

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE
FACULTAD DE INGENIERÍA



Seminario DigSILENTPowerFactory

*Dinámica de Sistemas Eléctricos con Energías Renovables:
Modelación, Análisis y Simulación usando
PowerFactory DigSILENT (Basic V14)*

Santiago de Chile, 9 y 10 de Agosto 2012

DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA ELÉCTRICA



Dinámica de Sistemas Eléctricos con Energías Renovables: Modelación, Análisis y Simulación usando PowerFactory DigSILENT (Basic V14)

Chile enfrenta el gran desafío de alcanzar el desarrollo social y económico durante la presente década y requiere para ello energía limpia, segura y económica. Nuestro país posee un importante potencial de recursos renovables no convencionales, en particular eólicos y solares, que en los próximos años aportarán una cuota creciente de energía limpia y renovable a nuestra matriz energética. Estas tecnologías de generación, sin embargo, presentan ciertas particularidades que constituyen desafíos a la operación convencional del sistema eléctrico lo que hace compleja su integración masiva al sistema energético.

El desempeño esperado de un sistema eléctrico se analiza y determina mediante estudios eléctricos de simulación de la operación en estado estacionario y transitorio. El software PowerFactoryDigSILENT es la herramienta de simulación de facto en la industria eléctrica chilena. En particular, los Centros de Despacho Económico de Carga de ambos sistemas interconectados, SIC y SING, mantienen bases de datos actualizadas del sistema eléctrico para la realización de estudios de simulación que permiten evaluar la integración de nuevos recursos de generación y obras de transmisión.

El Seminario Dinámica de Sistemas Eléctricos con Energías Renovables es un curso especialmente diseñado para entregar las competencias básicas necesarias para simular y evaluar la integración de plantas solares y parques eólicos constituyendo así un aporte real al desarrollo del sistema eléctrico nacional y la diversificación de su matriz energética en forma segura y confiable.

1. Objetivos:

Proporcionar una introducción exhaustiva e integral de los aspectos más importantes de la modelación, análisis y simulación del comportamiento dinámico de los sistemas eléctricos, incluyendo la integración de energías renovables, mediante el uso de las funciones principales del software PowerFactory.

La metodología de este curso se basa en el aprender-haciendo, considerando dos enfoques principales: (i) entregar sólidos conceptos teóricos y abstractos necesarios para un modelo adecuado del sistema y (ii) presentar los elementos necesarios para el tipo de simulación requerida.

Los tópicos que se tratarán durante el seminario incluyen: visión general de la función de los sistemas eléctricos en DigSILENT y simulaciones RMS para análisis dinámico del sistema.

Además se presentará una introducción a la modelación dinámica en DigSILENT y su uso para estudios de penetración eólica y solar.



2. Requisitos:

- Conocimiento de la plataforma Windows, en especial Windows Explorer y las aplicaciones tradicionales como Microsoft Word.
- Conocimiento básico de los estudios de flujo de potencia y cálculo de fallas. Además, se recomienda tener un buen dominio de las técnicas básicas utilizadas en el diseño de control de sistemas.
- Conocimiento del comportamiento dinámico de los sistemas eléctricos, preferentemente experiencia en simulaciones en el dominio del tiempo.
- Los participantes deben estar familiarizados con los módulos de flujo de potencia y cálculo de cortocircuitos en DigSILENT.
- Contar con cierta experiencia en el uso de DigSILENT para simulaciones RMS.

3. Duración:

Este seminario está diseñado para dos días, considerando 8 horas por día.

4. Ubicación:

Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Santiago de Chile,
Avenida Ecuador 3519, Estación Central, Santiago, Chile.

5. Audiencia:

- Estudiantes de postgrado
- Ingenieros especialistas de empresas de generación, transmisión y distribución
- Operadores del sistema (Centros de Despacho Económico de Carga)
- Ingenieros especialistas de empresas consultoras de ingeniería
- Académicos e investigadores de universidades e institutos.

6. Contenidos a desarrollar en el seminario

I. Introducción al software DigSILENTPowerFactory

- Concepto básico en PowerFactory:
 - Integración funcional
 - Integración vertical
 - Bases de datos
- El ambiente de trabajo en PowerFactory
 - Proyectos
 - Modelo de Redes, Librerías, Casos de Estudio
- Estructura y principio de operación DigSILENTPowerFactory
- Revisión de las principales funcionalidades

II. Revisión de las funciones para análisis de sistemas eléctricos

- Funciones principales en DigSILENT PowerFactory:
 - Flujo de Potencias
 - Análisis de cortocircuitos
 - Análisis de armónicos
 - Estabilidad y simulaciones EMT
 - Análisis Modal
 - Identificación de parámetros
 - Análisis de contingencias
 - Análisis de confiabilidad
 - Flujo de potencia óptimo
 - Herramientas de optimización para redes de distribución
 - Protecciones
 - Reducción de redes
 - Estimación de estado

III. Estabilidad en Sistemas Eléctricos de Potencia

- Procesos dinámicos en sistemas
 - Escalas de tiempo para diferentes fenómenos dinámicos
 - Representación de un sistema eléctrico en ecuaciones algebraicas y diferenciales (DAE)
 - Simulación dinámica de sistemas eléctricos
 - Diferentes tipos de simulación y aproximación de acuerdo al tipo de estudio a realizar
- Introducción a la estabilidad
 - Fundamentos de estabilidad en sistemas eléctricos
 - Estabilidad de frecuencia
 - Estabilidad de voltaje
 - Estabilidad angular
- Modelos para análisis dinámico de sistemas
 - Generadores sincrónicos
 - Generadores de inducción
 - Cargas dinámicas
 - Sistemas de excitación
 - Turbinas y sistemas motrices
- Directa aproximación al problema de estabilidad angular: Sistema Máquina – Barra Infinita
 - Formulación del problema
 - Definición de puntos de equilibrio estables e
 - Criterio de igualdad de áreas
 - Análisis de pequeña perturbación (autovalores)
- RMS (Estabilidad) vs. EMT- Simulaciones
- Condiciones iniciales
- Definición de eventos
- Visualización de resultados: Instrumentos virtuales

Ejercicio 1:

- Estabilidad angular ante grandes perturbaciones
- Modelación del sistema máquina – barra infinita en PowerFactory
- Ingreso de datos del sistema y la máquina
- Determinación del tiempo crítico de despeje

Ejercicio 2:

- Estabilidad de voltaje: curvas PV y PQ
- Usar DPL como interface para automatizar rutinas
- Usar DPL como interface para analizar estabilidad de voltaje: dibujar curvas PV y PQ

IV. Modelo dinámico enPowerFactory

- Introducción al lenguaje DSL (Lenguaje de Simulación en DigSILENT)
 - Definir Frames y CompositeModels
 - Definir Block Diagram y Common Models
 - Ecuaciones de estado
 - Definir bloques de control básicos
 - Revisión DSL
 - Librería estándar DSL
 - Construyendo diagramas en DSL
 - Integración de MATLAB-SIMULINK-DigSILENTPowerFactory

Ejercicio 3+4:

- Sistema de excitación simple
- Ingresar un sistema de excitación estático
- **Cálculo de las condiciones iniciales**
 - Inicialización mediante algoritmo heurístico
 - Aplicación al Ejercicio 3
 - Algoritmo sistemático para la inicialización

Ejercicio 5:

- Sistema de excitación (AVR y PSS)
- Modelo de AVR y PSS en el sistema máquina – barra infinita
- Resultado para simulaciones en el dominio del tiempo

Ejercicio 6:

- Integración MATLAB-SIMULINK-DigSILENTPowerfactory
- Modelo de AVR
- Modelo de gobernador
- Resultado para simulaciones en el dominio del tiempo

V. Modelo de generación eólica

- Turbinas eólicas – Principios básicos
 - Generación de electricidad a partir de potencia mecánica
 - Sistemas de conversión de energía
 - Conversión de energía eólica
 - Componentes de una turbina de viento
 - Tecnología actual
- Conceptos básicas de energía eólica
- Conceptos de generación en PowerFactory
 - Máquina de inducción
 - Generador de inducción con resistencia variable en el rotor
 - Generador de inducción doblemente alimentado
 - Generador sincrónico de imanes permanentes (PMSG)
- Tipos de turbinas de viento
 - Clasificación de acuerdo del sistema de conversión electromecánico

- Modelo de una turbina de velocidad constante, mediante un generador de inducción conectado directamente a la red
- Modelo de una turbina de velocidad variable, mediante un generador de inducción doblemente alimentado
- Modelo de una turbina de viento de velocidad variable, mediante un generador de imanes permanentes a través de electrónica de potencia
- Modelos reducidos de turbinas de viento
 - Modelo de turbina de velocidad de viento
- Implementación den DSL de una turbina de viento con velocidad constante

Ejercicio 7:

- Turbina de viento de velocidad constante
- Diagrama de una turbina de viento de velocidad constante

Ejercicio 8:

- Cálculo de las condiciones iníciales para una turbina de viento de velocidad constante

Ejercicio 9:

- Resultados para simulaciones en el dominio del tiempo: respuesta dinámica de las turbinas de viento durante eventos de cortocircuitos

Ejercicio 10:

- Uso de serie de datos para simulaciones dinámicas: simulaciones híbridas
- Uso de series de tiempo del viento en simulaciones dinámicas de turbinas eólicas

VI. Modelo de sistemas fotovoltaicos

- Sistemas fotovoltaicos – Principios básicos
 - Celdas fotovoltaicas
 - Conversores
 - Sistemas de almacenamiento
- Aplicaciones de sistemas fotovoltaicos
 - Operando como isla
 - Conectado a la red
- Modelo de un sistema fotovoltaico
 - Modelo de una celda
 - Diodo individual
 - Doble diodo
 - Modelos complejos
 - Modelo del sistema de conversión: rectificador e inversor
 - Control de lazo en el rectificador
 - Control de lazo en el inversor
 - Modelo para sistemas de almacenamiento

Ejercicio 11:

- Modelo de un sistema fotovoltaico
- Efecto de la radiación y temperatura en la operación de un sistema fotovoltaico
- Uso de las series de tiempo de radiación y temperatura para simular sistemas fotovoltaico

7. Datos del Relator

Francisco M. Gonzalez-Longatt, PhD, SMIEEE, MIET, MCIGRE
Lecturer in Electrical Engineering
Coventry University
Faculty of Engineering and Computing
Department of Aerospace, Electrical and Electronic Engineering
Armstrong-Siddeley Building, AS410
Priory Street, Coventry, CV1 5FB
United Kingdom
Personal Webpage: <http://www.fglongatt.org.ve>
Phone: +44 779 5634298
Email: fglongatt@ieee.org

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

8. Antecedentes personales del relator

Francisco M. Gonzalez-Longatt is currently a Lecturer in Electrical Engineering in the Faculty of Engineering and Computing, University of Coventry and he is Vice-President of Venezuelan Wind Energy Association. His academic qualifications include first Class Electrical Engineering of Instituto Universitario Politécnico de la Fuerza Armada Nacional, Venezuela (1994), Master of Business Administration (Honors) of Universidad Bicentenario de Aragua, Venezuela (1999) and PhD in Electrical Power Engineering from the Universidad Central de Venezuela (2008). He is former associate professor on Electrical engineering Department of Universidad Nacional Politécnico de la Fuerza Armada Nacional, Venezuela (1995-2009). He was formerly with the School of Electrical and Electronic Engineering, The University of Manchester as Postdoctoral Research Associate (2009-2011). His main area of interest is integration of intermittent renewable energy resources into future power system and smart grids. More details: www.fglongatt.org.ve.

Costo, consultas e inscripciones.

Costo:

El valor del curso es de US700 (*setecientos dólares*) por persona y se dictará siempre y cuando se inscriban 20 asistentes.

La recepción de las inscripciones y pago del arancel se realizara hasta el día **Miercoles 31 de Julio de 2012**

Consultas e inscripciones:

Ing. Cristhian Becker

Mail: cristhian.becker@usach.cl
Av. Ecuador N°3519, Estación Central.
(+56 2) 718 3349

Dr. (c) Humberto Verdejo

Mail: humberto.verdejo@usach.cl
Av. Ecuador N°3519, Estación Central.
(+56 2) 718 3310

Empresas Asociadas



Departamento de Ingeniería Eléctrica
Avda. Ecuador 3519
Estación Central - Santiago - Chile
www.die.usach.cl