INSTITUTO DE INGENIERIA ELECTRICA - **Departamento de POTENCIA**
2do. Parcial de MAQUINAS ELECTRICAS - Preguntas de teórico

26 de Noviembre de 2004.

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

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

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

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

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: V_s constante, frecuencia constante, e I_s dato (módulo y fase).

Notación: $E = \omega M_{rs} \left| \vec{I}_r \right|$, 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. (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) trabajando como alternador y conectada en sus bornes a una red eléctrica de potencia infinita, y con corriente de excitación mantenida constante.

a) Estableciendo las ecuaciones eléctricas y mecánicas que rigen el funcionamiento en régimen permanente equilibrado, mostrar que ante una pequeña variación en la potencia mecánica aplicada al eje de MS, la velocidad de la máquina entra en un régimen oscilatorio superpuesto a la velocidad sincrónica.
b) Analizando las ecuaciones que rigen este movimiento oscilatorio, indicar cuál es la condición de estabilidad del funcionamiento de MS. 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.

INSTITUTO DE INGENIERIA ELECTRICA - **Departamento de POTENCIA**
2do. Parcial de MAQUINAS ELECTRICAS - Problemas

26 de Noviembre de 2004.

Problema Nº1 (25%)

Se tiene una instalación trifásica alimentada desde una barra B de 6.6 kV nominales entre fases, 50 Hz. Esta barra se encuentra a su vez alimentada desde otra barra A también de 6.6 kV, pero supuesta ésta de potencia infinita, mediante un cable trifásico de reactancia X/ = 1.3 Ohm por fase.

En la barra B se conecta una carga tal que bajo la tensión nominal debe consumir una corriente de 400 A con cos φ = 0.9 inductivo. Sin embargo se observa que al conectar dicha carga, la tensión en B cae sensiblemente. A los efectos de evitar esa caída de tensión, en la barra B se conecta una máquina sincrónica MS para funcionar exclusivamente como compensador de reactiva, y llevar la tensión de B a su valor nominal.

Datos MS: Un = 6.6 kV, Conexión en estrella. Resistencia de fase despreciable. Curva de vacío a 50 Hz:

iexc (A)	0	54	100	150	200	250	275
E entre fases (V)	0	2600	4800	6470	7400	7930	8150

Ensayos en devatado a 50 Hz, para I_d = 438 A :

a) i_{exc} = 54 A , U_d = 0 b) i_{exc} = 250 A , U_d = 6600 V

Se pide:

1) Determinar la corriente de línea de MS en el funcionamiento indicado, con la barra B a tensión Un.

2) Empleando el método de Potier, calcular la corriente de excitación requerida por MS en ese funcionamiento. Se admite la linealización por tramos de la curva de vacío.

Problema No. 2 (25%)

En una planta industrial donde sólo se dispone de la red trifásica 220 V, 50 Hz, sin neutro, se decide tener autogeneración, instalando una máquina sincrónica MS, fabricada para 60 Hz. La potencia de autogeneración está determinada por el motor primario disponible: 30 kW a 1500 rpm.

Datos de MS: (valores nominales de acuerdo a la chapa):
50 kVA, 60 Hz, 440 V entre fases, conexión estrella, 65.6 A, cosφ = 1, 1800 rpm.

El sistema de excitación viene preajustado de fábrica para entregar la corriente de excitación que corresponde al funcionamiento nominal según chapa. El usuario puede modificar ese ajuste de la corriente de excitación.

En la planta considerada se cambia el conexionado de MS a triángulo, conectándola a la red trifásica de 220 V, 50 Hz, sin modificar el valor preajustado de fábrica de la corriente de excitación. En esas condiciones, girando a 1500 rpm y luego de desconectar de su eje la potencia del motor primario, se midió una corriente de línea de MS igual a 33.1 A.

Se pide:

1) Calcular la corriente de línea de MS cuando se le aplica al eje la potencia de 30 kW del motor primario, sin modificar el valor preajustado de fábrica para la corriente de excitación.

2) Se quiere utilizar MS también para compensar el factor de potencia de cargas inductivas, además de la autogeneración. Determinar la máxima potencia reactiva que MS podría entregar en ese caso sin sobrepasar su corriente nominal de estator, e indicar el nuevo ajuste de la corriente de excitación que sería necesario a ese efecto (en proporción al valor preajustado por el fabricante).

Notas y datos complementarios:

A los efectos de la resolución del problema, se supondrá despreciables la resistencia del bobinado de cada fase de MS, y también todas las pérdidas: Joule en el estator y rotor, pérdidas en el hierro, y pérdidas mecánicas en el eje. Para MS se adoptará un modelo de polos lisos y sin saturación.