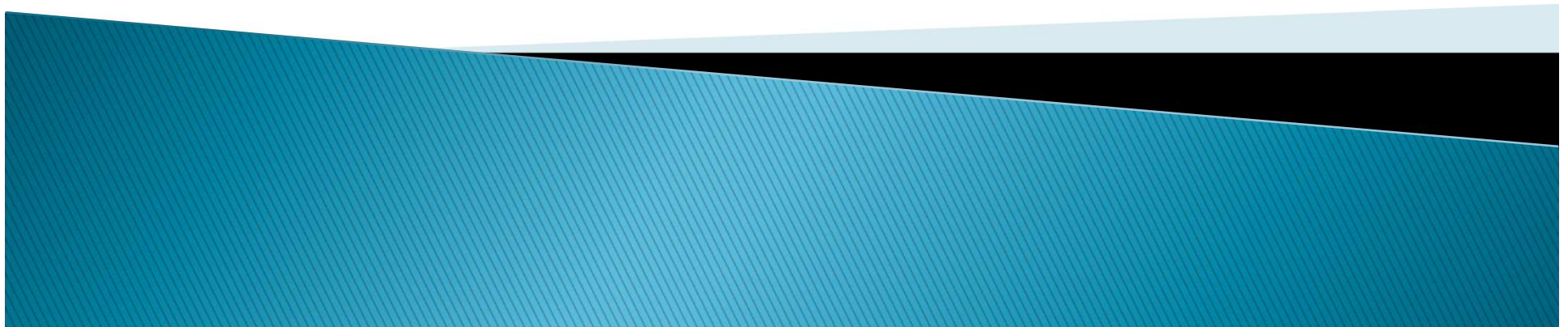


UNIDAD 3

OPERACIÓN DEL SISTEMA
ESTABILIDAD

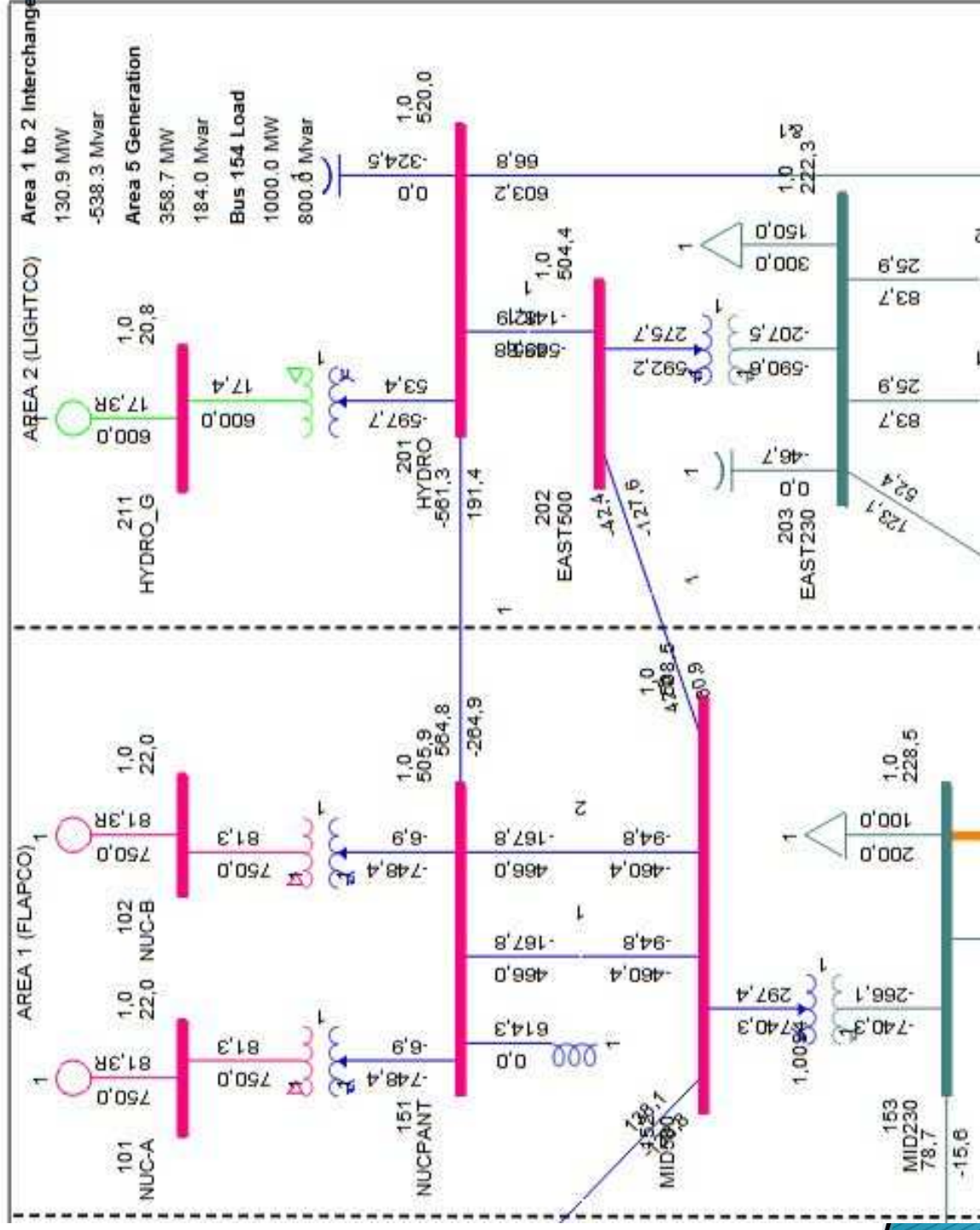


OPERACIÓN ELECTRICA

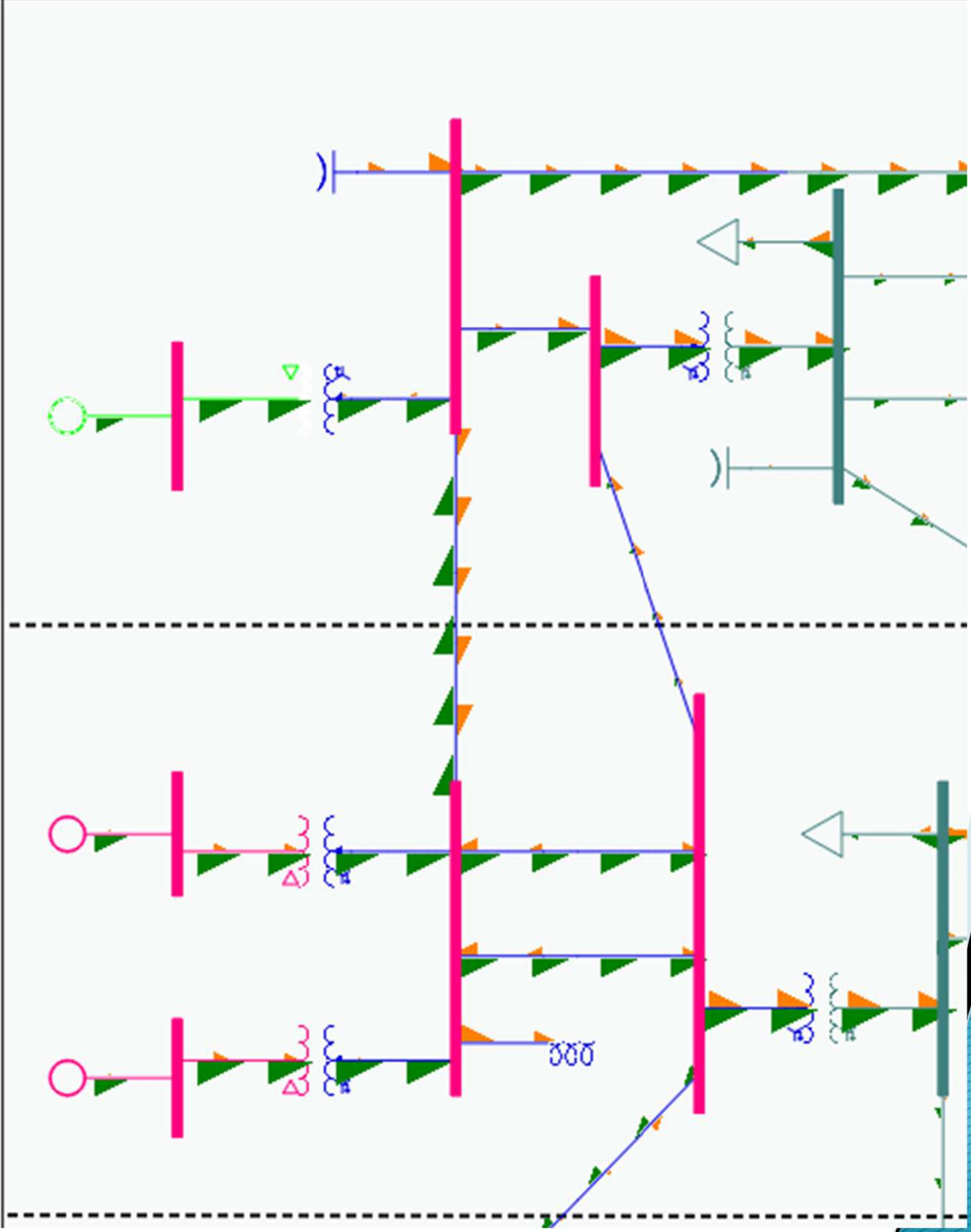
- ▶ Desde el punto de vista del usuario final, los sistemas eléctricos son sistemas de tensión y frecuencia constante.
- ▶ La configuración del sistema se define a partir de criterios de seguridad respecto de la continuidad del abastecimiento.
- ▶ El criterio más usual en este sentido es aquel en el que en caso de falla de un elemento, el resto del sistema continua operando con normalidad.



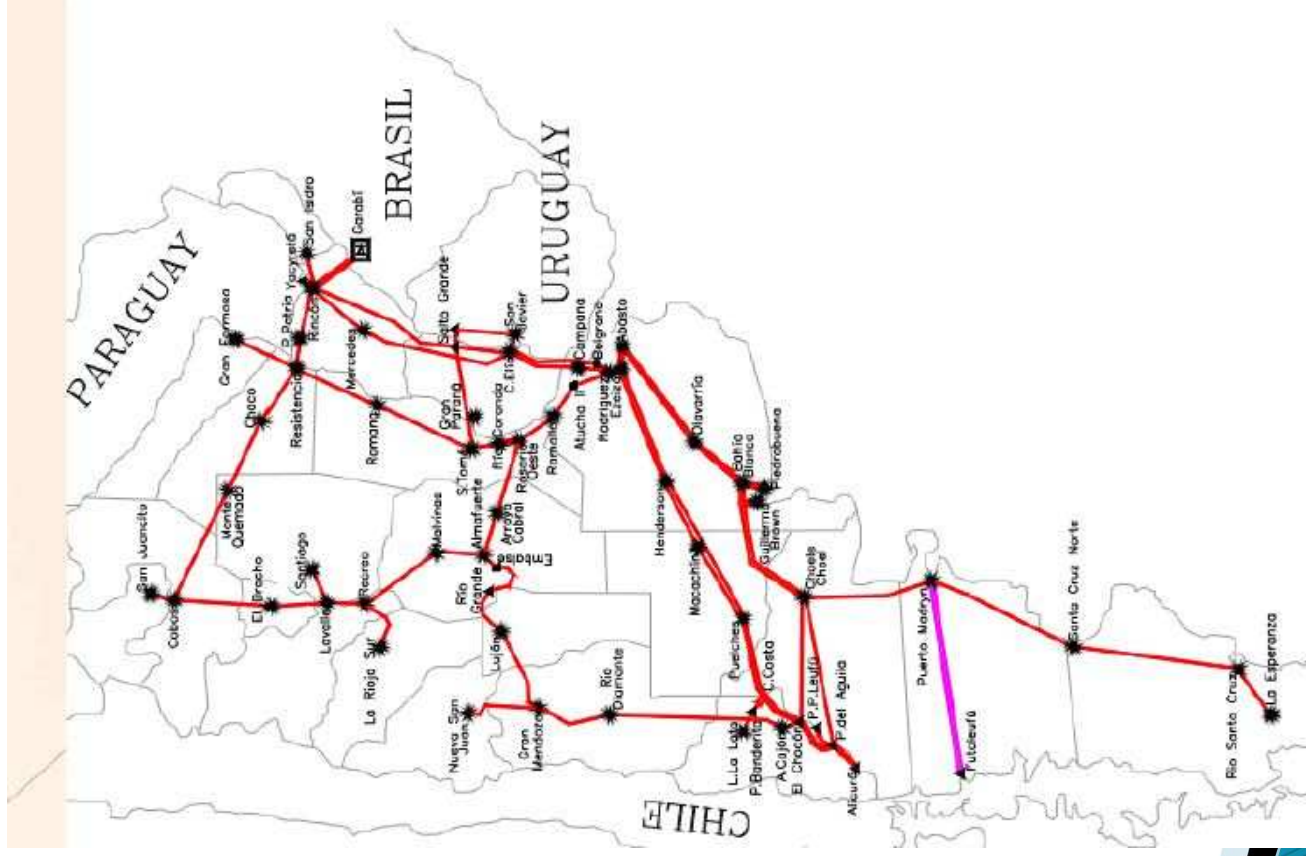
OPERACIÓN ELECTRICA



OPERACIÓN ELÉCTRICA



OPERACIÓN ELECTRICA

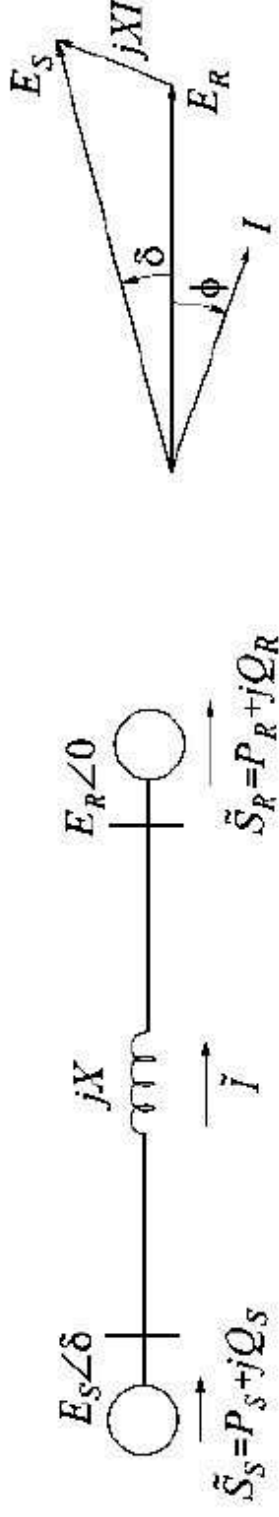


OPERACIÓN ELECTRICA – Control de Tensión

- ▶ No es un parámetro global y único para todo el sistema.
- ▶ Se habla entonces de perfiles de tensión.
- ▶ Dependerá de las características y ubicación de los centros de generación y demanda. Además de las características propias de la red de Transmisión y distribución.
- ▶ Existe un fuerte acoplamiento entre los perfiles de tensión y los balances de potencia reactiva del sistema



OPERACIÓN ELECTRICA – Control de Tensión



$$\tilde{S}_R = P_R + jQ_R = \tilde{E}_R \tilde{I}^* = \tilde{E}_R \left[\frac{\tilde{E}_S - \tilde{E}_R}{jX} \right]^* = E_R \left[\frac{E_S \cos\delta + jE_S \sin\delta - E_R}{jX} \right]^*$$

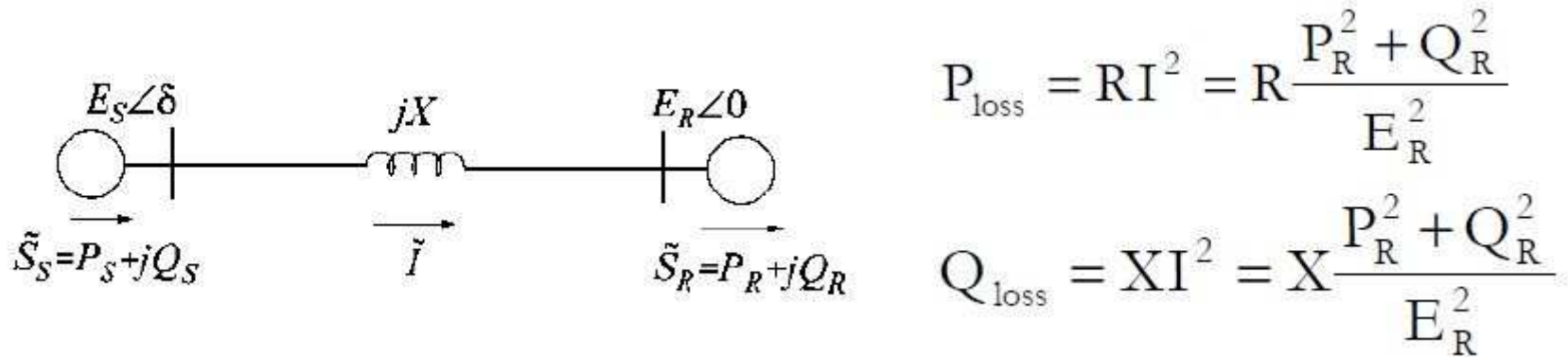
$$P_R = \frac{E_S E_R}{X} \sin\delta$$

$$P_S = \frac{E_S E_R}{X} \sin\delta$$

$$Q_R = \frac{E_S E_R \cos\delta - E_R^2}{X}$$

$$Q_S = \frac{E_S^2 - E_S E_R \cos\delta}{X}$$

OPERACIÓN ELECTRICA – Control de Tensión



- ▶ La transferencia de P depende principalmente del ángulo en el cual la tensión del extremo emisor adelanta de la tensión del extremo receptor.
- ▶ La transferencia de Q depende principalmente de las magnitudes de las tensiones. Esta se transmite desde el extremo con tensión de mayor magnitud hacia el extremo con tensión de menor magnitud de tensión.
- ▶ La Q no puede ser transmitida sobre grandes distancias dado que requeriría de la existencia de un gran gradiente de tensión para poder sostenerse.
- ▶ Un incremento en la Q transferida provoca un incremento en las pérdidas de potencia activa y reactiva.

OPERACIÓN ELECTRICA – Control de Tensión

Control de Tensión en SADI:

- ▶ Procedimiento Técnico N°5: “Control de Tensión y Potencia Reactiva”
- ▶ Anexo N°4: “Control de Tensión y Despacho de Potencia Reactiva”



OPERACIÓN ELECTRICA – Control de Tensión

Control de Tensión en SADI – Planificación del Control de Tensión y Potencia Reactiva :

- Intercambios máximos de potencia reactiva en cada nodo de interconexión. (Declaración de Q faltante).
- Factor de potencia en puntos de interconexión para horas pico, valles y resto.
- $\text{Cos } \varphi = 1$ o menor inductivo para horas de valle y resto de días feriados
- $\text{Cos } \varphi = 0,95$ inductivo o superior para pico y resto (excepto resto de días feriados).
- Los valores de P y Q que se utilizan para la medición son instantáneos, 2 mediciones consecutivas del SOTR cada 10 seg..
- Barras en las que se estima operar fuera de los límites de tensión.
Barras de: Tolerancia admitida

500 kV $\pm 3\%$
de 345 hasta 132 kV $\pm 5\%$
menores a 132 hasta 66 kV $\pm 7\%$

OPERACIÓN ELECTRICA – Control de Tensión

Estados de Operación en función de niveles de tensión y reserva de potencia reactiva.

1. Operación en condiciones normales

Para asegurar un adecuado perfil de tensiones de 500 kV, y las reservas de potencia reactiva mencionadas, los Centros de Operaciones deberán operar los elementos de compensación existentes en sus sistemas según el siguiente orden:

- Maniobra de Reactores / Capacitores
- Reguladores de excitación de máquinas
- Reguladores bajo carga de (RBC) de Transformadores
- Máquinas Forzadas

2. Operación en condiciones anormales

- Alerta de mínima reserva.
- Emergencia.

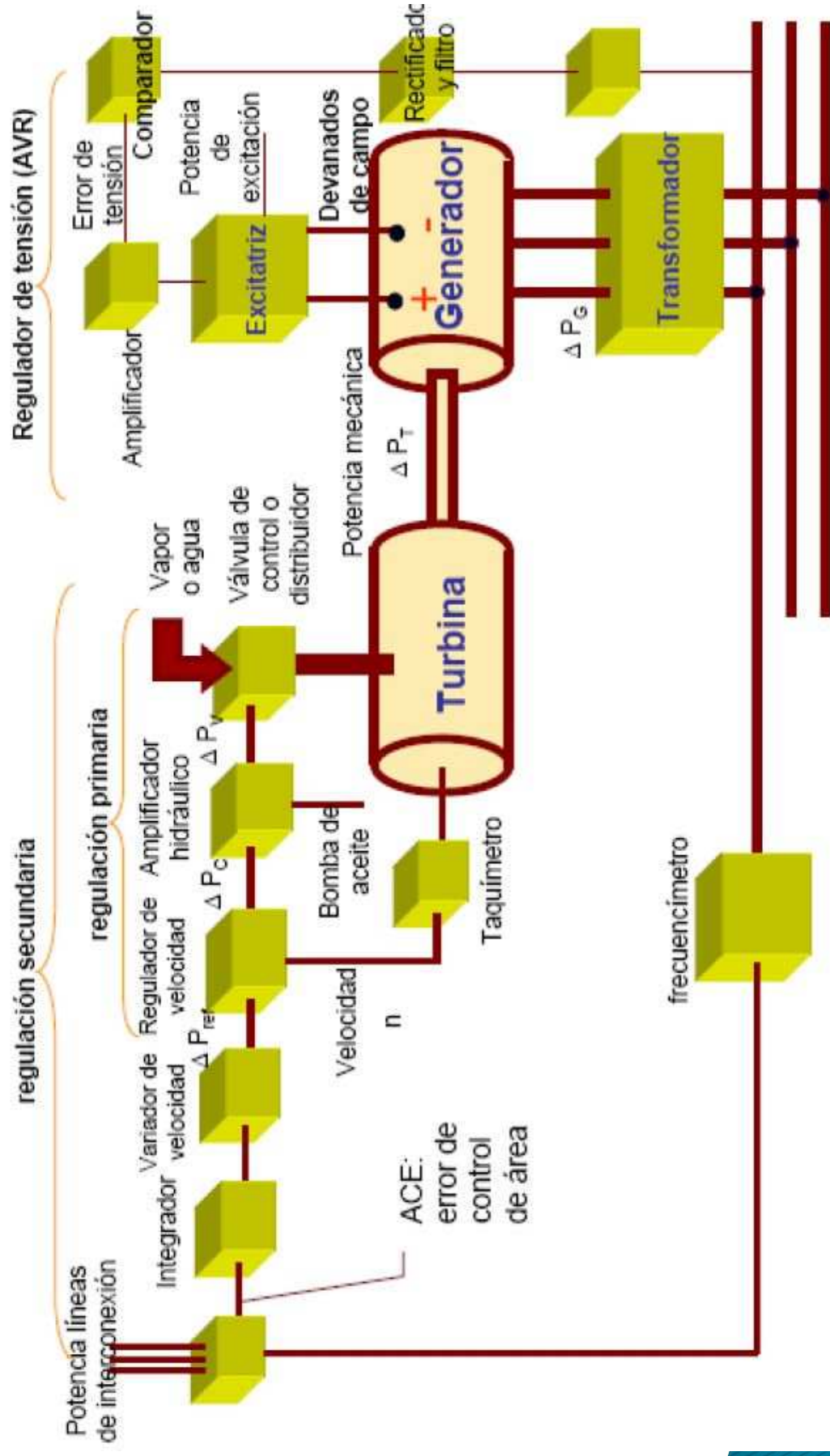
3. Operación en condiciones de Emergencia

- Comprende la acción de corte de cargas o modificación de generación.



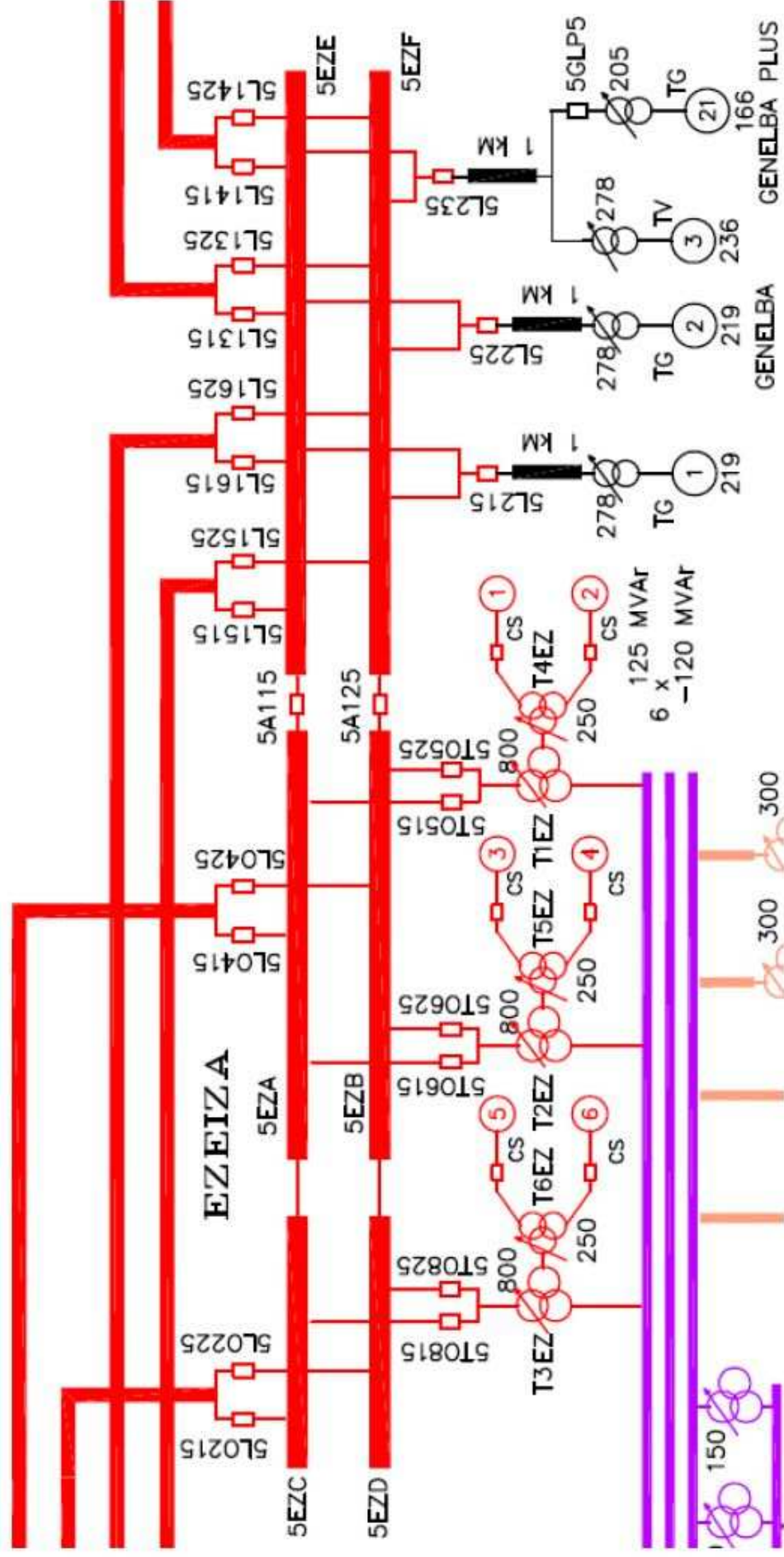
OPERACIÓN ELECTRICA - Control de Tensión

- Reguladores Automáticos de Tensión (AVR)



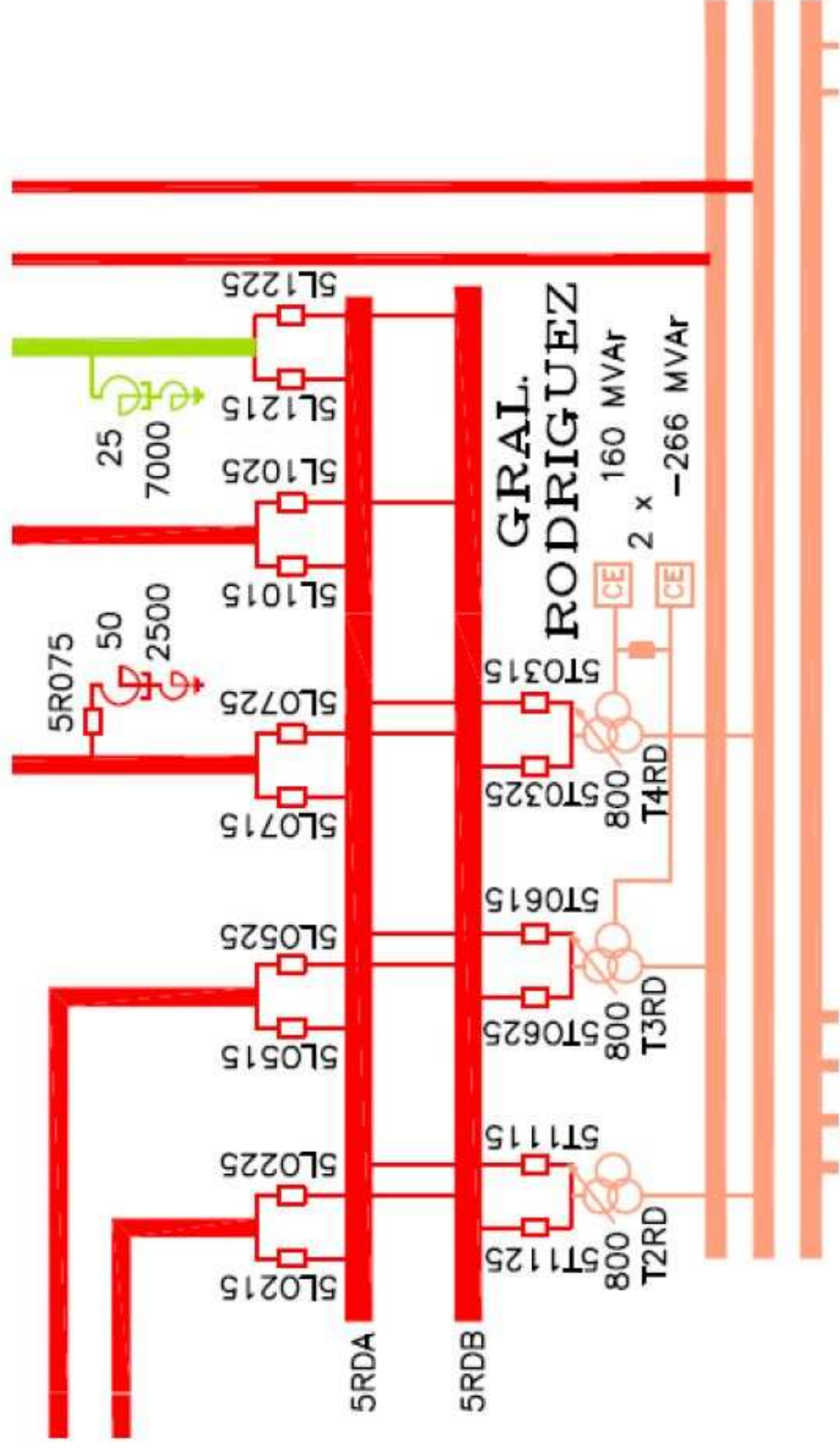
OPERACIÓN ELECTRICA - Control de Tensión

- Compensadores Sincrónicos



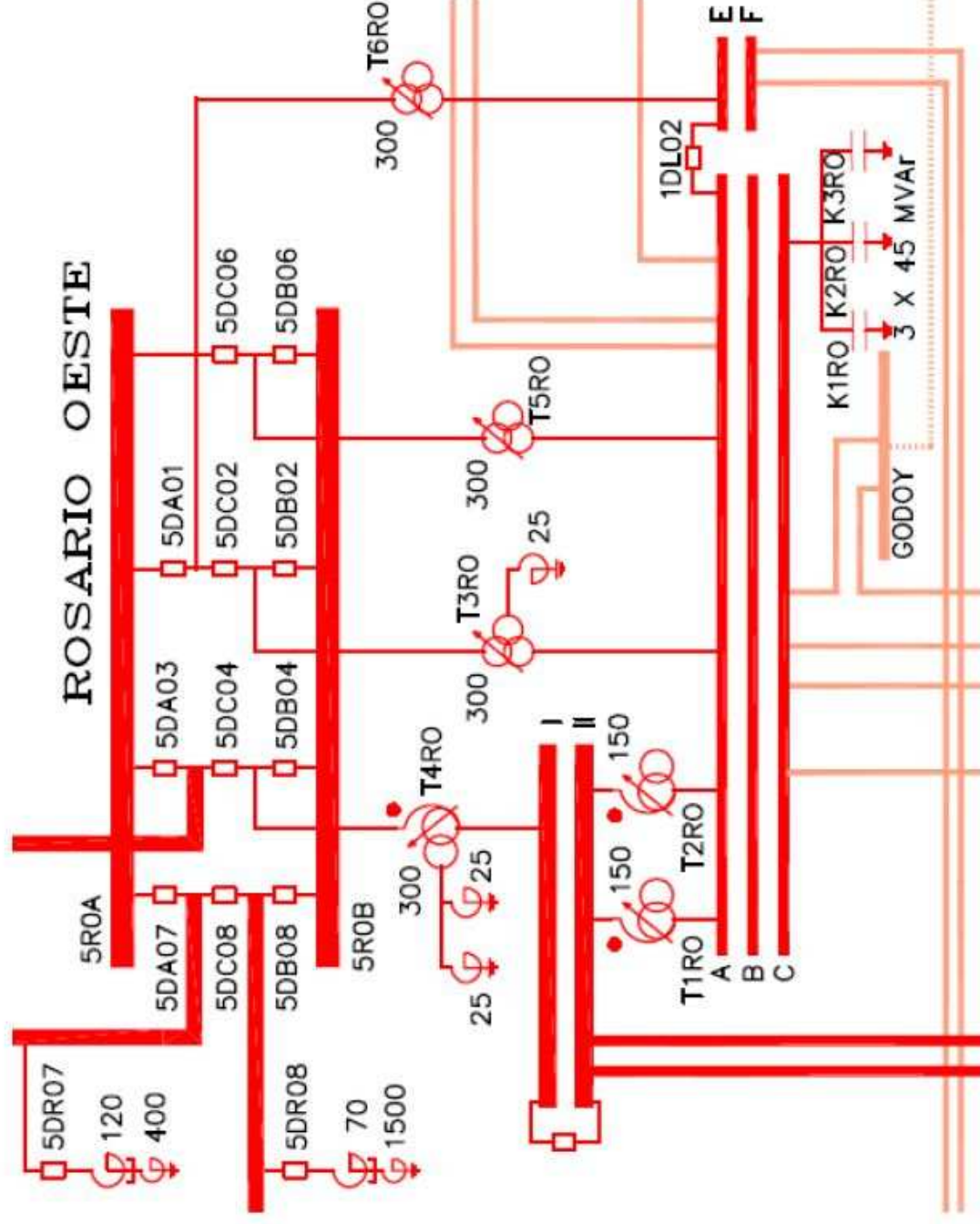
OPERACIÓN ELECTRICA - Control de Tensión

- Compensadores Estáticos



OPERACIÓN ELECTRICA – Control de Tensión

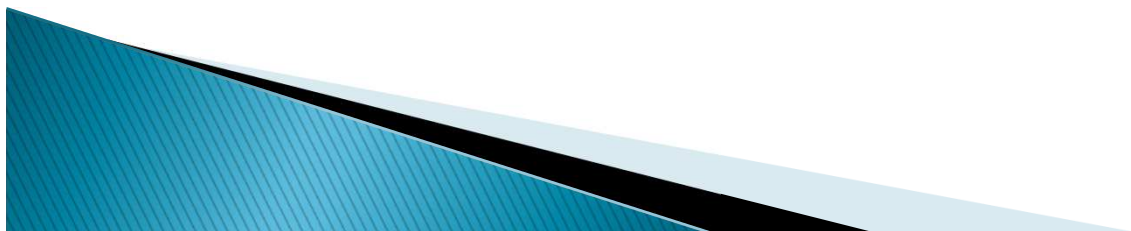
- Capacitores y Reactores de Barras, líneas y trafos



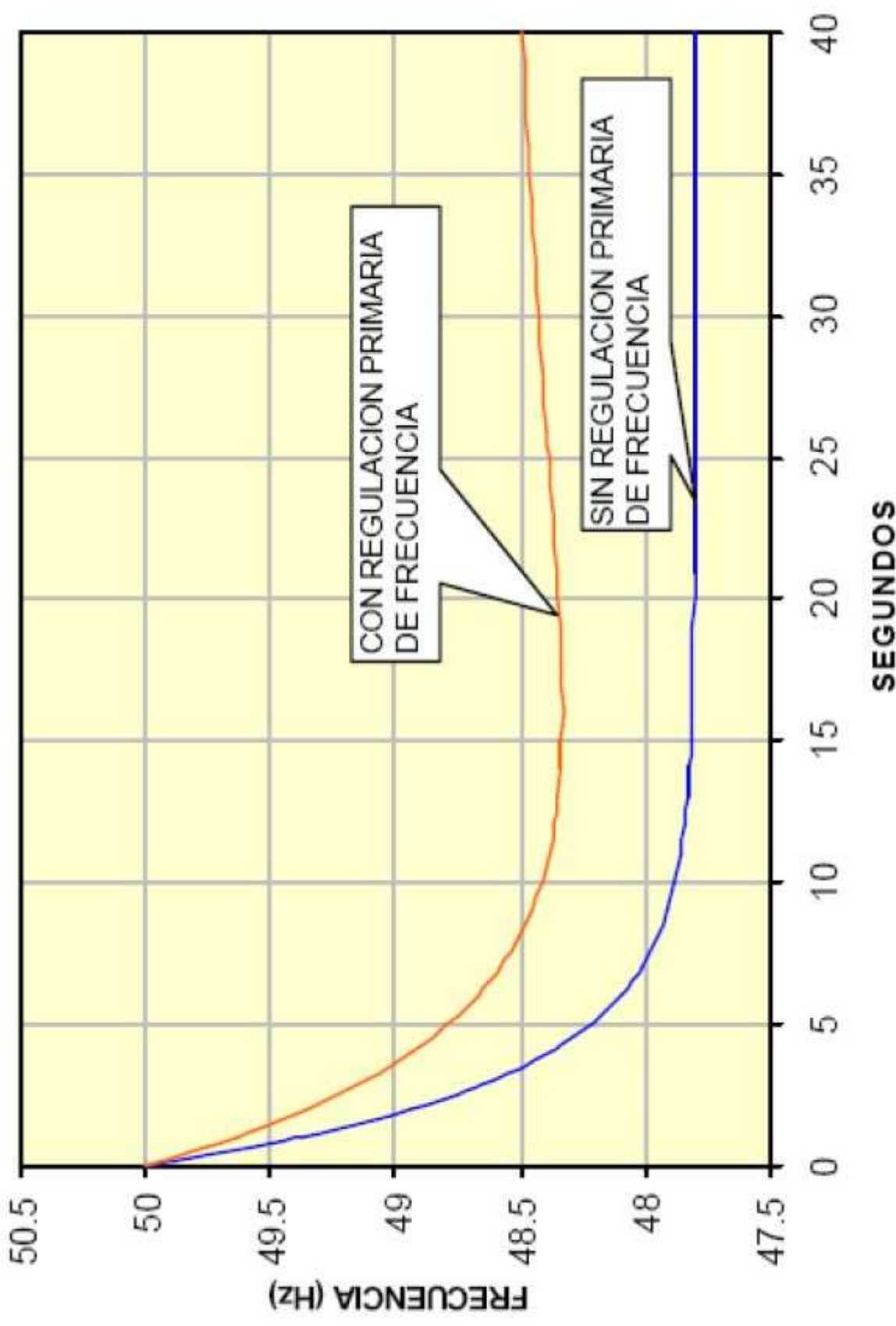
OPERACIÓN ELECTRICA – Control de Frecuencia

Control de Frecuencia. Causas de la caída de frecuencia:

- Falla en el sistema de transmisión que opera con criterio N-1 + desconexión automática de generación (DAG).
- Desconexión de generación o de un área exportadora.



OPERACIÓN ELECTRICA - Control de Frecuencia



OPERACIÓN ELECTRICA – Control de Frecuencia

Control de Frecuencia.

- La frecuencia es un parámetro global y único para todo el sistema.
- Control automático y descentralizado. T actuación = msec o seg.
- Desbalance instantáneo entre la potencia generada (PG) y potencia demanda más las pérdidas (PD+PL).

Si \uparrow PD \Rightarrow \downarrow n de la máquina primaria \Rightarrow \downarrow frecuencia.

Si \downarrow PD \Rightarrow \uparrow n de la máquina primaria \Rightarrow \uparrow frecuencia.

- Reguladores de velocidad de máquina primaria.
 - En máquina hidro se actúa sobre distribuidores modificando caudal.
 - En TG y motores diesel se actúa sobre inyección de combustible.
 - En TV sobre admisión de vapor a la turbina.



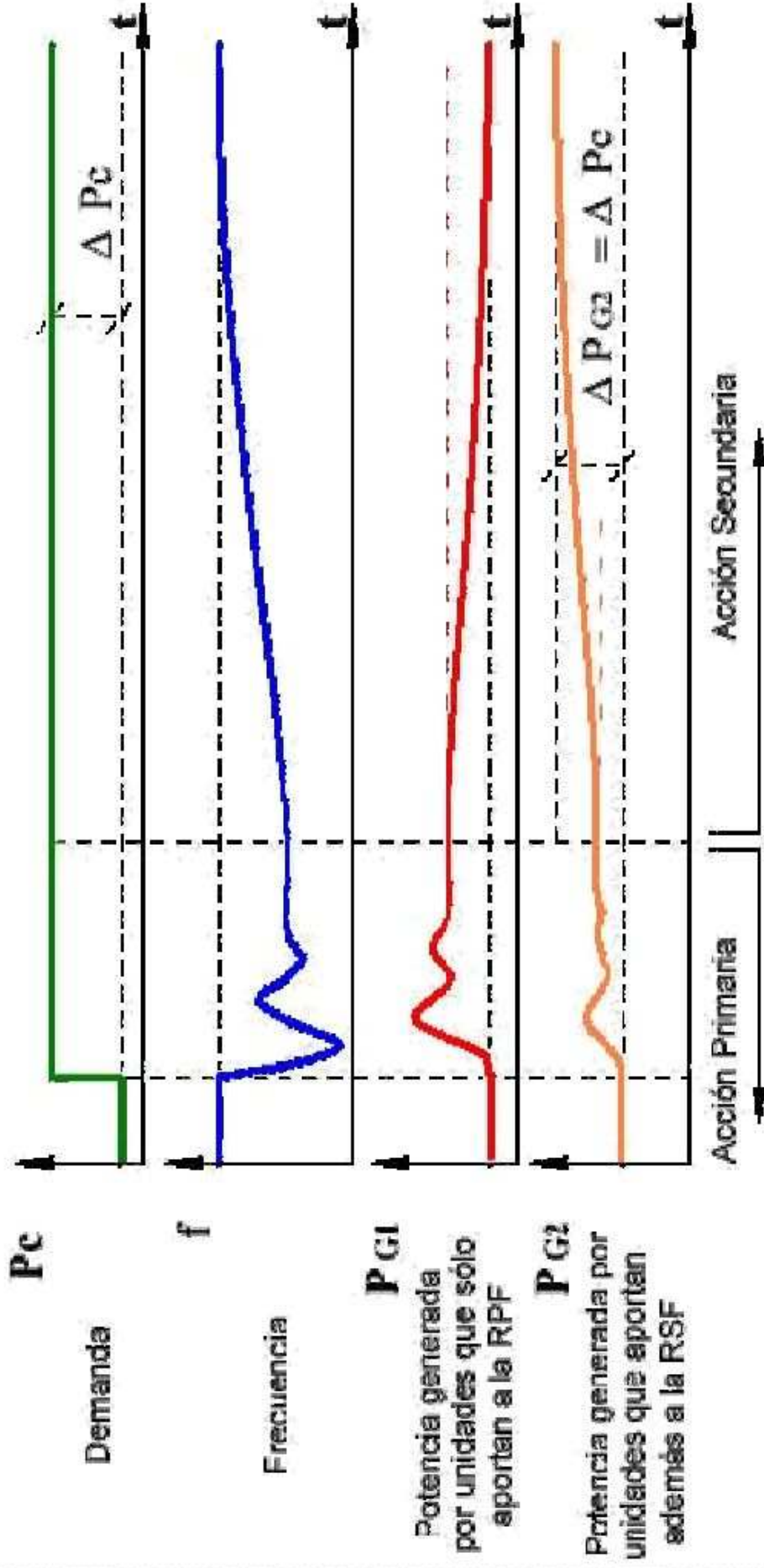
OPERACIÓN ELECTRICA – Control de Frecuencia

Regulación Primaria de Frecuencia:

- Se modifica la potencia entregada en función de la velocidad de giro de la máquina primaria (o frecuencia del sistema) de manera independiente entre todos los reguladores.
- Estos se ajustan de manera tal que la misma variación de frecuencia en el sistema provoque iguales variaciones porcentuales respecto de las potencias nominales de cada máquina.
- De esta manera se reparte el déficit o superavit de potencia entre todas las máquinas intervinientes de forma proporcional a su potencia nominal.



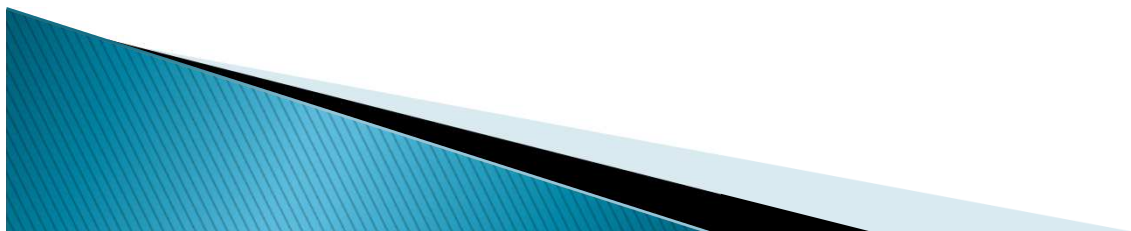
OPERACIÓN ELECTRICA - Control de Frecuencia



OPERACIÓN ELECTRICA – Control de Frecuencia

Control de Frecuencia.

- Cuando la desigualdad entre Potencia Generada (PG) y demanda (PL) excede cierto valor, la RPF y la RSF no pueden compensar totalmente el desvío de la frecuencia y esta se mantiene en un valor por fuera de la banda de tolerancia.
- Si luego de la regulación de los generadores, la frecuencia queda por debajo del valor mínimo admitido será necesario reducir la demanda para igualarla a la generación.
- Esto es lo que se llama **ALIVIO DE CARGA**.



OPERACIÓN ELECTRICA – Control de Frecuencia

Alivio de Carga por Subfrecuencia

- El alivio de carga por subfrecuencia, constituye una Reserva Instantánea de Corto Plazo que aporta la demanda para mantener la seguridad del Sistema
- Los procedimientos obligan a Distribuidores y GUMAS un compromiso de reducción de su demanda ante determinados valores alcanzados por la frecuencia.
- Un GUMA puede suscribir un convenio de alivio de carga con otro GUMA para que este corte la demanda correspondiente a los dos.
- El Anexo 35 de Los Procedimientos establece un Porcentaje Máximo de Corte (PMC) del 42% de la demanda, el que se divide en 7 escalones.



OPERACIÓN ELECTRICA – Control de Frecuencia

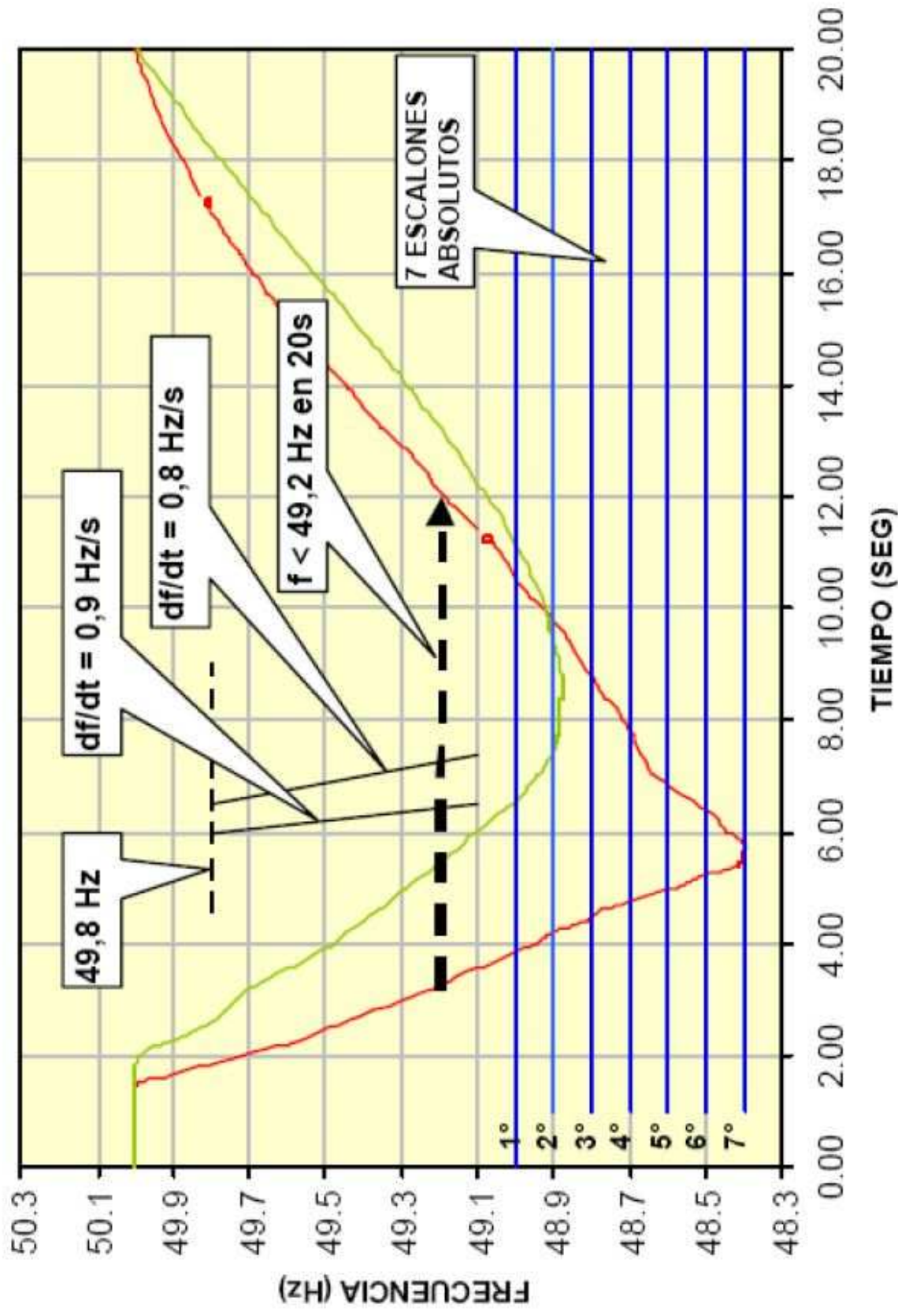
Alivio de Carga por Subfrecuencia

El Alivio de Carga establecido se producirá para tres condiciones de la frecuencia:

- Frecuencia absoluta. Se admite un error de 0,04 Hz.
- Derivada. (Velocidad de decaimiento de la frecuencia). Se admite un error de $-0,05$ Hz/seg. Instantáneo.
- Restitución (permanencia de la frecuencia por debajo de 49,2 Hz). Temporizado.



OPERACIÓN ELECTRICA - Control de Frecuencia



OPERACIÓN ELECTRICA – Control de Frecuencia

Esc	Frec. [Hz]	Derivada [Hz / seg]	Restablecimiento [49,2 Hz]	Carga Fichada	Acumulado
1	49,0	-0,6	---	3,0 %	3,0 %
2	48,9	-0,6	---	4,0 %	7,0 %
3	48,8	-0,6	---	6,0 %	13,0 %
4	48,7	-0,9	---	6,5 %	19,5 %
5	48,6	-0,9	---	9,0 %	28,5 %
6	48,5	---	17 seg.	4,0 %	32,5 %
			19 seg.	4,5 %	37,0 %
7	48,4	---	15 seg.	5,0 %	42,0 %
Total				42,0 %	



OPERACIÓN ELECTRICA – Control de Frecuencia

Servicio de Reserva Instantánea.

- El Servicio de Reserva Instantáneo tiene por objeto reducir el número de cortes por actuación del Esquema de Alivio de Carga. Sirve para disminuir la ENS (energía no suministrada) y el riesgo de cortes ante la salida intempestiva de generadores.
- El servicio de Reserva Instantánea lo prestan aquellos agentes del MEM habilitados y que oferten este servicio.

Los agentes habilitados son:

- Grandes Usuarios que puedan desconecta como mínimo 1 MW.
- Exportadores de energía mediante convertoras durante los estados de carga en que la convertora esté exportando.
- Centrales de bombeo.



OPERACIÓN ELECTRICA – Control de Frecuencia

Esquema de Seguridad para Control de Frecuencia y Tensión en el SADI (ESCFTS)

Desconecta un módulo de carga igual al 10% de la demanda previa a la falla cuando la frecuencia es inferior a 48,3 Hz (frecuencia absoluta) o se mantenga en un valor inferior a 48,7 Hz durante mas de 8 segundos (restitución).

Al no integrar del Esquema de Alivio de Cargas, no forma parte de las transacciones de alivio de carga, pero se penaliza su actuación incorrecta o falta de actuación.

