

EL4001 – Conversión de la Energía y Sistemas de Eléctricos

Auxiliar 7 – Máquinas Sincrónicas

Problema 1

Un generador síncrono trifásico, 13,2 [kV] entre fases, 10 [MVA], 14 polos, 50 [Hz], conectado en Y a una red infinita, está entregando los MVA nominales en bornes, con f.p. = 0.8 inductivo, a tensión nominal. $X_S = 0.77$ p.u. y $R_S = 0$ (base propia).

- Calcular E , δ , y dibujar el diagrama fasor. Calcule torque y velocidad en la turbina.
- Ahora se incrementa la corriente de campo en un 20%. Reevalúe P , Q , δ , E .

Problema 2

Se tiene un generador síncrono de rotor cilíndrico de 13,8 [kV] y 240 [MVA] conectado directamente a una barra infinita. El generador puede entregar una potencia máxima de 216 [MW]. La reactancia síncrona es de 1,25 [p.u.] y el límite de seguridad por estabilidad para el ángulo entre la f.e.m. y la tensión en bornes es de 70° . El valor máximo de la f.e.m. es 2.0837 [p.u.]. Este generador está operando a tensión nominal y entregando 168 [MW] a la red con factor de potencia 0,9 en adelanto. Suponga además que la potencia mínima entregable es cero. Trabajando en p.u. base de la máquina síncrona:

- Dibuje la carta de operación e indique el punto de operación del generador.
- Calcule E , δ para el punto de operación.
- Determine en qué porcentaje se puede reducir la corriente de campo sin salir de la zona de operación segura.
- Por cambios en la demanda, el generador ahora debe entregar una potencia de 216 [MW], con un factor de potencia 0.9358 en atraso. Calcule E , δ .
- Suponga que para el cambio anterior primero se incrementa la corriente de campo y posteriormente se eleva la potencia de entrada a la turbina. Dibuje la trayectoria del punto de operación en la carta.

Problema 3

Para mover un molino que tritura mineral se desea emplear un motor síncrono con las siguientes características: 4400 [V], 50 [Hz], 36 polos, 90 [A], $X_S = 0.9$ [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:

$$T_R[Nm] = 15000 + 700 \cdot \omega_{mec}[rad/s]$$

- Calcular la potencia activa y reactiva que consume el motor sincrónico desde la red, y el factor de potencia (indique si es inductivo o capacitivo), en el caso que la corriente de campo se ajusta a 30 A. Suponga voltaje de alimentación nominal.
- Bajo las condiciones anteriores, determine el máximo torque que puede entregar la máquina sin frenarse.

Problema 4

Se tiene una máquina sincrónica movida por una turbina a vapor, la cual se ajusta para entregar 500 [kW] en su eje. La máquina sincrónica tiene las siguientes características: 4400 [V], 50 [Hz], 36 polos, 90 [A], $R_s = 0$, $X_s = 0.9$ [p.u.] base propia. Su característica de magnetización viene dada por:

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

La máquina sincrónica se conecta a la red de 13 [kV] mediante 3 transformadores monofásicos, de razón 4400 [V] / 13000 [V], 500 [kVA] cada uno, $X_T = 8\%$ base propia. Con estos transformadores se hace un banco trifásico en conexión Dd.

- Calcule la potencia reactiva entregada al sistema si la corriente de campo es $I_f = 30$ [A], y determine si la corriente de línea es superior a la nominal.
- Calcule la corriente de campo necesaria para absorber 80 [kVAr] desde el sistema eléctrico.
- Estando en las condiciones del punto anterior, se incrementa la potencia de entrada a la turbina hasta 700 [kW]. Calcule la nueva potencia reactiva y el ángulo δ . Suponga que en estas condiciones ocurre una falla en el sistema, y la tensión de este cae a 11 [kV]. ¿Qué ocurre con la máquina? ¿Qué acción debería tomar el operador?