{R_3}{(R_1||R_2) + R_3} = 2{,}66A$$

b) Se realiza el análisis en $t > 0$ para obtener la ecuación diferencial que modela $i(t)$, considerando que $i_L(t) = i(t)$:

$$I_T(t) - i_L(t) - \frac{L_T \cdot \frac{di_L(t)}{dt} + i_L(t) \cdot R_1}{R_2} = C_1 \cdot \frac{dv_c(t)}{dt} + \frac{v_c(t)}{R_3} \tag{1}$$

$$v_c(t) = L_T \cdot \frac{di_L(t)}{dt} + i_L(t) \cdot R_1 \tag{2}$$

Reemplazando la ecuación (2) en (1):

$$I_T(t) - i_L(t) - \frac{L_T}{R_2} \cdot \frac{di_L(t)}{dt} - \frac{R_1}{R_2} i_L(t) = C_1 \cdot (L_T \cdot \frac{d^2 i_L(t)}{dt^2} + R_1 \cdot \frac{di_L(t)}{dt}) + \frac{L_T}{R_3} \cdot \frac{di_L(t)}{dt} + \frac{R_1}{R_3} i_L(t)$$

$$(C_1 L_T) \cdot \frac{d^2 i_L(t)}{dt^2} + (\frac{L_T}{R_2} + C_1 R_1 + \frac{L_T}{R_3}) \cdot \frac{di_L(t)}{dt} + (1 + \frac{R_1}{R_2} + \frac{R_1}{R_3}) i_L(t) = I_T(t)$$

Luego, la ecuación diferencial es la siguiente:

$$\frac{d^2 i_L(t)}{dt^2} + (\frac{1}{R_2 C_1} + \frac{R_1}{L_T} + \frac{1}{R_3 C_1}) \cdot \frac{di_L(t)}{dt} + (\frac{1}{C_1 L_T} + \frac{R_1}{R_2 C_1 L_T} + \frac{R_1}{R_3 C_1 L_T}) i_L(t) = \frac{I_T(t)}{C_1 L_T}$$

Reemplazando:

$$\frac{d^2 i_L(t)}{dt^2} + 45 \cdot \frac{di_L(t)}{dt} + 300 \cdot i_L(t) = 100 \cdot I_T(t)$$

c) El polinomio característico es el siguiente:

$$s^2 + 45s + 300 = 0$$

Luego, se calcula el coeficiente de amortiguamiento y la frecuencia natural:

$$2\zeta\omega_0 = 45$$

$$\omega_0^2 = 300$$

De esta forma:

$$w_0 = 17{,}32$$

$$\zeta = 1{,}29$$

Como $\zeta > 1$ la respuesta es sobreamortiguada.

Luego, las raíces del polinomio son:

$$s_1 = -36{,}45 \quad s_2 = -8{,}22$$

d) Se obtiene la respuesta homogénea:

$$i_h(t) = K_1 \cdot e^{-36{,}45t} + K_2 \cdot e^{-8{,}22t}$$

Ahora, se obtiene la solución particular, considerando $i_p(t) = K_3 + K_4 \cdot e^{-2t}$. Reemplazando en la EDO:

$$4K_4 \cdot e^{-2t} - 45 \cdot 2K_4 \cdot e^{-2t} + 300 \cdot (K_3 + K_4 \cdot e^{-2t}) = 100 \cdot (3e^{-2t} + 4)$$

Por lo tanto:

$$K_3 = 1{,}33$$

$$K_4 = 1{,}4$$

De esta forma la solución, sin encontrar el resto de constantes a partir de las condiciones iniciales, es:

$$i(t) = i_h + i_p = K_1 \cdot e^{-36{,}45t} + K_2 \cdot e^{-8{,}22t} + 1{,}33 + 1{,}4 \cdot e^{-2t}$$

Para encontrar el resto de constantes se utilizan las condiciones iniciales:

$$i(0) = i_L(0) = 2{,}66 = K_1 + K_2 + 1{,}33 + 1{,}4$$

$$L_T \cdot \frac{di(t)}{dt}|_{t=0} + R_1 \cdot i(0) = v_c(0) = 1{,}33$$

Resolviendo:

$$K_1 = 0{,}34$$
$$K_2 = -0{,}4$$

De esta forma, la solución final es:

$$i(t) = 0{,}34 \cdot e^{-36{,}45t} - 0{,}4 \cdot e^{-8{,}22t} + 1{,}33 + 1{,}4 \cdot e^{-2t}$$

Criterios de corrección:

- **Parte A:**
  - **2 ptos.** Determina las ecuaciones iniciales del circuito reducido o lo reduce apropiadamente.
  - **3 ptos** Determina las condiciones iniciales para el voltaje y la corriente.
- **Parte B:**
  - **2 ptos** Se obtienen las dos ecuaciones diferenciales iniciales
  - **3 ptos** Se reemplaza una ecuación en la otra, obteniendo la ecuación diferencial correcta.
- **Parte C:**
  - **1 pto.** Encuentra el polinomio característico.
  - **1 pto.** Calcula el coeficiente de amortiguamiento.
  - **1 pto.** Calcula la frecuencia natural de la respuesta del sistema.
  - **1 pto.** Calcula las raíces del polinomio característico.
  - **1 pto.** Determina que la respuesta es sobreamortiguada.
- **Parte D:**
  - **1.5 ptos.** Obtiene la respuesta homogénea.
  - **1.5 ptos.** Obtiene la solución particular.
  - **1 pto.** Usa las condiciones iniciales para determinar el valor de las constantes.
  - **1 pto.** Encuentra la solución final.
- **(Puntos por error de arrastre a criterio del corrector)**

Problema 4: Potencia en sistemas monofásicos

En Chile, la planta de un consumidor monofásico tiene tres cargas en paralelo conectadas a la línea de distribución de la compañía eléctrica CGE, la cual tiene una impedancia total de $j0{,}01\Omega/km$. Las cargas del consumidor consisten en:

- Carga 1: Carga resistiva pura de 30kW de calefacción.
- Carga 2: Conjunto de motores que operan con un factor de potencia de 0.86 en retraso consumiendo 9kVAr.
- Carga 3: Aparatos eléctricos con impedancia de $1 + j0{,}5\Omega$.

Si se sabe que la planta se encuentra operando a un voltaje de $220V\angle 0^o$ y que es abastecida por una subestación ubicada a 5km de distancia:

a) (4 puntos) Dibuje los triángulos de potencia de cada una de las cargas.

b) (4 puntos) Determine la potencia compleja total consumida por las cargas y el factor de potencia. Además, dibuje el triángulo de potencia de la carga equivalente total.

c) (4 puntos) Calcule la corriente de línea y determine la potencia compleja consumida por la línea de distribución.

d) (4 puntos) Calcule la potencia compleja y el voltaje que necesita suministrar la subestación para lograr entregar 220V a la planta.

e) (4 puntos) Determine la capacidad del banco de condensadores en paralelo que se necesita para corregir el factor de potencia a 0.99 en atraso, considerando que el voltaje se mantiene fijo en las cargas, y calcule la nueva corriente de línea. Determine además la capacitancia equivalente en Faradios.

Solución:

a) Se calcula la potencia compleja consumida por cada carga:

Carga 1:

$$S_1 = 30k + j0VA$$

Carga 2:

$$S_2 = \frac{Q}{sin(cos^{-1}(fp))}\angle cos^{-1}(fp) = 17{,}63k\angle 30{,}68^o = 15{,}16k + j9kVA$$

Carga 3:

$$S_3 = VI^* = V \cdot (\frac{V}{Z})^* = \frac{|V|^2}{Z^*} = 38{,}72k + j19{,}36k = 43{,}29\angle 26{,}57^o$$

A partir de la información anterior de cada carga es posible realizar sus triángulos de potencia de la siguiente forma:

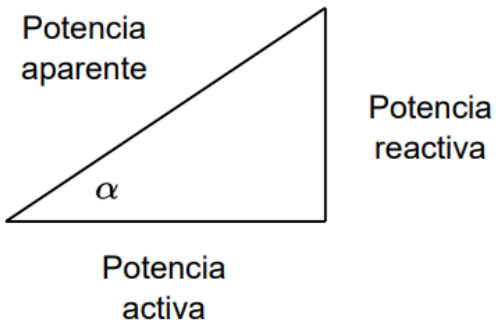


Figura 5: Triángulo de potencia genérico

b) Se calcula la potencia compleja total:

$$S_T = S_1 + S_2 + S_3 = 83{,}82k + j28{,}36kVA = 88{,}52k\angle 18{,}68VA$$

De esta forma, el factor de potencia es:

$$fp = cos(18{,}68) = 0{,}94 \text{ inductivo/en retraso}$$

c) Se calcula la corriente de línea:

$$S_T = V \cdot I^* \rightarrow I = (\frac{S_T}{V})^* = 381{,}18 - j128{,}9 = 402{,}38\angle -18{,}68A$$

Luego, la potencia compleja disipada por la línea es:

$$S_L = V \cdot I^* = I \cdot Z \cdot I^* = |I|^2 \cdot Z = j8{,}09kVA$$

d) A partir de lo anterior se obtiene la potencia compleja de la subestación:

$$S_G = S_T + S_L = 83{,}82k + j36{,}45k = 91{,}43k\angle 23{,}49^oVA$$

Y el voltaje que necesita suministrar:

$$S_G = V \cdot I^* \rightarrow V = \frac{S_G}{I^*} = 226{,}34 + 19{,}08 = 227{,}15\angle 4{,}81^oV$$

e) Del inciso anterior se conoce que la potencia reactiva del total de los consumos es de $28{,}36kVAr$. Manteniendo la potencia activa constante, para obtener un factor de potencia de 0.99 se debe tener la siguiente nueva potencia reactiva:

$$Q_{new} = \frac{P_{old}}{fp} \cdot sin(cos^{-1}(fp)) = 11{,}94kVAr$$

Luego, el capacitor debe tener la siguiente potencia reactiva:

$$Q_{cap} + Q_{old} = Q_{new} \rightarrow Q_{cap} = -16{,}42kVAr$$

Donde la capacitancia necesaria para obtener este valor viene dada por:

$$S_c = jQ_c = \frac{|V|^2}{-1/jwC} = -jwC|V|^2$$

Desarrollando y reemplazando $w = 2\pi f$, con $f = 50Hz$, se obtiene:

$$C = \frac{-Q_c}{2\pi f|V|^2} = 0{,}00107989F$$

La nueva corriente de línea se calcula de la siguiente forma:

$$I = (\frac{S_T}{V})^* = (\frac{83{,}82k + j11{,}94k}{220\angle 0^o})^* = 381 - j54{,}2A$$

Criterios de correción:

a)
- 1 punto por cada triángulo (3 en total).
- 1 punto por S_1, S_2 y S_3.
- -1 punto si dibuja fasores en vez de triángulos de potencia.

b)
- 1 punto por calcular S_T.
- 1 punto por plantear bien el problema.
- 1 punto por el triangulo.
- 1 punto por fp.
- -0.5 puntos si no agrega que es en atraso/inductivo.

c)
- 2 puntos por I (se reparten por procedimiento y resultado).
- 2 puntos por S_L (se reparten por procedimiento y resultado).

d)
- 1 punto por plantear la relación de S_G.
- 2 puntos por S_G.
- 1 punto por procedimiento.

e)
- 1 punto por pasos intermedios (hasta 2).
- 1 punto por la corriente.
- 1 punto por la capacitancia.

Problema 5: Sistema trifásico

Un sistema trifásico de secuencia positiva y $380\angle 0^o V$ alimenta un conjunto de cargas a través de una línea de distribución con impedancia por fase de $j0{,}1\Omega$. Este conjunto de cargas se conforma por la carga A, la cual tiene impedancia por fase de $2+j\Omega$ conectada en estrella, y la carga B, que tiene impedancia por fase de 3Ω conectada en delta. A partir de la información anterior, realice lo siguiente:

a) (4 puntos) Dibuje el circuito trifásico descrito sin simplificar, y luego dibuje el equivalente monofásico para la fase a antes y después de simplificar.

b) (4 puntos) Calcule la corriente de línea de las fases a, b y c (en módulo y ángulo). Indique si las cargas tienen su factor de potencia en adelanto, en atraso o unitario.

c) (4 puntos) Calcule los voltajes en la carga equivalente (en módulo y ángulo) (fase-fase y fase-neutro dibujados en un diagrama fasorial).

Se produce un cortocircuito en la fase b de la carga A, de manera que su impedancia es de 0Ω, mientras que las otras dos fases permanecen intactas. Por su parte la carga B se desconecta automáticamente para protegerse. Considere que el sistema tiene un conductor neutro de impedancia $j0{,}1\Omega$.

d) (4 puntos) Utilizando transformación de fuentes, determine una expresión para el voltaje entre los neutros V_{Nn} , donde n es el neutro en la carga, y N es el neutro del lado generador.

e) (4 puntos) Dibuje el equivalente de la fase a, incluyendo el voltaje entre neutros calculado, y con esto, determine la corriente de línea de la fase a y el voltaje en la carga de esta fase en condición de falla.

Solución:

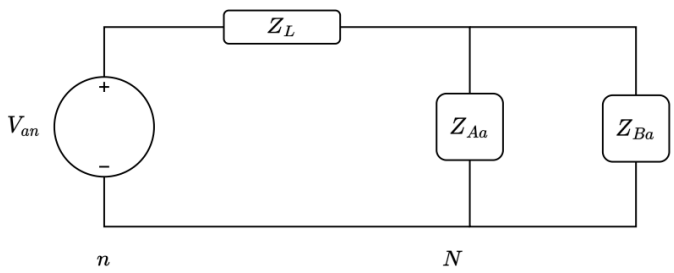
a) Para calcular el paralelo entre las cargas A y B se necesita tener las impedancias por fase en configuración estrella.

$$Z_{BY} = \frac{Z_{B\triangle}}{3} = 1\Omega$$

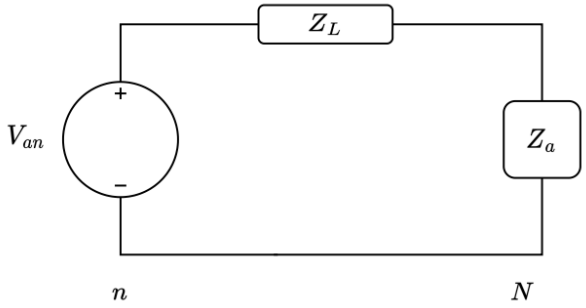
Luego, se calcula el paralelo entre la carga A y B:

$$Z_C = Z_A||Z_B = (2+j)||1 = 0{,}7 + j0{,}1\Omega$$

Circuito de la fase a sin simplificar:



Circuito de la fase a simplificando:



b) Como el sistema está balanceado, es posible obtener lo pedido separando las fases. Analizando solo la fase a:

Se obtiene el voltaje del generador en la fase a:

$$V_{an} = \frac{380}{\sqrt{3}} \angle -30^o = 220 \angle -30^o$$

Se calcula la corriente por Ley de Ohm:

$$I_a = \frac{V_{an}}{Z_L + Z_C} = \frac{220 \angle -30^o}{j0{,}1 + 0{,}7 + j0{,}1} = 209{,}43 - j216{,}98 = 301{,}56 \angle -46{,}01^o A$$

A partir de lo anterior es posible obtener la corriente para las demás fases. Considerando secuencia positiva:

$$I_b = 301{,}56 \angle -166{,}01 A$$

$$I_c = 301{,}56 \angle 73{,}99 A$$

c) Se calcula el voltaje en la carga en la fase a.

$$V_A = I_a \cdot Z_C = 168{,}3 - j130{,}94 = 213{,}24 \angle -37{,}88^o$$

A partir del voltaje en la fase a se obtiene el valor en el resto de las fases:

$$V_B = 213{,}24 \angle -157{,}88^o$$

$$V_C = 213{,}24 \angle 82{,}11^o$$

Luego, se calculan los voltajes fase-fase:

$$V_{AB} = 213{,}24\sqrt{3} \angle -37{,}88 + 30^o = 369{,}34 \angle -7{,}88^o$$

$$V_{BC} = 369{,}34 \angle -127{,}88^o$$

$$V_{CA} = 369{,}34 \angle 112{,}11^o$$

d) Se definen las fuentes de corriente a partir de transformación de fuentes:

$$I_a = \frac{V_{an}}{Z_L + Z_{Aa}}$$

$$I_b = \frac{V_{bn}}{Z_L + Z_{Ab}}$$

$$I_c = \frac{V_{cn}}{Z_L + Z_{Ac}}$$

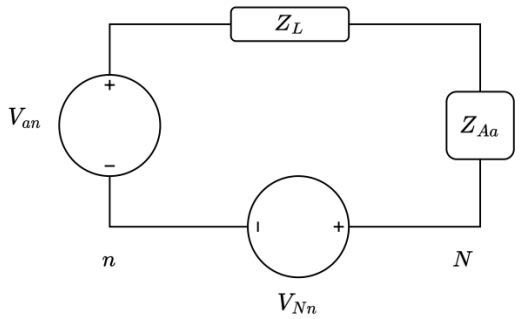
Luego,

$$I_T = I_a + I_b + I_c$$

$$Z_{eq} = (Z_L + Z_{Aa})||(Z_L + Z_{Ab})||(Z_L + Z_{Ac})||(Z_N)$$

$$I_T = \frac{V_{Nn}}{Z_{eq}} \rightarrow V_{Nn} = I_T \cdot Z_{eq}$$

e) Se grafica la fase a:



La corriente de línea viene dada por:

$$I_a = \frac{V_{an} - V_{Nn}}{Z_L + Z_{Aa}}$$

Y el voltaje en la carga:

$$V_C = I_a \cdot Z_{Aa}$$

Criterios de correción:

a)
- 1 punto por dibujo correcto del circuito antes de simplificar.
- 1.5 puntos por dibujo correcto el equivalente monofásico para la fase a antes de simplificar.
- 1.5 puntos por dibujo correcto el equivalente monofásico para la fase a después de simplificar.

b)
- 1.3 puntos por corriente de línea **a** correcta con indicación de factor de potencia correcto.

- 1.3 puntos por corriente de línea **b** correcta con indicación de factor de potencia correcto.
- 1.4 puntos por corriente de línea **c** correcta con indicación de factor de potencia correcto.

c)
- 1.3 puntos por voltaje de linea Va y de fase-fase V_{AB} correcto.
- 1.3 puntos por voltaje de linea Vb y de fase-fase V_{BC} correcto.
- 1.4 puntos por voltaje de linea Vc y de fase-fase V_{CA} correcto.

d) 4 puntos por expresión correcta.

e)
- 2 puntos por dibujo correcto.
- 1 punto por corriente correcta.
- 1 punto por voltaje correcto.