

EL4001 – Conversión de la Energía y Sistemas Eléctricos

Control 3

Pregunta 1

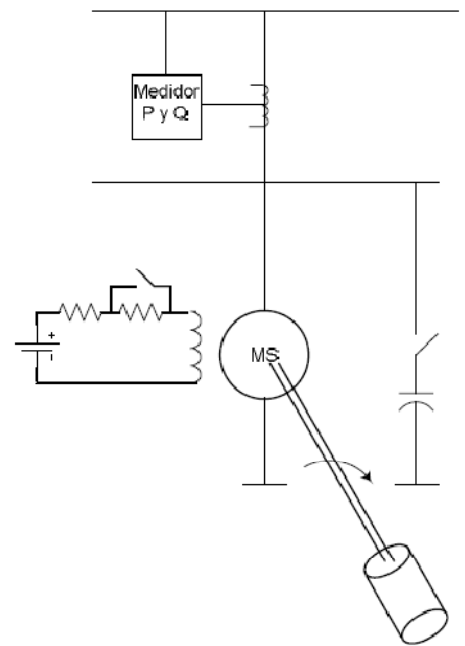
Un motor síncrono (50 Hz) tiene las siguientes características:

$V_{ff \text{ nominal}}$	13,8 [kV]	$V_{ff \text{ vacío}}$	27,6 [kV] (para $I_c = 165 \text{ A}$)
P_{nominal}	150 [MW], f.p. = 1	$I_{\text{campo máxima}}$	165 [A]
I_{nominal}	6276 [A]	X_s	1,7 [$\Omega_{\text{enrollado}}$] fase - neutro
polos	6	δ_{max}	65°

En paralelo con la máquina síncrona se ha decidido conectar un banco de condensadores que entrega 30 [MVar] cuando el voltaje entre fases es 13,8 [kV] y la frecuencia es 50 [Hz]. El motor síncrono mueve una carga que requiere un torque de 848 [Nm].

Calcular las indicaciones del medidor de P y Q de la figura en tres condiciones:

- Si la corriente de campo es 100 Amperes y el banco de condensadores desconectado.
- Si la corriente de campo es 165 Amperes y el banco de condensadores desconectado.
- Si la corriente de campo es 165 Amperes y el banco de condensadores conectado.



Pregunta 2

Se tiene un generador síncrono movido por una turbina a vapor, la cual se ajusta para entregar 550 [kW] en su eje. La máquina síncrona 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 4400/13000 [V], 500 [kVA] cada uno, $X_T = 10\%$ 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 $I_f = 33$ [A], y determine si la corriente de línea es superior a la nominal. Especifique este punto en un gráfico PQ indicando las unidades de cada eje.
- Calcule la corriente de campo necesaria para absorber 90 [kVAr] desde el sistema eléctrico. Entregue el diagrama fasorial para este caso y el de la parte (a). ¿Qué acción de regulación cumple la corriente de campo y cómo se efectúa? Especifique este punto en el mismo gráfico PQ anterior indicando las unidades de cada eje.
- 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 delta. Especifique este punto en el mismo gráfico PQ anterior indicando las unidades de cada eje. 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? Dibuje en un diagrama PQ la curva del límite de estabilidad a este nuevo voltaje e indique si el nuevo punto de operación es seguro o no.

Pregunta 3

Actualmente se comercializan motores de inducción trifásicos de alta eficiencia, cuyas principales diferencias con los motores standard es que usan enrollados de estator de mayor calibre y núcleos ferromagnéticos de mejor calidad. Así por ejemplo si un motor standard es de 60 [HP], 380 [V], 50 [Hz], 6 polos, conexión Δ , y **sus parámetros por enrollado** son $r_1 = 0,2$ [Ω], $r_2' = 0,3$ [Ω], $x_1 = x_2' = 1,1$ [Ω], $x_m = 60$ [Ω] y sus pérdidas en el núcleo son 1000 [W], un motor eficiente de los mismos valores nominales indicados se diseña con bobinas de estator de sección 60% mayor que el motor standard y sus pérdidas en el núcleo son sólo 500 [W].

- Calcule el rendimiento nominal de ambos motores.
- Calcule la corriente de partida con partidor $Y\Delta$ para ambos motores.
- Considere ahora solamente el caso del motor eficiente, **conectado en delta**, energizado mediante un variador de frecuencia ajustado a 20 [Hz] y con voltaje reducido en la misma proporción que la frecuencia. Asuma que el motor mueve una elevada carga mecánica, cuya característica de torque es $T_R = 400 + 0,47 \cdot \omega_r$ [Nm], donde ω_r está en [rpm]. Calcule la corriente de estator e indique si ella supera o no el valor nominal.