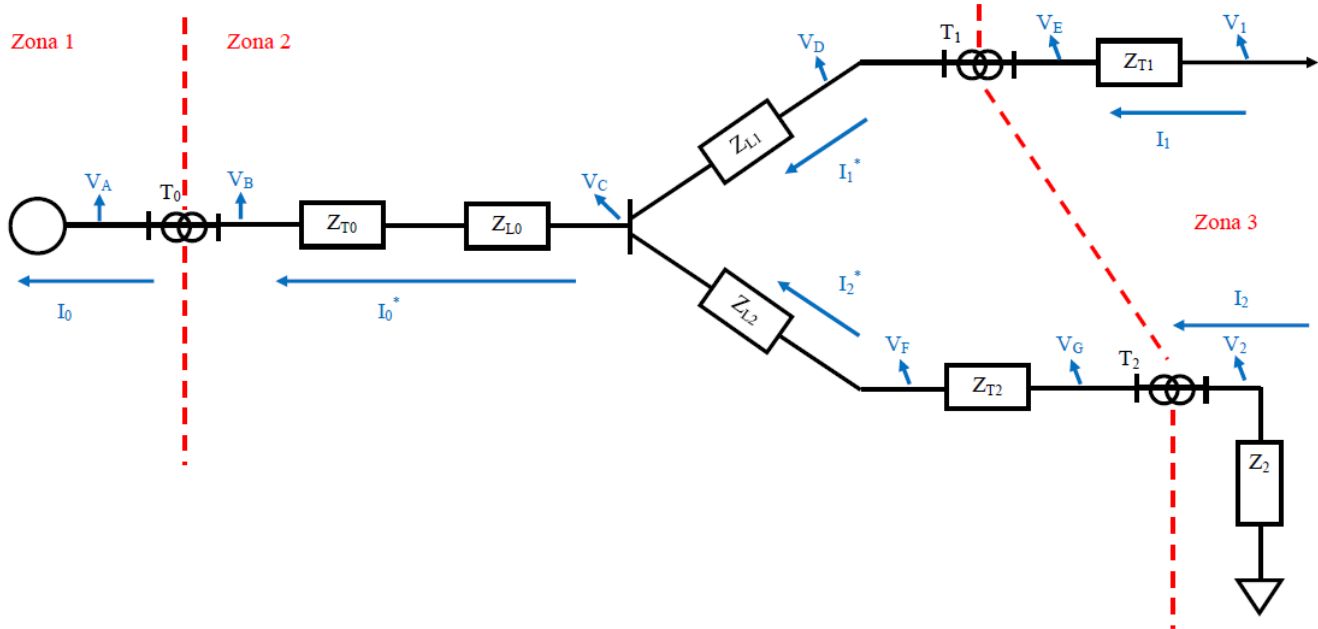


Pauta Control 1 – Pregunta 3
 Semestre Primavera 2018

En primer lugar, se desacoplan las impedancias de sus respectivos transformadores (según se hayan definido en AT o BT), se definen voltajes en nodos y corrientes en líneas a calcular



- a) Calcular el voltaje del generador, y los voltajes y corrientes en AT y BT del transformador T₂

Se referencian todos los valores en la zona 1, para esto se referencian todas las impedancias ubicadas en la zona 2 hacia la zona 1.

$$Z_{T0 \text{ zona } 1} = (4,35 \angle 80^\circ) \cdot \left(\frac{7,97}{38,1}\right)^2 = (0,1904 \angle 80^\circ) [\Omega]$$

$$Z_{L0 \text{ zona } 1} = (1,5 + j2) \cdot \left(\frac{7,97}{38,1}\right)^2 = (0,1094 \angle 53,13^\circ) [\Omega]$$

$$Z_{L1 \text{ zona } 1} = (2 + j3) \cdot \left(\frac{7,97}{38,1}\right)^2 = (0,1578 \angle 56,31^\circ) [\Omega]$$

$$Z_{L2 \text{ zona } 1} = (2,5 + j4) \cdot \left(\frac{7,97}{38,1}\right)^2 = (0,2064 \angle 57,99^\circ) [\Omega]$$

$$Z_{T2 \text{ zona } 1} = (4,5 \angle 70^\circ) \cdot \left(\frac{7,97}{38,1}\right)^2 = (0,1969 \angle 70^\circ) [\Omega]$$

Ahora se referencias los valores desde la zona 3 hasta la zona 1 (pasando por la zona 2)

$$Z_{T1 \text{ zona } 1} = (0,19 \angle 75^\circ) \cdot \left(\frac{7,97}{38,1}\right)^2 \cdot \left(\frac{38,1}{6,93}\right)^2 = (0,2513 \angle 75^\circ) [\Omega]$$

$$Z_{2 \text{ zona } 1} = (3,68 + j1,46) \cdot \left(\frac{7,97}{38,1}\right)^2 \cdot \left(\frac{38,1}{6,93}\right)^2 = (5,2365 \angle 21,64^\circ) [\Omega]$$

$$V_{1 \text{ zona } 1} = (6,4 \angle 0^\circ) \cdot \left(\frac{7,97}{38,1}\right) \cdot \left(\frac{38,1}{6,93}\right) = (7,3605 \angle 0^\circ) [\text{kV}]$$

$$S_{1 \text{ zona } 1} = (20 \angle \cos^{-1} 0,85) = (20 \angle 31,79^\circ) [\text{MVA}]$$

0,5 puntos

Ahora se procede a calcular la corriente por la línea 1 (notar que todos los valores calculados estarán referenciados en la zona 1)

$$S_1 = V_1 \cdot I_1^* \\ \Rightarrow I_1 = \left(\frac{S_1}{V_1}\right)^* = \frac{S_1^*}{V_1^*} = \frac{(20 \angle -31,79^\circ)}{(7,3605 \angle 0^\circ)} = (2,7172 \angle -31,79^\circ) [\text{kA}]$$

0,5 puntos

Usando LVK se puede obtener el voltaje en el nodo central

$$V_C - V_1 = I_1 \cdot (Z_{L1} + Z_{T1}) \\ \Rightarrow V_C = V_1 + I_1 \cdot (Z_{L1} + Z_{T1}) \\ \Rightarrow V_C = (7,3605 \angle 0^\circ) + (2,7172 \angle -31,79^\circ) \cdot ((0,1578 \angle 56,31^\circ) + (0,2513 \angle 75^\circ)) \\ \Rightarrow V_C = (8,2735 \angle 4,47^\circ) [\text{kV}]$$

0,5 puntos

Una vez más usando LVK se calcula la corriente por la línea 2

$$V_C = I_2 \cdot (Z_{L2} + Z_{T2} + Z_2) \\ \Rightarrow I_2 = \frac{V_C}{Z_{L2} + Z_{T2} + Z_2} \\ \Rightarrow I_2 = \frac{(8,2735 \angle 4,47^\circ)}{(0,2064 \angle 57,99^\circ) + (0,1969 \angle 70^\circ) + (5,2365 \angle 21,64^\circ)} \\ \Rightarrow I_2 = (1,4934 \angle -19,96^\circ) [\text{kA}]$$

0,5 puntos

Por la tanto la corriente total por la línea 0 es:

$$I_0 = I_1 + I_2 = (2,7172 \angle -31,79^\circ) + (1,4934 \angle -19,96^\circ) \\ I_0 = (4,1901 \angle -27,60^\circ) [\text{kA}]$$

Y por LVK el voltaje en el generador es:

$$V_A - V_C = I_0 \cdot (Z_{T0} + Z_{L0})$$

$$\begin{aligned}\Rightarrow V_A &= V_C + I_0 \cdot (Z_{T0} + Z_{L0}) \\ \Rightarrow V_A &= (8,2735\angle 4,47^\circ) + (4,1901\angle -27,60^\circ)((0,1904\angle 80^\circ) + (0,1094\angle 53,13^\circ)) \\ \Rightarrow V_A &= (9,2668\angle 9,16^\circ)[\text{kV}]\end{aligned}$$

0,5 puntos

Que es el voltaje en el generador, y como éste está en la zona 1, entonces dicho valor no debe ser referenciado.

Ahora se calculará el voltaje en la impedancia 2 usando ley de Ohm

$$\begin{aligned}V_2 &= I_2 \cdot Z_2 \\ \Rightarrow V_2 &= (1,4934\angle -19,96^\circ) \cdot (5,2365\angle 21,64^\circ) = (7,8202\angle 1,68^\circ)[\text{kV}]\end{aligned}$$

Pero dichos valores de corriente se encuentran referenciados en la zona 1, por ende, se deben referenciar a la zona 2 (AT) y a la zona 3 (BT) que es lo pedido en el enunciado

$$\begin{aligned}V_{2\ AT} &= V_G = (7,8202\angle 1,68^\circ) \cdot \left(\frac{38,1}{7,97}\right) = (37,3839\angle 1,68^\circ)[\text{kV}] \\ V_{2\ BT} &= V_2 = (37,3839\angle 1,68^\circ) \cdot \left(\frac{6,93}{38,1}\right) = (6,7997\angle 1,68^\circ)[\text{kV}] \\ I_{2\ AT} &= I_2^* = (1,4934\angle -19,96^\circ) \cdot \left(\frac{7,97}{38,1}\right) = (0,3124\angle -19,96^\circ)[\text{kA}] \\ I_{2\ BT} &= I_2 = (0,3124\angle -19,96^\circ) \cdot \left(\frac{38,1}{6,93}\right) = (1,7175\angle -19,96^\circ)[\text{kA}]\end{aligned}$$

Sin embargo el transformador T2 tiene su impedancia referida del lado AT (zona 2), por lo que en el cálculo del voltaje en dicha zona debe considerarse esa impedancia

$$\begin{aligned}\Rightarrow V_{2\ AT} &= V_F = V_G + I_2^* \cdot Z_{T2\ zona\ 2} \\ \Rightarrow V_{2\ AT} &= (37,3839\angle 1,68^\circ) + (0,3124\angle -19,96^\circ) \cdot (4,5\angle 70^\circ) = (38,3332\angle 3,25^\circ)[\text{kV}]\end{aligned}$$

0,5 puntos

TOTAL: 3 puntos

- b) Si la línea 1 sale de servicio y el voltaje en el generador se mantiene igual al calculado anteriormente, calcular el voltaje en la impedancia de carga.

Se calculan nuevamente los valores usando todos los parámetros anteriormente referidos en la zona 1. Entonces por LVK, notando que hay solo una única corriente, se tendrá que:

$$\begin{aligned}V_A &= I_0 \cdot (Z_{T0} + Z_{L0} + Z_{L2} + Z_{T2} + Z_2) \\ \Rightarrow I_0 &= \frac{V_A}{Z_{T0} + Z_{L0} + Z_{L2} + Z_{T2} + Z_2} \\ I_0 &= \frac{(9,2668\angle 9,16^\circ)}{(0,1904\angle 80^\circ) + (0,1094\angle 53,13^\circ) + (0,2064\angle 57,99^\circ) + (0,1969\angle 70^\circ) + (5,2365\angle 21,64^\circ)} \\ \Rightarrow I_0 &= (1,6123\angle -17,36^\circ)[\text{kA}]\end{aligned}$$

2 puntos

Así por ley de Ohm se tendrá que el voltaje en la carga será:

$$V_2 = I_0 \cdot Z_2 = (1,6123 \angle -17,36^\circ) \cdot (5,2365 \angle 21,64^\circ)$$

$$\Rightarrow V_2 = (8,4428 \angle 4,28^\circ) [\text{kV}]$$

Pero la carga está en la zona 3, por lo que debe referenciarse el voltaje obtenido en dicha zona:

$$\Rightarrow V_{2 \text{ zona } 3} = (8,4428 \angle 4,28^\circ) \cdot \left(\frac{38,1}{7,97}\right) \cdot \left(\frac{6,93}{38,1}\right) = (7,3411 \angle 4,28^\circ) [\text{kV}]$$

Que es el valor pedido

1 punto

TOTAL: 3 puntos

** En el caso de haber usado el valor indicad en el enunciado, se tendrá que:

$$I_0 = \frac{(7,97 \angle 0^\circ)}{(0,1904 \angle 80^\circ) + (0,1094 \angle 53,13^\circ) + (0,2064 \angle 57,99^\circ) + (0,1969 \angle 70^\circ) + (5,2365 \angle 21,64^\circ)}$$

$$\Rightarrow I_0 = (1,3867 \angle -26,52^\circ) [\text{kA}]$$

Así por ley de Ohm se tendrá que el voltaje en la carga será:

$$V_2 = I_0 \cdot Z_2 = (1,3867 \angle -26,52^\circ) \cdot (5,2365 \angle 21,64^\circ)$$

$$\Rightarrow V_2 = (7,2615 \angle -4,88^\circ) [\text{kV}]$$

Pero la carga está en la zona 3, por lo que debe referenciarse el voltaje obtenido en dicha zona:

$$\Rightarrow V_{2 \text{ zona } 3} = (7,2615 \angle -4,88^\circ) \cdot \left(\frac{38,1}{7,97}\right) \cdot \left(\frac{6,93}{38,1}\right) = (6,3140 \angle -4,88^\circ) [\text{kV}]$$

Que es el valor pedido

Transformación en Transformadores, con $a = \frac{N_1}{N_2}$, tomando $N_1 > N_2$	
de BT a AT	de AT a BT
Voltaje aumenta $V' = a \cdot V, \text{ con } a > 0$	Voltaje disminuye $V' = \frac{V}{a}, \text{ con } a > 0$
Corriente disminuye $I' = \frac{I}{a}, \text{ con } a > 0$	Corriente aumenta $I' = a \cdot I, \text{ con } a > 0$
Impedancia aumenta $Z' = a^2 \cdot Z, \text{ con } a > 0$	Impedancia disminuye $Z' = \frac{Z}{a^2}, \text{ con } a > 0$
Potencias se mantienen constante	Potencias se mantienen constantes

