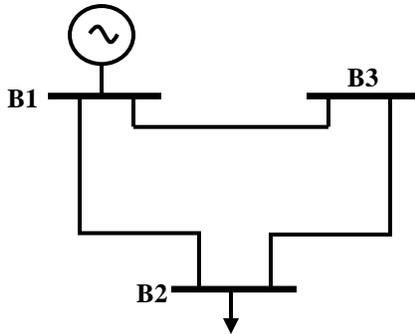


EL4001 – Conversión de la Energía y Sistemas Eléctricos

Examen

Pregunta 1

En la figura se muestra un SEP en 110 [kV], con su matriz de admitancia calculada en p.u., base $V_B = 110$ [kV] y $S_B = 100$ [MVA]. La numeración de barras es acorde a las filas (o columnas) de la matriz.



$$Y = \begin{bmatrix} 11,69 - j34,09 & -2,93 + j8,53 & -8,76 + j25,56 \\ -2,93 + j8,53 & 5,12 - j14,92 & -2,19 + j6,40 \\ -8,76 + j25,56 & -2,19 + j6,40 & 10,95 - j31,96 \end{bmatrix}$$

El sistema opera de modo que:

- El generador inyecta 30 [MW] y por medio del control de excitación, fija el voltaje de B1 en 112,2 [kV].
 - El consumo en B2 es de 90 [MW] con factor de potencia 0,91 inductivo.
 - La barra B3 es una “barra infinita”, y tiene una tensión fija de 110 [kV].
- a) (3,0 puntos) Realice **una** iteración de Gauss – Seidel **con actualización de variables** (en el mismo orden que se definió para las barras). Trabaje todo en p.u.
- b) (1,5 puntos) Luego de converger el método numérico se ha encontrado que las tensiones en p.u. para cada barra son: $V_1 = 1,02 \angle -0,84^\circ$; $V_2 = 0,9663 \angle -3,22^\circ$; $V_3 = 1,00 \angle 0^\circ$. Calcule la potencia aparente inyectada en la barra B3 (indique claramente el sentido de P y Q) y determine las pérdidas óhmicas del sistema.
- c) (1,5 puntos) Se está estudiando poner un banco de condensadores de **impedancia constante** en la barra B2, con datos nominales de 30 [MVar] y 110 [kV]. Calcule los elementos que cambian en la matriz de admitancia para la situación con los condensadores conectados. ¿Qué efectos tendría la conexión de los condensadores? Comente.

Pregunta 2

Para mover un molino que tritura mineral se decide emplear un motor sincrónico con las siguientes características: 4400 [V], 50 [Hz], 36 polos, 90 [A], $X_S = 0,8$ [p.u.] base propia. Además:

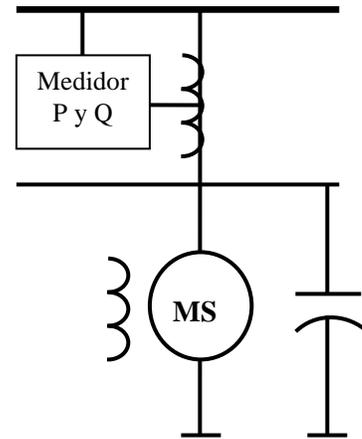
$$E_{fn}[V] = \frac{4400}{\sqrt{3}} \cdot \frac{10 \cdot I_f[A]}{200 + I_f[A]} \cdot \omega_{mec}[rad/s] \cdot \frac{18}{2\pi \cdot 50}$$

Bajo cierta condición de carga, el molino se caracteriza por el siguiente torque resistivo:

$$T_R[Nm] = 13000 + 800 \cdot \omega_{mec}[rad/s]$$

En paralelo a la máquina se conecta un banco de condensadores de 100 [kVAr] a 4600 [V] (notar que el voltaje nominal del condensador es distinto al de la máquina). Para todo el problema suponga una tensión en la red de 4400 [V] a 50 [Hz].

- a) (4,0 puntos) Calcule la potencia activa y reactiva que consume el **conjunto motor + condensadores** cuando la corriente de campo se ajusta a 40 [A]. Determine el factor de potencia e indique si es capacitivo o inductivo.
- b) (2,0 puntos) Suponga que **se desconecta el banco de condensadores**. Calcule a cuánto se debe llevar la corriente de campo para que el motor funcione con factor de potencia 0,95 capacitivo.



Pregunta 3

Para generar electricidad mediante energía eólica se emplea la máquina de inducción de la figura. Las características de la máquina de inducción son las siguientes: 4400 [V], 50 [Hz], 36 polos, 90 [A]. Sus parámetros en p.u. base propia son: $R_1 = 0,02$ [pu], $R_2 = 0,08$ [pu], $X_1 = X_2 = 0,06$ [pu], $X_M = 8$ [pu], $R_{Fe} = \text{infinito}$. En paralelo con la máquina se conecta un banco de condensadores de 100 [kVAr], 50 [Hz], 4400 [V].

En momentos en que el viento sopla a 12 metros por segundo, la turbina eólica es capaz de suministrar un torque motriz al eje de la máquina de inducción que se caracteriza mediante la ecuación:

$$T_{motriz}[Nm] = 3600 + 900 \cdot \omega_{mec}[rad/s]$$

Para todo el problema suponga una tensión en la red de 4400 [V] a 50 [Hz].

- a) (4,0 puntos) Calcular la potencia activa y reactiva que suministra el **sistema generador eólico + condensadores** a la red en el punto en que está conectado el medidor de la figura. **Repita** su cálculo para el caso **con los condensadores desconectados**.
- b) (2,0 puntos) Una ráfaga de viento hace que la turbina mueva el generador de inducción a 180 [rpm]. Determine la potencia activa y reactiva entregada a la red por el **sistema generador eólico + condensadores**. ¿Se supera la corriente nominal?

