



Modalidad:	Virtual (6 sesiones en línea)
Fechas:	30 junio, 2, 4, 7, 9 y 11 de julio 2025
Horario:	Lunes, miércoles y viernes 9 a.m. a 12:00 md (horario Centroamérica)
Total de horas académicas:	18 horas

DESCRIPCIÓN DEL CURSO

Este curso explica en detalle las tecnologías de convertidores de potencia utilizados en la industria eléctrica para integrar plantas solares fotovoltaicas, parques eólicos y sistemas de almacenamiento por baterías. Se explicarán las diferencias entre convertidores formadores y seguidores de red y sus implicaciones en la estabilidad y control del sistema de potencia. El curso abarca la descripción de los componentes, introducción a la electrónica de potencia, el comportamiento esperado de los convertidores durante perturbaciones según códigos de red, estudios de interconexión y la representación de los convertidores en estudios estáticos y dinámicos de sistemas de potencia.

El curso está dirigido a profesionales de la ingeniería eléctrica y electromecánica que deseen profundizar sus conocimientos en modelado y simulación de convertidores de potencia. El curso utiliza ejemplos de simulación de sistemas de potencia en régimen dinámico y no se enfoca en el uso de un software comercial particular.





OBJETIVO GENERAL

Comprender las tecnologías de convertidores de potencia para la integración de energías renovables y los servicios que estas tecnologías pueden proveer. Al finalizar el curso, las y los participantes estarán en capacidad de modelar y simular convertidores de potencia, así como entender la participación de estas tecnologías en la estabilidad y el control de los sistemas de potencia.

METODOLOGÍA

El curso se divide en 6 sesiones virtuales. El proceso de aprendizaje se complementa a partir de la experiencia de las y los participantes con ejemplos numéricos, scripts de Python y simulaciones por computadora.



CONTENIDO DEL CURSO

SESIÓN VIRTUAL 1

Hora	Actividad	Descripción
9:00 am	Convertidores de potencia	<ul style="list-style-type: none"> • Convertidores para generación eólica (WT3 y WT4) • Convertidores para generación solar fotovoltaica • Elementos básicos de convertidores de potencia (MPPT, enlace DC, modulador de ancho de pulsos, filtros, lazos de control) • Curvas de capacidad de convertidores de potencia • Prioridad de P sobre Q y viceversa



Hora	Actividad	Descripción
10:00 am	Introducción a electrónica de potencia	<ul style="list-style-type: none"> • Rectificadores e inversores • Conmutación de transistores para inversores • Modulación de ancho de pulso • Transformación de Park y Clark en convertidores de potencia • Control independiente de potencia activa y reactiva en convertidores
11:30 am	Retos de introducción de convertidores en sistemas de potencia	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de inercia del sistema • Reducción de corrientes de falla • Desincronización de convertidores durante fallas • Nuevas oscilaciones en sistemas de potencia

SESIÓN VIRTUAL 2

Hora	Actividad	Descripción
9:00 am	Convertidores seguidores de red	<ul style="list-style-type: none"> • Características de convertidores seguidores de red (GFL) • Rol del Phase Lock Loop (PLL) en convertidores GFL y sintonización de parámetros. • Lazos de control internos y externos • Modelos y simplificaciones de convertidores GFL en estudios de sistemas de potencia. • Limitaciones y desventajas de convertidores GFL
11:00 am	Ejemplos de simulación	<ul style="list-style-type: none"> • Desempeño del PLL durante fallas • Participación de convertidores GFL en regulación de tensión y frecuencia.



SESIÓN VIRTUAL 3

Hora	Actividad	Descripción
9:00 am	Convertidores formadores de red	<ul style="list-style-type: none"> • Necesidad de convertidores formadores de red (GFM) • Características de convertidores GFM y lazos de control internos y externos • Métodos de control de convertidores GFM (droop, emulación de máquina síncrona, etc.) • Necesidad de almacenamiento de energía en convertidores GFM. • Importancia de limitación de corriente de convertidores GFM durante fallas y mecanismos de limitación.
11:00 am	Ejemplos de simulación	<ul style="list-style-type: none"> • Respuesta de convertidores GFM durante fallas • Equivalencia entre control droop y VSM • Limitación de corriente durante fallas

SESIÓN VIRTUAL 4

Hora	Actividad	Descripción
9:00 am	Desempeño dinámico de convertidores GFL y GFM en sistemas multimáquina	<ul style="list-style-type: none"> • Desempeño de convertidores GFL y GFM en redes débiles y robustas. • Ubicación de convertidores GFM en el sistema de potencia. • Análisis de estabilidad transitoria con convertidores de potencia. • Amortiguamiento de oscilaciones electromecánicas con convertidores de potencia.
11:30 am	Tipos de simulación de convertidores de potencia	<ul style="list-style-type: none"> • Requerimientos de modelado de convertidores para estudios de estabilidad. • Limitación de simulación RMS • Necesidad de simulaciones EMT • Co-simulación RMS/EMT



SESIÓN VIRTUAL 5

9:00 am

Requerimientos de desempeño según códigos de red internacionales

- ♦ Requerimientos a convertidores GFL
- Inyección de reactivo durante fallas
- Capacidad de ride through durante fallas
- Soporte de tensión, frecuencia y ROCOF
- Otras
 - ♦ Requerimientos a convertidores GFM
- Desempeño como fuente de tensión
- Contribución a fallas
- Respuesta inercial
- Operación en redes débiles
- Amortiguamiento de oscilaciones
- Reconexión
- Otras
 - ♦ Estándares internacionales

10:30 am

Estudios de interconexión de convertidores

- ♦ Requerimientos de estudios según códigos de red
- ♦ Representación de plantas solares y eólicas en estudios de flujos de potencia.
- ♦ Representación de plantas solares y eólicas en estudios dinámicos.
- ♦ Revisión de máxima potencia de salida de planta
- ♦ Revisión de cumplimiento de factor de potencia en el PCC.
- ♦ Pruebas de Voltage Ride Through
- ♦ Pruebas de control de tensión, reactivo y participación en regulación de frecuencia.



SESIÓN VIRTUAL 6

<p>9:00 am</p>	<p>Modelado EMT y conceptos de resonancia</p>	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Definiciones extendidas de estabilidad - Fenómenos de estudio y constantes de tiempo - Estabilidad de banda ancha <ul style="list-style-type: none"> ♦ Ejemplo de modelado de convertidores en EMT
<p>10:00 am</p>	<p>Oscilaciones de baja frecuencia</p>	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Oscilaciones subsíncronas -Efecto máquina de inducción -Por control <ul style="list-style-type: none"> ♦ Oscilaciones en redes débiles -Influencia del PLL -Estabilidad vs. factibilidad de operación -Excitación de modos mecánicos <ul style="list-style-type: none"> ♦ Simulación EMT de eólicas con capacitores serie.
<p>11:00 am</p>	<p>Oscilaciones de alta frecuencia</p>	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Modelado equivalente para estudios de resonancia y distorsión armónica ♦ Estabilidad de alta frecuencia (capacitancias) ♦ Modos de oscilación inter-convertidores ♦ Simulación EMT de generadores PV





INSTRUCTORES



Dr. Andrés Argüello. Es ingeniero electricista con énfasis en sistemas de energía. Obtuvo los títulos de maestría y doctorado en ingeniería eléctrica de la Universidad Estatal de Campinas, Brasil. El Dr. Argüello es experto en calidad de energía, y cuenta con amplia experiencia en modelado y simulación de sistemas de distribución y transmisión. Es miembro de la IEEE Power and Energy Society y revisor de las revistas IEEE Transactions on (Power Delivery, Energy Conversion, Sustainable Energy), Journal of Modern Power Systems and Clean Energy, y Elsevier International Journal of Electrical Power and Energy Systems.



Dr. Gustavo Valverde: Obtuvo los títulos de maestría y doctorado en sistemas eléctricos de Potencia de la Universidad de Manchester, Inglaterra. El Dr. Valverde es experto en modelado y simulación, análisis de estabilidad, control y monitoreo de sistemas de potencia. Es consultor internacional y cuenta con publicaciones científicas internacionales en estabilidad y control de sistemas de potencia e integración de energía renovable a la red eléctrica, entre otros. Es editor asociado de la revista IEEE Transactions on Power Systems. El Dr. Valverde tiene experiencia dictando cursos de actualización profesional para ingenieros de Latinoamérica y diversos cursos de grado y posgrado en Costa Rica y Suiza.

Este curso fue diseñado por **Energy & Power Engineering Consulting S.A.**, una empresa costarricense dedicada a servicios de consultoría y capacitaciones en sistemas eléctricos de potencia e integración de energías renovables.



INVERSIÓN

Tarifa Pronto Pago*

Pagos antes del
15 de mayo 2025

- ♦ Miembro CECACIER USD \$ 395
- ♦ Miembro CECACIER CR USD \$402.90
- ♦ No Miembros USD \$595
- ♦ Comités CIER USD \$495

Tarifa Regular*

Pagos después del
15 de mayo 2025

- ♦ Miembro CECACIER USD \$ 495
- ♦ Miembro CECACIER CR USD \$504.90
- ♦ No Miembros USD \$695
- ♦ Comités CIER USD \$595

*Consultar tarifa especial para tres o más personas.

FORMAS DE PAGO:

- Transferencia internacional para extranjeros.
- Transferencia para nacionales de Costa Rica.
- Pago con tarjeta (solicitar la hoja de pasos a seguir)
- Pago por medio de link PayPal. (No hace falta ser afiliado a PayPal)

INSCRIPCIONES:

<https://www.cecacier.org/inscripciones/>

Lic. Cindy Álvarez Salas Cindy.alvarez@cecacier.org

Whatsapp Atención Eventos: +506 7243 - 8598