INSTITUTO DE INGENIERIA ELECTRICA - Departamento de POTENCIA

Curso de Máquinas Eléctricas (5602) – Parcial N°2 – 26 de Noviembre 2013.

Preguntas de Teórico – total 50% del parcial: 1): 25% - 2): 25%

1) Máquina Sincrónica de polos salientes en régimen lineal. P = f(E, δ) (25%)

A partir de la expresión general de la tensión en bornes de una MS de polos salientes en régimen permanente sinusoidal:

$$\vec{V}_s + R_s \vec{I}_s = -j\omega \vec{\psi}_s \quad \text{con} \quad \vec{\psi}_s = \vec{\psi}_d + \vec{\psi}_q \quad \text{y} \quad \vec{\psi}_d = M_{rs} \vec{I}_r + L_d \vec{I}_d$$

$$\vec{\psi}_q = L_q \vec{I}_q$$

Se pide deducir la expresión de la potencia activa **P = función (E , δ)** , suponiendo conocidos los parámetros de MS : R_s (se admitirá $R_s \approx 0$), $X_d = \omega L_d$, $X_q = \omega L_q$ y el régimen de funcionamiento: Vs constante, frecuencia constante, e Is dato (módulo y fase).

Notación: $E = \omega M_{rs} |\vec{I}_r|$, y δ = ángulo interno de la máquina, entre $\vec{V}_s$ y $-j\omega M_{rs} \vec{I}_r$

2) Estabilidad del funcionamiento de la Máquina Sincrónica.- Ley de las Áreas (25%)

Se considera el caso de una máquina sincrónica MS (de polos lisos, sin bobinados amortiguadores, funcionando en régimen lineal, de resistencia de bobinados despreciable y reactancia sincrónica Xs, la que se supondrá que a efectos de esta pregunta representa adecuadamente el régimen dinámico) trabajando como alternador y conectada en sus bornes a una red eléctrica de potencia infinita, y con corriente de excitación mantenida constante.

a) Analizando las ecuaciones que rigen la dinámica del comportamiento electromecánico de este caso, indicar cuál es la condición de estabilidad del funcionamiento de MS. Para ello mostrar que para cualquier estado inicial P0 de la potencia mecánica en el eje, existe un ΔPmáx (dependiente de P0) tal que si se aplica una variación ΔP de potencia en el eje, con ΔP > ΔPmáx, el funcionamiento resulta inestable, con pérdida del sincronismo. ("Ley de las áreas")
b) Para el caso en que P0 = 0, escribir la ecuación que determina el valor de ΔPmáx.

<u>Problemas - Total 50% del parcial: Prob.1): 25% - Prob.2): 25%</u>

<u>Problema No. 1 (25%)</u>

Se adquiere un motor sincrónico, trifásico, con conexión en estrella, de valores nominales según chapa: 10 kVA, 440 V (entre fases), 60 Hz, cos φ = 1. Su rotor porta el bobinado inductor y es cilíndrico. Su reactancia sincrónica vale 0.7 p.u. Los efectos de la saturación, así como las pérdidas de la máquina, se considerarán despreciables. El motor viene provisto de su propio sistema de excitación, y ambos pueden soportar en régimen permanente una corriente de excitación hasta 20% superior a la del funcionamiento nominal.

Este motor será alimentado a partir de una red trifásica de <u>380 V entre fases, 50 Hz</u>, supuesta de potencia infinita, manteniendo el conexionado en estrella.

INSTITUTO DE INGENIERIA ELECTRICA - Departamento de POTENCIA
Curso de Máquinas Eléctricas (5602) – Parcial N°2 – 26 de Noviembre 2013.

Se pide:

1) (10/25) Con la corriente de excitación fijada en el valor correspondiente a su funcionamiento nominal, calcular la máxima potencia mecánica que el motor puede dar en la red indicada sin exceder su corriente nominal de estator.
2) (9/25) Determinar la máxima potencia mecánica que podría suministrar dicho motor alimentado en la red indicada sin sobrepasar la corriente nominal de estator. Indicar la eventual modificación de la corriente del rotor requerida a ese fin, expresándola en % de la corriente de excitación nominal (funcionamiento según chapa).
3) (6/25) Para un funcionamiento exclusivamente en compensador sincrónico (P=0), calcular los límites máximo y mínimo de potencia reactiva que dicha máquina podría generar o absorber en la red indicada, sin sobrepasar las corrientes admisibles.

Problema No. 2 (25%)

Una planta industrial que está conectada a la red de 6 kV, 50 Hz, mediante una línea trifásica de impedancia X_l, tiene instalada en la barra B2 una máquina sincrónica MS para autogeneración. MS, funcionando como alternador, es movida a su velocidad nominal por un motor primario (no representado) que puede dar una potencia mecánica de hasta 100 kW al eje del alternador.

Datos:

X_l = 50 Ohm por fase (supuesta puramente inductiva)

MS: 125 kVA, 6 kV, 50 Hz, trifásica conectada en estrella, rotor cilíndrico.

Ensayo en vacío:

i_{exc} (A)	5	10	15	20	25	30	39
U_0 (entre fases) (kV)	2.20	4.40	6.00	6.88	7.49	7.82	8.25

Ensayo en cortocircuito: i_{exc} = 10 A, I_{cc} = 12 A

Ensayo en devatado bajo tensión nominal: i_{exc} = 28.33 A, I_d = 12 A.

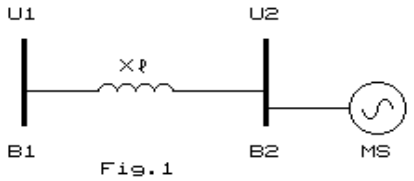

Fig.1

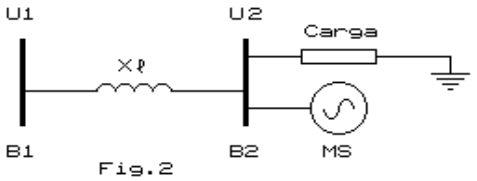

Fig.2

Se pide:

1) (2/25) Admitiendo que la barra B1 se comporta como de potencia infinita (U1= 6 kV entre fases), y que no hay cargas eléctricas conectadas a la barra B2 de la planta (fig.1) ni potencia mecánica aplicada al eje de MS, determinar la corriente de excitación para que U2 = U1.
2) (10/25) Suponiendo ahora que sin modificar la corriente de excitación de MS respecto del valor calculado en 1), al eje de MS se aplica una potencia mecánica de 100 kW, sin cargas aplicadas en la barra B2 (fig.1). Determinar el valor de U2 y la corriente de línea de MS.
3) (13/25) En la barra B2 se conecta una carga puramente resistiva que a U2= 6 kV consume 100 kW (fig.2). Con la misma potencia mecánica de 100 kW aplicada al eje de MS, determinar la corriente de excitación para que U2 = 6 kV y calcular la corriente de MS en ese funcionamiento. Emplear el método de Potier, determinando los parámetros correspondientes.

Notas: a) Las pérdidas de MS se consideran despreciables. b) Se admite interpolaciones lineales en la curva de vacío. c) Para 2) se admitirá la aproximación de MS es modelada como una fem E en serie con una reactancia sincrónica Xs, donde ambas dependen exclusivamente de la corriente de excitación.