



# Experiencias con la

## Maquina sincrónica central microhidráulica

### - maquina sincrónica conectada a la red infinita -

---

#### A. INTRODUCCIÓN

Para conectar una máquina sincrónica a la red, previo al cierre del interruptor es necesario generar un voltaje trifásico igual en magnitud, fase y frecuencia al voltaje de la red. Las grandes centrales generadoras disponen de elementos automáticos que permiten actuar sobre los elementos que controlan las variables mencionadas 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 máquina sincrónica puede trabajar como generador o como motor. La potencia eléctrica, en bornes de la máquina, en ambos casos se relaciona con la potencia mecánica que se aplica en el eje de la misma, ya sea cuando una máquina motriz le entrega potencia o cuando ésta permite mover una carga. La potencia reactiva, en ambos modos de operación, se controla con la corriente de excitación que circula por el bobinado del rotor.

Los valores de potencia activa y reactiva no pueden ser valores cualesquiera: estos quedan determinados por sus parámetros y las limitantes propias de sus elementos constructivos. Gráficamente, el lugar de geométrico en el plano PQ de los puntos factibles de operación queda definido por su "carta de operación".



## B. OBJETIVOS

- Realizar el proceso de sincronización de la máquina a la red.
- Reconocer los modos de operación sobre y subexcitado de una máquina sincrónica.
- Operar la máquina como condensador o reactor sincrónico.
- Obtener los límites de su carta de operación.

## C. ACTIVIDADES

### C.1. Obtención del parámetro $X_d$ y $X_q$ de la máquina

Hacer las conexiones necesarias para realizar la prueba de deslizamiento de la máquina sincrónica.  
Obtener los parámetros  $X_d$  y  $X_q$ .

### C.2. 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 para no dañar a la máquina en el proceso de sincronización.

Importante: Cada alumno deberá servir de operador en a lo menos una oportunidad.

#### C.2.1. Sincronización en condiciones óptimas

Sincronizar la máquina al sistema en condiciones óptimas (diferencia de tensión y frecuencia despreciables).

#### C.2.2. Sincronización en condiciones anormales

Separar la máquina del sistema y sincronizar en condiciones anormales de velocidad y tensión (diferencia de tensión y frecuencia dentro del rango del 5%). Tomar nota de las condiciones previas y posteriores al cierre del interruptor de sincronización (voltaje y frecuencia del generador y de la red).



### C.3. Operación de la máquina en diferentes modos

Experimentar el trabajo en diferentes cuadrantes del plano PQ de la máquina sincrónica, desplazando el punto de operación mediante la turbina hidráulica (control de torque) y la corriente de excitación de la máquina sincrónica (control de excitación). Se recomienda para ello la siguiente secuencia de operaciones:

#### C.3.1. Máquina sobre-excitada

La turbina hidráulica actúa como motor y el generador tiene factor de potencia inductivo. Por lo tanto, se entrega potencia activa y reactiva a la red.

Se deberán obtener al menos cuatro puntos límites con la corriente nominal de excitación del generador sincrónico. Uno de ellos deberá ser cuando la máquina opera como condensador sincrónico.

**PRECAUCIÓN: NO SOBREPASAR LA MÁXIMA CORRIENTE DEL ESTATOR Y DE EXCITACIÓN.**

#### C.3.2. Máquina subexcitada y determinación del límite de estabilidad

A partir de la condición anterior, se reduce la corriente de excitación del generador sincrónico hasta tener factor de potencia capacitivo (el generador entrega potencia activa a la red, pero absorbe reactivos).

Determinar el valor de la mínima corriente de excitación de la máquina. Para esto, llevar la máquina a operar como reactor sincrónico y comenzar a disminuir la corriente de excitación de la máquina hasta que deje de girar o se supere la máxima corriente por el estator. Posterior a esto, trabajar con una corriente de excitación superior al 5% del valor antes determinado.

Con el generador subexcitado y para tres valores diferentes de potencia activa, lleve a la máquina a operar con un ángulo en el eje de cuadratura igual a  $65^\circ$ . Para lo anterior, deberá utilizar las expresiones adecuadas con los parámetros antes obtenidos.



IMPORTANTE: DURANTE ESTA PRUEBA, UN INTEGRANTE DEL GRUPO DEBERÁ ESTAR OBSERVANDO LA VELOCIDAD DE LA MÁQUINA, Y TAN PRONTO COMO DETECTE UN AUMENTO SOSTENIDO DEBERÁ ACCIONAR EL INTERRUPTOR PARA DESCONECTARLA DE LA RED.

PRECAUCIÓN: NO SOBREPASAR LA MÁXIMA CORRIENTE DEL ESTATOR Y DE EXCITACIÓN.

#### D. ADVERTENCIAS

- D.1. ¡Cuidado con las partes rotatorias !
- D.2. Cuidar de no sobrepasar los límites de corriente de excitación y de estator en la máquina sincrónica.
- D.3. 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).

#### E. REFERENCIAS

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