

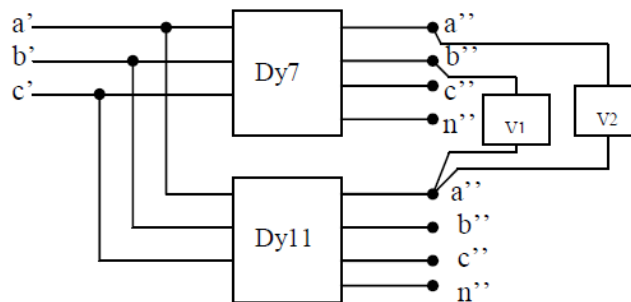
EL4001 – Conversión de la Energía y Sistemas de Eléctricos

Control 2

Pregunta 1 (responda solo 2 partes entre a, b y c)

a) La figura ilustra 2 transformadores trifásicos idénticos, cada uno de valores nominales 450 [kVA], 13,2/0,4 [kV], 50 [Hz], $Z = 8\%$. Uno de ellos es conexión Dy7 y el otro Dy11.

- Si los primarios se conectan a voltaje trifásico nominal, como muestra la figura, y los secundarios se dejan abiertos ¿cuál sería la lectura de los voltímetros V1 y V2 ?
- Si se conectan los neutros secundarios entre sí y se coloca un amperímetro en lugar del voltímetro V2, ¿cuál sería la lectura del amperímetro?
- Si se quisiera conectar ambos transformadores en paralelo ¿qué terminales secundarios se deberían conectar entre sí? Justificar.



- Si el transformador Dy11 fuera un banco trifásico de transformadores monofásicos, ¿cuáles serían las especificaciones nominales de cada transformador monofásico? (potencia, voltajes, frecuencia, impedancia en p.u. y corrientes nominales).

b) En una planta minera se dispone de un antiguo motor de inducción trifásico para accionar un ventilador de una de las galerías del yacimiento. El motor tiene los siguientes datos de placa: 300 [HP], 1436 [rpm], 4160 [V], 50 [Hz], conexión Δ , 41,5 [A], $\cos\phi = 0,84$. El motor se emplea a potencia nominal durante 7200 [hrs/año] y el costo del kWh es de US\$ 0,20.- Debido al elevado gasto que significa su operación, se proponen las siguientes soluciones, entre las cuales debe elegir y justificar la que recomendaría:

- Adquirir un motor nuevo estándar de 300 [HP], 1440 [rpm], 4160 [V], 50 [Hz], conexión Δ , 40,2 [A], $\cos\phi = 0,85$. Su costo es de US\$ 19.300.-
- Adquirir un motor nuevo eficiente de 300 [HP], 1443 [rpm], 4160 [V], 50 [Hz], conexión Δ , 38,5 [A], $\cos\phi = 0,85$. Su costo es de US\$ 26.000.-
- Rebobinar el motor actual con conductor de mayor calibre, lo que reduciría sus pérdidas nominales en 4 [kW] respecto al motor original. El costo de este “rebobinado eficiente” es de US\$ 6.000.-

Considere que en (i) e (ii) el costo residual del motor antiguo es de US\$ 7.500.-

c) Para el motor eficiente anterior, considere las siguientes situaciones:

- Calcular la velocidad a la que giraría el rotor si se alimenta con un variador de frecuencia trifásico que entrega 1664 [V] entre fases con 20 [Hz]. Asuma que el deslizamiento tiene aproximadamente el mismo valor nominal.
- Si el motor se hace partir en Δ a voltaje y frecuencia nominales, toma una corriente de línea igual a 5 veces la corriente nominal. ¿Qué corriente tomaría si se hace partir con sus enrollados en Y? ¿Y si se hace partir en Δ pero con un variador de frecuencia a 832 [V] fase-fase y 10 [Hz]? (Sugerencia: calcule primero la impedancia por enrollado del motor a la partida. Considere que esta tiene un ángulo de 60°).

Pregunta 2

$$Z_{T0} = 0,12 \angle 80^\circ [\Omega/\text{fase}]_{\text{base propia}}$$

$$Z_{T1} = 0,57 \angle 75^\circ [\Omega/\text{enrollado}_{BT}]$$

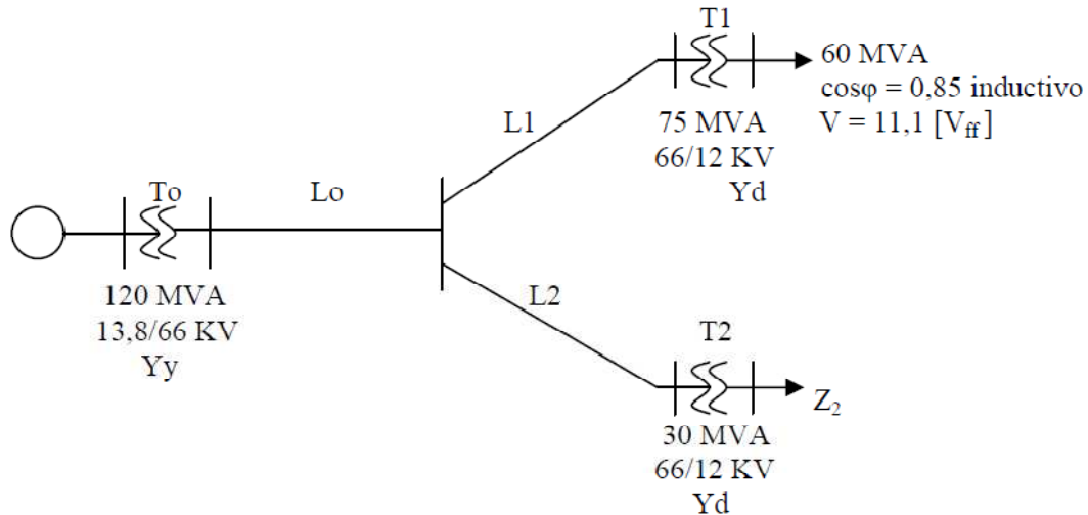
$$Z_{T2} = 4,5 \angle 70^\circ [\Omega/\text{enrollado}_{AT}]$$

$$Z_{L0} = 1,5 + j2 [\Omega/\text{fase}]$$

$$Z_{L1} = 2 + j3 [\Omega/\text{fase}]$$

$$Z_{L2} = 2,5 + j4 [\Omega/\text{fase}]$$

La impedancia de carga del transformador T2, conectada en Y, es $Z_2 = 3,68 + j1,46 [\Omega/\text{fase}]$



- Trabajando con el circuito equivalente en [%/1], base 75 [MVA] trifásicos, calcule el voltaje entre fases del generador y las corrientes rms de línea y por enrollados en el transformador T2.
- Debido a una falla, la línea L2 sale de servicio (se abre). Si el voltaje del generador se mantiene con respecto a (a), y el transformador T1 sigue entregando la misma potencia (60 [MVA] con $\cos\phi = 0,83$ inductivo), calcule el nuevo voltaje en dicha carga. (Si duda de su resultado de (b), considere voltaje de generador = 1 [%/1])

Pregunta 3

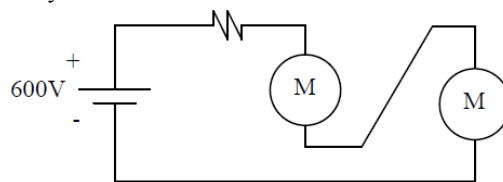
Un pequeño tranvía dispone de 2 motores de CC serie, idénticos, acoplados al mismo eje. Los datos de placa de cada motor son: 50 [HP], 600 [V] y 1335 [rpm]; sus parámetros son $R_A = 0,1$ [Ω], $R_C = 0,4$ [Ω], y $G = 0,05$ [H]. El torque resistente que opone el tranvía en el eje de los motores, depende de la velocidad del mismo, ω [rad/s], en la forma:

$$T_R = 12,5 + 5,5 \cdot \omega \text{ [Nm]}.$$

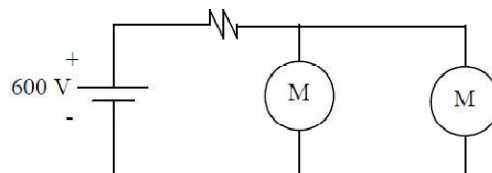
La velocidad u del tranvía es proporcional a la velocidad angular ω de los motores, siendo

$$u/\omega = 60 \text{ [Km/h]} / 1000[\text{rpm}]$$

- A la partida, los dos motores se conectan en serie entre sí y se agrega una resistencia serie adicional, de modo de limitar la corriente de partida a un valor igual a 1,2 veces la corriente nominal. ¿A qué velocidad viaja el tranvía en régimen permanente, si esta resistencia se mantiene conectada y los motores continúan conectados en serie entre sí?



- Estando el tren en régimen permanente en la condición anterior, la conexión entre los dos motores se cambia a paralelo, y la resistencia adicional se reduce a un 20% de su valor original. ¿A qué velocidad de régimen permanente viajaría ahora el tren? ¿cuál es el rendimiento del conjunto resistencia + motores?



- Si en lugar de la resistencia externa se ocupa un sistema electrónico tipo chopper, con frecuencia de pulsos de 2 [kHz] y los motores se mantienen siempre en paralelo, calcular el tiempo de conducción necesario para el chopper de manera de tener la misma velocidad de régimen permanente del caso (b). Compare el rendimiento que se tiene en este caso, con el rendimiento calculado en (b). (Asuma que las pérdidas en el chopper son despreciables).