

ETAP 243AR

Generación Eléctrica Renovable

El curso está orientado al diseño y análisis de la operación de sistemas de generación de energía eléctrica basados en energía renovable eólica y/o solar fotovoltaica. El impacto que tienen los distintos factores en el diseño y operación de un sistema de potencia con generación de origen eólico y/o solar fotovoltaico se pueden evaluar a partir de la realización de distintos tipos de estudios eléctricos de régimen permanente o de régimen transitorio. En particular, un sistema de potencia con generación de origen eólico y/o solar fotovoltaico requiere de estudios específicos que permitan cuantificar el impacto que tiene la disponibilidad del recurso (eólico y/o solar) en la operación del sistema. Durante el desarrollo del curso, un especial énfasis se pondrá en el modelado de los aerogeneradores, paneles solares, convertidores de potencia y el sistema de colectores del parque de generación.

El uso de las actuales herramientas de software disponibles comercialmente hace posible estudiar el comportamiento del sistema de potencia bajo distintas condiciones de operación. Los conceptos teóricos se complementarán con simulaciones numéricas que se implementarán empleando **ETAP®18**.

El curso está dirigido a Ingenieros Electricistas; en consecuencia, se supone que los participantes poseen una base de conocimiento teórico-práctico de Análisis de Sistemas Eléctricos de Potencia. A través de ejemplos y ejercicios desarrollados usando **ETAP®18**, los asistentes adquirirán experiencia, conocimientos y habilidades que le facilitarán la realización de estudios eléctricos en sistemas de potencia con generación eólica y/o solar fotovoltaica.

El curso tiene una duración total de veinticuatro (24) horas reloj distribuidas según el cronograma siguiente:

Cronograma y Contenidos

PRIMER DÍA (8 Horas)

Mañana (09:00 – 13:00 Horas.)

Descripción general del ETAP®18. Requerimientos y preparación de datos para estudios de un Sistema Eléctrico de Potencia. Modelos matemáticos del equipamiento y parámetros característicos. Construcción del diagrama unifilar. Biblioteca de componentes. Análisis de Flujo de Potencia Equilibrado. Modelos matemáticos y Algoritmos computacionales. Módulo LF. Editor del Caso de Estudio. Edición de Informes. Analizador de resultados. Ejemplos de aplicación utilizando ETAP®18. Análisis de Flujo de Potencia Trifásico (o Desequilibrado). Modelos matemáticos y Algoritmos computacionales. Módulo UBLF. Editor del Caso de Estudio. Edición de Informes. Modelado de fallas serie o de fase abierta. Ejemplos de aplicación utilizando ETAP®18. Análisis de Flujo de Potencia Trifásico en el dominio del tiempo. Ejemplos de aplicación utilizando ETAP®18.

Tarde (14:00 – 18:00 horas.)

Análisis de Cortocircuito. Modelos matemáticos y Algoritmos computacionales. Módulo SC. Editor del Caso de Estudio. Análisis de Cortocircuito según normas ANSI/IEEE. Metodología de cálculo bajo la serie ANSI/IEEE C37. Evaluación de las exigencias de servicio de interruptores. Edición de Informes. Analizador de resultados. Ejemplos de aplicación utilizando ETAP®18. Análisis de Cortocircuito según normas IEC.



Metodología de cálculo bajo IEC 60909. Evaluación de las exigencias de servicio de interruptores. Cálculo de la corriente de cortocircuito transitoria bajo IEC 61363. Edición de Informes. Analizador de resultados. Ejemplos de aplicación utilizando ETAP®18.

SEGUNDO DÍA (8 Horas)

Mañana (09:00 – 13:00 Horas.)

Transferencia de calor en sistemas de cables. Modelado térmico de cables utilizando análogos de redes eléctricas. Evaluación de parámetros. Cálculos de régimen permanente. Editor de cables. Biblioteca de componentes. Cálculos de régimen transitorio. Análisis térmico de canalizaciones subterráneas. Módulo UGS. Editor del Caso de Estudio. Edición de Informes. Análisis de esfuerzos mecánicos en el tendido en canalizaciones subterráneas. Módulo CP. Editor del Caso de Estudio. Edición de Informes. Ejemplos de aplicación utilizando ETAP®18.

Tarde (14:00 – 18:00 horas.)

Coordinación de Protecciones. Módulo STAR. Editor del Caso de Estudio. Funciones del módulo STAR. Característica tiempo-corriente: STAR TCC. Funciones STAR-TCC. Secuencia de operación de dispositivos de protección. Star Auto-Evaluation. Edición de Informes. Ejemplos de aplicación utilizando ETAP®18. Módulo STARZ: protección de distancia. Editor del Caso de Estudio. Funciones del módulo STARZ. Características en el plano R-X. Funciones STARZ. Secuencia de operación. Gráficos de estado: tiempo - estado; tiempo - distancia; tiempo - distancia - resistencia. Edición de Informes. Ejemplos de aplicación utilizando ETAP®18. Análisis de Estabilidad Transitoria. Biblioteca de componentes. Módulo TS. Editor del Caso de Estudio. Inicialización de la simulación, aplicación de contingencias, análisis de resultados. Edición de Informes. Ejemplos de aplicación utilizando ETAP®18.

TERCER DÍA (8 Horas)

Mañana (09:00 – 13:00 Horas.)

Introducción al modelado aerodinámico de la turbina eólica. Configuraciones de aerogeneradores: Tipos I, II, III y IV. Estructura de convertidores de red para aerogeneradores tipos III y IV. Control de convertidores de red para aerogeneradores tipos III y IV. Modelos genéricos WECC. Modelado de aerogeneradores en ETAP®18. Estudios eléctricos en sistemas aislados con generación eólica. Ejemplos de aplicación utilizando ETAP®18.

Tarde (14:00 – 18:00 horas.)

Conceptos básicos de generación solar fotovoltaica. Estructura de inversores para paneles fotovoltaicos. Control de inversores. Modelado de paneles y arreglos solares en ETAP®18. Modelado de inversores en ETAP®18. Estudios eléctricos en sistemas aislados con generación solar fotovoltaica. Ejemplos de aplicación utilizando ETAP®18.

Bibliografía

ETAP®18 User Guide

- T. Ackermann **Wind Power in Power Systems**. Second Edition. Wiley, 2.012.
- Mukund R. Patel **Wind and Solar Power Systems: Design, Analysis, and Operation**. Second Edition. CRC Press. 2.006.
- R. Teodorescu, M. Liserre, P. Rodriguez **Grid Converters for Photovoltaic and Wind Power Systems**. IEEE - Wiley, 2.011.
- WECC Renewable Energy Modeling Task Force. **WECC Wind Power Plant Dynamic Modeling Guide**. April, 2014.
- National Renewable Energy Laboratory, USA. **WECC Wind Generator Development**. March, 2010.
- Hansen, L.H., Helle L., Blaabjerg F.et al. **Conceptual survey of generators and power electronics for wind turbines**. Risø-R-1205, Risø National Laboratory, Denmark.2.001.
- M. Behnke, A. Ellis, Y. Kazachkov, T. McCoy, E. Muljadi, W. Price, J. Sanchez-Gasca. **Development and Validation of WECC variable speed wind turbine dynamic models for grid integration studies**. Conference Paper NREL/CP-500-40851. September, 2007



Ellis, A., Kazachkov, Y., Muljadi, E. et al. Description and technical specifications for generic WTG models – A status report. *Proceedings of IEEE PES 2011 Power Systems Conference and Exposition (PSCE)*, March 2011, Phoenix, AZ
Report NREL/SR-5500-52780. *Dynamic Models for Wind Turbines and Wind Power Plants*. October, 2011.

WECC Renewable Energy Modeling Task Force. *WECC Guide for Representation of Photovoltaic Systems In Large-Scale Load Flow Simulations*. May, 2008.

WECC Renewable Energy Modeling Task Force. *WECC PV Power Plant Dynamic Modeling Guide*. April, 2014.

WECC Renewable Energy Modeling Task Force. *Generic Solar Photovoltaic System Dynamic Simulation Model Specification*. September, 2012.

NOTA: Se entregarán copias en soporte magnético del material teórico presentado por el instructor, así como los archivos ETAP de los ejemplos y ejercicios desarrollados durante el curso.

Instructores ETAP

Diego Moitre obtuvo el grado académico de Magíster en Ciencias de la Ingeniería por la Pontificia Universidad Católica, Chile. Egresó como Ingeniero Mecánico-Electricista y como Licenciado en Matemática de la Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC), Córdoba, Argentina. Actualmente se desempeña como Profesor Titular con dedicación exclusiva en la UNRC y desarrolla su actividad académica en el Grupo de Análisis de Sistemas Eléctricos de Potencia (GASEP) de la Facultad de Ingeniería de la UNRC. Es Senior Member de la IEEE, Power & Energy Society, Reliability Society. Está matriculado en el Colegio de Ingenieros Especialistas de Córdoba, Argentina.

Fernando Magnago obtuvo los grados académicos de M.Sc y Ph.D por Texas A&M University-USA. Egresó como Ingeniero Mecánico-Electricista de la Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC), Córdoba, Argentina. Actualmente se desempeña como Profesor Titular con dedicación exclusiva en la UNRC y desarrolla su actividad académica en el Grupo de Análisis de Sistemas Eléctricos de Potencia (GASEP) de la Facultad de Ingeniería de la UNRC. Desde el año 2000, desarrolla software para Nexant, Inc. San Francisco, California, USA. Es Senior Member de la IEEE, Power & Energy Society. Ha sido Presidente del Capítulo de Potencia, IEEE Argentina, años 2010-2011.