

COLAPSO DE VOLTAJE

Luis Vargas D.

**Departamento de Ingeniería Eléctrica
Universidad de Chile**

INTRODUCCION

- Colapso de Voltaje. Problema Actual en el Mundo y en Chile
- Sistema Chileno: Estructura Radial, Consumos a grandes distancias, demanda creciente $\Leftrightarrow$ Existen escenarios probables
- Problema Dinámico $\Leftrightarrow$ Soluciones complejas (no intuitivas)

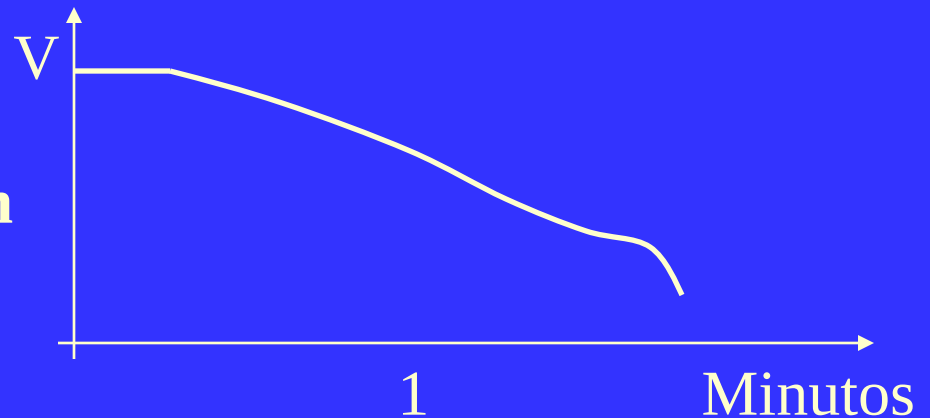
1 Introducción

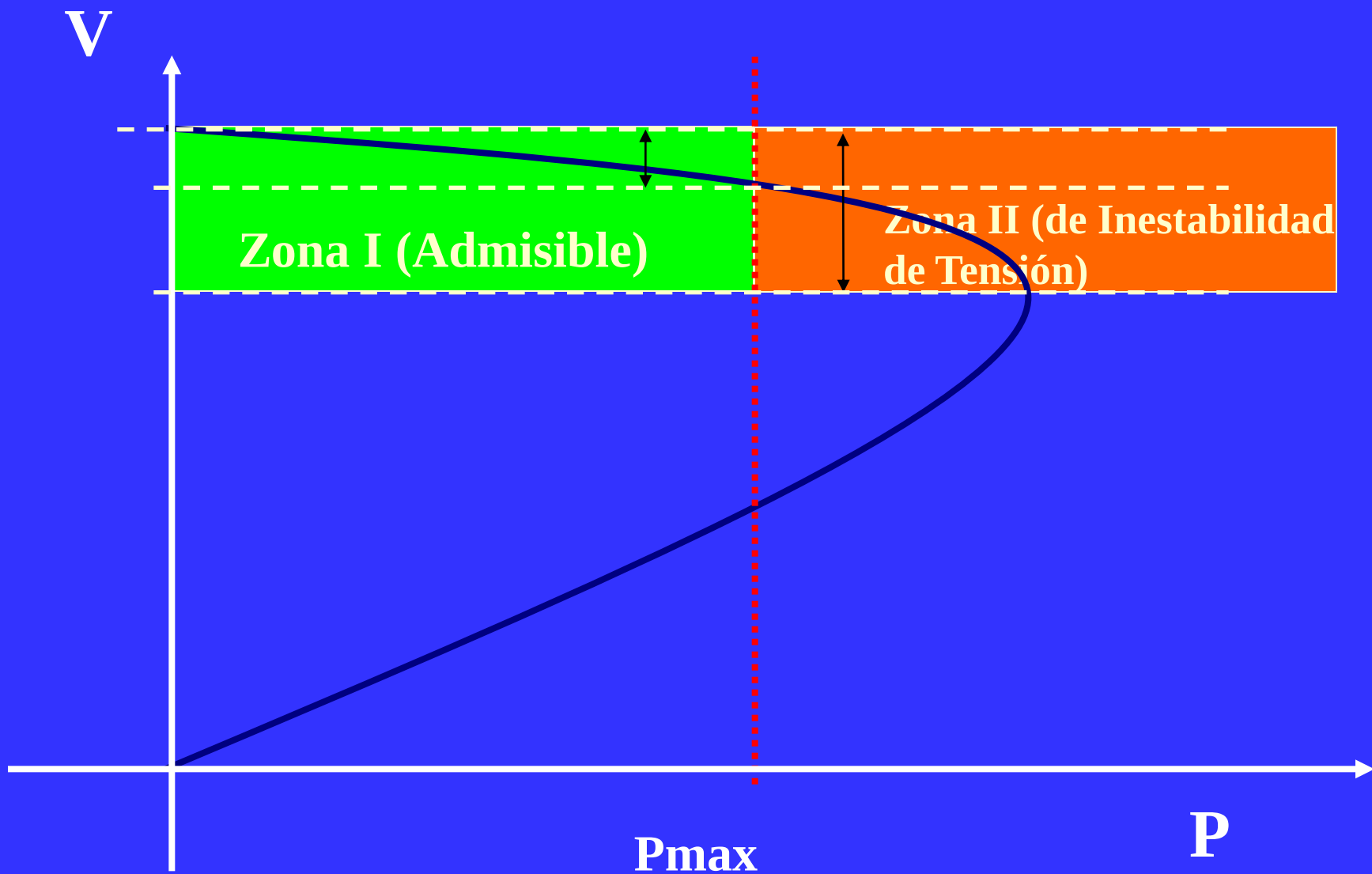


Pérdida del control de tensión

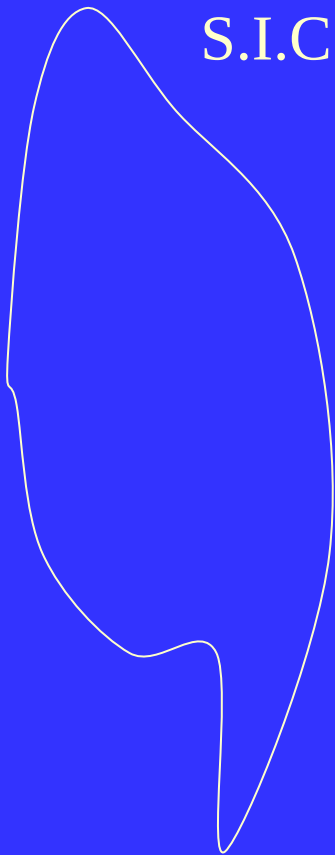
Control de tensión mediante potencia reactiva inyectada

Cuando la tensión no es suficiente la tensión disminuye en áreas mas débiles





En el Sistema Interconectado Central. (S.I.C)



S.I.C

Longitud (2200 km)

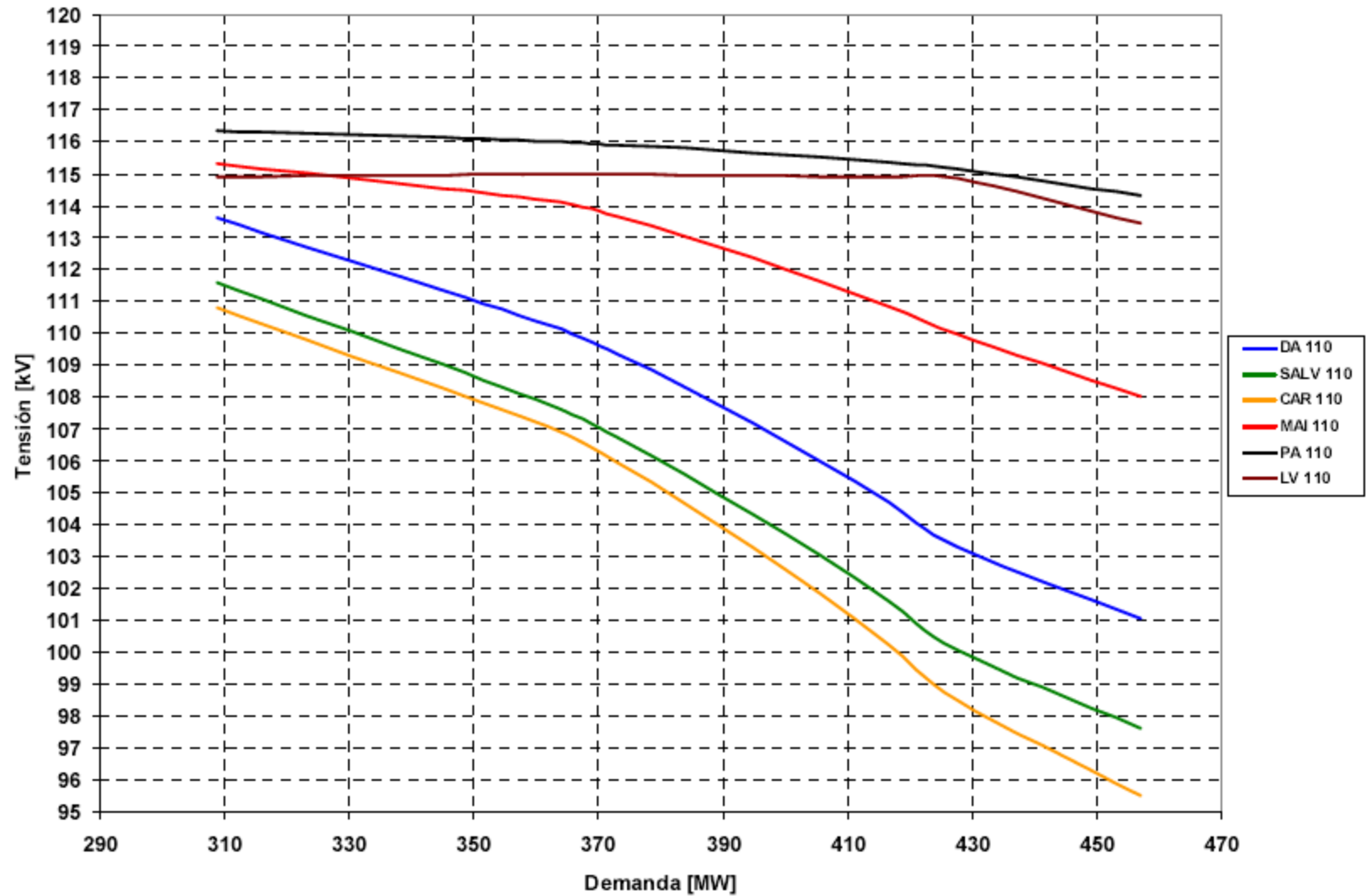
Líneas cerca de la Plena Capacidad

**Distancia entre centros de generación
y consumo**



**Especialmente vulnerable frente a
colapsos de tensión**

Perfil de Tensión 110 kV vs Demanda Zona Atacama
Post falla LT 220 kV Maitencillo-Cardones N°1
Con generación de central Taltal (75 MW)



Modelación del Sistema Eléctrico

$$\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{f}(\mathbf{x}, \mathbf{y}, \mathbf{z}, \mathbf{p}) \quad (1)$$

$$0 = \mathbf{g}(\mathbf{x}, \mathbf{y}, \mathbf{z}, \mathbf{p}) \quad (2)$$

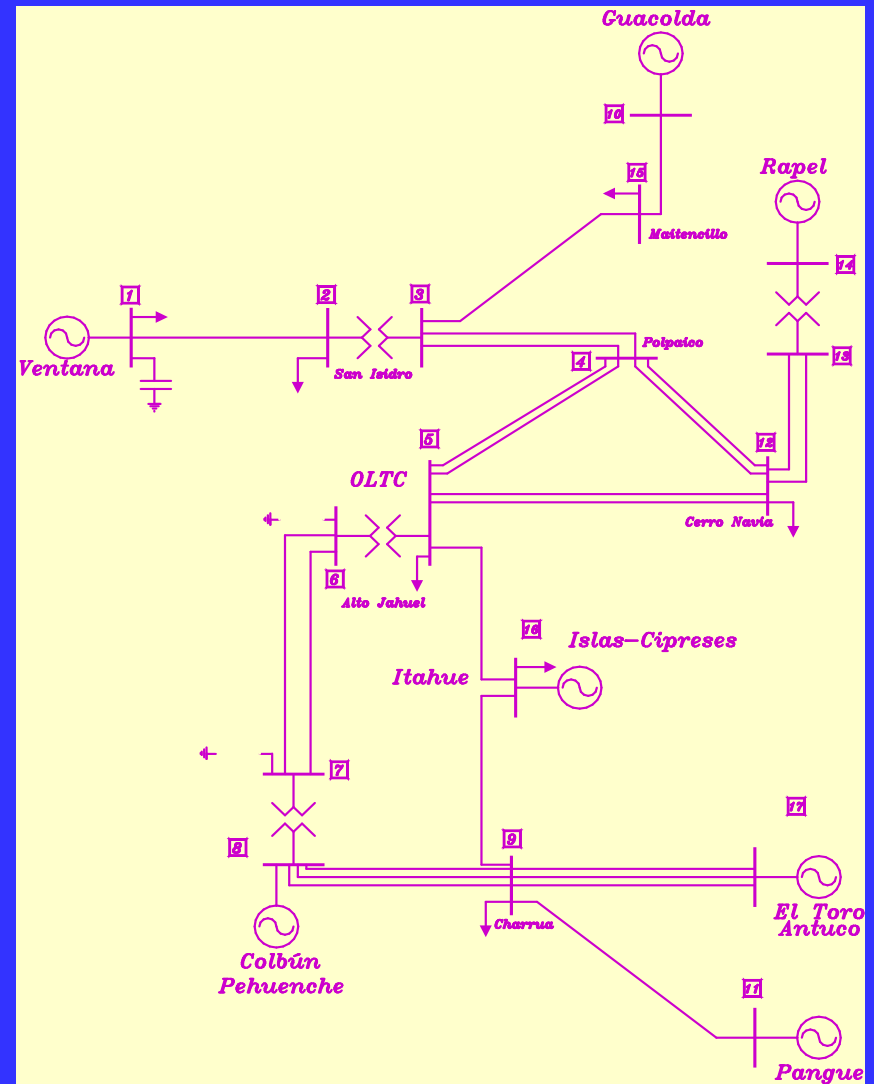
$\mathbf{x}$ es el vector de variables dinámicas ángulo de fase de los generadores, velocidad angular, etc.

$\mathbf{y}$ es el vector de las variables algebraicas. $\mathbf{z}$ es el vector representa las variables discretas de control.

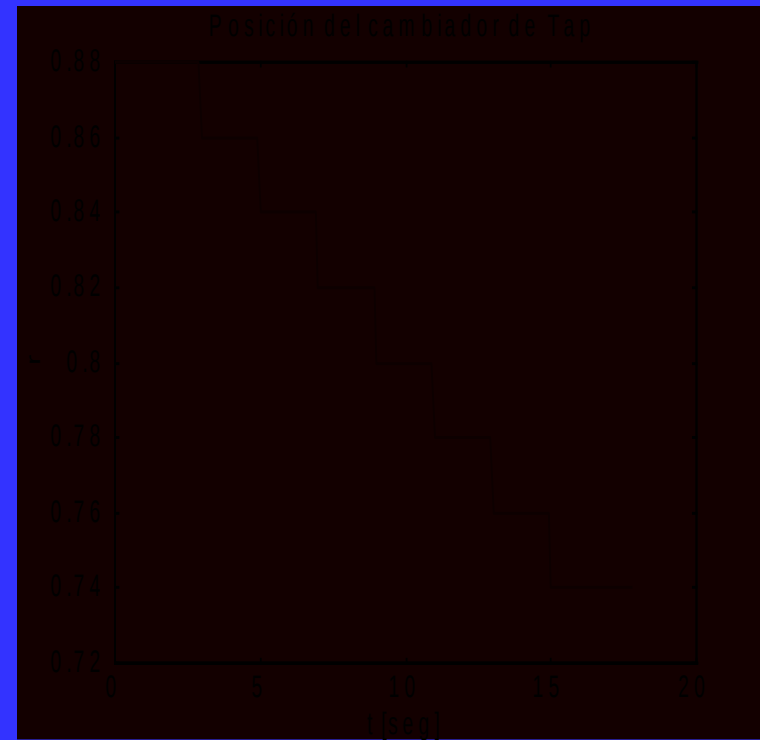
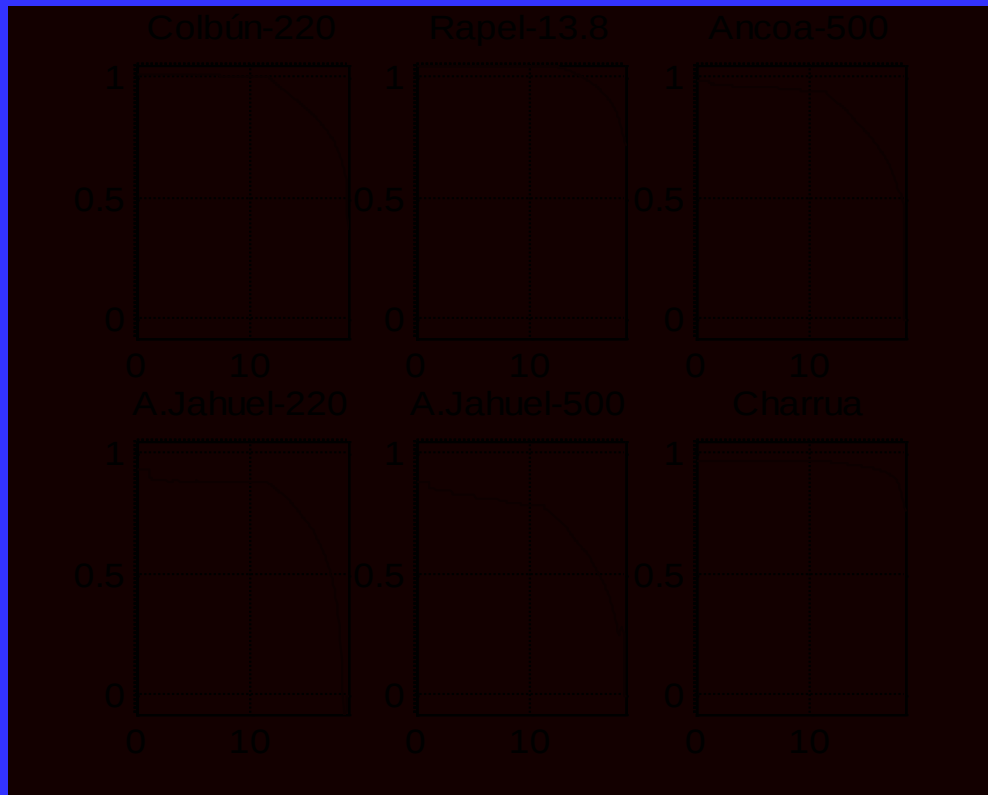
$\mathbf{p}$ es un vector que representa las variables y parámetros fijos del sistema.

COLAPSO DE TENSION EN SISTEMA SIC REDUCIDO

- Principales 6 generadores
- Salida línea de 154 kV Alto Jahuel-Itahue.
- Principales características de un Colapso. Elementos y fases

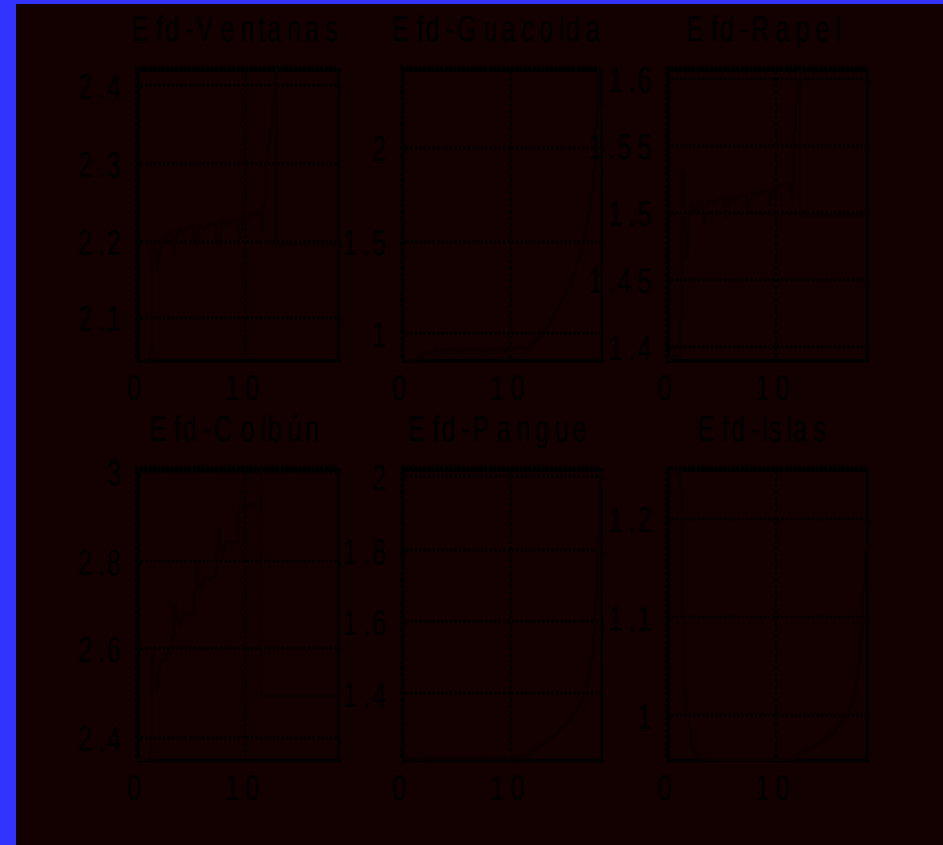


Evolución Perfil de Voltaje

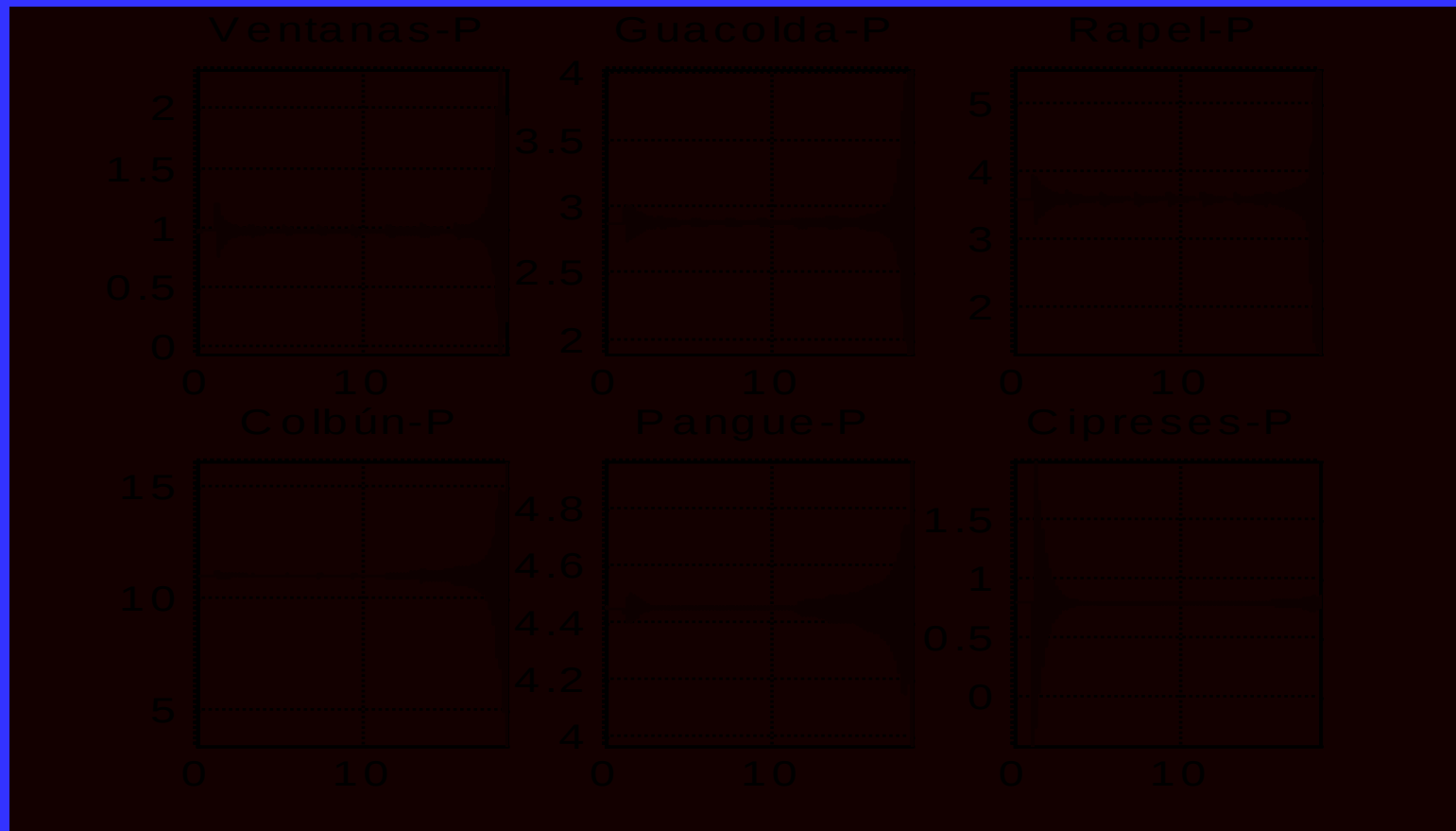


Fenómenos asociados al voltaje:

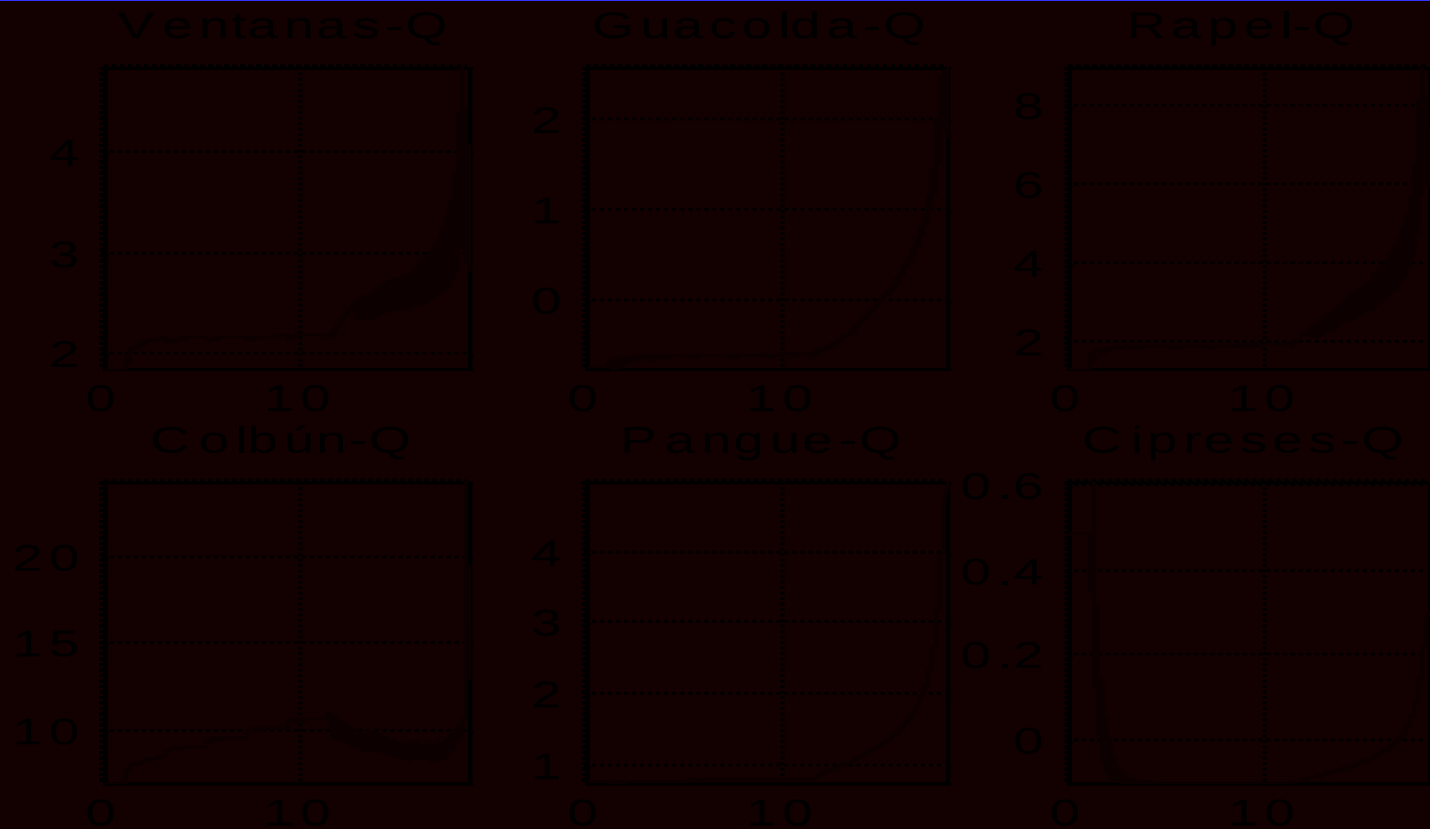
- Descenso sostenido del voltaje
- Efecto no es homogéneo en la red
- Acción inversa de cambio de tap
- Saturación de Control de excitación



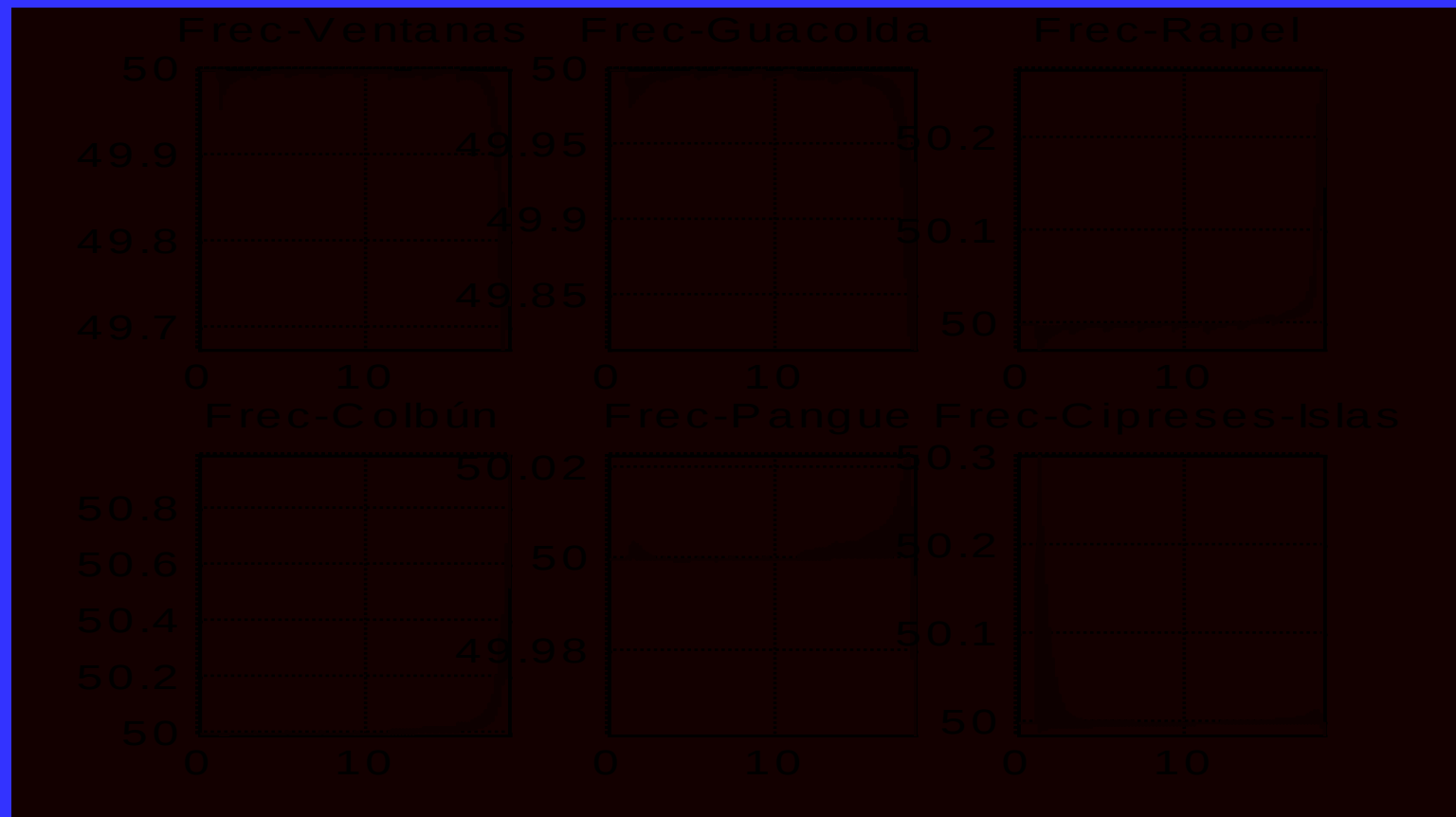
Evolución Potencia Activa



Evolución Potencia Reactiva

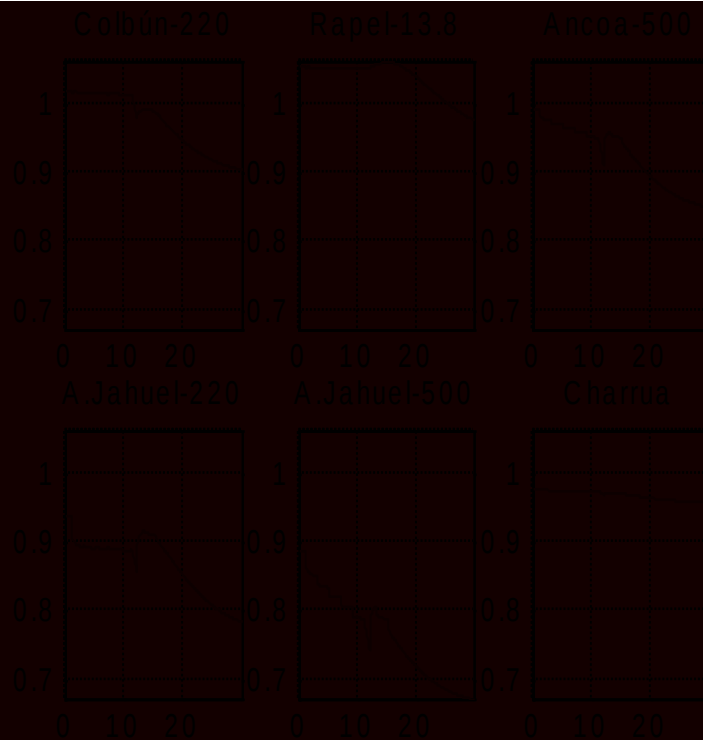


Evolución Frecuencia del Sistema

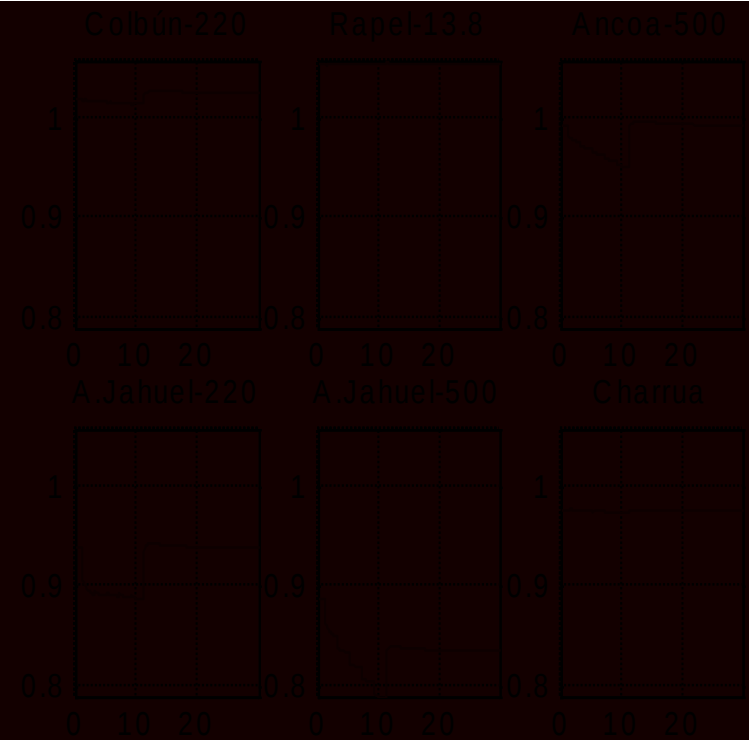


Efecto de Inyección de Reactivos

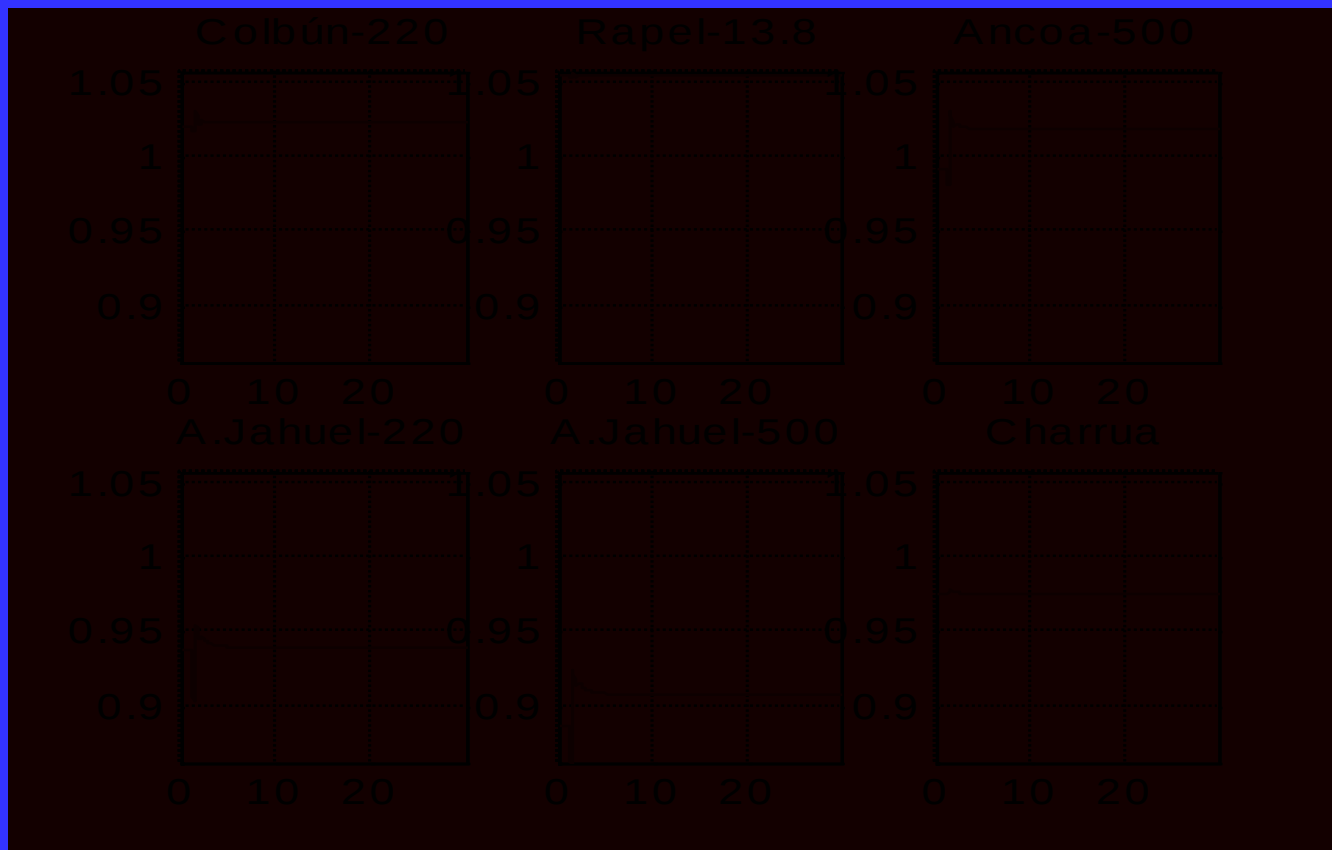
- Después de Saturación



- Antes de Saturación



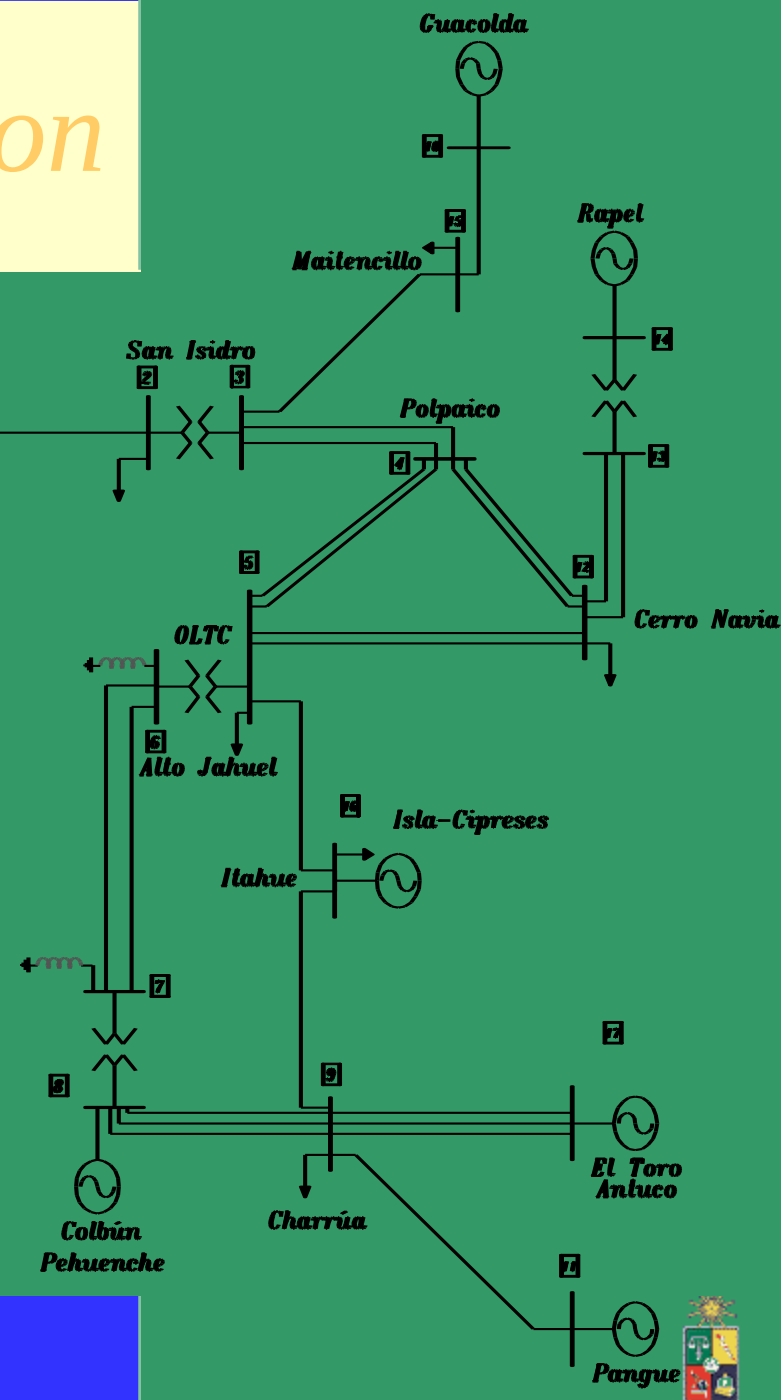
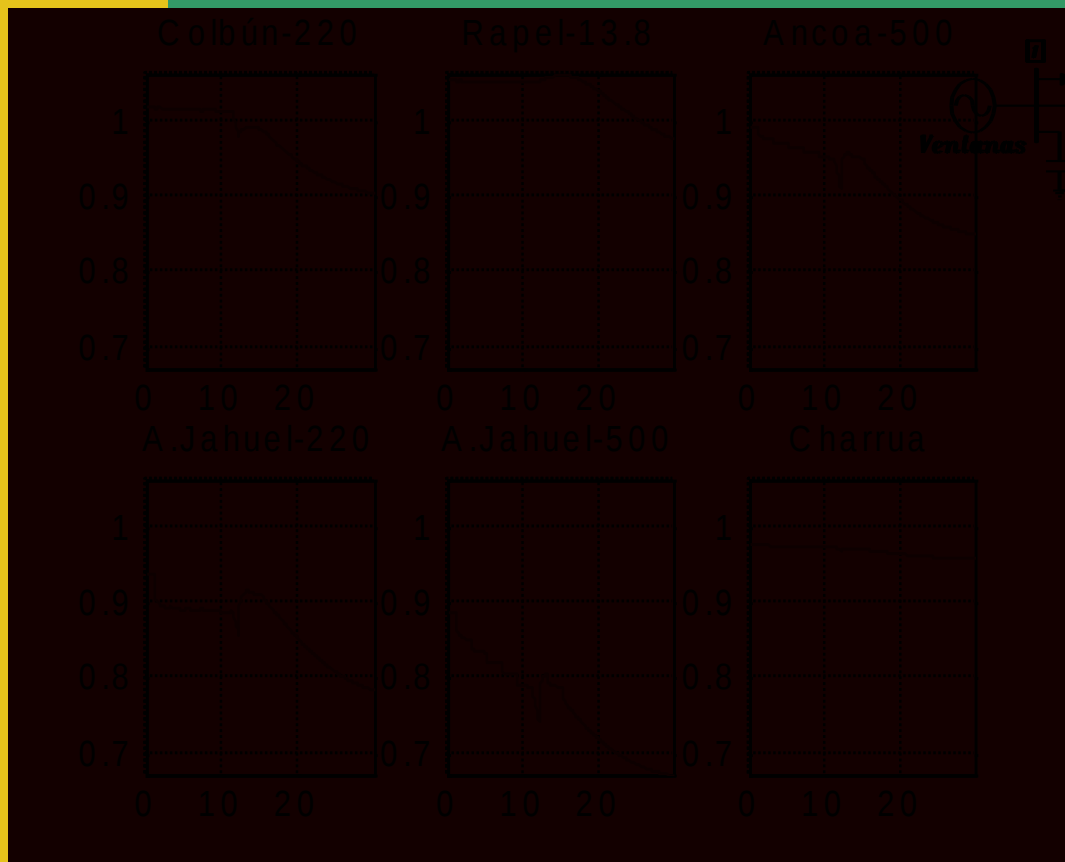
Acción de control 0.2 segundos después de la perturbación



COMENTARIOS

- Escenario exhibe todos los elementos característicos de un colapso de voltaje
- Eficacia de acción de control altamente dependiente de momento de aplicación
- Fenómeno fundamentalmente dinámico y de comportamiento no lineal
- SIC ofrece condicionamiento estructural que lo hace vulnerable a este tipo de disturbios

Shunt Compensation

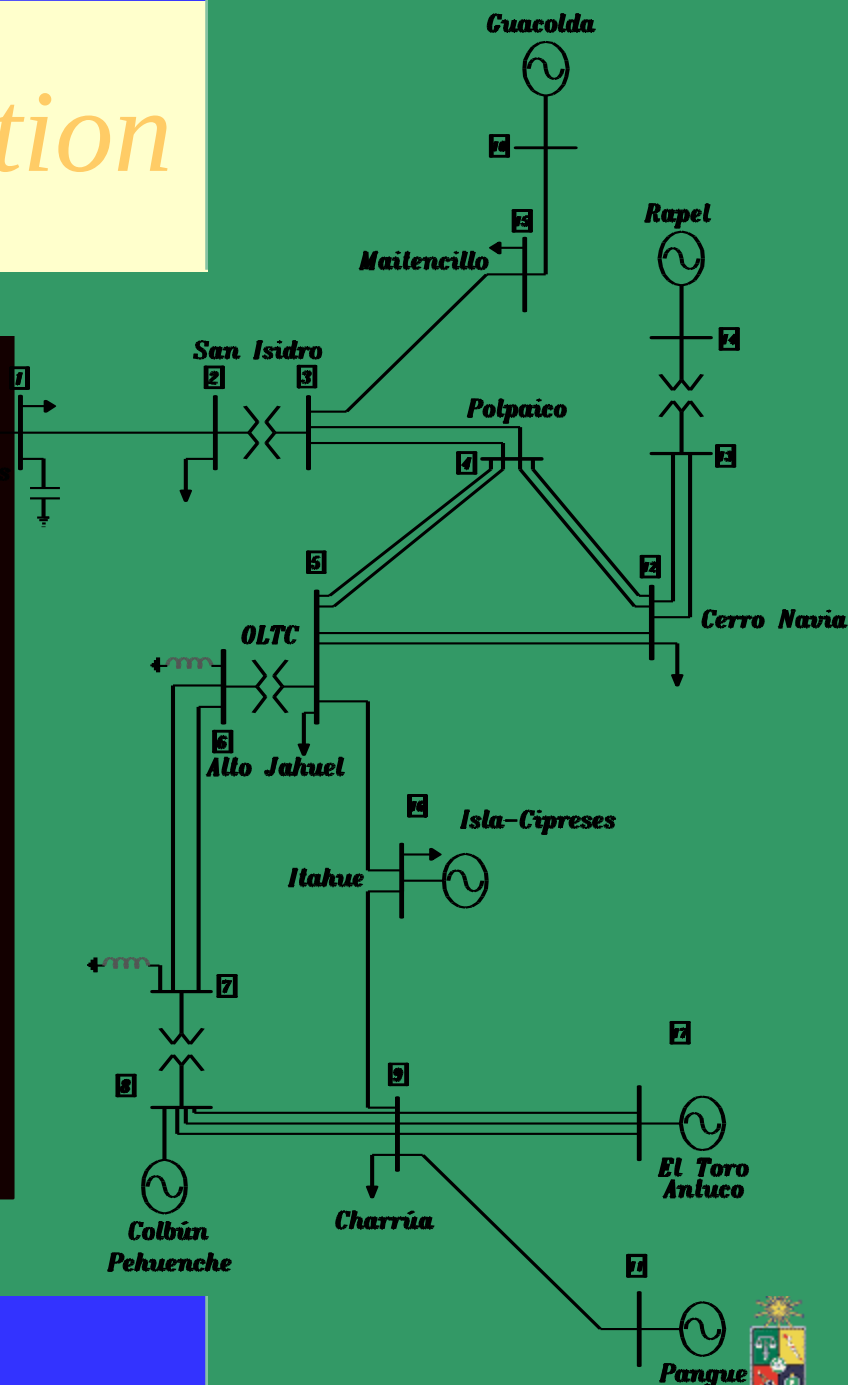
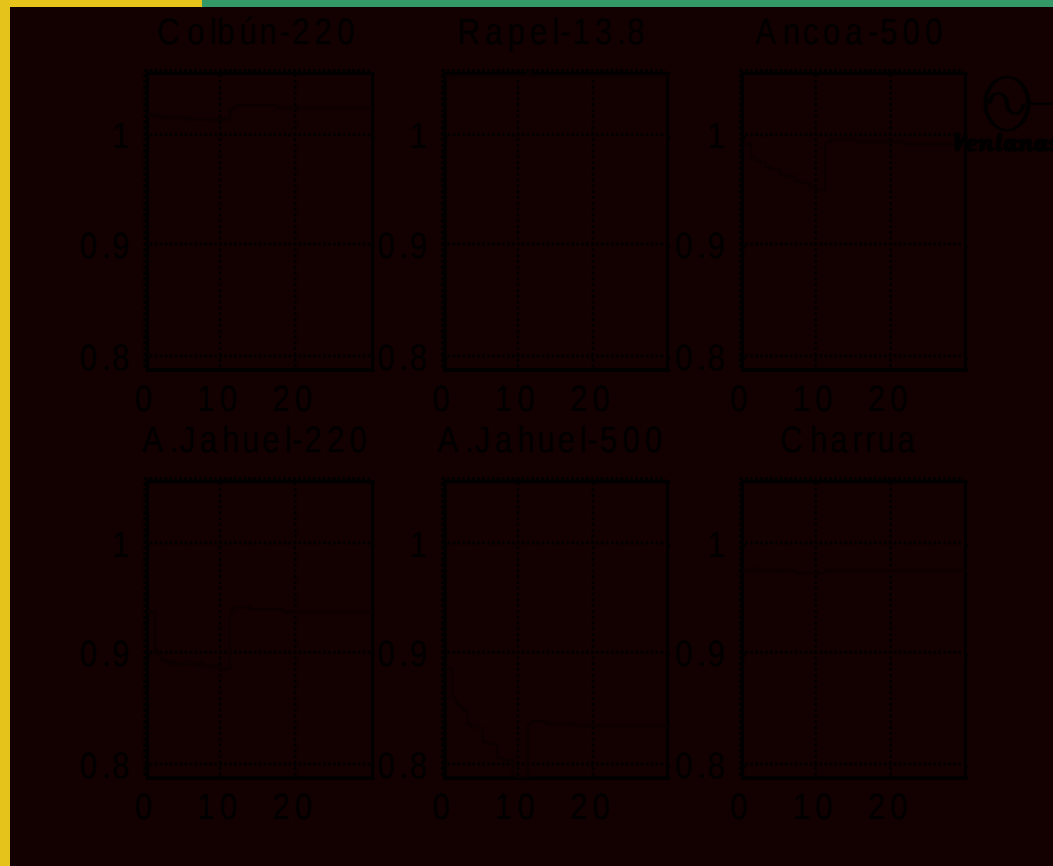


Post-limits var injection

Power System Stability Controls Subcommittee

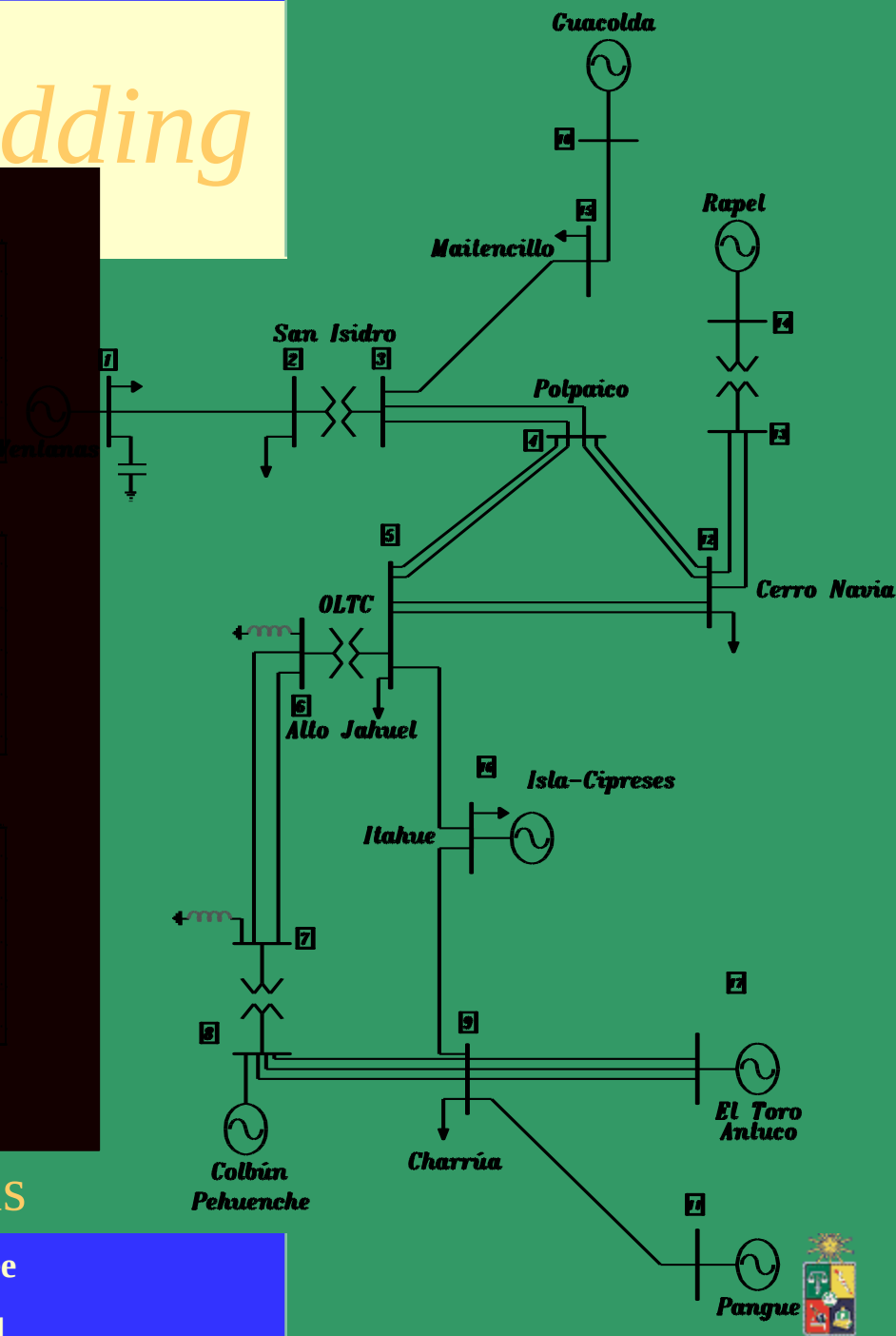
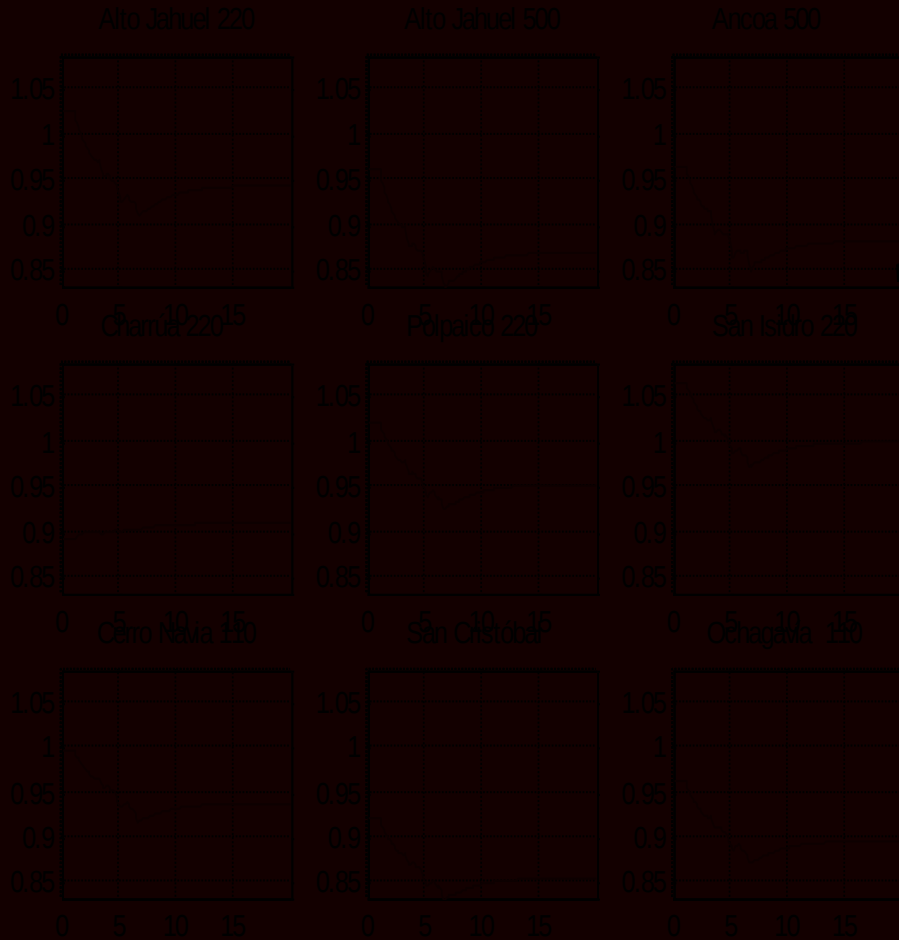
IEEE/PES WM Columbus, OH Jan. 30, 2001

Shunt Compensation



Pre-limits var injection

Load Shedding

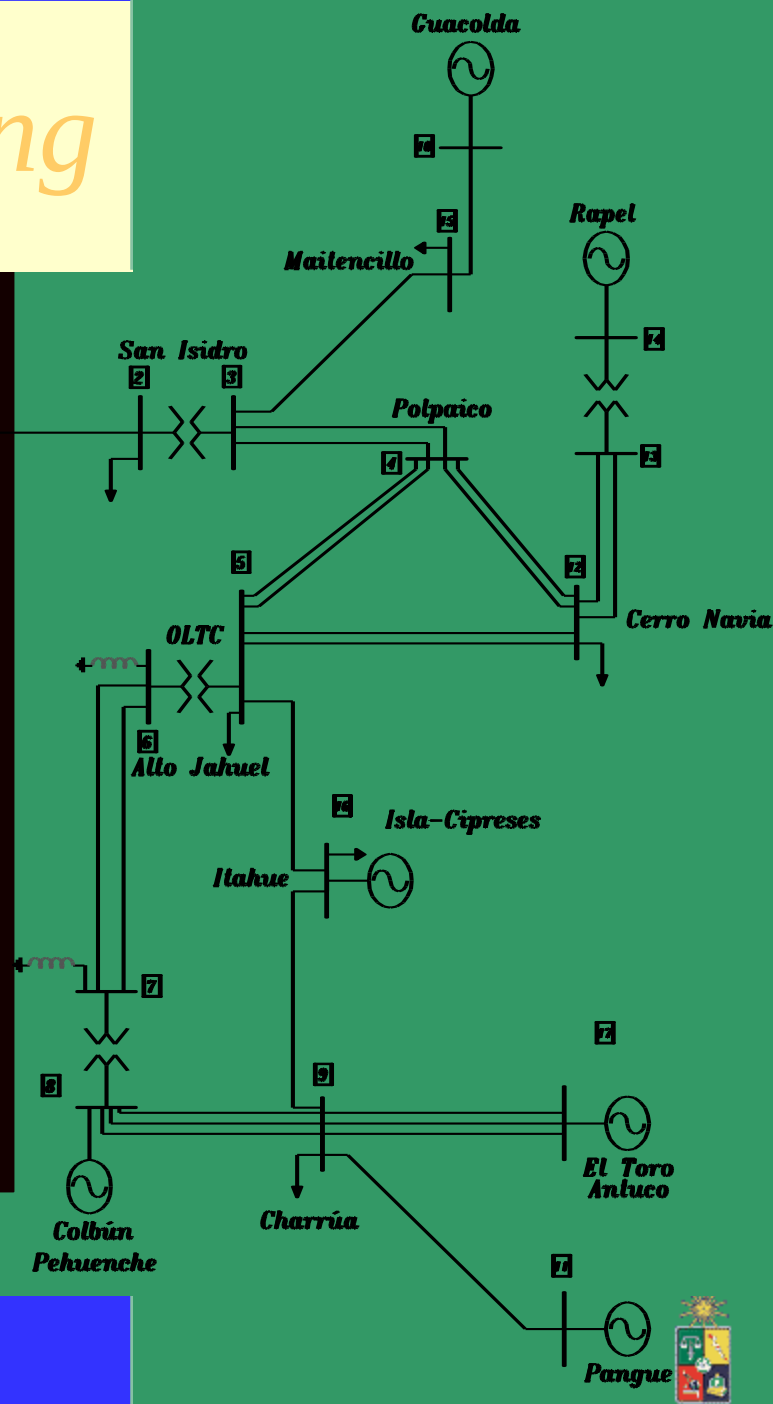


90 s.load shedding intervals

Power System Stability Controls Subcommittee

IEEE/PES WM Columbus, OH Jan. 30, 2001

Load Shedding



180 s.load shedding intervals

CONCLUSIONS

- Connecting Time is a critical parameter for system control (Var compensation, load shedding)
- TEF technique is an insightful tool for understanding critical connecting times
- Size and timing can be adequately estimated with the concept of Potential Energy Boundary (PEB)
- A Real case was successfully analyzed.

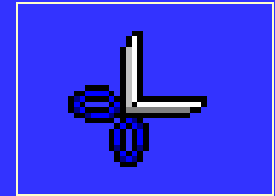
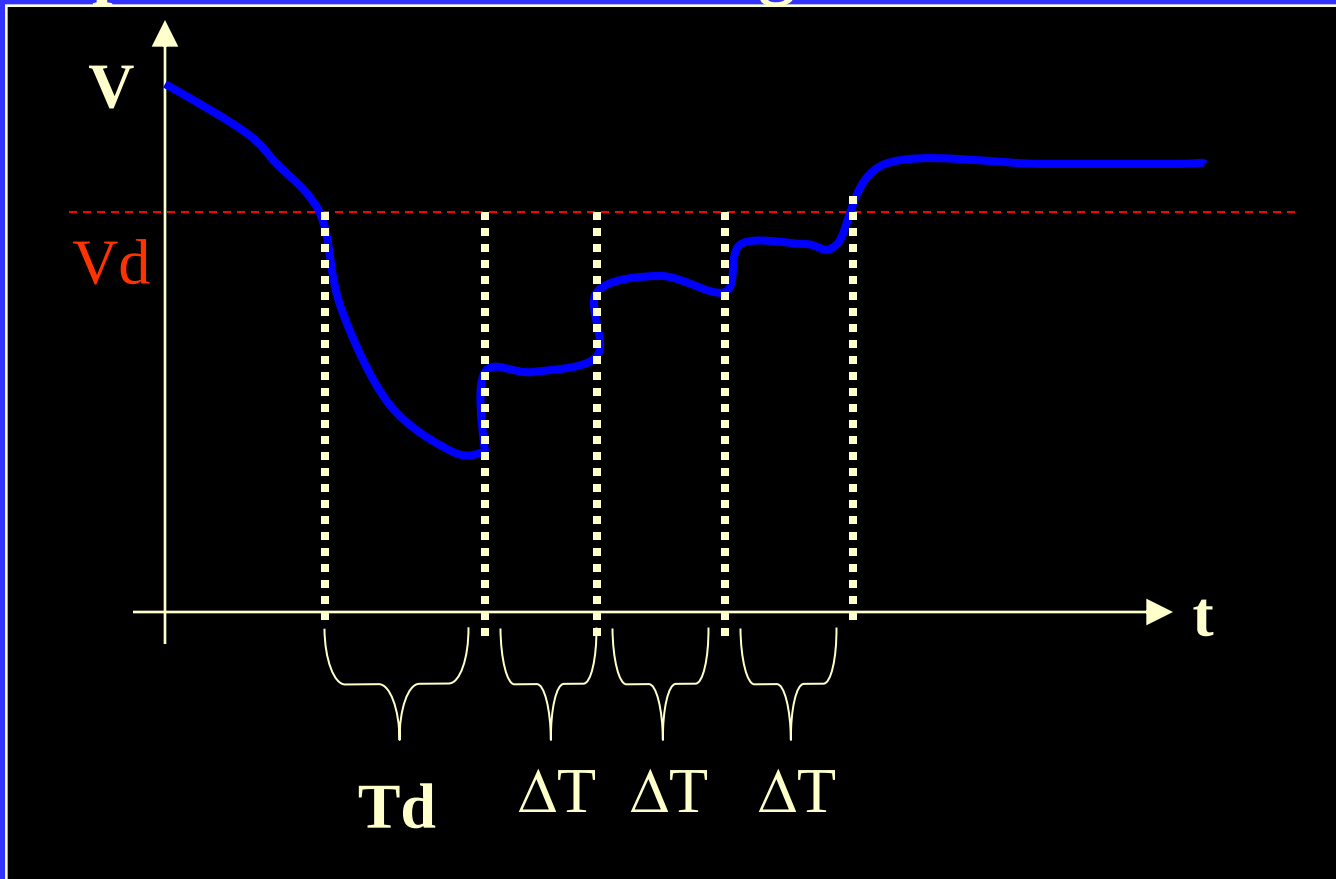
1 Introducción

Acciones para controlar el Colapso de Tensión

- Inyección de Reactivos**
- Variación de Voltaje de Generación**
- Variación de la Razón de Transformación
manualmente o en línea (OLTC)**
- Desprendimiento de Carga**

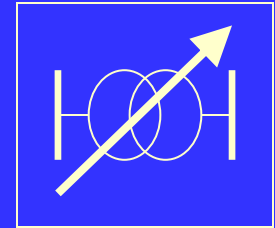
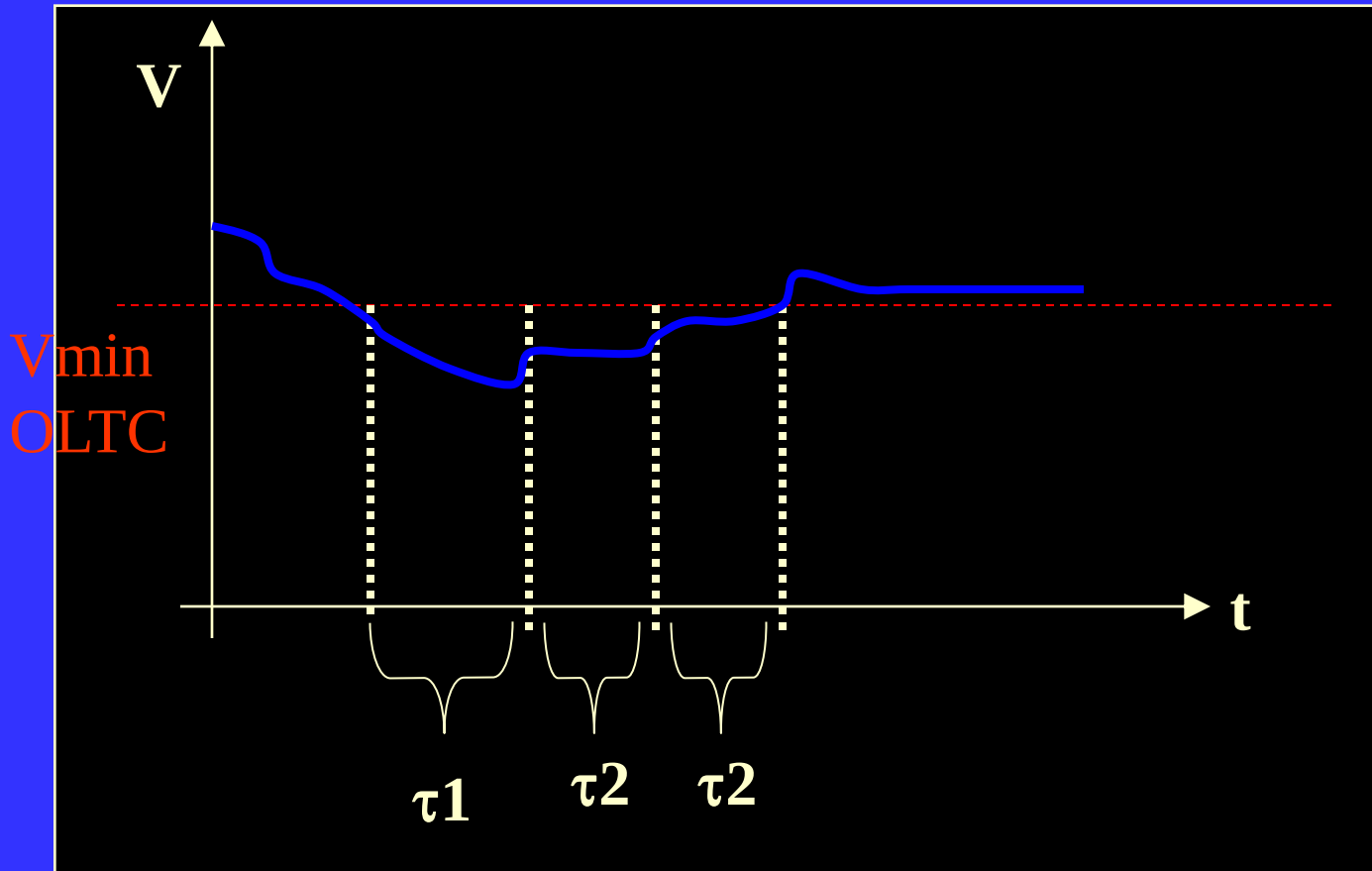
3 Acciones de Control

Desprendimiento de Carga



3 Acciones de Control

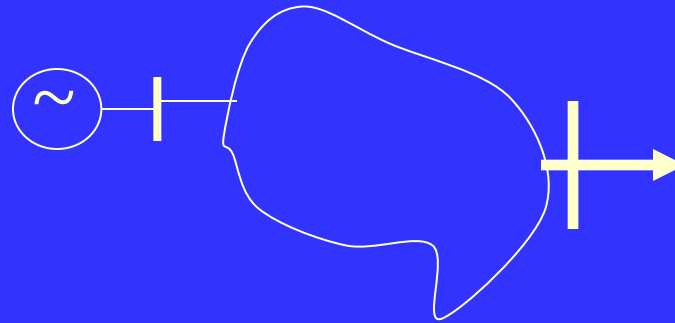
Acción de OLTC



5 Selección de Acciones de Control

Barra Critica

Generador Critico



Tensión final en la barra de carga=

= Tensión Inicial

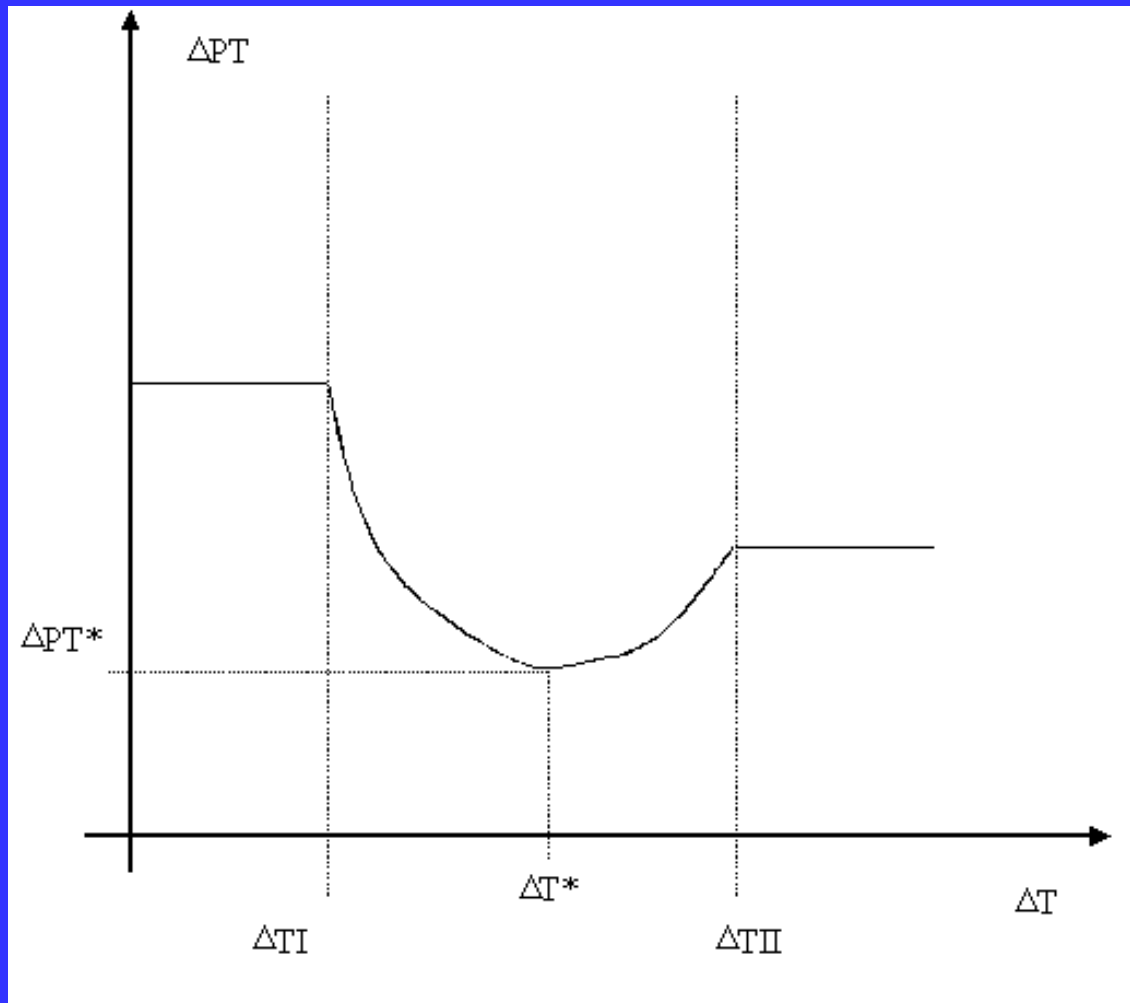
+Variación por Contingencia

+Variación por Desprendimiento de Carga

+Variación por Accion de OLTC

+Variación por Saturación del Generador

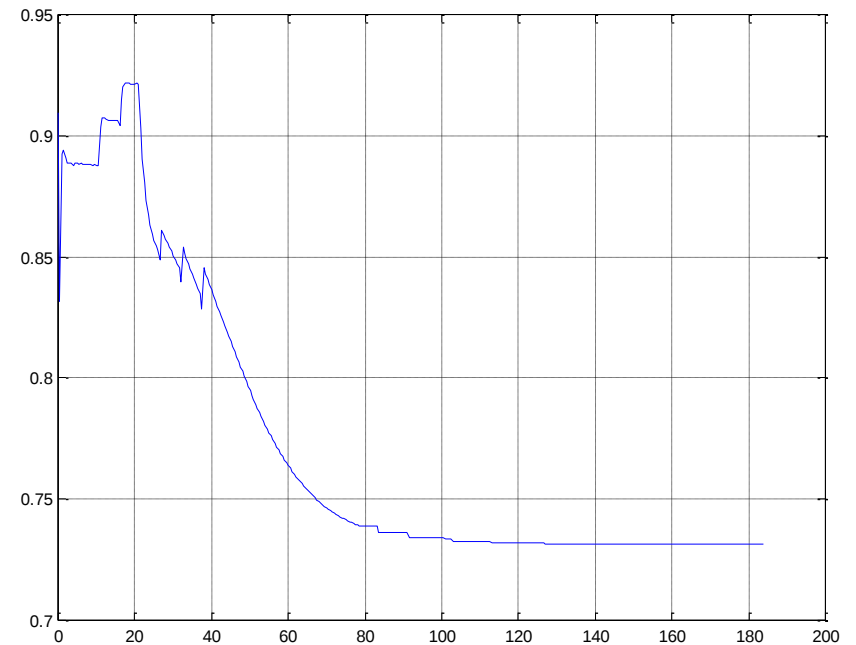
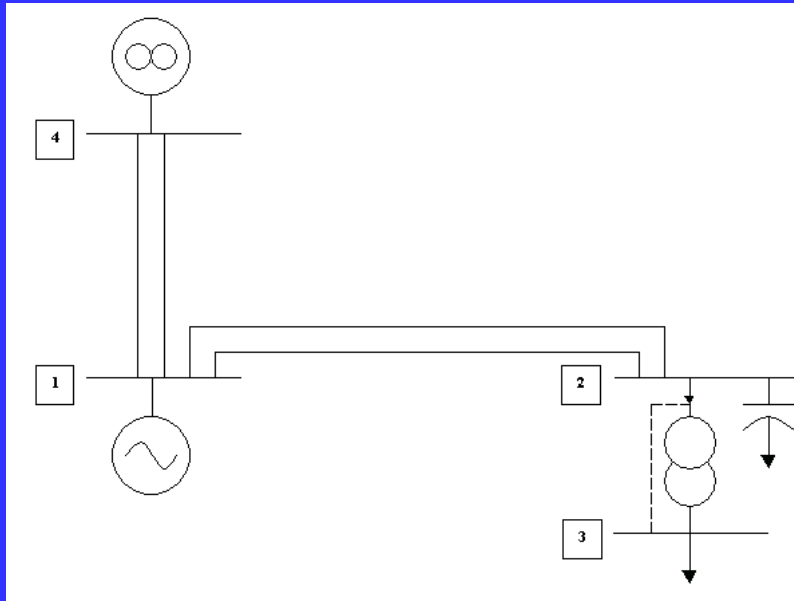
6 Forma General del Desprendimiento de Carga



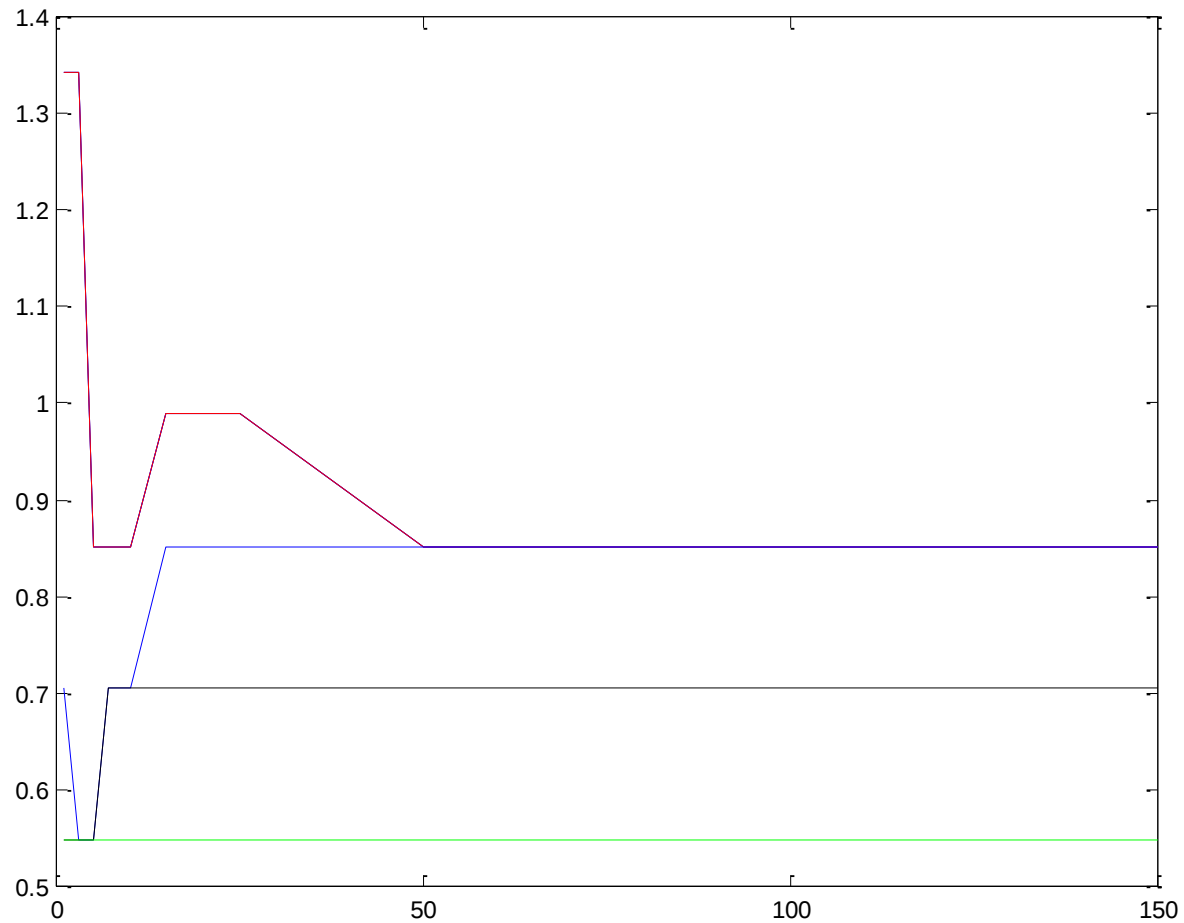
$$\Delta TI = \text{fun}(Vd, \Delta C, z, p)$$

$$\Delta TII = \text{fun}(Vd, \Delta C, z, p)$$

7 Sistema de 4 Barras



7 Sistema de 4 Barras



CONCLUSIONES

- *METODOLOGIA ENCUENTRA MINIMO DESPRENDIMIENTO DE CARGA*
- *APLICACIÓN A SISTEMA DE PRUEBA PRUEBA EXISTENCIA DE DESPRENDIMIENTO MINIMO*
- *METODOLOGIA APLICABLE PARA CONTROL DE EMERGENCIA DE COLAPSO DE TENSION*