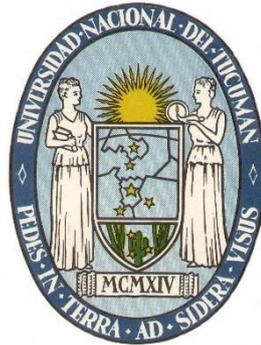


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN**

**Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología**



**CENTRALES ELÉCTRICAS**

TRABAJO PRÁCTICO Nº 8

**Regulación de Frecuencia**

ALUMNO:

AÑO 2018

## INTRODUCCIÓN

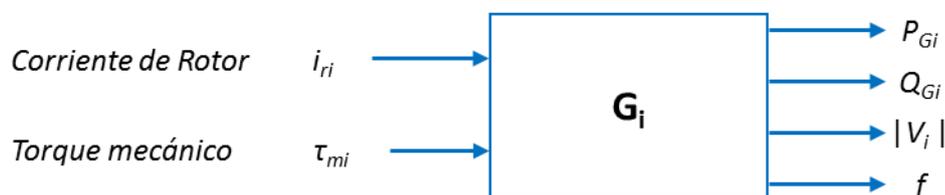
En un Sistema Eléctrico de Potencia, la frecuencia de la onda de tensión debe permanecer dentro de unos límites muy estrictos para que el suministro se realice en condiciones de calidad aceptables. Variaciones de la frecuencia alejadas del valor nominal pueden provocar el mal funcionamiento de diversos equipos industriales o domésticos.

## EQUILIBRIO ENTRE DEMANDA Y GENERACIÓN

La frecuencia de un sistema eléctrico está estrechamente relacionada con el equilibrio entre generación y carga. En régimen permanente todos los generadores síncronos de una red eléctrica funcionan en sincronismo, es decir, la frecuencia de giro de cualquiera de ellos multiplicada por el número de pares de polos es precisamente la frecuencia eléctrica del sistema (50 Hz). Mientras persiste el régimen permanente, el par acelerante aplicado por cada turbina sobre cada generador síncrono es igual, descontando las pérdidas, al par electromagnético que tiende a frenar la máquina. Si en un momento dado aumenta la carga, es decir la potencia eléctrica demandada en el sistema, entonces aumenta el par electromagnético en los generadores, éstos comienzan a frenarse, y la frecuencia eléctrica disminuye progresivamente.

## SISTEMA DE CONTROL

A los efectos del control de frecuencia, los Sistemas Eléctricos de Potencia pueden ser modelados de la siguiente manera:



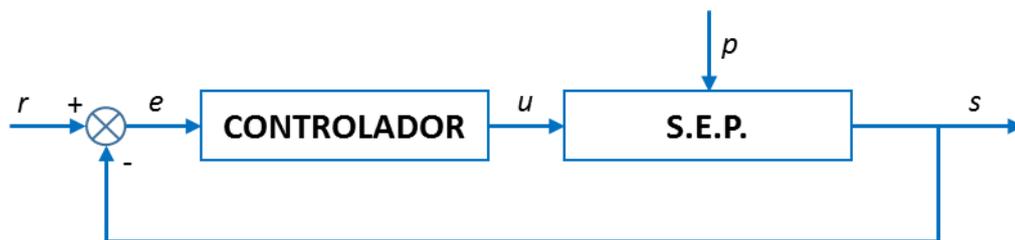
Dependiendo del tamaño y la estructura del SEP se pueden tener diferentes grados de acoplamientos cruzados entre las variables involucradas.

En función a las características del SEP, también se puede determinar el grado de Amortiguamiento "D" del mismo, el cual mide la relación que existe entre una

perturbación generada por una variación de potencia demandada y el cambio en el valor de frecuencia al que se estabilizará el sistema.

$$D = \frac{\Delta P_D}{\Delta f} \left[ \frac{MW}{Hz} \right]$$

Sin perjuicio de lo anterior, en los SEP se busca que el valor de frecuencia vuelva al valor de referencia de 50 Hz independientemente del estado de carga del sistema por lo que se hace necesario la implementación de sistemas de control que permitan modificar los valores de generación en función a las perturbaciones que se presentan:



A este tipo de control se le denomina regulación y se realiza en diferentes estratos que actúan con distintas constantes de tiempo en función a su finalidad:

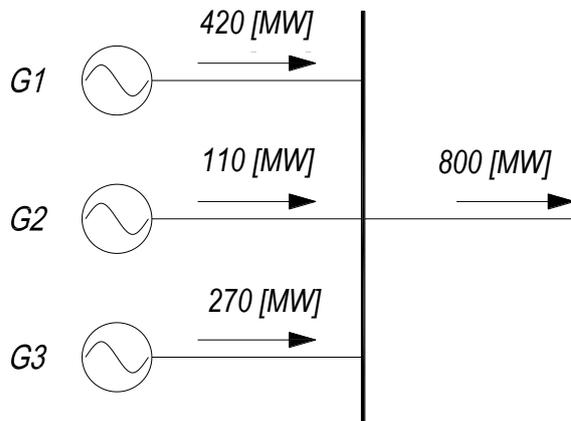
**Control primario:** es el más rápido, operando en un margen de tiempo de entre 2 y 20 segundos. Actúa de forma local en cada generador sincrónico, atendiendo a la velocidad de giro del eje. La rapidez de este control está limitada por la propia inercia de los generadores.

**Control secundario:** opera en un margen de tiempo de entre 20 segundos y 2 minutos. Actúa en el ámbito del área de control, atendiendo a la frecuencia y al intercambio de potencia con las áreas vecinas.

**Control terciario:** opera en un margen de tiempo superior a 10 minutos. Actúa en el ámbito de un sistema eléctrico extenso, buscando un reparto de cargas optimizado que asegure suficientes reservas de energía.

**PROBLEMA 1**

Dado el sistema aislado de la figura trabajando a una frecuencia de 50 Hz y en el que todos los generadores aportan potencia a la carga:

Características de los generadores:

Generador 1:  $P_{\text{nominal}} = 600$  MW con RP y RS

Estatismo  $R = 4,0$  %

Generador 2:  $P_{\text{nominal}} = 150$  MW con RP

Estatismo  $R = 8,0$  %

Generador 3:  $P_{\text{nominal}} = 400$  MW con RP

Estatismo  $R = 5,5$  %

El sistema tiene un coeficiente de amortiguamiento  $AM = 5$  [MW / Hz]

Se solicita:

- Analizar la variación de frecuencia producida por un aumento de demanda de 100 MW durante el período de actuación de la regulación primaria.
- Determinar el nuevo estado de generación producto de la variación anterior.
- Esquematizar en un diagrama  $f$  [Hz] –  $P$  [MW] las curvas definidas por la regulación primaria de todos los generadores y la descrita por la regulación secundaria ofrecida por el generador 1.
- Determinar la acción del amortiguamiento sobre la regulación.