



3. Curso de soluciones para Protección de Generadores Síncronicos

Datos del curso:

5 días hábiles, 8 horas/diarias, 40 horas en total

Dirigido a:

- Ingenieros Eléctricos y Técnicos de las Empresas que manejan Sistemas Eléctricos de Potencia

Visión General

Ingenieros que necesitan una comprensión completa de los conceptos de diseño y métodos utilizados en la protección de los sistemas de generación de energía eléctrica se beneficiaría de este curso.

Objetivos del Curso

Al término de este curso, los estudiantes pueden:

- Identificar los requisitos de protección de los generadores síncronicos
- Aplicar los principios de protección del sistema de generación
- Identificar y seleccionar los esquemas apropiados de protección para diversas aplicaciones de generador
- Determinación de la configuración de sistema de respaldo utilizando elementos de distancia de fase y sobre corriente.
- Aplicar las técnicas de puesta a tierra neutros de alta y de baja impedancia
- Calcular la configuración de los elementos de protección críticos de generadores, entre ellos:
 - diferencial y falla a tierra
 - Los elementos de protección de pérdida de sincronismo
 - Pérdida de campo, sobreexcitación, y sobretensión
 - Conocer métodos para sincronizar correctamente generadores.

Requisitos del curso

Requisitos previos



Se requiere un grado en ingeniería eléctrica o experiencia equivalente. Además, Protección de Sistemas de Potencia de ingenieros o de lo siguiente:

- La familiaridad con los sistemas de generación de energía eléctrica
- Un conocimiento básico del diseño de protección del relé, componentes simétricas, y la protección de sistema potencia
- Un conocimiento práctico de trigonometría, cálculo básico, números complejos, y conceptos de fasores.

Temas

Tema 1: Introducción a generadores Sincrónicos

- 1.1 Generador sincrónico básico
- 1.2 Conexión de generadores a un sistema de potencia
- 1.3 Modelo de corto circuito del generador sincrónico
- 1.4 Prácticas de puesta a tierra del generador
- 1.5 Guías ANSI/IEEE de Protección de generadores.
- 1.6 Configuración típica para generador-transformador

Tema 2: Protección de falas entre fases del estator del generador.

- 2.1 Tipos de esquemas diferenciales.
- 2.2 Protección de fallas entre espiras.
- 2.3 Diferencial total.

Tema 3: Protección de Tierra en el Campo

- 3.1 Métodos de Protección
- 3.2 Protección de respaldo
- 3.3 Consideraciones de disparo.

Tema 4: Protección de Falla a tierra en el devanado del estator.

- 4.1 Puesta a Tierra del estator de Baja Impedancia.



4.2 Métodos de protección convencionales del devanado del estator con alta impedancia.

4.3 Métodos de protección para falla a tierra en 100% del devanado del estator.

4.4 Modo de Disparo

4.5 Ejemplo de cálculo de las cantidades de secuencia cero y cómo determinar los valores y capacidades de los elementos de puesta a tierra.

Tema 5: Protección contra frecuencia anormal.

5.1 Operación a frecuencia anormal de plantas generadoras de vapor.

5.2 Capacidad de alta/baja frecuencia del generador.

5.3 Límites de operación típicos de turbinas de vapor a carga parcial o plena durante frecuencia anormal.

5.4 Consideraciones de baja frecuencia–Auxiliares de una planta de vapor.

5.5 Consideraciones de baja frecuencia en los auxiliares de las plantas generadoras nucleares.

5.6 Operación con frecuencia anormal de unidades generadoras de ciclo combinado.

5.7 Unidades generadoras hidráulicas.

Tema 6: Protección de Sobreexcitación y sobretensión.

6.1 Fundamentos de sobreexcitación

6.2 Límites de Operación de Equipos

6.3 Esquemas de Protección y Características

6.4 Filosofía de Disparo

Tema 7: Pérdida de la señal de transformadores de potencial.

7.1 Detección de Falla por Análisis de Componente Simétrica.

7.2 Ferroresonancia y puesta a Tierra de los TP.

Tema 8: Protección contra pérdida de campo.

8.1 Daño al Generador



8.2 Efectos en el Sistema de una condición de Pérdida de Campo.

8.3 Características de la Pérdida de campo del Generador.

8.4 Protección.

8.5 Modo de Disparo

Tema 9: Relé de Protección de Generadores por pérdida de Sincronismo.

9.1 Efectos en los generadores que operan fuera de sincronismo.

9.2 Características de la pérdida de Sincronismo.

9.3 Características de la pérdida de Sincronismo del Generador.

9.4 Esquemas de relés de pérdida de sincronismo para generadores.

9.5 Esquema de relé Mho simple.

9.6 Esquema de doble lente y doble visera.

9.7 Esquema de Circulo concéntrico.

9.8 Aplicación de un relé mho para la protección de pérdida de sincronismo de varias unidades

9.9 Estabilidad del Sistema

9.10 Ayudas a la estabilidad.

Tema 10: Protección de Desbalance de corriente (secuencia negativa).

10.1 Daños al generador por secuencia negativa.

10.2 Calentamiento del generador por secuencia negativa.

10.3 Capacidad de secuencia negativa del generador.

10.4 Características del relé de secuencia negativa.

10.5 Esquemas de Protecciones de secuencia negativa.

Tema 11: Protección de Respaldo del Sistema.

11.1 Protección de falla entre fase.

11.2 Respaldo de Sobre corriente de fase.



11.3 Respaldo de Distancia de Fase

11.4 Protección de respaldo de tierra.

11.5 Consecuencias.

Tema 12 Energización Inadvertida del generador.

12.1 Errores de Operación

12.2 Arqueo de los contactos del interruptor.

12.3 Respuesta del generador debido a la energización monofásica.

12.4 Respuesta del generador ante una energización trifásica.

12.5 Daños del generador debido a una energización inadvertida.

12.6 Daños a máquinas Hidro.

12.7 Respuesta de la protección convencional del generador a la energización inadvertida.

12.8 Protección deshabilitada.

12.9 Relé de Pérdida de Campo.

12.10 Relé de Potencia inversa.

12.11 Relé de secuencia negativa.

12.12 Protección de fallo de interruptor.

12.13 Relé de respaldo del Sistema.

12.14 Esquema de Protecciones para detectar energización inadvertida.

12.15 Relé de sobre corriente supervisado por frecuencia.

12.16 Relé de sobre corriente supervisado por tensión.

12.17 Relé de sobre corriente direccional.

12.18 Relé de impedancia

12.19 Relé de sobre corriente habilitados con contacto auxiliar.

12.20 Esquemas de protección dedicados para detectar arqueo del interruptor del generador.



12.21 Esquema de falla interruptor modificado.

12.22 Discordancia de polos del interruptor.

Tema 13. Falla de interruptor de generador

13.1 Lógica de falla de interruptor del generador.

13.2 Protección contra Flashover del interruptor del generador abierto.

Tema 14: Disparo del Generador.

14.1 Esquemas de disparos



1) Soluciones para Protección de Generadores Sincrónicos.

Agenda

Día 1

Tiempo	Tema	Sección
9 am-9:30 am	Bienvenida e Introducción	
9:30 am – 10:30 am	Prueba de comprobación de Conocimientos	1
10:30 am – 11am	Falla entre fases en el estator	2
11 am -11:15 am	Coffee Break	
11: 15 am- 1:30 pm	Protección de tierra en el campo, y en el estator	3
1:30 pm-2pm	Almuerzo	
2 pm- 4 pm	Protección contra frecuencia anormal	5
4 pm -6 pm	Protección de Sobreexcitación	6



Día 2

Tiempo	Tema	Sección
9 am-10 am	Prueba de comprobación de Conocimientos	7
10 am – 10:30 am	Protección de sobretensión	8
10:30 am 11 am	Pérdida de señal de Transformador de Potencial	9
11 am -11:15 am	Coffee Break	
11: 15 am- 1:30 pm	Protección de Pérdida de Campo	10
1:30 pm-2pm	Almuerzo	
2 pm -6 pm	Protección contra pérdida de Sincronismo	11



Día 3

Tiempo	Tema	Sección
9 am-10 am	Prueba de comprobación de Conocimientos	12
10 am- 11 am	Protección contra pérdida de Sincronismo (continuación)	13
11 am -11:15 am	Coffee Break	
11: 15 am-1:30 pm	Protección de Desbalance de corriente (secuencia negativa)	14
1:30 pm-2pm	Almuerzo	
2 pm - 4pm	Protección de Desbalance de corriente (secuencia negativa) Continuación	15
4 pm – 6pm	Protección de respaldo del Sistema	16

Día 4

Tiempo	Tema	Sección
9 am-10 am	Prueba de comprobación de Conocimientos	17
10 am- 11 am	Energización Inadvertida del Generador	18
11 am -11:15 am	Coffee Break	
11: 15 am-1:30 pm	Energización Inadvertida del Generador (Continuación)	19
1:30 pm-2pm	Almuerzo	
2 pm – 6 pm	Falla de Interruptor de Generador	21



Día 5

Tiempo	Tema	Sección
9 am-10 am	Prueba de comprobación de Conocimientos	22
10 am- 11 am	Disparo del Generador	23
11 am -11:15 am	Coffee Break	
11: 15 am-1:30 pm	Disparo del Generador	24
1:30 pm-2pm	Almuerzo	25
2 pm – 4pm	Sincronismo de Generadores	26
4 pm – 6 pm	Conclusiones de Curso.	27