

Contenido de la formación

Protecciones eléctricas con PowerFactory

Sobreintensidad, faltas a tierra, diferencial y distancia: modelado, ajuste y verificación con PowerFactory 2026

Introducción

El diseño y el ajuste de los sistemas de protección es uno de los aspectos más importantes para la operación segura de los sistemas eléctricos de potencia. Mediante la realización de ejemplos prácticos, los participantes se familiarizan con los conceptos fundamentales de los relés de sobreintensidad, de distancia y diferenciales, y con la forma de modelarlos en DlgSILENT PowerFactory. Se presentan también esquemas no convencionales de protección, tales como la protección de sobreintensidad direccional, el diseño de enclavamientos de seguridad y bloqueo, y los esquemas comunicados con comparación de señales procedentes de distintos equipos de protección. La tercera jornada se dedica a la aplicación avanzada: el asistente de coordinación, la verificación automática de los ajustes de toda la red, la creación y la adaptación de modelos de relé y el comportamiento de las protecciones dentro de la simulación dinámica. Cada módulo alterna una presentación de los conceptos con ejercicios prácticos sobre el proyecto de formación.

¿A quién va dirigido este curso?

A ingenieros de planificación y operación de sistemas eléctricos, así como a ingenieros de proyectos, cuyas tareas incluyen la coordinación, la configuración y la verificación de relés de protección en redes de transporte, redes de distribución o instalaciones industriales. Para garantizar un mejor aprovechamiento del curso se recomienda a los participantes estar ya familiarizados con el entorno de DlgSILENT PowerFactory y disponer de experiencia previa en el programa en cálculos de flujo de cargas y de cortocircuito; para adquirirla siempre es posible asistir previamente al curso de Análisis de flujo de cargas y cortocircuito, disponible también en nuestra oferta de cursos.

JORNADA 1

MÓDULO 1: Fundamentos de la tecnología de protección

Presentación: Conceptos básicos de protección

1 h

Explicación de los términos, las tareas y los requisitos de la tecnología de protección, con un enfoque en la protección de sobreintensidad: selectividad, rapidez, sensibilidad, fiabilidad y seguridad. Zonas de protección, protección principal y protección de reserva, reserva local y remota. Funciones ANSI más habituales y su correspondencia con los modelos de PowerFactory. Curvas de tiempo definido y de tiempo inverso normalizadas según IEC 60255 e IEEE C37.112, y criterios de margen de coordinación entre escalones.

Presentación: Modelado de relés y transformadores de medida en PowerFactory

45 min

Estructura de un dispositivo de protección en PowerFactory: tipo de relé, marco de bloques y elementos de medida, temporización, lógica y disparo. Biblioteca global de modelos de fabricante y creación de relés a partir de ellos. Modelado de los transformadores de intensidad y de tensión: relación de transformación, clase de precisión, saturación, polaridad y conexión al cubículo. Asignación del interruptor mandado y de las señales de bloqueo entre equipos.

Ejercicio: Montaje de un relé y de sus transformadores de medida

30 min

Inserción de un relé de sobreintensidad en un cubículo a partir de un modelo de la biblioteca. Definición de los transformadores de intensidad y de tensión asociados y comprobación de la relación de transformación y de la orientación de la medida. Lectura de las señales internas del modelo y verificación de que el equipo ve la intensidad esperada para una falta situada aguas abajo.

MÓDULO 2: Protección de sobreintensidad

Presentación: Herramientas de evaluación del concepto de protección

30 min

Presentación de las herramientas disponibles en PowerFactory para evaluar un concepto de protección: diagramas de coordinación tiempo-intensidad, definición de la ruta de coordinación, ejecución de faltas sobre elementos y barras, y secuencia de disparo con los tiempos de actuación de cada equipo. Representación de las curvas de límite térmico y de las curvas de arranque de motor sobre el mismo diagrama, y lectura de los informes de ajustes y de resultados.

Ejercicio: Protección de sobreintensidad en una instalación industrial**1 h 30 min**

Modelado de los dispositivos de protección de sobreintensidad de una instalación industrial y cálculo de los valores de ajuste atendiendo a la selectividad, teniendo en cuenta las curvas de límite térmico de los transformadores y la curva de arranque del motor. Elección de la curva y del escalón instantáneo, comprobación de los márgenes de coordinación sobre el diagrama tiempo-intensidad y verificación del alcance frente a la intensidad mínima de falta.

MÓDULO 3: Faltas a tierra y protección direccional**Presentación: Protección de faltas a tierra y direccionalidad****30 min**

Regímenes de puesta a tierra del neutro y su efecto sobre la intensidad de falta y sobre el criterio de detección. Medida de la intensidad residual frente a la medida en el neutro del transformador. Principio de la protección direccional: magnitudes de polarización, ángulo característico y sector de disparo. Aplicación a esquemas de alimentación doble y a redes malladas.

Ejercicio: Protección de faltas a tierra y sobreintensidad direccional**1 h 15 min**

Modelado del transformador de medida de intensidad en el punto neutro de la estrella de un transformador y ajuste de la protección de faltas a tierra. Detección de la dirección de las intensidades de falta y representación de las señales internas de intensidad y de tensión del modelo en un diagrama vectorial. Comprobación del comportamiento del equipo para faltas situadas delante y detrás del punto de medida.

JORNADA 2

MÓDULO 4: Protección diferencial

Presentación: Principio de la protección diferencial

45 min

Principio de funcionamiento de la protección diferencial y ámbitos de aplicación: transformador, barras, línea y máquina. Característica de disparo con frenado y su justificación: error de los transformadores de intensidad, regulación en carga y saturación. Corrección del grupo de conexión y de la relación de transformación, eliminación de la componente homopolar y bloqueo por armónicos frente a la intensidad de conexión del transformador.

Ejercicio: Protección diferencial de transformador

1 h 15 min

Simulación de dispositivos de protección diferencial y representación de las características de disparo en PowerFactory. Ajuste de la característica con frenado, comprobación de la estabilidad frente a una falta externa y verificación de la sensibilidad frente a una falta interna. Representación del punto de trabajo sobre el plano de la característica para cada falta calculada.

MÓDULO 5: Protección de distancia: fundamentos y ajuste

Presentación: Principio de funcionamiento y modelos de distancia

1 h

Principio de funcionamiento de los dispositivos de protección de distancia: medida de la impedancia, lazos de falta fase-fase y fase-tierra, y factor de compensación de tierra. Características poligonal y de tipo mho, elementos de arranque y direccionalidad. Zonas y temporizaciones escalonadas. Modelos de dispositivo disponibles en PowerFactory y presentación de las herramientas de cálculo para el análisis de la coordinación: diagrama de impedancias y diagrama tiempo-distancia.

Ejercicio: Protección de distancia en redes de transporte

1 h 30 min

Modelado de los dispositivos de protección de distancia y cálculo de los ajustes de acuerdo con los criterios dados. Cálculo automático de los valores de configuración y evaluación de la efectividad de los valores calculados teniendo en cuenta las diferentes configuraciones de red. Modelo de protección con compensación y comprobación del alcance de cada zona sobre el diagrama de impedancias.

MÓDULO 6: Criterios de zona y visualización de alcances

Presentación: Criterios de selección de las zonas de distancia

30 min

Revisión de los diversos criterios de selección para las zonas de protección de distancia: alcance de la primera zona frente al error de medida, cobertura de la línea adyacente en segunda zona y función de reserva remota en tercera zona. Efecto de la inyección de potencia de un generador intermedio y de las líneas paralelas sobre la impedancia vista por el equipo.

Ejercicio: Criterios de zona y visualización avanzada de los alcances**1 h**

Aplicación de los criterios de selección sobre una red de transporte. Comprobación del efecto de la inyección de potencia de un generador y de las líneas paralelas en la protección de distancia. Representación del comportamiento de diferentes variables de protección a lo largo de una ruta de coordinación y lectura del diagrama tiempo-distancia para detectar solapes y huecos entre zonas.

JORNADA 3

MÓDULO 7: Ajuste automático y verificación de los ajustes

Presentación: Asistente de coordinación de protecciones 30 min

Presentación del asistente de coordinación de protecciones: definición de las reglas de ajuste, selección de los equipos y de las zonas de la red sobre las que actúa, y orden de resolución. Criterios que aplica el asistente y parámetros que quedan bajo el control del usuario. Interpretación de los ajustes propuestos y de los avisos generados.

Ejercicio: Selección automática de ajustes de protección 1 h

Uso del asistente de coordinación de protecciones en una red real. Definición de las reglas, ejecución del ajuste automático sobre un conjunto de equipos y revisión crítica de los valores obtenidos sobre los diagramas de coordinación. Ajuste manual de los casos que el asistente no resuelve de forma satisfactoria.

Presentación: Verificación automática de los ajustes de protección 30 min

Verificación automática de la operación coordinada de los dispositivos de protección en una red entera considerando varios criterios, mediante la herramienta de auditoría de protección. Definición de los casos de falta que se barren, de los criterios de aceptación y de los márgenes exigidos. Estructura del informe de resultados y localización de los equipos que incumplen cada criterio.

Ejercicio: Verificación de los ajustes de protección 1 h

Verificación automática de la configuración de las protecciones en una red completa considerando varios criterios de cortocircuito. Ejecución de la auditoría sobre el conjunto de la red, análisis del informe obtenido y corrección de los ajustes de los equipos señalados. Repetición de la auditoría para confirmar que los incumplimientos quedan resueltos.

MÓDULO 8: Creación y adaptación de modelos de relé

Presentación: Creación de modelos para relés de protección 45 min

Conceptos básicos para modelar dispositivos de protección en PowerFactory: bloques de medida, de característica, de temporización y de lógica, y su conexión dentro del marco del relé. Realización de pequeñas modificaciones sobre un modelo existente, por ejemplo implementar un esquema particular de protección comunicado con comparación de señales, o simplificar un modelo para una aplicación específica. Uso del lenguaje DSL en los bloques propios.

Ejercicio: Adaptación de un modelo existente de dispositivo de protección 1 h 15 min

Implementación de un esquema comunicado de protección con comparación de señales entre dos dispositivos de protección de distancia de diferentes fabricantes. Definición de las señales intercambiadas, de la lógica de emisión y de recepción y del retardo de comunicación, y comprobación del funcionamiento del esquema frente a faltas internas y externas a la línea protegida.

MÓDULO 9: Las protecciones en la simulación dinámica**Presentación: Comportamiento de las protecciones en simulación dinámica 30 min**

Participación de los dispositivos de protección en la simulación dinámica RMS y EMT: señales de entrada del relé, generación automática de los eventos de maniobra al producirse el disparo y efecto del despeje sobre la estabilidad del sistema. Modelado del reenganche automático y del fallo de interruptor. Diferencias entre la evaluación estática basada en cortocircuitos y la verificación dinámica.

Ejercicio: Disparo y reenganche en una simulación dinámica 30 min

Simulación de una falta en una línea protegida por distancia, con despeje por la protección y reenganche automático posterior. Lectura de los tiempos de actuación y de los eventos de maniobra generados, y comprobación del comportamiento del sistema. Resumen de la formación y espacio para preguntas abiertas.

Horario (hora peninsular)

Jornada	Hora
Primer bloque de 90 minutos	9:00
Segundo bloque de 90 minutos	10:30
Tercer bloque de 90 minutos	12:00
Cuarto bloque de 90 minutos	13:30
Fin de la jornada	15:00



DIGSILENT Ibérica, S.L.
Javier Ferrero 8 dup, Bajo A
28002 Madrid
España

T +34 91 125 33 79
info@digsilentiberica.es

www.digsilentiberica.es