
Curso Académico: (2024 / 2025)**Fecha de revisión: 14-05-2024**

Departamento asignado a la asignatura: Departamento de Ingeniería Eléctrica**Coordinador/a: LEDESMA LARREA, PABLO****Tipo: Obligatoria Créditos ECTS : 6.0****Curso : 1 Cuatrimestre : 2**

REQUISITOS (ASIGNATURAS O MATERIAS CUYO CONOCIMIENTO SE PRESUPONE)

Los alumnos que cursen la asignatura deberán tener conocimientos básicos de circuitos eléctricos y teoría de control

OBJETIVOS

Adquirir los siguientes conocimientos:

- K2 Conocimiento e identificación de la normativa, regulación y requisitos de conexión aplicables a los proyectos de energías renovables
- K8 Conocimiento de los dispositivos electrónicos empleados en los sistemas flexibles de conexión en corriente alterna (FACTS y HVDC) utilizados en la operación conjunta con fuentes renovables

Adquirir las siguientes destrezas:

- S4 Manejar programas de simulación de redes eléctricas con fuentes de generación renovable
- S6 Evaluar la viabilidad técnico-económica de un proyecto de energías renovables desde el punto de vista de su integración en la red eléctrica
- S9 Buscar información compleja y específica sobre normativa y legislación en temas relativos a las energías renovables

Adquirir las siguientes competencias:

- C2 Evaluar el impacto de las energías renovables en la operación de los sistemas eléctricos futuros, determinando los problemas que pueden aparecer y las posibles soluciones a nivel regulatorio
- C3 Planificar un sistema eléctrico teniendo en cuenta la integración de las energías renovables
- C5 Gestionar técnicamente proyectos, instalaciones y plantas relacionados con las energías renovables

DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS: PROGRAMA

1. Introducción a la asignatura

- Evolución histórica de la generación renovable
- Códigos de red, procedimientos de operación y normativa ENTSOE
- Procedimiento de operación 12.2
- Caso práctico de introducción a la herramienta de simulación PSSE

2. Conexión a red de parques de energía renovable

- Redes de baja y media tensión
- Centros de transformación y subestaciones eléctricas en parques de energía renovable
- Estudio de caso de conexión a red de un parque eólico

3. Generación no programable y congestión de la red
 - Estudios de integración en la red eléctrica
 - Capacidad de acceso de la generación renovable
 - Solución de congestiones
 - Estudio de caso de solución de restricciones técnicas en un sistema con generación renovable
4. Efecto de la generación renovable sobre la corriente de cortocircuito
 - Corriente de cortocircuito y protecciones
 - Cálculo de corrientes de cortocircuito con generación síncrona y no síncrona
 - Estudio de caso de reducción de corriente de cortocircuito por presencia de generación no síncrona
5. Control de tensión y generación no síncrona
 - Servicio complementario de control de tensión
 - Métodos convencionales de control de tensión y efecto de la generación renovable
 - Estudio de caso de control de tensión con presencia de generación renovable
6. Participación de parques de energía renovable en el control de tensión
 - Compensación de reactiva en parques de energía renovable
 - Control de tensión en hora punta y en hora valle
 - Estudio de caso de participación de parques de energía renovable en el control de tensión
7. Regulación primaria de frecuencia en plantas de generación síncrona y no síncrona
 - Fundamentos de la relación frecuencia-potencia
 - Servicio complementario de regulación primaria y procedimiento de Operación 7.1
 - Estatismo en parques de energía renovable
 - Estudio de caso de regulación primaria de frecuencia con presencia de generación no síncrona
8. Generación no programable y regulación secundaria de frecuencia
 - Reserva de regulación secundaria y generación renovable
 - Error de Control de Área y regulación compartida peninsular
 - Procedimiento de Operación 7.2
 - Otros mecanismos de regulación frecuencia-potencia
 - Estudio de caso de participación de parques de energía renovable en la regulación de frecuencia
9. Generación renovable y estabilidad de frecuencia
 - Incidente de referencia y objetivos de control de ENTSOE
 - Deslastre de cargas
 - Efecto de la generación renovable sobre la estabilidad de frecuencia
 - Estudio de caso de estabilidad de frecuencia en una red con generación renovable
10. Técnicas avanzadas de control en parques de energía renovable
 - Generadores síncronos virtuales
 - Emulación de Inercia
 - Control grid-forming
 - Estudio de caso de respuesta dinámica de un parque con provisión de inercia
11. Estabilidad transitoria en sistemas con generación renovable
 - Oscilaciones electromecánicas
 - Criterios de admisibilidad
 - Modelos de plantas de energía renovable para estudios de red
 - Estudio de caso de estabilidad de ángulo en un sistema con generación no síncrona
12. Huecos de tensión y su efecto sobre la generación no síncrona
 - Definición y clasificación de huecos de tensión
 - Respuesta de generación no síncrona a los huecos de tensión
 - Procedimiento de Operación 12.3
 - Estudio de caso de propagación de un hueco de tensión en un sistema con generación renovable
13. Evacuación de energía renovable mediante líneas de corriente continua
 - Redes de corriente continua y parques eólicos marinos
 - Enlaces HVDC en el sistema eléctrico español
 - Estudio de caso de red con líneas de corriente continua y generación renovable

14. La transición energética y la red de transporte del futuro
- Plan de desarrollo de la red de transporte de energía eléctrica
 - La red europea de referencia según ENTSOE

ACTIVIDADES FORMATIVAS, METODOLOGÍA A UTILIZAR Y RÉGIMEN DE TUTORÍAS

Actividades formativas:

- AF1 Clases teóricas
Clases magistrales donde se explican los conceptos a aplicar
- AF2 Clases prácticas y AF3 Clases teórico-prácticas
Actividades en aula informática de resolución de casos prácticos con la herramienta PSSE
- AF6 Trabajo en grupo y AF7 Trabajo individual
Elaboración de informes con la resolución de los casos prácticos resueltos en el aula informática
- AF8 Pruebas de evaluación
Realización de pruebas rápidas de evaluación, a través de Aula Global, en la propia aula y en cada sesión

Methodología:

- MD1 Exposiciones en clase del profesor con soporte de medios informáticos y audiovisuales, en las que se desarrollan los conceptos principales de la materia y se proporciona la bibliografía para complementar el aprendizaje de los alumnos.
- MD2 Resolución en el aula informática de casos prácticos planteados por el profesor, de manera individual o en grupo. Los casos a resolver son aplicaciones prácticas de conceptos explicados en las clases magistrales. Los alumnos hacen un uso exhaustivo de herramientas de análisis de sistemas eléctricos ampliamente usadas en el sector eléctrico.
- MD4 Elaboración de trabajos e informes, de manera individual o en grupo, sobre los casos prácticos resueltos en el aula informática

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Peso porcentual del Examen Final:	0
Peso porcentual del resto de la evaluación:	100

El criterio de evaluación será continuo y su ponderación será la siguiente:

- Pruebas rápidas semanales online (50% de la nota final)
- Solución de casos prácticos en el aula informática (50% de la nota final)

En la evaluación de la solución de los casos prácticos se valorará el rigor y la concisión. El uso de inteligencia artificial en la elaboración del informe de cada tarea no está recomendado porque, al tratarse de un campo muy especializado, tiende a producir afirmaciones falsas o demasiado vagas.

Si el alumno no superara la nota mínima en la evaluación continua se deberá presentar a un examen final en la convocatoria extraordinaria

El examen de la convocatoria extraordinaria consistirá en un examen escrito sobre los contenidos del programa

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- N. Jenkins, R. Allan, P. Crossley, D. Kirschen, G. Strbac Embedded Generation, The Institution of Electrical Engineering, 2000

- T. Ackermann (Ed.) Wind Power in Power Systems, Wiley, 2005

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- A.J. Wood, B.F. Wollenberg, G.B. Sheblé Power Generation, Operation and Control, Wiley, 2014