

Entrenamiento DigSILENT PowerFactory: Integración de ERNC en Sistemas Electricos de Potencia

Santiago de Chile-Chile

18-19 de Julio de 2016

1. Introducción

La planificación, diseño y operación de sistemas de potencia requieren estudios adecuadamente concebidos y que sean llevados a cabo adecuadamente para evaluar el desempeño y la propuesta del rendimiento del sistema, confiabilidad, seguridad y economía. Estos estudios son una forma rentable de gran alcance para prevenir sorpresas y optimizar la selección del equipo. Los estudios en etapa de diseño del sistema permiten identificar y evitar posibles deficiencias en el sistema antes de que entre en funcionamiento; además estos ayudan a localizar la causa de la falta de equipo, des-operación, y así determinar las medidas correctivas para mejorar el rendimiento del sistema en los sistemas existentes. *Recursos energéticos renovables* (RES) tienen un comportamiento considerablemente diferente a los clásicos generadores electro-mecánico, como consecuencia, la integración de RES afecta todos los aspectos de la planificación, diseño y operación de sistemas de energía. Los modelos diseñados deben ser utilizados cuidadosamente para las simulaciones de RES y debe establecerse un enfoque muy diferente del impacto real en el comportamiento del sistema de potencia, así como definir las mejoras necesarias para que coincida con los requisitos de operación del sistema.

DigSILENT PowerFactory es un software utilizado en la simulación de sistema de potencia. Este es capaz de simular a corto plazo o a largo plazo un diseño en situaciones de régimen estacionario y de estabilidad transitoria, siendo utilizados en redes de transmisión y distribución, industria, parques eólicos, sistemas fotovoltaicos y redes inteligentes. Hay varias novedades en la versión más reciente de **PowerFactory**. La versión 14.1 pone a disposición del usuario las denominadas "Plantillas" o "Template" (en inglés) en la biblioteca (\Library\Templates\) y que se encuentran listas para su uso. Estas plantillas globales contiene los siguientes modelos listos para usar, por ejemplo: un generador de turbina de viento de inducción de doble de alimentación, turbina de viento empleando convertidor a red (*Fully Rated Converter Wind Turbine Generator*), sistemas fotovoltaicos y sistema de almacenamiento de energía de batería.

Estas plantillas son una herramienta excepcional capacidad para los ingenieros que trabajan en la operación, planificación y control del sistema de potencia incluyendo RES ya que pueden tomar ventajas de las funciones en la biblioteca de plantillas de **PowerFactory** 14.1 y así maximizar su uso en los estudios de integración. Este seminario está diseñado para proporcionar una visión completa sobre los modelos genéricos incluidos en la biblioteca de plantillas en **DigSILENT PowerFactory** 15.0 y su uso en los estudios de integración del sistema de alimentación principal.

2. Objetivos:

Este seminario está diseñado para dos objetivos generales:

1. Proporcionar un resumen pormenorizado y exhaustivo de los aspectos más importantes para el modelado y simulación de la RES en los modelos genéricos incluidos en la biblioteca de plantillas de **PowerFactory** 15.0.
2. Utilizar los modelos genéricos incluidos en la biblioteca de plantillas de **PowerFactory** 15.0 para los estudios de integración de sistema de alimentación principal utilizando **DigSILENT**.

3. Contenido Indicativo:

Los temas a tratar en el seminario incluyen:

- Introducción en el modelado y simulación del RES.
- Introducción a los estudios de integración, y requisitos del código de red.
- Resumen general de la energía eólica y fotovoltaica.
- Conceptos de generador en **PowerFactory**.
- Análisis de corto circuito considerando RES.
- Introducción a las simulaciones de dominio de tiempo en sistemas de potencia, función de estabilidad, simulaciones de RMS.
- Resumen de los modelos genéricos, modelo descripción, plantilla biblioteca descripción, estructura de la plantilla, los parámetros del modelo, personalización del modelo, ejecutando simulaciones: flujo, cortocircuito y simulación dinámica (RMS) de la carga:
 - *Generador de turbina de viento (WTG)* con convertidor completamente clasificado.
 - *Doble alimentación de generador de inducción* (iniciales en inglés DFIG)-WTG.
 - Modelo genérico de fotovoltaicos (iniciales en inglés PV).
 - Sistema de almacenamiento de energía de la batería.

3. Programa

1° Día

9:00 h

Introducción

Bienvenida y presentación de los temas a tratar.

9:30 h

Sesión de la Mañana

Básico de Energía Eólica y Fotovoltaica

- Producción de la energía eléctrica a partir del viento.
- Sistemas de conversión de energía: tipos y características principales.
- Sistemas de conversión de la energía eólica (WECS).

Conceptos de Generador utilizados en DigSILENT PowerFactory

- Generador síncrono (*ElmSym*).
- Generador asíncrono (*ElmAsm*).
- Máquina de inducción de velocidad fija- Rotor de jaula simple.
- Generador de inducción con resistencia de rotor variable-Rotor devanado.
- Generador de la inducción doblemente alimentado (DFIG), Rotor de bobinado.
- Turbina eólica con generador convertidor conectado a red.

Visión General de los Modelos Genéricos: Utilizando Plantillas

- Descripción del modelo.
- Descripción de biblioteca de plantillas.
- Estructura de la plantilla (o Template).
- Parámetros del modelo.
- Personalización del modelo.
- Ejecución de simulaciones.
- Plantillas:
 - Generador de turbina de viento (WTG) con convertidor conectado a red.
 - Generador de inducción doblemente alimentado (DFIG)-WTG.
 - Modelo genérico fotovoltaicos (PV).
 - Sistema de almacenamiento de energía de la batería.

Ejercicio 1: Configuración de un modelo de Parque de viento (simulaciones de estado estacionario)

- Construcción de el modelo de granja de viento (caso de estudio).
- Ejecutar el análisis de flujo de carga (ComLdf).
- Introducción al parque del viento red código cumplimiento análisis con respecto a:
 - Gestión de energía reactiva.
 - Compensación.
 - Límites de tensión.
 - Límites de potencia reactiva en generadores.
 - Capacidad reactiva de la curva de potencia.

12:30 h

Almuerzo

13:30 h **Sesión de la Tarde**

Ejercicio 2: Compensación de Potencia Reactiva

- Requisitos en el punto de acoplamiento común (PCC).
- Diseño de capacidad/compensación de energía reactiva: Introducción.
- PQ las capacidades de un parque eólico.
- Ajuste de la curva PQ en una granja de viento en DlgSILENT.

Análisis de Corto Circuito

- Introducción al análisis del cortocircuito.
- Análisis de cortocircuito: métodos.
- Contribución de generadores eólicos de cortocircuito.
- Cómo modelar las contribuciones de avería.
- Método de iteración actual.

Ejercicio 4: Análisis Corto Circuito (ComShc)

- Requerimientos de datos, uso del generador estático de análisis de fallas.

17:00 h **Final del Primer Día**

2° Día:

9:00 h **Sesión de la Mañana**

Recapitulación del Primer Día.

Introducción a las funciones de Estabilidad (*RMS Simulation*)

- Definición de simulación de eventos.
- Definir las Variables de resultado.
- Presentación de los resultados.

Introducción al modelo de WTG con convertidor conectado a red

- Modelo con convertidor completamente clasificada.
- Descripción del modelo dinámico.

12:30 h **Almuerzo**

13:30 h **Sesión de la Tarde**

Ejercicio 5: Generador de turbina de viento (FRT) con convertidor conectado a red. Un solo aerogenerador (ComSim)

- Escala del modelo para la representación de un parque eólico.
- Estado estacionario y estudios dinámicos del modelo de granja eólica.

Introducción a DFIG-WTG

- Modelo de un generador de inducción doblemente alimentado.
- Descripción del modelo dinámico.
- Uso de los mecanismo de protección incorporado.

Ejercicio 6: DFIG

- Cambiar el número de máquinas paralelas.
- Cambiar la potencia de la WTG.
- Probar la configuración de los diferentes controladores.
- Ejecutar diferentes simulaciones.

Ejercicio 7: Modelo Genérico Fotovoltaico

- Uso y configuración del modelo PV.

16:45 h **Discusión**

- Preguntas y respuestas.
- Evaluación del seminario.

17:00 h **Final del Segundo Día.**

4. Requisitos Previos:

- Una comprensión matemática básica de estudios de flujo de cargas y cálculos de fallas y muy buenos conocimientos matemáticos de las técnicas básicas que se utilizan en el diseño del sistema de control.
- Buena comprensión de los procesos dinámicos en sistemas de energía, experiencias previas en dominio de tiempo de simulación se desea.
- Los participantes deben estar familiarizados con el manejo general del software PowerFactory: flujo de carga y cortocircuito cálculo con PowerFactory.
- Experiencia de fondo mediante el uso de DigSILENT PowerFactory - esto realzará grandemente los participantes; el manejo de las simulaciones de RMS es altamente deseado.
- No se requieren conocimientos de modelado de DSL pero puede ser útil.

5. Duración:

- Este seminario está diseñado para duración de 2 días, teniendo en cuenta 8 horas por día.

6. Ubicación:

- Universidad de Santiago de Chile, DIE-Usach, Av. Ecuador 3519, Estación Central, Santiago de Chile, Chile.

7. Publico:

- Estudiantes de postgrado.
- Utilidad de ingenieros.
- Operadores de Sistema.
- Personal de mantenimiento.
- Productores de RES.
- Consultores e investigadores en RES.

8. Datos de Filiación del Instructor

FRANCISCO M. GONZALEZ-LONGATT PhD, FHEA, SMIEEE, MIET, MCIGRE
Lecturer in Electrical Power Systems
Loughborough University
School of Electronic, Electrical and Systems Engineering
W2.63, Loughborough, LE11 3TU, United Kingdom
+44(0)150 9227061, F.Gonzalez-Longatt@lboro.ac.uk
Skype: fglongatt Twitter: @fglongatt
Website: <http://www.lboro.ac.uk/departments/eese/ourpeople/a-z/atozlist/francisco-gonzalez-longatt.html>
Personal Website: <http://www.fglongatt.org>

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

9. Breve Biografía del Autor



Francisco M. Gonzalez-Longatt is currently a Lecturer in Electrical Power System at Electrical Power System en School of Electronic, Electrical and Systems Engineering en Loughborough University. 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 Bicentennial de Aragua, Venezuela (1999) and PhD in Electrical Power Engineering from the Universidad Central de Venezuela (2008). He is former associate professor (1995-2009) and Chair (1999-2001) of the Department of Electrical Engineering of Universidad Nacional Politécnico de la Fuerza Armada Nacional, Venezuela (1995-2009). He is a former academic staff of Department of Aerospace, Electrical and Electronic Engineering at University of Coventry where he started as Lecturer in Electrical Engineering in 2012 and promoted to Senior Lecturer in Electrical Engineering in 2013. He was formerly with the School of Electrical and Electronic Engineering, The University of Manchester as Postdoctoral Research Associate (2009-2011).

He is the author or editor of several books (Spanish and English) including editor of the book *“Power Factory Applications for Power System Analysis”*, Springer (2014), and He has written 9 book chapters, 10+ journal and magazine papers and 60+ conference papers. His work has over +500 citations and he has been the keynote speaker a several conferences. He was the session chair at [IECON 2013](#), [IEEE Powertech 2011](#), [IEEE ISGT Europe 2011](#). He is a reviewer of the top conferences (PSCC 2014, IEEE PES GM 2013, IECON 2013, etc.) and journal papers research area (IEEE Transaction on Power Systems, IEEE Transaction on Smart Grids, IET Renewable Power Generation, Elsevier Renewable Energy, etc.)

He is Vice-President of *Venezuelan Wind Energy Association*, Senior Member of the Institute of Electrical and Electronic Engineering (IEEE), member of *The Institution of Engineering and Technology* - The IET (UK) and member of *International Council on Large Electric Systems* - CIGRE. He received the professional recognition as FHEA – Fellow of the Higher Education Academy in January 2014.

His research interest includes innovative (operation/control) schemes to optimize the performance of future energy systems. His research is or has been supported by *Royal Society* –UK. Two special research projects financially supported by the Royal Society deserve mention: *“Smart Multi-Terminal DC Micro-grids for autonomous Zero-Net Energy Buildings”* and *“Exploring beyond the Frontiers to Build a Smarter Grid (EBF2BSG)”*.

10. Costo, contacto e inscripciones:

El **valor del curso es de 30 UF** (treinta unidades de fomento) por persona y se dictará siempre y cuando se inscriban 15 asistentes. Teniendo en cuenta que el Departamento de Ingeniería Eléctrica dispondrá equipos con licencias individuales para ejecutar el curso de manera práctica y expositiva.

Para egresados del DIE-UdeSantiago se aplicará un 10% de descuento.

Se incluye el almuerzo para no demorar el curso con el horario de colación.

Personas de contacto en Santiago de Chile, Chile:

Profesores DIE - UdeSantiago

Humberto Verdejo humberto.verdejo@usach.cl

Cristhian Becker cristhian.becker@usach.cl

Webpage: www.fglongatt.org
www.die.usach.cl/educacion-continua

Copyright Notice

The documents are created by Francisco M. Gonzalez-Longatt and contain copyrighted material, trademarks, and other proprietary information. All rights reserved. No part of the documents may be reproduced or copied in any form or by any means - such as graphic, electronic, or mechanical, including photocopying, taping, or information storage and retrieval systems without the prior written permission of Francisco M. Gonzalez-Longatt. The use of these documents by you, or anyone else authorized by you, is prohibited unless specifically permitted by Francisco M. Gonzalez-Longatt. You may not alter or remove any trademark, copyright or other notice from the documents. The documents are provided "as is" and Francisco M. Gonzalez-Longatt shall not have any responsibility or liability whatsoever for the results of use of the documents by you.