

Análisis de Sistemas de Potencia empleando DIgSILENT PowerFactory

Nivel I: Básico

Arequipa, Perú

21-22 Octubre 2013

1. Introducción

La complejidad de los sistemas de potencia ha crecido significativamente en los últimos tiempos, especialmente debido a la integración de energía renovable. En tal sentido, el análisis de los grandes sistemas de potencia modernos se ha transformado en un problema de complejidad creciente. Sin embargo, el acelerado desarrollo tecnológico ha permitido en tiempo reciente el desarrollo de programas de computación altamente eficientes para acometer los estudios de análisis de grandes sistemas de potencia. DIgSILENT PowerFactory,

DIgSILENT PowerFactory es una muy poderosa herramienta de diseño asistido por computadora (CAD) en el análisis de sistemas eléctricos de potencia. Este programa permite al análisis de sistemas eléctricos de diversas aplicaciones: generación, transmisión, distribución e industrial. Este programa posee una característica de integración de funciones de cálculo y base de datos, que agiliza los cálculos, y combina capacidad de modelado flexible y altamente confiable con algoritmos de solución altamente eficientes.

El Nivel I de este seminario ha sido diseñado para presentar una muy completa introducción al concepto de trabajo y operación (*handling*) dentro del programa DIgSILENT PowerFactory, la representación de redes y equipos de potencia dentro del programa es extensivamente examinada. Y además, se cubre una completa introducción a de una de las más importantes funciones de cálculo dentro del PowerFactory para el análisis de sistemas de potencia: Análisis de flujo de potencia (*load flow analysis*).

2. Descripción

Este seminario teórico-práctico está diseñado para presentar principales las funcionalidades de cálculo del DIgSILENT PowerFactory usadas para el análisis de sistemas de potencia.

Estos análisis están especialmente orientados a las actividades de planificación y operación de sistemas de potencia (no limitativo), incluyendo los sectores: generación, transmisión, distribución y sistemas industriales.

El Nivel I de éste seminario está destinado a abordar aspectos fundamentales para el usuario que comienza el uso de la herramienta:

- (i) **Introducción al concepto de trabajo y operación dentro del programa DIgSILENT PowerFactory el denominado *handling*.** DIgSILENT PowerFactory ofrece un ambiente muy interactivo y flexible, sin embargo, es sumamente importante comprender la lógica de operación y manejo de datos, entradas/salidas y procesos en el programa.
- (ii) **Representación de redes y equipos de potencia.** La simulación de sistemas eléctricos de potencias requiere un buen entendimiento de los modelos matemáticos empleados para describir el comportamiento de los equipos de potencia y en general de la red. En este aspecto, una comprensiva explicación de los modelos y aspectos de representación para diferentes análisis son tratados
- (iii) **Completa introducción a una de las importantes funciones de cálculo en el análisis de sistemas de potencia: Análisis de *flujo de potencia (load flow analysis)*.** Se aborda el problema clásico de flujo de potencia en sistemas de potencia trifásicos balanceados y desbalanceados, y se incluye una discusión apropiada sobre los métodos de control de flujo de potencia en sistemas de potencia tradicionales: control de voltaje-potencia reactiva y control de potencia activa. La función de cálculo de flujo de potencia en DIgSILENT (ComLdf) es utilizada para analizar el sistema de potencia en régimen estacionario y en condiciones no falladas. Esta funcionalidad, en esencia, permite calcular el flujo de potencia la potencia activa en todas las ramas (*branches*), y la magnitud y ángulo de fase del voltaje en todas las barras. Aspectos sobre la modelación de cargas para flujo de potencia son tratados, incluyendo la dependencia de voltaje de las cargas.

El enfoque de este seminario es el uso del DIgSILENT PowerFactory como una herramienta para la modelación y simulación en análisis de sistemas de potencia.

Este curso tiene un enfoque teórico-práctico (*activity led learning*), por lo que se prevé la realización de ejercicios de aplicación trabajando con el programa, a fin de ayudar a la interpretación de los fenómenos teóricos y al mismo tiempo, comprender los mecanismos prácticos para lograr los resultados (*problem based learning*).

3. Objetivo Terminal

Los participantes en éste curso disfrutaran de una experiencia única de aprendizaje sobre la funcionalidad de cálculo de flujo de potencia en DIgSILENT PowerFactory

Los objetivos específicos del Nivel I son:

1. Introducir el concepto de trabajo y operación dentro del programa DIgSILENT PowerFactory (*Data Management and Handling*).
2. Presentar una introducción exhaustiva e integral de las funciones básicas de software DIgSILENT PowerFactory.
3. Introducir el problema de flujo de potencia y su solución.
4. Presentar una visión integral de las funciones básicas y avanzadas de la función de cálculo de flujo de potencia (ComLdf) en DIgSILENT PowerFactory para el análisis de flujo de sistemas de potencia.
5. Utilizar eficientemente la función de cálculo de flujo de potencia (ComLdf) en DIgSILENT PowerFactory para el análisis de flujo de sistemas de potencia.

Algunos aspectos de *Data Management and Handling*, pueden ser tratados en el curso a fin de optimizar el uso de la función de cálculo de flujo de potencia (ComLdf) en DIgSILENT PowerFactory

4. Pre-requisitos

El análisis de los sistemas eléctricos de potencia reales, requiere un buen conocimiento teórico/práctico del comportamiento de los diferentes elementos que lo componen y en diferente régimen y condiciones de operación.

Los aspectos de modelación y simulación de sistemas eléctricos de potencia son importantes para comprender y analizar los resultados de simulaciones computarizadas.

En tal sentido, el participante del curso de análisis de sistemas eléctricos de potencia se espera que posea un buen background conceptual y práctico en modelación y simulación de sistemas de potencia.

Es altamente recomendable conocimientos elementales de:

- Flujo de Potencia: Planteamiento del problema de flujo de potencia, ecuación de balance de potencia, métodos de solución (Newton-Raphson, Gauss-Seidel, Desacoplado, Desacoplado Rápido, etc.), interpretación de la solución del flujo de potencia, control de potencia reactiva y voltaje.
- Nociones elementales de la actividad de planificación en sistemas eléctricos de potencia.

Por tratarse de un curso a nivel básico **NO se requiere** que el participante disponga de un conocimiento de las técnicas básicas usadas en DIgSILENT PowerFactory (sin embargo, sería altamente beneficioso). Buen manejo del ambiente Windows y aplicaciones como MS Office son requeridas.

5. Programa

1° Día:

9:00 h

Sesión de la Mañana

Introducción al curso: presentación de objetivos, contenido y didáctica.

Introducción. Entrando en el programa de simulación DIgSILENT PowerFactory.

- ▶ Estructura y principios de operación de operación DIgSILENT PowerFactory; ejemplos.
- ▶ Conexión, Control de usuarios, y ajustes del programa.
- ▶ Descripción de la funcionalidad principal.
- ▶ Definiciones de barras de herramientas Base de datos y el manejador de datos

Ejercitación:

Reconocimiento de la estructura y principios de operación de DIgSILENT PowerFactory.

Ejercicio 1: Uso de la base de datos y manejador de datos

12.30 h

Almuerzo

13.30 h

Sesión de la Tarde

- ▶ Gestión de proyectos; iniciar un proyecto desde cero.
- ▶ Interfaz Gráfica de Usuario (*Graphical User Interface*) / usar el diagrama unifilar, entrando en una red o la definición de elementos de la red
- ▶ Rellenar la base de datos / usando el Administrador de Datos (*Data Manager*).
- ▶ Uso de la Biblioteca y construido en la creación de una biblioteca de usuario

Ejercitación:

Creación de un proyecto desde cero, paso a paso

Ejercicio 2: *P.M Anderson Test System*. 3 machines-9 bus system.

17.00 h

Final del primer día

2° Día:

9:00 h Sesión de la Mañana

Introducción al análisis de sistema de potencia

- ▶ Definición de sistema de potencia.
- ▶ Condiciones normales y anormales de operación.
- ▶ Escalas de tiempo en fenómenos de sistemas de potencia
- ▶ Actividad de planificación. Importancia del contexto.
- ▶ Representación de los sistemas de potencia.
- ▶ Aplicaciones del análisis de sistemas de potencia:
 - Estudios de flujo de potencia
 - Estudios de cortocircuito
 - Estudios de estabilidad
 - Estudios de arranque de motores
 - Estudios de armónicos.

Ejercitación:

Explorar las funciones de análisis del DIgSILENT PowerFactory.

Ejercicio 3: Vista general de las funcionalidades de análisis de sistemas de potencia en DIgSILENT PowerFactory.

12.30 h Almuerzo

13.30 h Sesión de la Tarde

Flujo de Potencia en Corriente Alterna (AC)

- ▶ Cálculos de Flujo de potencia.
 - Repaso de estimación de la demanda y su importancia en planificación.
 - Especificación de escenarios.
 - Problema de flujo de potencia en planificación.
 - Formulación matemática de flujo de potencia.
 - Ecuación de Balance de Potencias
 - Solución del Flujo de Potencia.
 - Métodos de control de Voltaje y Potencia reactiva.
- ▶ Realización de flujo de potencia en DIgSILENT PowerFactory e interpretación de mensajes de error para depurar los datos del usuario.
- ▶ Uso de herramientas integradas para analizar los resultados de flujo de carga.
- ▶ Modelos utilizados por DIgSILENT PowerFactory para líneas, cables, transformadores, cargas, máquinas sincrónicas y máquinas de inducción.
- ▶ Control de Voltaje, cambiadores de tomas (Tap).
- ▶ Configuración o de los resultados y presentación de informes.

Ejercitación:

Calculo del flujo de potencia AC sobre una red de prueba.

Ejercicio 4: Estudio del Flujo de potencia en el *P.M Anderson Test System*. 3 machines-9 bus system.

Control de voltaje (uso de los cambiadores de tomas), fuentes de reactivos (uso del *Static Var Compensation*, SVC).

17.00 h Final del Curso

6. Duración:

Este entrenamiento esta diseñado para una duración total de dos (02) días, con un estimado de 8 horas de trabajo por día (Total 16 horas).

7. Ubicación:

Arequipa, Perú.

8. Audiencia:

- Estudiantes de post-grado
- Ingenieros encargados de planificación y operación de sistemas de potencia
- Personal operador de red
- Consultoras relacionadas con análisis de sistemas de potencia.

9. Datos del Facilitador

Francisco M. Gonzalez-Longatt, PhD, SMIEEE, MIET, MCIGRE
Senior Lecturer in Electrical Engineering
Coventry University
Faculty of Engineering and Computing
Department of Aerospace, Electrical and Electronic Engineering
Engineering and Computing Building, EC3-32
Priory Street, Coventry, CV1 5FB
United Kingdom
Personal Webpage: <http://www.fglongatt.org>
Phone: +44 779 5634298
Email: fglongatt@fglongatt.org

Vice-President
Venezuelan Wind Energy Association
Webpage: <http://www.aveol.org.ve>

10. Biografía del Instructor

Francisco M. Gonzalez-Longatt es actualmente Senior Lecturer in Electrical Engineering en la Facultad de Ingeniería y Computación de la Universidad de Coventry en el Reino Unido, y es Vice-presidente de la Asociación Venezolana de Energía Eólica (AVEOL). Sus calificaciones académicas incluyen un grado en Ingeniería Eléctrica en el área de potencia del Instituto Universitario Politécnico de la Fuerza Armada Nacional, Venezuela (1994), Master of Business Administration (Honors) de la Universidad Bicentennial de Aragua, Venezuela (1999) y Doctor en Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela (2008). Él fue profesor de pre y post-grado en el Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Nacional Politécnico de la Fuerza Armada Nacional, Venezuela (1995-2009). También él estuvo en School of Electrical and Electronic Engineering, The University of Manchester como Postdoctoral Research Associate (2009-2011). Su principal área de interés es la masiva integración de fuentes de energías renovables dentro en las futuras redes de energía. Mas detalles en: <http://www.fglongatt.org>.

11. Contacto:

Personal de contacto:
Tecsup – Arequipa, Perú
Urb. Monterrey D-8 - José Luis Bustamante y Rivero.

12. Patrocinantes

fglongatt.org