



## **Curso Profesional Especializado (Virtual)**

**“Energías Renovables y Almacenamiento de Energía”.**

**21, 22, 25, 28, 29 de Junio y 02 de Julio 2021**

## DESCRIPCIÓN DEL CURSO

En este curso se explican las tecnologías de energía renovable para la generación y almacenamiento de energía de pequeña y gran escala y sus implicaciones en la estabilidad y control de los grandes sistemas de potencia. Se abarcarán temas desde la estimación del recurso, descripción de la electrónica de potencia como habilitante de la integración a la red, hasta el modelado y simulación para estudios de planificación y operación de los sistemas eléctricos de potencia.

Se repasan las principales tecnologías de pequeña y gran escala y, luego se dará particular énfasis a las plantas fotovoltaicas, los aerogeneradores, las baterías y sus implicaciones en la estabilidad y control de los sistemas de potencia, así como la integración paulatina de los recursos energéticos distribuidos y las oportunidades para brindar servicios a las redes de transmisión y distribución. Se ofrece una serie de ejemplos numéricos, scripts en Python y ejercicios con software de simulación guiados por el instructor. No se requiere conocimiento previo en el uso de Python ni del simulador.

## OBJETIVO GENERAL

Conocer las tecnologías asociadas a la energía renovable para su integración al sistema eléctrico de potencia tomando en cuenta la evaluación del recurso, el proceso de conversión a energía eléctrica y la inyección a la red.

## PÚBLICO OBJETIVO

El curso está dirigido a profesionales de la industria eléctrica que deseen profundizar sus conocimientos en energías renovables y su integración a los sistemas eléctricos de potencia.

## METODOLOGÍA Y DURACIÓN

Se realizará en un salón de clases virtual, que brinde posibilidades de comunicación, colaboración, participación, motivación y aprendizaje. Se realizarán exposiciones por parte del instructor y sesiones prácticas de cálculos y simulaciones por computadora para complementar la parte teórica.

El factor comunicación e interacción con el Profesor es muy importante, para lo cual es recomendable la participación en todas las clases en vivo de audio-video, existiendo en cada clase un espacio para preguntas y respuestas.

Clases a dictarse tienen una carga horaria total de 18 horas cronológicas, distribuidas en 6 sesiones de 3 horas, según el siguiente cronograma:

- **Sesión 1:** Lunes 21 de Junio – 3.00 a 6:00 PM (3 horas)
- **Sesión 2:** Martes 22 de Junio – 3.00 a 6:00 PM (3 horas)
- **Sesión 3:** Viernes 25 de Junio – 3.00 a 6:00 PM (3 horas)
- **Sesión 4:** Lunes 28 de Junio – 3.00 a 6:00 PM (3 horas)
- **Sesión 5:** Martes 29 de Junio – 3.00 a 6:00 PM (3 horas)
- **Sesión 6:** Viernes 02 de Julio – 3.00 a 6:00 PM (3 horas)

**(- Horarios Perú -)**

# CONTENIDO TEMÁTICO

## Sesión 1.

### **Introducción a energía renovable y almacenamiento de energía (3 horas)**

- Contexto internacional de los sistemas de potencia
- Características de tecnologías de generación renovable variable
- Introducción a generación solar-térmica, fotovoltaica y eólica
- Introducción a generación hidroeléctrica, geotérmica y biomasa
- Introducción a generación con celdas de combustible
- Introducción a generación de calor y electricidad (CHP)
- Costos nivelados de electricidad de energías renovables
- Características de sistemas de almacenamiento de energía para el sistema de potencia
- Introducción a almacenamiento electroquímico, físico y electromagnético
- Comparación de tecnologías de almacenamiento de energía y precios actualizados
- Retos y futuras tendencias de las energías renovables variables

## Sesión 2.

### **Energía solar y paneles fotovoltaicos (3 horas)**

- Recurso solar
- Irradiación
- Posición del sol (elevación y azimutal)
- Orientación e inclinación del panel
- Potencia extraída de un panel fotovoltaico
- Curvas V-I y P-V de paneles fotovoltaicos
- MPPT
- Estimación de producción
- Sistemas fijos y de seguimiento al sol de 1 y 2 ejes
- Tipos de paneles fotovoltaicos
- Inversores para sistemas fotovoltaicos
- Curvas de eficiencia de inversores
- Plantas fotovoltaicas
- Integración al sistema de potencia y sus implicaciones técnicas
- Sistemas de control de plantas fotovoltaicas



# CONTENIDO TEMÁTICO

## Sesión 3.

### **Energía eólica y aerogeneradores (3 horas)**

- Recurso eólico
- Velocidad del viento
- Potencia a extraer del viento
- Curvas P-v de turbinas eólicas
- MPPT
- Estimación de producción
- Turbinas de eje horizontal y vertical
- Componentes de aerogeneradores
- Generadores de inducción y de imanes permanentes
- Tipos de turbinas eólicas (WT1, WT2, WT3 y WT4) y sus características
- Parques eólicos onshore y offshore
- Integración de generación eólica al sistema de potencia y sus implicaciones técnicas
- Sistemas de control de parques eólicos

## Sesión 4.

### **Almacenamiento por baterías y recursos energéticos distribuidos (3 horas)**

- Tecnologías de almacenamiento por baterías
- Indicadores SOC, SOH y SOL de baterías
- Sistemas de gestión y protección de baterías
- Integración y servicios de baterías al sistema de potencia
- Generación distribuida (GD)
- Impacto de generación distribuida en redes de distribución
- Aplicación de control Volt-Var y Volt-Watt de inversores inteligentes
- Estimación de capacidad de alojamiento de GD en redes de distribución
- Cargas flexibles y opciones de control
- Plantas virtuales y agregadores como nuevos agentes de cambio
- Ejemplos de control de cargas flexibles y recursos energéticos distribuidos para proveer servicios a la red de transmisión



# CONTENIDO TEMÁTICO

## Sesión 5.

### **Electrónica de potencia en tecnologías de energía renovable (3 horas)**

- Características de sistemas de generación renovable con electrónica de potencia
- Introducción a tecnología de diodos, tiristores y transistores (MOSFET e IGBT)
- Tecnologías SPWM y SVPWM (modulación de ancho de pulso) y análisis de armónicos
- Introducción a marcos de referencia  $q_d$  y  $\alpha$   $\beta$  para control en convertidores
- Principio de funcionamiento de inversores monofásicos
- Principio de funcionamiento de inversores trifásicos
- Inversores para sistemas fotovoltaicos
- Inversores para generadores eólicos
- Inversores y convertidores para sistemas de almacenamiento
- Electrónica de potencia y sus implicaciones en la estabilidad del sistema de potencia

## Sesión 6.

### **Modelado y simulación de energía renovable en sistemas de potencia (3 horas)**

- Modelos propietarios y genéricos de sistemas de energía renovable para estudios dinámicos de sistemas de potencia
- Modelado de generadores eólicos en estudios de estabilidad y sus opciones de control y servicios auxiliares según WECC y CIGRE
- Ejemplos de simulación de generador eólico doblemente alimentado y con convertidor completo en sistema de potencia
- Modelado de baterías en estudios de estabilidad y sus opciones de control y servicios auxiliares según WECC y CIGRE
- Ejemplos de simulación de sistema de almacenamiento de gran escala en sistema de potencia
- Modelado de plantas fotovoltaicas en estudios de estabilidad y opciones de control y servicios auxiliares según WECC y CIGRE
- Ejemplos de simulación de planta fotovoltaica conectada en sistema de potencia
- Modelado de sistemas fotovoltaicos agregados versus desagregados en redes de distribución

## DOCENTE: DR. GUSTAVO VALVERDE MORA

Profesor Catedrático de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Costa Rica (UCR) <https://eie.ucr.ac.cr/profesores/gustavo.valverde/>.

Ingeniero electricista con énfasis en sistemas de energía y MBA con énfasis en finanzas de la UCR. Obtuvo los títulos de maestría y doctorado en sistemas eléctricos de Potencia de la Universidad de Manchester, Inglaterra. Trabajó en proyectos posdoctorales de redes inteligentes e integración de energías renovables en el Instituto Montefiore de la Universidad de Lieja, Bélgica, y en esquemas de coordinación TSO-DSO en el Instituto Federal Suizo de Tecnología de Zúrich, Suiza. El Dr. Valverde es experto en modelado y simulación, análisis de estabilidad, control y monitoreo de sistemas de potencia y energía renovable.

Es consultor internacional y cuenta con publicaciones científicas internacionales al más alto nivel. Formó parte del IEEE Power and Energy Society Task Force on Voltage Control of Smart Grids durante 2018-2019 y actualmente es Editor de las revistas científicas IEEE Transactions on Sustainable Energy y Journal of Modern Power Systems and Clean Energy. El Dr. Valverde tiene experiencia dictando cursos de actualización profesional en Latinoamérica en temas de análisis, control y estabilidad de sistemas eléctricos de potencia.



## NÚMERO DE PARTICIPANTES

Cupo limitado de participantes

## ACTIVIDADES PREVISTAS

- Disertación por parte del Profesor y toma de apuntes.
- Los asistentes tendrán oportunidad de realizar preguntas y discutir casos específicos con el fin de aclarar los conceptos vertidos así como compartir la experiencia del docente.
- Comunicación a través de correos electrónicos y otros.

## PROPIEDAD INTELECTUAL

No se utilizará los programas, textos usados en esta presentación, ni eventuales abreviaciones o alteraciones del mismo, sin consentimiento previo.

## CONSIDERACIONES IMPORTANTES

- Los participantes deben contar con un Computador que permita una buena conexión (Evitar conexiones desde el Celular)
- Si por motivos de fuerza mayor se tiene un problema técnico por imprevistos del internet, tomaremos las medidas del caso y coordinaremos la recuperación de la clase.
- La transmisión de las sesiones será vía plataforma virtual Zoom, por lo que la estabilidad de la transmisión puede variar según el comportamiento del internet receptor y de los organizadores, tomar en cuenta esto y encuentre el lugar con la mayor señal para que tratar de evitar inconvenientes.



## TARIFAS DE INSCRIPCIÓN

### Miembros del PECIER (Por participante)

- **US\$ 320.00 ó S/. 1,168.00** inscritos hasta el día viernes 04 de Junio (Inclusive).
- **US\$ 370.00 ó S/. 1,350.50** para inscripciones recibidas posteriormente.

### No Miembros del PECIER (Por participante)

- **US\$ 370.00 ó S/. 1,350.50** inscritos hasta el día viernes 04 de Junio (Inclusive).
- **US\$ 420.00 ó S/. 1,533.00** para inscripciones recibidas posteriormente.

- \* **A las tarifas de inscripción, se les agregará el IGV (18%).**
- \* **Inscripciones del extranjero (fuera de Perú) asumirán los cobros bancarios incurridos por la transferencia.**

## CURSO INCLUYE

- **Certificado digital de Participación.**
- **Entrega de material virtual de cada sesión y material complementario.**

## FORMA DE PAGO:

**Sólo Depósito o Transferencia bancaria**

**Titular: PCIER**

RUC 20605148965

### BANCO DE CREDITO

- **CUENTA CORRIENTE EN SOLES:**

193-2674440-0-44

**CÓDIGO INTERBANCARIO EN SOLES:**

002-193-002674440044-16

- **CUENTA CORRIENTE EN DOLARES:**

193-2645441-1-35

**CÓDIGO INTERBANCARIO EN DOLARES:**

002-193-002645441135-11

**SWIFT: BCPLPEPL**

**Las constancias de los depósitos y transferencias bancarias deben ser enviadas vía e-mail con el nombre completo del participante para su debida identificación. La Organización no se responsabiliza por los depósitos o transferencias no identificadas.**

## INFORMES

Para consultas y envío de Formulario de registro, comunicarse con el Comité Peruano de la CIER – PECIER:  
E-mail [pecier@cier.org](mailto:pecier@cier.org)



**PECIER**

Comité Nacional Peruano de la CIER