Experiencia 5:Central Micro-Hidráulica

Generador Sincrónico Aislado de la Red

# **Introducción**

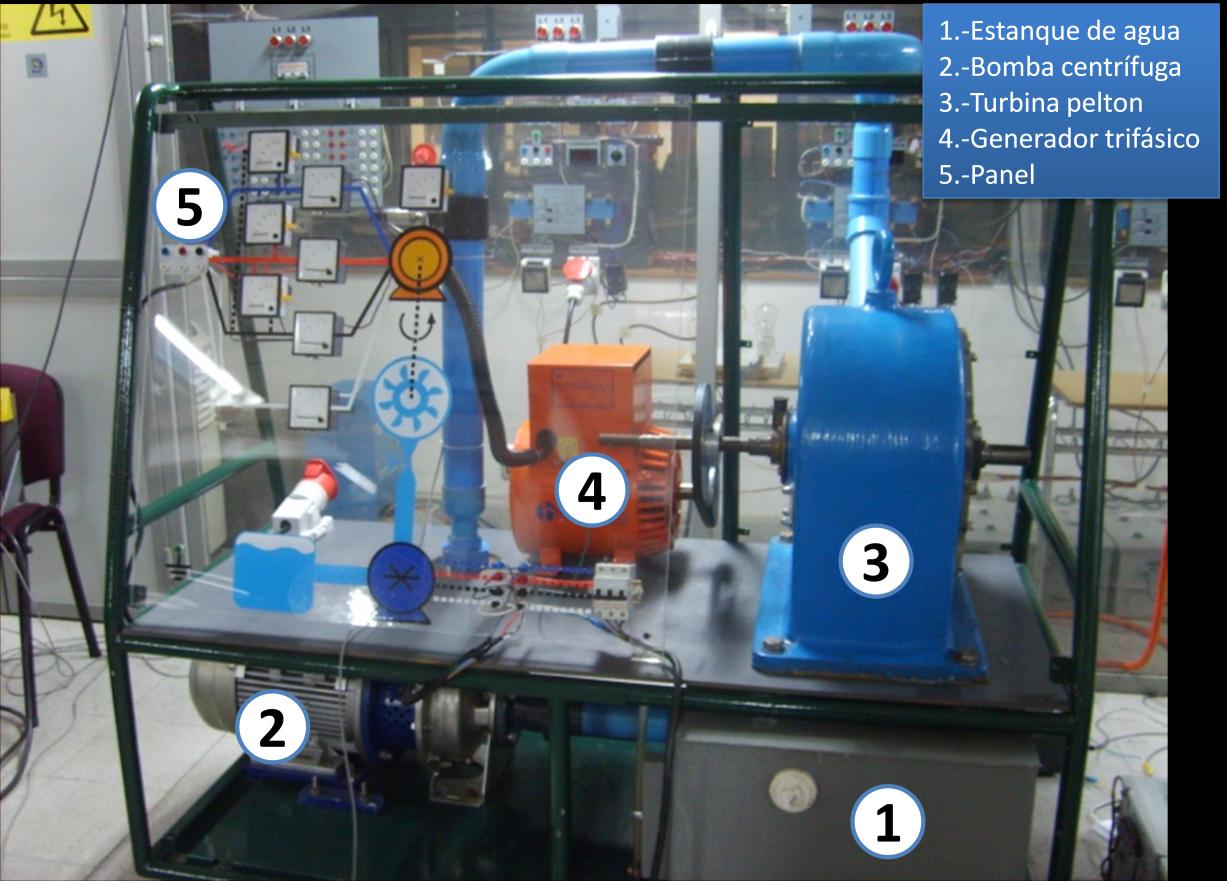
Las máquinas sincrónicas son utilizadas ampliamente en centrales generadoras en los sistemas de potencia actuales. Pueden encontrarse conectadas a la red (a un gran sistema interconectado) o bien aisladas, exhibiendo comportamientos diferentes según sea el caso.

En el caso aislado es posible alterar tanto frecuencia como amplitud de tensión en bornes de la máquina, dependiendo del torque mecánico aplicado sobre el eje y de la corriente por el enrollado del campo en el rotor. Sin embargo, cuando las máquinas sincrónicas se conectan a una red de gran tamaño, la velocidad de giro y amplitud de voltaje tienden a ser fijas: hay cambios en el flujo de potencia activa y reactiva hacia o desde la red.

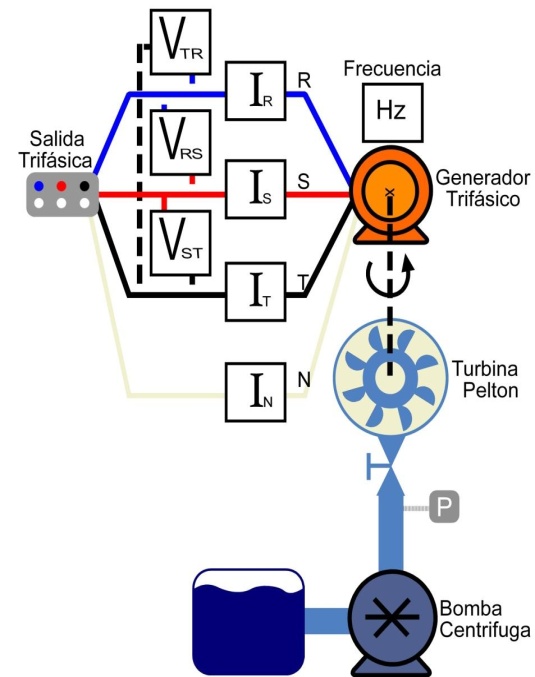
El presente laboratorio detalla la operación aislada de la máquina. Se pretende estudiar las características constructivas, el modelo del generador sincrónico (rotor polos salientes) y el control de la excitación entre otros aspectos. Para tales efectos se cuenta con una Central Micro – Hidráulica, CMH, que utiliza una turbina hidráulica como máquina motriz.

La disposición física de sus componentes se esquematiza en la siguiente figura:

**Figura A‑1. Prototipo CMH**



En la figura anterior se verifica la existencia de un panel con indicadores análogos para los valores de tensión entre fases y corriente de línea, además de la frecuencia correspondiente. La energía eléctrica generada por la central se puede extraer utilizando 2 conexiones. La primera corresponde a conectores de tipo “banana” ubicados a la izquierda del panel. La segunda es una toma hembra trifásica.



Al costado se incluye el diagrama del panel utilizado en el prototipo y las mediciones mostradas en el acrílico de la central, correspondientes a medidores análogos señalados por cuadrados negros en el diagrama.

**Figura A‑2. Esquema de operación de la unidad.**



La CMH reproduce el comportamiento de una central real ante distintas condiciones de operación usando un estanque de agua y una bomba centrífuga. Así, la caída natural simulada (altura del fluido de trabajo y presión al interior de las tuberías), es factible de ser emulada a través del control de velocidad de la bomba centrífuga. Por esto, el accionamiento es a través de un variador de frecuencia.

Figura A‑3. Variador de Frecuencia Altivar 71

# **Objetivos**

Los objetivos de la experiencia se detallan en los siguientes puntos:

* Estudiar el modelo de conversión de energía hidráulica a eléctrica, identificando los elementos principales y su disposición en este tipo de centrales.
* Estudiar el modelo del generador sincrónico de polos salientes, considerando la determinación de parámetros a partir de pruebas de laboratorio.
* Reconocer y analizar la influencia de ciertas variables de interés en el desempeño de la unidad y calidad del suministro. Se consideran (al menos): torque aplicado al eje, excitación del generador y magnitud y variaciones de potencia consumida (rechazo de carga).

# **Actividades**

A continuación, se describen las actividades a realizar en el laboratorio:

## **Preliminar**

## Observe las características constructivas de la máquina y de la turbina pelton por ensayar, las cuales se deberán emplear en las dos sesiones de Generador Sincrónico. Registre la siguiente información: fuente de excitación, tipo de rotor, valores nominales de tensión, corrientes de estator y de campo. ¿Qué indican los medidores que están en el acrílico?

## **Altura Equivalente y Velocidad de Giro**

## Obtenga la curva altura del agua v/s velocidad de giro del eje para al menos tres posiciones de la válvula.

## **Característica de Saturación**

## Obtenga la característica de saturación en vacío, a velocidad nominal, hasta el límite permisible.

## **Característica de Cortocircuito**

Obtenga la característica de cortocircuito de la máquina sincrónica para dos velocidades (siendo una la nominal), hasta la corriente de estator nominal. Experimente si la variación de velocidad afecta a las magnitudes en la característica de cortocircuito.

## **Característica con Carga**

Obtenga la característica con carga (V vs. I) ajustando, como condiciones iniciales, un voltaje de estator nominal para corriente de estator nominal. Los valores deberán tomarse con corriente de excitación y velocidad constantes. Dicha característica deberá obtenerse en lo posible para tres condiciones de factor de potencia de la carga: inductivo, resistivo y capacitivo.

## **Eficiencia en Tensión y Frecuencia Nominal**

Obtenga las curvas de potencia mecánica PM y la eficiencia ηT del conjunto turbina - generador en función del caudal. Asegúrese que a la salida del generador la frecuencia sea 50[Hz] y la tensión 380[V] entre fases para todas las medidas (varíe la carga de la máquina si es necesario).

# **notas para el desarrollo de la experiencia**

## Trabajar con las debidas precauciones considerando que hay partes girando a alta velocidad.

## Tener cuidado con la sensibilidad de la válvula y la inercia de la turbina: si el caudal es muy grande puede producirse embalamiento.

## Para la construcción de la curva de excitación o saturación en vacío (C.3) asegúrese de: (i) Tomar datos en orden ascendente según la corriente de campo (hasta alcanzar su valor nominal), y (ii) Mantener la velocidad de giro nominal constante en el proceso, corrigiéndola si es necesario (para esto manipule la válvula para modificar el área de paso).

## En C.4, asegúrese que, para todos los puntos experimentales de cada curva, la velocidad no cambie significativamente. Si es necesario, corríjala mediante la manipulación de la válvula.

## En C.6 procure que, para todos los puntos de la curva, la corriente de excitación y la velocidad de giro del eje no cambien significativamente. Si es necesario, ajústelas para cada punto. Igualmente recuerde que, para cada curva, el factor de potencia de la impedancia de carga debe ser el mismo (en cada valor experimental).

# **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")
5. Romo, J., Vargas, L., Texto “Apuntes EL42C, Conversión Electromecánica de la Energía”, Depto. Ing. Eléctrica, U. de Chile, 1st ed. 2003, 2nd ed. 2007.

http://146.83.6.25/lvargas/courses/el42c/apunteMaquinas.pdf , cap.7.