

	UNIVERSIDAD DE CALDAS	
	FORMATO PARA CREACIÓN – MODIFICACIÓN DE ACTIVIDADES ACADÉMICAS	
	CÓDIGO: R-2680-P-DC-774	VERSIÓN: 2

PLAN INSTITUCIONAL DE ACTIVIDAD ACADÉMICA

I. IDENTIFICACIÓN

Facultad que ofrece la Actividad Académica:	CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
Departamento que ofrece la Actividad Académica:	FÍSICA
Nombre de la Actividad Académica:	SISTEMAS DE GENERACION TRANSFORMACION Y TRANSMISIÓN DE ENERGIAS RENOVABLES
Código de la Actividad Académica:	
Versión del Programa Institucional de la Actividad Académica (PIAA):	1
Acta y fecha del Consejo de Facultad para: aprobación____ modificación____	Acta No. "000"Fecha: _____
Programas a los que se le ofrece la Actividad Académica (incluye el componente de formación al cual pertenece):	
Actividad Académica abierta a la comunidad:	Si X No _____

Tipo de actividad: Teórica ____ Teórico - Práctica <u>X</u> Práctica _			
Horas teóricas (T):	48	Horas prácticas (P):	16
Horas presenciales (T + P):	64	Horas no presenciales (NP):	128
Horas presenciales del docente:	64	Relación Presencial/No presencial:	1:1
Horas inasistencia con las que se reprueba:	5	Cupo máximo de estudiantes:	25
Habilitable (Si o No):	Si	Nota aprobatoria:	3
Créditos que otorga:	4	Duración en semanas:	16

Requisitos (escribir los códigos y el nombre de las actividades académicas que son requisitos, diferenciados por programas para el caso de una actividad académica polivalente):
SEGURIDAD ELÉCTRICA

II. **JUSTIFICACIÓN:** describe las razones por las cuales es importante la actividad académica desde la perspectiva del conocimiento, el objeto de formación del programa, el perfil profesional del egresado(s), y su lugar en el currículo.

El aprovechamiento eficiente de las energías renovables requiere una comprensión integral de los sistemas que permiten su generación, la conversión de la energía a formas utilizables (transformación) y su entrega a los centros de consumo (transmisión). Esta asignatura es crucial para el tecnólogo del programa, ya que le proporciona una visión sistémica de las principales tecnologías de generación renovable (solar fotovoltaica, eólica, biomasa, pequeñas centrales hidroeléctricas), los equipos de transformación asociados (inversores, transformadores, rectificadores) y los principios fundamentales de la transmisión de energía eléctrica, incluyendo su integración a la red. El egresado estará en capacidad de analizar y comprender la operación de estos sistemas, contribuyendo a la planificación, supervisión y optimización de proyectos de energía renovable a diversas escalas.

III. **OBJETIVOS:** describe en forma clara lo que se pretende con el desarrollo de la actividad académica.

3.1 General:

Analizar los principios de funcionamiento, componentes, configuraciones y desafíos operativos de los sistemas de generación, transformación y transmisión asociados a las principales fuentes de energía renovable, para comprender su rol en la matriz energética y su integración a las redes eléctricas.

3.2 Específicos:

1. Identificar y describir las tecnologías clave utilizadas en la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables como la solar fotovoltaica, eólica, biomasa y pequeñas centrales hidroeléctricas (PCH).
2. Comprender los procesos de transformación de energía en sistemas renovables, incluyendo la conversión DC/AC, DC/DC y la elevación/reducción de tensión.
3. Analizar los componentes y configuraciones típicas de subestaciones eléctricas asociadas a plantas de generación renovable.
4. Describir los principios básicos de la transmisión de energía eléctrica y los desafíos particulares de la integración de fuentes renovables intermitentes a la red.
5. Evaluar el impacto técnico de la conexión de sistemas de generación distribuida renovable en las redes de distribución.
6. Reconocer las normativas y estándares relevantes para la conexión de plantas de generación renovable al Sistema Interconectado Nacional (SIN).

NOTA: en el caso que el Programa Institucional de la Actividad Académica (PIAA) se desarrolle por competencias, es necesario completar los siguientes aspectos, en lugar de objetivos:

III. COMPETENCIAS: describe actuaciones integrales desde saber ser, el saber hacer y el saber conocer, para identificar, interpretar, argumentar y resolver problemas del contexto con idoneidad y ética. Se debe tener en cuenta lo siguiente:

3.1 Genéricas

- **Pensamiento Sistémico:** Capacidad para analizar la interrelación entre los componentes de generación, transformación y transmisión en sistemas de energía renovable.
- **Análisis Técnico:** Habilidad para interpretar datos de operación, diagramas unifilares y especificaciones técnicas de equipos de potencia.
- **Adaptabilidad Tecnológica:** Disposición para comprender y evaluar nuevas tecnologías y enfoques en el campo de la generación y transmisión de energías renovables.
- **Conciencia del Contexto Energético:** Comprensión del rol de las energías renovables en el sistema eléctrico nacional e internacional y sus implicaciones.

3.2 Específicas

C1 (Contribuye al RA1 y RA2 del programa): Analizar las arquitecturas y principios operativos de diferentes sistemas de generación de energía renovable (solar FV a gran escala, parques eólicos, plantas de biomasa, PCH), identificando sus componentes clave, flujos de energía y parámetros de rendimiento.

- (Sub-competencias específicas de la asignatura):
 - Describir la configuración y operación de plantas solares fotovoltaicas conectadas a red (utility-scale).
 - Explicar el funcionamiento de aerogeneradores y la disposición de parques eólicos.
 - Identificar los procesos de conversión de energía en plantas de biomasa y PCH.
 - Interpretar diagramas de proceso y diagramas unifilares de plantas de generación renovable.

C2 (Contribuye al RA2 y RA3 del programa): Evaluar los sistemas de transformación y acondicionamiento de potencia utilizados en plantas de generación renovable y en su interconexión con la red eléctrica, considerando su eficiencia, fiabilidad y cumplimiento normativo.

- (Sub-competencias específicas de la asignatura):
 - Analizar el rol y funcionamiento de inversores centrales, transformadores elevadores y equipos de conmutación en subestaciones de energías renovables.
 - Comprender los conceptos de calidad de la energía (armónicos, factor de potencia) y cómo los sistemas renovables pueden afectarla o mejorarla.
 - Identificar los requisitos para la conexión de generadores renovables al sistema de transmisión o distribución.

IV. RESULTADOS DE APRENDIZAJE (RA): cada asignatura debe contener resultados de aprendizaje particulares, siempre articulados con los generales de cada programa. Los RA de una asignatura pueden tributar a varios RA generales, y no necesariamente hay una relación uno a uno.

- **RA1 (Contribuye al RA1 del programa):** Describir los principios de funcionamiento, tecnologías y configuraciones típicas de los principales sistemas de generación de energía renovable (solar fotovoltaica a gran escala, eólica, biomasa, PCH), identificando sus ventajas, desventajas y aplicaciones.
- **RA2 (Contribuye al RA2 del programa):** Analizar el funcionamiento de los equipos de transformación de energía (inversores de gran potencia, transformadores) y los componentes de una subestación eléctrica asociada a una planta de generación renovable, interpretando sus diagramas unifilares básicos.
- **RA3 (Contribuye al RA2 y RA3 del programa):** Explicar los conceptos fundamentales de la transmisión de energía eléctrica y los desafíos técnicos (estabilidad, intermitencia, calidad de potencia) relacionados con la integración de grandes bloques de energía renovable a la red eléctrica.
- **RA4 (Contribuye al RA2 y RA6 del programa):** Identificar los principales marcos normativos y procedimientos para la conexión de proyectos de generación renovable al Sistema Interconectado Nacional, reconociendo el rol de los diferentes actores del sector eléctrico.

V. **CONTENIDO:** describe los temas y subtemas que se desarrollarán en la actividad académica. Estos deben estar en perfecta coherencia con los objetivos, método y evaluación de la asignatura y con los perfiles de formación de los programas a los que se ofrece la actividad académica.

Módulo 1: Sistemas de Generación Solar Fotovoltaica a Gran Escala

- Tecnologías de módulos FV para plantas utility-scale (mono PERC, bifaciales, HJT, etc.).
- Tipos de inversores para grandes plantas: centrales, string, microinversores (comparativa).
- Estructuras de montaje: fijas, seguidores de un eje, seguidores de dos ejes.
- Diseño y configuración de plantas FV a gran escala: layout, cableado DC y AC, sistemas de monitoreo (SCADA).
- Estimación de producción energética y factores de pérdida.

Módulo 2: Sistemas de Generación Eólica

- Principios de conversión de energía eólica: curva de potencia, ley de Betz.
- Tipos de aerogeneradores: eje horizontal (HAWT), eje vertical (VAWT); velocidad fija, velocidad variable.
- Componentes principales de un aerogenerador: palas, góndola (multiplicadora, generador, sistemas de control y orientación).
- Configuración de parques eólicos: disposición de turbinas, red eléctrica interna, subestación colectora.
- Sistemas de control y protección en parques eólicos.

Módulo 3: Otros Sistemas de Generación Renovables Relevantes

- **Generación con Biomasa:**
 - Tipos de biomasa y pretratamiento.
 - Tecnologías de conversión: combustión directa, gasificación, digestión anaerobia.
 - Ciclos termodinámicos (Rankine, Stirling) y generadores asociados.
- **Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (PCH):**
 - Tipos de turbinas hidráulicas (Pelton, Francis, Kaplan, Turgo) y su aplicación.
 - Componentes de una PCH: obra de toma, conducción, casa de máquinas, generador.
 - Evaluación de potencial y aspectos ambientales.
- **Introducción a otras tecnologías emergentes:** Geotermia, energía de los océanos (conceptual).

Módulo 4: Transformación y Acondicionamiento de Potencia

- Inversores de gran potencia: topologías, control, conexión a red (Grid-Following, Grid-Forming).
- Transformadores de potencia: principios, tipos, conexiones, sistemas de refrigeración y protección.
- Equipos de maniobra y protección en media y alta tensión (interruptores, seccionadores, pararrayos).
- Sistemas de compensación de potencia reactiva (bancos de condensadores, STATCOM básicos).
- Calidad de la energía: armónicos, fluctuaciones de tensión, factor de potencia. Su relación con la generación renovable.

Módulo 5: Transmisión de Energía Eléctrica e Integración de Renovables

- Conceptos básicos de sistemas de potencia: generación, transmisión, distribución.
- Líneas de transmisión: parámetros, tipos, niveles de tensión.
- Subestaciones de transmisión: configuraciones (barra simple, doble barra, anillo), equipos principales.
- Desafíos de la integración de fuentes renovables variables (FV, eólica) a la red:
 - Intermitencia y variabilidad: impacto en la estabilidad del sistema.
 - Control de frecuencia y tensión.
 - Necesidad de flexibilidad y almacenamiento.
- Generación Distribuida (GD) con fuentes renovables: impacto en redes de distribución.
- Normativa y códigos de red para la conexión de generadores al SIN (ej. Acuerdos CREG).

VI. METODOLOGÍA: describe las estrategias educativas, métodos, técnicas, herramientas y medios utilizados para el desarrollo del contenido, en coherencia con los objetivos o competencias.

- **Clases Magistrales Interactivas:** Exposición de conceptos fundamentales, principios de funcionamiento de tecnologías, y marcos normativos, fomentando la participación y discusión.
- **Análisis de Casos de Estudio:** Revisión de proyectos reales de plantas de generación renovable, su diseño, componentes, y desafíos de operación e interconexión.
- **Resolución de Problemas y Ejercicios Numéricos:** Aplicación de conceptos para el dimensionamiento básico de componentes, cálculo de flujos de potencia sencillos o estimación de producción.
- **Uso de Software de Simulación (si disponible y pertinente):**
 - Software para modelado de sistemas de potencia (ej. OpenDSS, ETAP versión educativa, o similar) para analizar flujos de carga e impacto de GD.
 - Software para simulación de rendimiento de plantas FV (ej. PVsyst versión educativa, SAM) o eólicas.
- **Visitas Técnicas (opcional, si es factible):** A plantas de generación renovable, subestaciones o centros de control para observar los sistemas en operación.
- **Investigación Dirigida y Presentaciones Estudiantiles:** Asignación de temas específicos para que los estudiantes investiguen y presenten a la clase.

VII. **CRITERIOS GENERALES DE EVALUACIÓN:** describe las diferentes estrategias evaluativas, con valoraciones cuantitativas y reportes cualitativos, si son del caso, que se utilizarán para determinar si el estudiante ha cumplido con lo propuesto como objetivos o como competencias de la Actividad Académica. Ver reglamento estudiantil y política curricular.

- **Exámenes Escritos (Individual): 40%** (2 parciales o combinación de quices y parcial)
 - Evaluación de la comprensión de conceptos, principios de funcionamiento, normativas y capacidad de análisis de sistemas.
- **Talleres y Resolución de Problemas (Individual/Grupal): 30%**
 - Calificación de trabajos que involucren cálculos, análisis de diagramas, interpretación de datos de simulación o respuestas a cuestionarios técnicos.
- **Proyecto de Investigación/Análisis de Caso (Grupal): 30%**
 - Desarrollo de un trabajo de investigación sobre una tecnología de generación específica, el análisis técnico de un proyecto existente, o una propuesta de integración de un sistema renovable a una red. Incluye informe escrito y presentación oral.

VIII. **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:** describe los textos guía, manuales, fuentes primarias, páginas de Internet, entre otras, que serán utilizadas para el desarrollo de la Actividad Académica.

- • Masters, G. M. (2013). **Renewable and Efficient Electric Power Systems**. John Wiley & Sons.
- Patel, M. R. (2006). **Wind and Solar Power Systems: Design, Analysis, and Operation**. CRC Press.
- Grainger, J. J., & Stevenson, W. D. (1994). **Power System Analysis**. McGraw-Hill. (o un texto más moderno de Análisis de Sistemas de Potencia)
- Boyle, G. (Ed.). (2012). **Renewable Energy: Power for a Sustainable Future**. Oxford University Press.
- Ministerio de Minas y Energía. (Última versión). **Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE**. Colombia.
- Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG): Acuerdos y resoluciones relevantes para la conexión de generadores y calidad del servicio.
- Unidad de Planeación Minero Energética (UPME): Planes de expansión de generación y transmisión, atlas de recursos renovables.
- IRENA (International Renewable Energy Agency): Reportes y publicaciones sobre tecnologías y tendencias.
- NREL (National Renewable Energy Laboratory): Publicaciones técnicas y herramientas de simulación (SAM).
- Artículos técnicos y de revisión de revistas especializadas (ej. IEEE Transactions on