

Protección Sistémica



FACULTAD DE
INGENIERIA



UNIVERSIDAD
DE LA REPUBLICA
URUGUAY

Año 2018



Desarrollo de la presentación

- ESTABILIDAD
- PROTECCIÓN SISTÉMICA (SPS, WAP,...)

Desarrollo de la presentación

- **ESTABILIDAD**
- **PROTECCIÓN SISTÉMICA (SPS, WAP,...)**

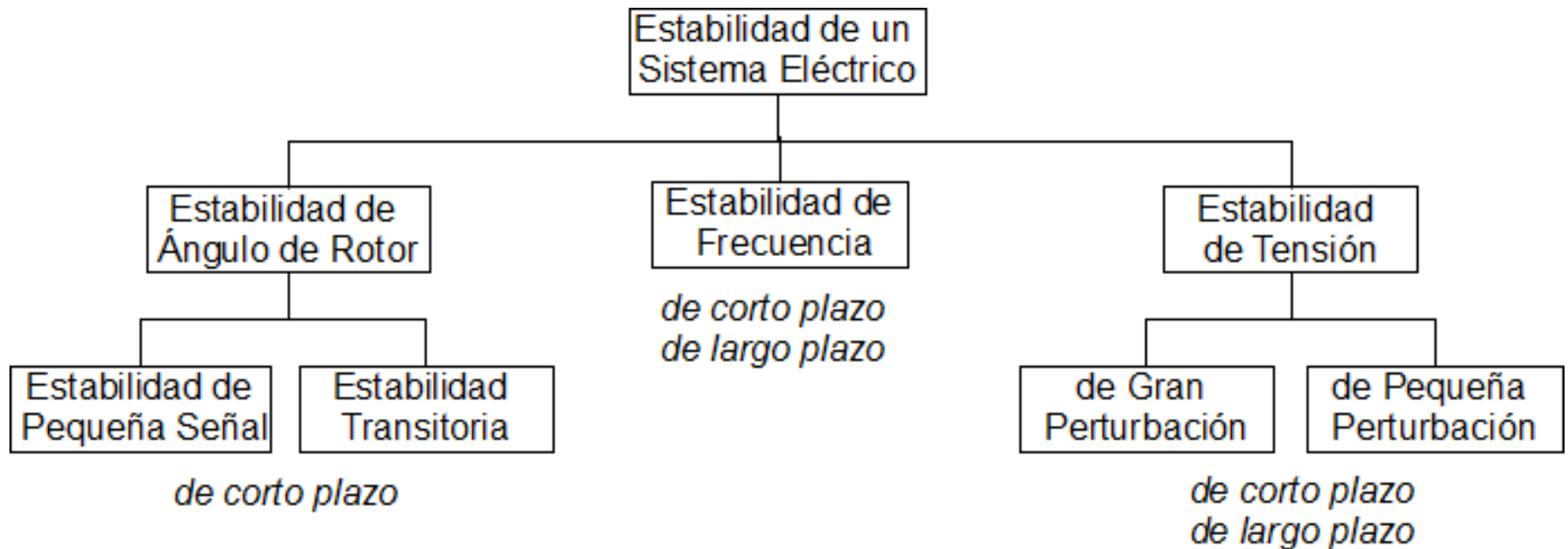
Estabilidad de un sistema eléctrico de potencia

La estabilidad es la propiedad que le permite permanecer operando en estado de equilibrio en condiciones de operación normal y que le permite luego de ser sometido a una perturbación recuperar a un estado de equilibrio aceptable.

La estabilidad es una única cuestión y esto siempre debe recordarse.

Sin embargo su estudio NO se aborda como un único problema ya que sería inviable por su complejidad.

Estabilidad



Estabilidad transitoria

Riesgos y consecuencias. Oscilaciones inestables.

- Calidad de servicio durante las oscilaciones (tensión, potencias transferidas)
- En los generadores y en el sistema.
- No abrir interruptores cuando el ángulo visto entre generadores es cerca de 180° (riesgo de dañar el interruptor)

Acciones posibles. Ver también presentación curso estabilidad

- Desconectar generación (*generator rejection*) y “*fast valving*”
- Cierre dinámico
- Conmutar cargas cerca de generadores
- Disparo automático de carga

Estabilidad en frecuencia

Carga > Generación \Rightarrow subfrecuencia

- Subfrecuencia es crítica en turbinas de vapor.
- Si las protecciones de subfrecuencia del generador lo sacan de servicio, el déficit de generación es mayor y el problema empeora.
- La subfrecuencia puede disminuir el rendimiento de servicios auxiliares de generadores (ventiladores, bombas) y hacer que los generadores también salgan de servicio.

Generación > Carga \Rightarrow sobrefrecuencia

- La sobrefrecuencia no es tan crítica para el sistema, en el sentido de que si un generador sale de servicio por su protección de sobrefrecuencia, la generación total disminuye.
- Pero si esa disminución de generación es demasiado grande (salida de varios generadores), puede ocurrir que Carga > Generación \Rightarrow subfrecuencia.

Estabilidad en frecuencia

Acciones posibles

- *Load shedding*. Coordinado con las funciones $f <$ de los generadores
- Disparo de líneas de interconexión ($f <$)
- Arranque de generadores hidráulicos si la frecuencia cae un poco
- Pasar los generadores hidráulicos de modo compensador a generador
- Formar islas “locales” para los generadores térmicos (preservarlos en servicio).
- Disparo de generadores hidráulicos ante $f >$ (*generator rejection*), para evitar la salida de generadores térmicos (preservarlos en servicio).
- Conexión de carga si hay *overshot* (sobrefrecuencia) luego de las acciones por una subfrecuencia.

Disparo en cascada de líneas.

Ante oscilaciones de potencia, variaciones de tensión y sobrecargas.

Casos.

- defectos en líneas paralelas,
- defectos cercanos a subestaciones con muchas líneas o generadores.
- disparo indeseado de protecciones ante faltas externas,
- disparos de las funciones de distancia ante oscilación de potencia,
- nuevo punto de funcionamiento dentro de alguna zona de distancia
- disparo de sobrecorriente temporizada de fases (respaldo),
- disparo funciones de sobrecarga (más largo plazo), etc.

Puede afectar las interconexión de regiones, especialmente si hay centros de carga y centros de generación.

Disparo en cascada de líneas.

Acciones posibles.

- Adecuada coordinación (márgenes, protecciones de selectividad relativa, teleprotección).
- Disparo preventivo de carga ante ciertas configuraciones (líneas abiertas)
- Arranque de turbinas de gas
- Bloqueo por oscilación de potencia.

Desarrollo de la presentación

- ESTABILIDAD
- PROTECCIÓN SISTÉMICA (SPS, WAP,...)

Formas de llamar a la Protección Sistémica

- SPS (System Protection Scheme)
antiguamente Special Protection Scheme
- SIPS (System Integrity Protection Scheme)
- RAS (Remedial Action Scheme)
- WAP (Wide Area Protection)

dentro de la disciplina

- WAMPAC (Wide Area Monitoring Protection and Control)

dentro del tema más amplio

- SMART GRIDS (Redes Inteligentes)

Función de los SPS

OBJETIVO.

- Detectar condiciones anormales del sistema eléctrico y
- tomar acciones correctivas predeterminadas (que no sean desconectar un equipo en falta)
- para preservar la integridad del sistema y permitir un desempeño aceptable del sistema

Función de los SPS

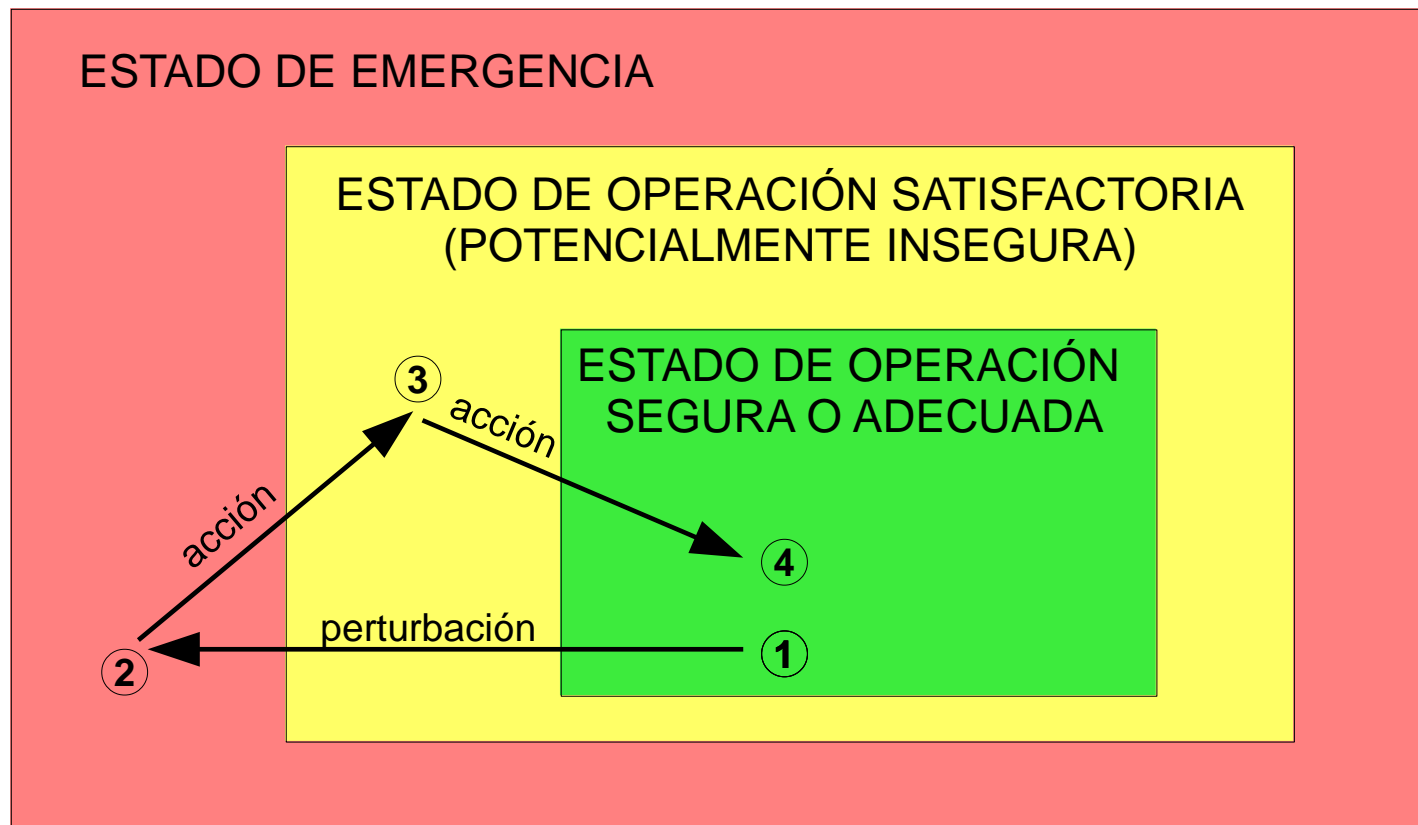
- Para saber si estamos ante una protección de equipo o ante un SPS, la pregunta a hacerse es:
¿estoy protegiendo a un equipo?

Ejemplo de frecuencia

- Funciones de frecuencia de los generadores
- Disparo de carga por subfrecuencia

Función de los SPS

Sacar al sistema eléctrico de un estado de emergencia llevándolo a una condición al menos satisfactoria.



Problemas a solucionar o disminuir con SPS.

SPS se justifica frecuentemente en casos donde está en juego la integridad del sistema eléctrico.

Eso puede ocurrir ante inestabilidades:

- Transitoria (de ángulo)
 - Pequeña señal (de ángulo)
 - Frecuencia
 - Tensión
- O
- Disparos en cascada

¿Para qué SPS?

- Mejorar la operación del sistema
- Operar más cerca de los límites del sistema
- Aumentar los límites de transferencia de potencia, con la misma seguridad
- Aumentar la seguridad del sistema, especialmente ante contingencias extremas que llevarían al colapso

Algunas características de los SPS:

- Protección para algunas contingencias seleccionadas y “raras” (fuera de los rango de diseño y operación normal del sistema)
- Sistemas que (con fines deseados) pueden **aumentar el riesgo** de operación, y que no sean funciones clásicas de protección
- No son equipos estándar con funciones estándar, sino que **son sistemas que se diseñan a medida**.
- Sistemas con **medidas y/o acciones en múltiples lugares, con acción coordinada**

Planes de Defensa

- Los SPS no pueden predecir o prevenir todas las contingencias posibles que llevan al colapso a un sistema de potencia.
- A veces algunos SPS pueden ser suficientes para proteger el sistema adecuadamente.
- Cuanto más grande y complejo es el sistema, más complejas son las acciones necesarias.
- Para ello es necesario que existan Planes de Defensa, en los que los SPS formen parte de dichos Planes.
- A veces se pueden tomar algunas acciones básicas mediante SPS para los cuales no es necesario que exista un Plan de Defensa (disparo de carga, o generación, etc.)

2 tipos de SPS. Basados en:

1) La respuesta del sistema

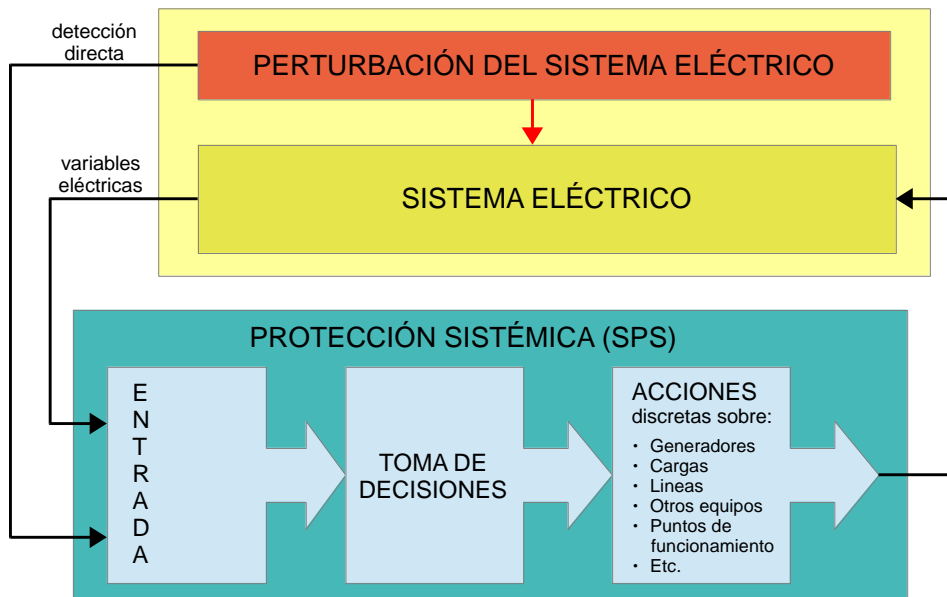
(medida de variables eléctricas
p. ej. tensión, frecuencia)

- Más generales, no importa el origen de la contingencia (perturbación)
- Puede servir para contingencias no estudiadas explícitamente

2) Eventos

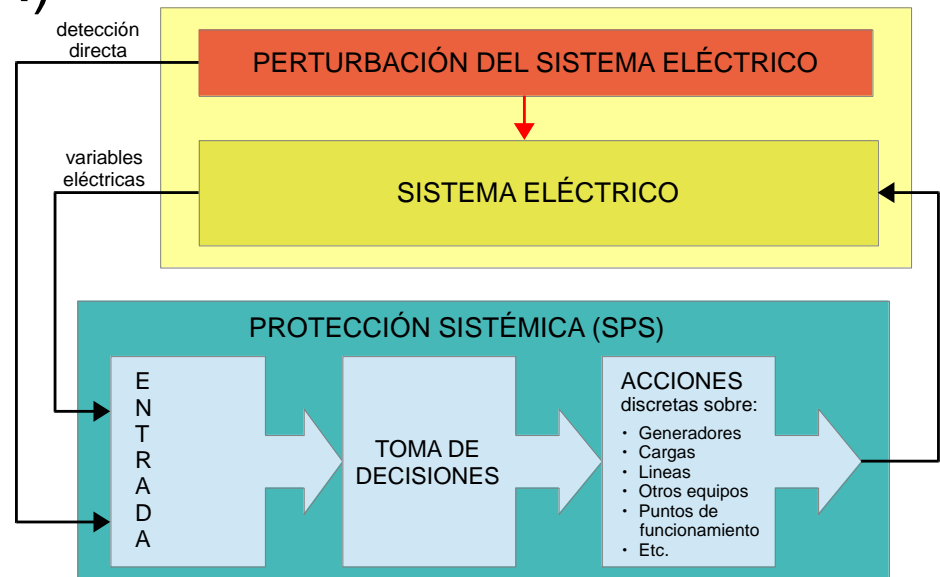
(o combinación de eventos,
por ej. apertura de líneas)

- Buenos para casos en que los eventos críticos son pocos y se pueden identificar
- Son más rápidos pues no se debe esperar a la respuesta del sistema ante el evento
- Requieren ser diseñados para todos los conjuntos de eventos



Decisiones del SPS mediante:

- Lógicas y algoritmos predeterminados (determinísticos)
- Matrices predeterminadas (determinísticas) según la condición o estado previo del sistema (casos finitos, rangos de las variables)
- Redes neuronales (ANN)
- Lógica difusa
- Algoritmos genéticos
- Sistemas expertos

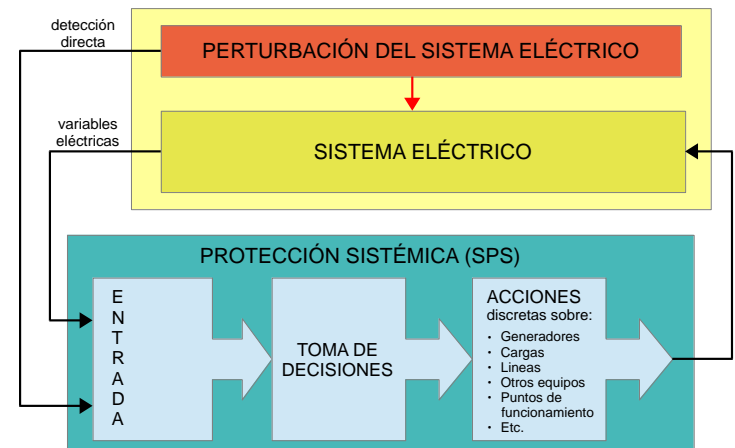


Acciones típicas o clásicas:

- Cambios en la carga (p ej. *load shedding*) DAC
- Cambios en la generación, (*generation rejection*) DAG
- Cambios en la interconexión entre sistemas DAD
- Cambios en la configuración del sistema

para mantener:

- Estabilidad del sistema
- Voltajes aceptables
- Frecuencia aceptable
- Flujos de potencia aceptables.



Acciones más modernas

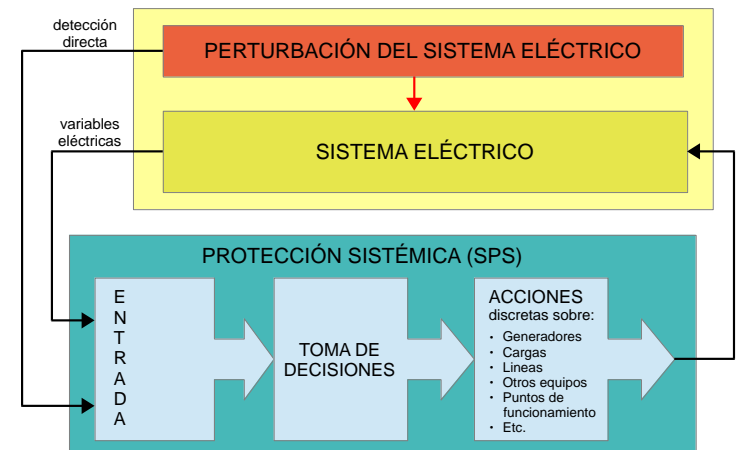
(usando electrónica de potencia):

- Cambios en la interconexión entre sistemas (DAD)
Conversores AC-DC-AC
- Acumuladores de energía (*Energy Storage Technologies*),
- TCSC (*Thyristor Controlled Series Capacitor*)
- ¿Otras posibilidades de uso de FACTS

(*Flexible AC Transmission System*)?

para mantener:

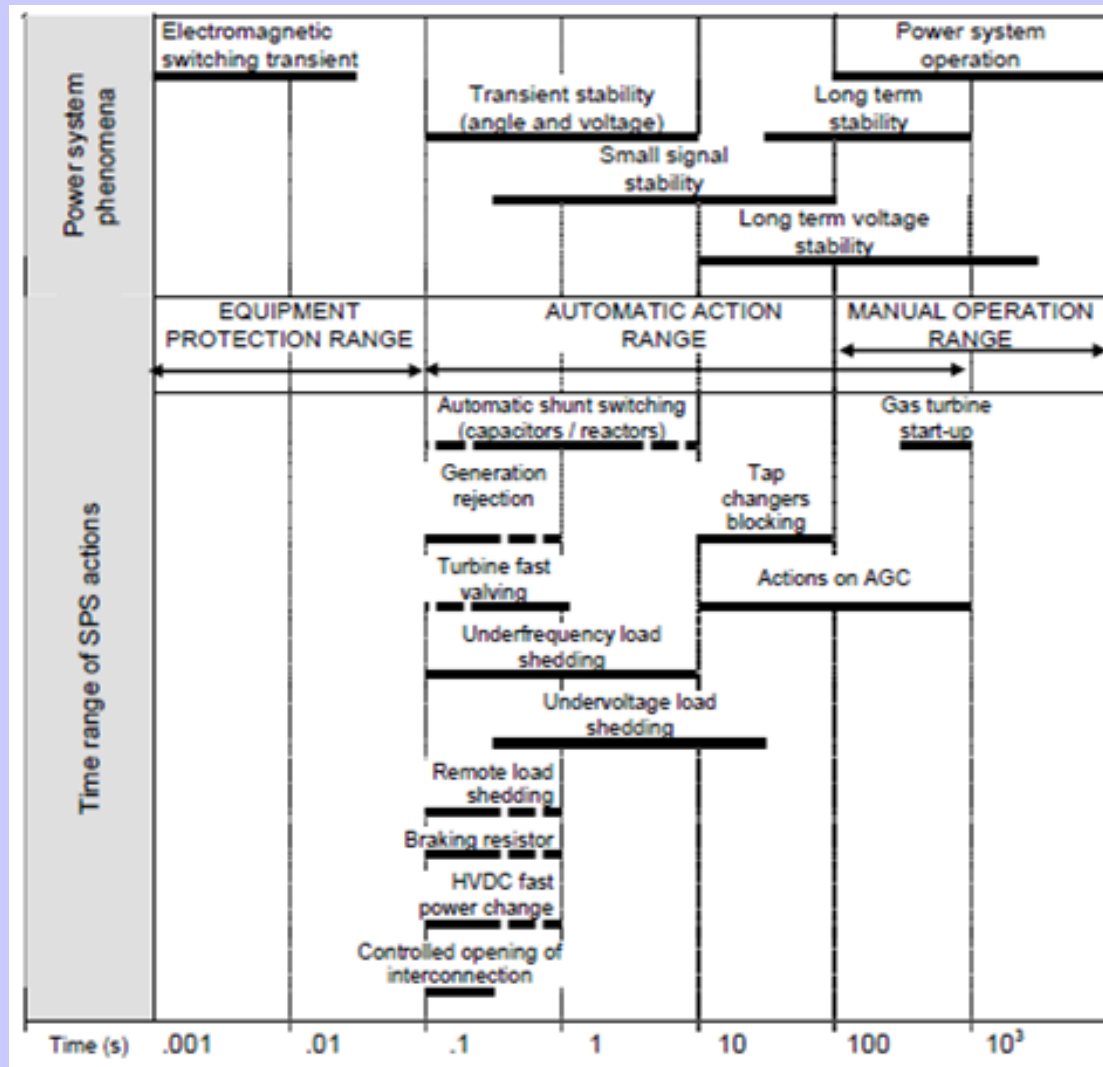
- Estabilidad del sistema
- Voltajes aceptables
- Frecuencia aceptable
- Flujos de potencia aceptables.



Ejemplos de acciones:

- Disparo de carga por subfrecuencia (*underfrequency load shedding*)
- Disparo remoto de generación, ante la pérdida de capacidad de transmisión
- Disparos ante posible colapso de tensión
- Disparos ante pérdida de sincronismo.

El tiempo para actuar



Algunos requisitos:

- Confiabilidad (Fiabilidad, *Reliability*).
 - *Dependability* (operar correctamente)
 - *Security* (no operar incorrectamente)
- Velocidad
- Disponibilidad
- Flexibilidad
- Coordinación (con los demás SPS y protecciones principales y respaldos)
- Pensar en el Ciclo de Vida
considerando no sólo Diseño y Obra, sino la Explotación (Operación y Mantenimiento)
Por ej. cambios en
 - Sistema eléctrico (expansión, etc.)
 - Criterios (reglamentos, normas, etc.)
 - Requerimientos (clientes, actores, involucrados, gerencia, técnicos, etc.)
 - Explotación (mantenimiento, operación)

Conocer la probabilidad de ocurrencia de los eventos, y gravedad de las consecuencias (el riesgo)

SPS y las comunicaciones

SPS pueden ser:

- Equipos y acciones locales (coordinados)
- Sistema basado en la comunicación entre equipos.

Para SPS basados en comunicación

(ya sea para la medida o para la ejecución de acciones)

la comunicación debe tener las siguientes características:

- rápida,
- buen ancho de banda (mucha información),
- confiable, con redundancia (separación física, no puede caer por un evento simple)
- adecuada señal durante contingencias
- con formas de verificar su performance
- con formas de monitoreo para evaluar equipos y la disponibilidad de los canales
- que evite operaciones indeseadas (por equipos o personas)

Para las acciones de SPS, el ancho de banda puede no ser crítico,

- PLC (onda portadora o *power line carrier*) puede ser suficiente

