



# Digsilent PowerFactory

## - ENTRENAMIENTO BÁSICO -

Análisis de Flujo de Potencia • Cálculo de corrientes de cortocircuito • Aplicaciones en planificación

Agosto-Septiembre, 2004

Francisco M. Gonzalez-Longatt  
[fglongatt@cantv.net](mailto:fglongatt@cantv.net), [fglongatt@ieee.org](mailto:fglongatt@ieee.org), [flongatt@elerisc.ing.ucv.ve](mailto:flongatt@elerisc.ing.ucv.ve)

## Tabla de Contenido

1.	Generalidades.....	3
2.	Antecedentes.....	5
2.1.	Actividades de Planificación.....	6
2.2.	Optimización y Operación.....	6
3.	Propósito del Entrenamiento.....	7
4.	Objetivo Terminal -previsto-.....	7
5.	Prerrequisitos.....	7
6.	Documentación.....	8
7.	Contenido Sinóptico.....	8
8.	Metodología .....	9
9.	Evaluación.....	9

# 1. Generalidades

El desarrollo del programa de cálculo **DigSILENT** (*Digital Simulation and Electrical Networks*) [www.digsilent.de] comenzó en 1976, y utiliza el talento de muchos ingenieros experimentados en sistemas de potencia y desarrolladores de programas directamente involucrados con la planificación, operación y mantenimiento de sistemas de potencia. Desde el inicio del DigSILENT, el programa ha crecido para incorporar un vasto arreglo de características de análisis que son requeridas para planificar, operar y mantener algunos aspectos del sistema de potencia.

El nuevo **DigSILENT PowerFactory**, es una herramienta integrada de análisis de sistemas de potencia, que combina la capacidad de modelación confiable y flexible del sistema, con algoritmos de solución en el estado del arte y un concepto único de manejo de base de datos. El concepto **PowerFactory**, fue iniciado en 1993 cuando fue tomada la decisión de hacer una reingeniería al ya existente y exitoso DigSILENT versión 10.31 con algoritmos de solución mejorados y tecnología de programación avanzada incorporando una base de datos orientada a objetos.

El PowerFactory es un conjunto de nuevos estándares en integración funcional, por la incorporación de características que pueden ser mejor descritas como documentación activa. Esta característica flexible permite al usuario crear modelos detallados del sistema de potencia en una simple base de datos, lo que permite que la funcionalidad del modelo sea fácilmente extendido para especificar un gran rango de características de régimen permanente, dominio del tiempo, dominio de la frecuencia, y sistemas estocásticos, para todos los requerimientos de análisis.

PowerFactory, incorpora una lista impresionante y continuamente creciente de funcionalidades de simulación, incluyendo:

- Flujo de potencia y análisis de corto-circuito de representación completa de redes AC/DC, y permiten redes malladas de 1, 2 y 3 fases, AC o redes DC a ser modeladas.
- Análisis de redes de bajo voltaje.
- Optimización de sistemas de distribución.
- Dimensionamiento de cables por la norma IEC.
- Simulación dinámica.
- Simulaciones EMT.
- Análisis de autovalores.
- Identificación de sistemas.
- Análisis de sistemas de protección.
- Análisis de armónicos.
- Análisis de confiabilidad.
- Planificación de producción.
- Análisis de estabilidad de voltaje.
- Análisis de contingencia.
- Puesta a tierra.
- Interfaces analógica/digital

- Interfaces SCADA
- Compatibilidad con otros programas PSS/E y PSS/U
- Base de datos multiusuario, y control de usuarios.
- Herramientas avanzadas: Flujo óptimo de potencia y planificación de producción.

PowerFactory, es la nueva generación de programas de análisis de sistemas de potencia que fue inicialmente introducido en 1997, proveyendo la estabilidad de producto para garantizar la eficiencia en la aplicación diaria.

A nivel mundial cerca de 700 instituciones, entre empresas del sector eléctrico del ámbito académico han seleccionado al DlgSILENT PowerFactory como herramienta de cálculo en sistemas eléctricos de potencia debido a sus características y bondades. En el caso particular del sector eléctrico venezolano: OPSIS, EDELCA, CADAPE, ELECENRO, ENELBAR, ENELVEN, Electricidad de Caracas, entre otras empresas, han efectuado la implantación del DlgSILENT para la planificación y operación de sistemas de potencia.

## 2. Antecedentes

El programa de calculo DlgSILENT es una herramienta computarizada de asistencia ingeniería para el análisis de sistemas eléctricos de potencia comerciales, industriales y a gran escala. Este paquete computacional ha sido diseñado como un avanzado, integrado e interactivo, dedicado a los sistemas de potencia para lograr los objetivos principales de planificación y operación.

A fin de cumplir con los requerimientos actuales en el análisis de sistemas de potencia, el paquete de calculo de sistemas de potencia DlgSILENT, fue diseñado como una herramienta de ingeniería integrada la cual provee una paleta completa de técnicas de todas las funciones disponibles, en vez de ser una colección de diferentes módulos.

Las siguientes son características relevantes proveídas por el DlgSILENT en un programa ejecutable único:

- Funciones centrales del DlgSILENT: definición, modificación y organización de casos; rutinas numéricas, funciones de salida y documentación.
- Manejo de los datos y diagrama de casos, integrado e interactivo.
- Base de datos de casos y elementos de sistema de potencia.
- Funciones de cálculo (por ejemplo, calculo de parámetros de líneas y maquinas basados en la geometría o información de placa).
- Sistema configurador de redes con sistemas interactivos o acceso en-linea "*on-line*" a sistemas SCADA.
- Interfaz genérica para sistemas computacionales basados en mapeo.

Con el uso de una sola base de datos, la cual contiene los datos necesarios de todas las piezas de equipo dentro del sistema de potencia (por ejemplo, datos de líneas, datos de generador, datos de armónicos, datos de controladores), DlgSILENT permite la ejecución de todas las funciones disponibles dentro del mismo ambiente de programa con facilidad. Algunas de esas funciones son el análisis de flujo de potencia, cortocircuito, y armónicos, también la coordinación de protecciones, cálculos de estabilidad y análisis modal.

## 2.1. Actividades de Planificación

El DigSILENT, junto un conocimiento especializado de ingeniería permiten efectuar a cabalidad una serie de estudios relacionados a la planificación y apertura de los mercados, tales como:

- Planes maestros.
- Estudios de factibilidad
- Reportes y diseños conceptuales.
- Liberación del mercado y privatización.
- Acuerdos de compra de potencia.
- Desarrollo de reglas en la red.
- Planificación de generación, transmisión y distribución.
- Evaluaciones técnicas económicas.
- Análisis de instalaciones HVDC y FACTS propuestas.
- Estabilidad y confiabilidad.
- Conceptos de protección y ajustes de optimización.

## 2.2. Optimización y Operación

El DigSILENT y un buen conocimiento de la optimización, operación, control y dinámica de sistemas de potencia permiten:

- Optimización de la reserva rodante.
- Conceptos de repartición óptima de carga.
- Monitoreo de desempeño y análisis de falla.
- Ajuste óptimo de estabilizadores de potencia (PSS) y análisis de amortiguamiento.
- Implementación de prueba de sistemas e identificación.
- Determinación de modelos de simulación.
- Mediciones de carga y estimación de parámetros.
- Análisis de sobrevoltaje, y ferro resonancia.
- Transitorios de voltaje y puesta a tierra.
- Estimación de la demanda.
- "*Unit commitment*" y despacho económico.
- Flujo de potencia óptimo.
- Aseguramiento de confiabilidad.

### 3. Propósito del Entrenamiento

El entrenamiento esta orientado a proveer una oportunidad a ingenieros o especialistas en sistemas de potencia para aprender trabajando con una poderosa herramienta computacional para el análisis de sistemas de potencia (DigSILENT PowerFactory), como efectuar estudios de flujo de potencia y corrientes de cortocircuito para acometer la actividad de planificación.

El entrenamiento esta abierto a personas del sector eléctrico, con un conocimiento maduro de operación y control de sistemas de potencia. El numero de participantes esta limitado a las facilidades computacionales y practicas.

### 4. Objetivo Terminal –previsto-

El personal que reciba el entrenamiento adquirirá las destrezas mínimas necesarias para efectuar estudios de ampliación y mejora en sistemas de transmisión reales.

### 5. Prerrequisitos

- El participante, debe disponer de los 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), interpretación de la solución del flujo de potencia, perfiles de voltaje.
  - **Cortocircuito:** Definición, tipos, clasificación, métodos de calculo (método de la FEM, método de Thevenin), componentes simétricas, redes de secuencia, métodos matriciales de solución. Especificación de interruptores y barras. Normas IEC 909, ANSI C37.
  - **Actividad de Planificación.**

## 6. Documentación

- Copias de las presentaciones (*slides*).
- Material redactado por el facilitador.
- Manual de Usuario, DigDILENT PowerFactory.
- Tutorial del DigSILENT PowerFactory.

## 7. Contenido Sinóptico

- Introducción. Entrando el DigSILENT
- Conexión, Control de usuarios, y ajustes del programa.
- Definiciones de barras de herramientas
- Base de datos y el manejador de datos.
- Manejador de proyectos.
- Ventana Grafica.
- Definición de sistema de potencia.
  - o Condiciones normales y anormales de operación.
  - o Actividad de planificación. Importancia del contexto.
- Cálculos de Flujo de potencia.
  - o Repaso de estimación de la demanda y su importancia en planificación. Especificación de escenarios.
  - o Problema de flujo de potencia en planificación.
  - o Formulación matemática de flujo de potencia -Ecuación de Balance de Potencias-.
  - o Solución del Flujo de Potencia.
  - o Métodos de control de Voltaje y Potencia reactiva.
- Cálculos de corrientes de cortocircuito.
  - o Tipos de cortocircuito.
  - o Repaso de Métodos de cálculo. Componentes simétricas.
  - o Estandarización en el diseño de componentes.
  - o IEC 60909-2001.
  - o IEEE 141/ANSI C37.5
- Reducción de Red
- Resultados, Gráficos y Documentación
- Intercambio de datos unifilares y DOLE (*DigSILENT Object Language for data Exchange*).
- Conversión de información grafica a sistemas.
- DPL (*DigSILENT Programming Language*). -Solamente una introducción.

## 8. Metodología

El entrenamiento está diseñado para ser una combinación de conocimientos teóricos-prácticos, donde se enfatiza el hecho de "aprender haciendo". Se hará uso de clases magistrales, acompañados de sesiones prácticas (sujetas a la disponibilidad de equipos y licencias del programa).

El entrenamiento requerirá dieciséis (16) sesiones de cuatro (04) horas cada. Se estima un máximo de dos encuentros presenciales por semana.

## 9. Evaluación

La evaluación se efectuará por medio de tres (03) asignaciones prácticas durante el periodo de entrenamiento. Se otorgarán certificado de asistencia y de aprobación.