

5.2. EXPERIENCIA N°6. MAQUINA SINCRONICA CONECTADA A LA RED INFINITA

A.- INTRODUCCION

Para conectar una máquina sincrónica a la red, previo al cierre del interruptor es necesario "sincronizar" la máquina. Es decir, generar un voltaje trifásico de igual secuencia, magnitud, frecuencia y en fase con el voltaje de la red. Las grandes centrales generadoras disponen de elementos automáticos que controlan los deslizamientos máximos de modo de efectuar la conexión de la máquina al sistema con mínimas alteraciones o perturbaciones, quedando el alternador sin carga después del cierre del interruptor.

La magnitud de la potencia activa en bornes de la máquina depende de la máquina motriz (turbina). La potencia reactiva se controla con la excitación del alternador. La máquina conectada a la red puede trabajar como motor o generador, dentro de los límites de su "carta de operación", determinada por sus parámetros y las limitantes propias de sus circuitos y elementos.

En el trabajo de laboratorio se ensayará la sincronización de la máquina a la red en condiciones normales y anormales; se hará funcionar como motor y como generador, sobre y subexcitado; se determinarán los límites de su carta de operación. Para ello, se trabajará con una máquina sincrónica trifásica acoplada a una máquina de C.C. de excitación independiente.

B.- TRABAJO DE LABORATORIO

1. Sincronización a la red:

Preparar un circuito con todos los elementos necesarios para sincronizar la máquina a la red. Considerar fusibles u otra protección adecuada en el interruptor de sincronización.

a) Sincronizar la máquina al sistema en condiciones óptimas (diferencia de tensión y deslizamientos despreciables). Cada alumno deberá servir de operador en a lo menos una oportunidad.

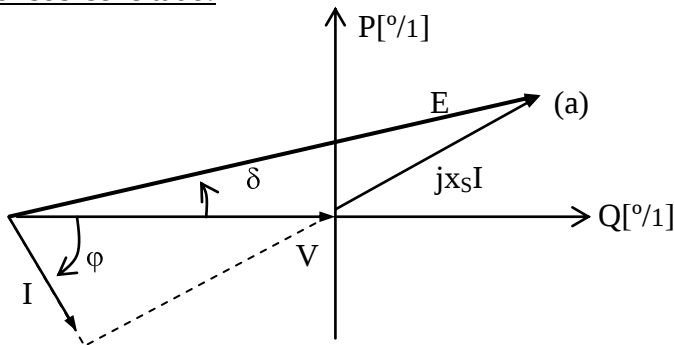
b) Separar la máquina del sistema y sincronizar en condiciones anormales de velocidad y tensión (no sobrepasar el 10% para cada condición). Considerar sobre y sub velocidad. Tomar nota de las condiciones previas y posteriores al cierre del interruptor de sincronización (voltaje y frecuencia del generador y de la red).

2. Experimentar el trabajo en los cuatro cuadrantes de la máquina sincrónica, desplazando el punto de operación mediante la máquina de C.C. ("control de torque") y la corriente de excitación de la máquina sincrónica ("control de excitación"). Se recomienda para ello la siguiente secuencia de operaciones:

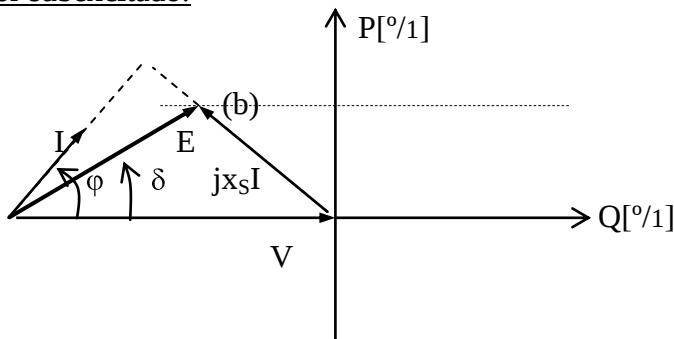
- Generador sobre-excitado: la máquina de C.C. actúa como motor. La corriente de excitación del generador síncronico es la máxima (valor nominal). El generador tiene factor de potencia inductivo (entrega potencia activa P y potencia reactiva Q a la red).
- Generador subexcitado: A partir de la condición anterior, se reduce la corriente de excitación del generador síncronico hasta tener factor de potencia capacitivo (el generador entrega P a la red, pero absorbe Q).
- Motor subexcitado: Sin desenergizar la máquina síncronica, se desconecta la fuente de la armadura de la máquina de C.C., y así la máquina síncronica pasa a operar como motor síncronico en vacío (P aproximadamente igual a cero, y absorbiendo Q de la red por estar subexcitado). Luego se conecta una carga resistiva a la armadura de la máquina de C.C., para que ésta opere como generador de C.C. En esa condición el motor síncronico absorberá P y Q de la red (factor de potencia inductivo).
- Motor sobreexcitado: A partir de la condición anterior, volver a subir la corriente de excitación de la máquina síncronica sin sobrepasar el máximo permitido. Quedará trabajando así como motor síncronico sobreexcitado, absorbiendo P de la red, pero entregando Q a la red (factor de potencia capacitivo).

Las situaciones indicadas en los párrafos anteriores se ilustran los diagramas fasoriales de las figs. siguientes, donde V es el voltaje fijo de la red, E es el voltaje interno de la máquina síncronica, x_s es la reactancia síncronica e I es la corriente de estator de la misma máquina.

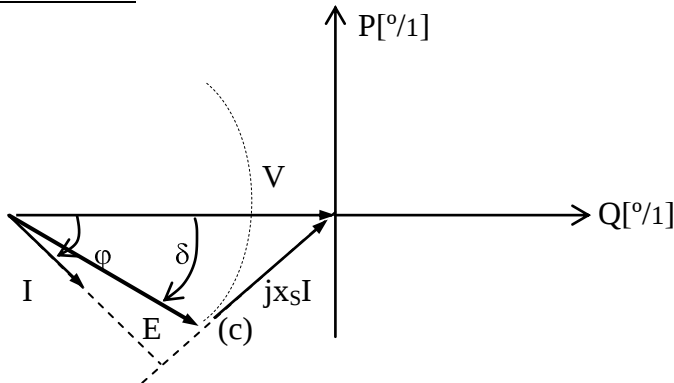
Generador sobreexcitado:



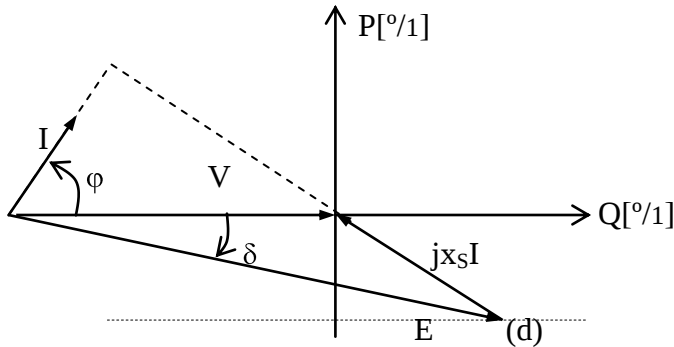
Generador subexcitado:



Motor subexcitado:



Motor sobreexcitado:



3.- Determinar puntos límites de la carta de operación: Q máximo y mínimo de la máquina como condensador y reactor sincrónico, P máximo, E máximo, I máximo, etc.

ADVERTENCIAS

- ¡ Cuidado con las partes rotatorias !
- Cuidar de no sobrepasar valores nominales de las corrientes de campo y armadura en la máquina de C.C. ni los límites de corriente de excitación y de estator en la máquina sincrónica.
- La condición de factor de potencia capacitivo (lead) o inductivo (lag) se detecta con la medición de factor de potencia mediante un instrumento adecuado (por ejemplo con multímetro de tenaza).

C. ASPECTOS A CONSIDERAR EN EL INFORME

1. Explicar necesidad de sincronizar la máquina a la red y justificar el montaje utilizado.
2. Determinar ΔV y Δf máximas que podrían aceptarse en un dispositivo automático de sincronización.
3. Analizar los valores obtenidos para la operación de la máquina en los cuatro cuadrantes **mediante diagramas fasores**. Determinar el **ángulo delta** en cada punto de operación. Compare con valores teóricos.
4. Dibujar la carta de operación de la máquina, destacando los puntos experimentales obtenidos.

D. BIBLIOGRAFIA

1. A. Fitzgerald y C. Kingsley, Jr. "Electric Machinery" 2^a Ed., Mc Graw-Hill, 1961.
2. G., Thaler y M. Wilcox. "Máquinas Eléctricas". Limusa - Wiley, 1969.
3. M. Kostenko y L. Piotrovsky. "Máquinas Eléctricas". Tomo 1, Montaner, 1968.
4. "Máquinas Eléctricas ", Publicación C/5, Depto. de Ingeniería Eléctrica, Univ. de Chile, 1983 (Parte "Máquinas Sincrónicas").