

## PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA

Curso académico: 2020/2021

| Identificación y características de la asignatura   |  |                        |                    |                            |                    |                              |                    |                               |                    |                                |                    |
|---|--|------------------------|--------------------|----------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|-------------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------|
| Código  | 400809   | Créditos ECTS          | 6                  |                            |                    |                              |                    |                               |                    |                                |                    |
| Denominación (español)  | INICIACIÓN A LA INVESTIGACIÓN EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA   |                        |                    |                            |                    |                              |                    |                               |                    |                                |                    |
| Denominación (inglés)   | INTRODUCTION TO RESEARCH IN ELECTRICAL POWER SYSTEMS               |                        |                    |                            |                    |                              |                    |                               |                    |                                |                    |
| Titulaciones  | Máster Universitario en Investigación en Ingeniería y Arquitectura |                        |                    |                            |                    |                              |                    |                               |                    |                                |                    |
| Centro  | Escuela de Ingenierías Industriales                                |                        |                    |                            |                    |                              |                    |                               |                    |                                |                    |
| Semestre  | 2  | Carácter               | Optativa           |                            |                    |                              |                    |                               |                    |                                |                    |
| Módulo  | Específico: Especialidad en Ingenierías Industriales               |                        |                    |                            |                    |                              |                    |                               |                    |                                |                    |
| Materia   | Iniciación a la Investigación en Sistemas Eléctricos de Potencia   |                        |                    |                            |                    |                              |                    |                               |                    |                                |                    |
| Profesor/es   |  |                        |                    |                            |                    |                              |                    |                               |                    |                                |                    |
| Nombre  | Despacho   | Correo-e               | Página web         |                            |                    |                              |                    |                               |                    |                                |                    |
| Belén María Pérez Caballero   | D.2.12   | belenpc@unex.es        |                    |                            |                    |                              |                    |                               |                    |                                |                    |
| Enrique Romero Cadaval  | D.2.6  | eromero@unex.es        |                    |                            |                    |                              |                    |                               |                    |                                |                    |
| Fermín Barrero González   | D.2.11   | fbarrero@unex.es       |                    |                            |                    |                              |                    |                               |                    |                                |                    |
| Área de conocimiento  | Ingeniería Eléctrica / Tecnología Electrónica                      |                        |                    |                            |                    |                              |                    |                               |                    |                                |                    |
| Departamento  | Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática                     |                        |                    |                            |                    |                              |                    |                               |                    |                                |                    |
| Profesor coordinador (si hay más de uno)  | Belén María Pérez Caballero  |                        |                    |                            |                    |                              |                    |                               |                    |                                |                    |
| Competencias* (ver tabla en <a href="http://bit.ly/competenciasMU11yA">http://bit.ly/competenciasMU11yA</a> ) |  |                        |                    |                            |                    |                              |                    |                               |                    |                                |                    |
| Competencias Básicas  | Marcar con una "X"   | Competencias Generales | Marcar con una "X" | Competencias Transversales | Marcar con una "X" | Competencias Específicas (I) | Marcar con una "X" | Competencias Específicas (II) | Marcar con una "X" | Competencias Específicas (III) | Marcar con una "X" |
| CB6   | X  | CG1                    | X                  | CT1                        | X                  | CE1                          |                    | CE12                          |                    | CE32                           |                    |
| CB7   | X  | CG2                    | X                  | CT2                        | X                  | CE2                          |                    | CE13                          |                    | CE33                           |                    |
| CB8   | X  | CG3                    | X                  | CT3                        | X                  | CE3                          |                    | CE14                          |                    | CE34                           |                    |
| CB9   | X  | CG4                    |                    | CT4                        | X                  | CE4                          |                    | CE24                          | X                  | CE35                           |                    |
| CB10  | X  | CG5                    |                    | CT5                        | X                  | CE5                          |                    | CE25                          | X                  | CE36                           |                    |
|   |  | CG6                    | X                  | CT6                        | X                  | CE6                          |                    | CE26                          | X                  | CE37                           |                    |
|   |  | CG7                    |                    | CT7                        | X                  | CE7                          |                    | CE27                          | X                  | CE38                           |                    |
|   |  | CG8                    |                    | CT8                        | X                  | CE8                          |                    | CE28                          | X                  | CE39                           |                    |
|   |  |                        |                    | CT9                        | X                  | CE9                          |                    | CE29                          | X                  | CE40                           |                    |
|   |  |                        |                    | CT10                       | X                  | CE10                         |                    | CE30                          | X                  |                                |                    |
|   |  |                        |                    | CT11                       | X                  | CE11                         |                    | CE31                          | X                  |                                |                    |

\* Los apartados relativos a competencias, breve descripción del contenido, actividades formativas, metodologías docentes, resultados de aprendizaje y sistemas de evaluación deben ajustarse a lo recogido en la memoria verificada del título.

| Contenidos   |
|--|
| Breve descripción del contenido*   |
| Sistemas eléctricos avanzados. Calidad del suministro eléctrico. Sistemas no sinusoidales. Sistemas electrónicos de potencia aplicados en la red eléctrica. Superconductividad. Aplicaciones avanzadas de superconductividad.  |
| Temario de la asignatura   |
| <p>Denominación del tema 1: Sistemas eléctricos avanzados.</p> <p>Contenidos del tema 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis y mantenimiento de sistemas eléctricos.</li> <li>- Smart Grids.</li> </ul> <p>Descripción de las actividades prácticas del tema 1:</p> <p>AP-1. Simulación con PowerWorld de varios escenarios básicos de redes de distribución (convencional, inclusión de fotovoltaica y modo isla).</p>  |
| <p>Denominación del tema 2: Calidad del suministro eléctrico.</p> <p>Contenidos del tema 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Clasificación de perturbaciones en sistemas eléctricos y posibles soluciones.</li> <li>- Normativa de calidad de suministro y conexión a red.</li> </ul> <p>Descripción de las actividades prácticas del tema 2:</p> <p>AP-2. Simulación de perturbaciones con Simulink.</p>  |
| <p>Denominación del tema 3: Sistemas no sinusoidales.</p> <p>Contenidos del tema 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis de sistemas no sinusoidales.</li> <li>- Nuevas definiciones de potencia en sistemas no sinusoidales.</li> <li>- Corrección de sistemas no sinusoidales.</li> </ul> <p>Descripción de las actividades prácticas del tema 3:</p> <p>AP-3. Simulación de estrategias de control de acondicionadores con Simulink.</p>                                     |
| <p>Denominación del tema 4: Sistemas electrónicos de potencia aplicados en la red eléctrica.</p> <p>Contenidos del tema 4:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistemas electrónicos de potencia.</li> <li>- Integración en red de sistemas de generación distribuida.</li> <li>- Almacenamiento de energía.</li> </ul> <p>Descripción de las actividades prácticas del tema 4:</p> <p>AP-4. Simulación de redes con equipos electrónicos de potencia, mediante Simulink y/o Pscad.</p> |
| <p>Denominación del tema 5: Superconductividad.</p> <p>Contenidos del tema 5:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introducción a la superconductividad.</li> <li>- Aplicaciones no eléctricas de superconductores.</li> <li>- Laboratorio de aplicaciones eléctricas de superconductores.</li> <li>- Aplicaciones eléctricas de superconductores.</li> </ul>  |
| Denominación del tema 6: Aplicaciones avanzadas de superconductividad.   |

Contenidos del tema 6:

- Introducción a las técnicas de medida con superconductores
- Trabajo en laboratorio de medida con superconductores

Descripción de las actividades prácticas del tema 6:

AP-5. Medidas de laboratorio con superconductores.

### Actividades formativas\*

| Horas de trabajo del alumno por tema |       | Horas teóricas | Actividades prácticas |     |     |     | Actividad de seguimiento | No presencial |
|--------------------------------------|-------|----------------|-----------------------|-----|-----|-----|--------------------------|---------------|
| Tema                                 | Total | GG             | PCH                   | LAB | ORD | SEM | TP                       | EP            |
| 1                                    | 23,5  | 1,5            |                       |     | 2   |     |                          | 20            |
| 2                                    | 24    | 1,5            |                       |     | 2   |     | 0,5                      | 20            |
| 3                                    | 23,5  | 1,5            |                       |     | 2   |     |                          | 20            |
| 4                                    | 24    | 1,5            |                       |     | 2   |     | 0,5                      | 20            |
| 5                                    | 23    | 2              |                       |     | 1   |     |                          | 20            |
| 6                                    | 23,5  | 2              |                       |     | 1   |     | 0,5                      | 20            |
| <b>Evaluación **</b>                 | 8,5   | 1              |                       |     |     |     |                          | 7,5           |
| <b>TOTAL</b>                         | 150   | 11             |                       |     | 10  |     | 1,5                      | 127,5         |

GG: Grupo Grande (100 estudiantes).

PCH: prácticas clínicas hospitalarias (7 estudiantes)

LAB: prácticas laboratorio o campo (15 estudiantes)

ORD: prácticas sala ordenador o laboratorio de idiomas (30 estudiantes)

SEM: clases problemas o seminarios o casos prácticos (40 estudiantes).

TP: Tutorías Programadas (seguimiento docente, tipo tutorías ECTS).

EP: Estudio personal, trabajos individuales o en grupo, y lectura de bibliografía.

### Metodologías docentes\*

De entre las metodologías docentes incluidas en el plan de estudios del título, en la presente asignatura se utilizan las siguientes:

| Metodologías docentes  | Se indican con una "X" las utilizadas |
|--|---------------------------------------|
| 1. Clases expositivas y discusión de contenidos teóricos   | X                                     |
| 2. Desarrollo de problemas   | X                                     |
| 3. Prácticas de laboratorio y plantas piloto   | X                                     |
| 4. Prácticas de campo  | X                                     |
| 5. Prácticas en aula de informática  | X                                     |
| 6. Seguimiento y discusión de trabajos   | X                                     |
| 7. Desarrollo de seminarios  | X                                     |
| 8. Visitas guiadas   | X                                     |
| 9. Realización de exámenes   | X                                     |
| 10. Aprendizaje autónomo e independiente: el estudiante profundiza en el estudio de las materias | X                                     |

\*\* Indicar el número total de horas de evaluación de esta asignatura.

### Resultados de aprendizaje\*

Comprender la configuración clásica de los Sistema Eléctricos de Potencia (SEP) y las nuevas situaciones que se presentan en la actualidad, que conducen al concepto de generación distribuida.

Tener conocimientos como para aportar soluciones en la línea de las nuevas tendencias de estructura y funcionamiento de las redes (Smart Grids o Redes Inteligentes).

Ser capaz de manejar herramientas de software de análisis de SEP, tales como Matlab-Simulink, PowerWorld, PSpice, Pscad.

Conocer los tipos de perturbaciones conducidas presentes en los SEP, sus causas y sus consecuencias; y su repercusión sobre el concepto de calidad de suministro eléctrico.

Saber simular en entorno informático los distintos tipos de perturbaciones.

Conocer, entender e interpretar la normativa nacional e internacional sobre calidad de suministro eléctrico.

Saber analizar sistemas eléctricos con excitaciones no sinusoidales.

Entender los principios para la corrección o compensación de sistemas no sinusoidales.

Conocer y saber aplicar a nivel de simulación las estrategias de control de acondicionadores paralelo.

Conocer la estructura interna, el funcionamiento y las ideas básicas de diseño de los sistemas electrónicos de potencia de mayor aplicación en la red eléctrica.

Conocer las claves de los modelos de simulación de estos equipos para su inclusión en programas de simulación de redes eléctricas.

Entender los conceptos fundamentales sobre superconductividad y sus aplicaciones en los SEP.

Ser capaz de manejar la instrumentación de laboratorio de ingeniería eléctrica de nivel avanzado.

### Sistemas de evaluación\*

#### **Criterios de evaluación**

Que el alumno llegue a

1. Comprender la configuración clásica de los Sistema Eléctricos de Potencia (SEP) y las nuevas situaciones que se presentan en la actualidad, que conducen al concepto de generación distribuida. (CB6-CB8, CG1-CG3, CG6, CT1-CT11, CE24, CE25, CE26, CE27, CE28, CE31).
2. Tener conocimientos como para aportar soluciones en la línea de las nuevas tendencias de estructura y funcionamiento de las redes (Smart Grids o Redes Inteligentes). (CB6-CB8, CG1-CG3, CG6, CT1-CT11, CE24, CE25, CE26, CE27, CE28, CE31).
3. Ser capaz de manejar herramientas de software de análisis de SEP, tales como Matlab-Simulink, PowerWorld, PSpice, Pscad. (CB6-CB8, CG1-CG3, CG6, CT1-CT11, CE25, CE26, CE28, CE29).
4. Conocer los tipos de perturbaciones conducidas presentes en los SEP, sus causas y sus consecuencias; y su repercusión sobre el concepto de calidad de suministro eléctrico. (CB6-CB8, CG1-CG3, CG6, CT1-CT11, CE24, CE25, CE26, CE27, CE28, CE31).
5. Saber simular en entorno informático los distintos tipos de perturbaciones. (CB6-CB8, CG1-CG3, CG6, CT1-CT11, CE25, CE26, CE28, CE29).
6. Conocer, entender e interpretar la normativa nacional e internacional sobre calidad de suministro eléctrico. (CB6-CB8, CG1-CG3, CG6, CT1-CT11, CE24, CE25, CE26, CE27, CE28, CE31).

7. Saber analizar sistemas eléctricos con excitaciones no sinusoidales. (CB6-CB8, CG1-CG3, CG6, CT1-CT11, CE24, CE25, CE26, CE27, CE28, CE31).
8. Entender los principios para la corrección o compensación de sistemas no sinusoidales. (CB6-CB8, CG1-CG3, CG6, CT1-CT11, CE24, CE25, CE26, CE27, CE28, CE31).
9. Conocer y saber aplicar a nivel de simulación las estrategias de control de acondicionadores paralelo. (CB6-CB8, CG1-CG3, CG6, CT1-CT11, CE25, CE26, CE28, CE29).
10. Conocer la estructura interna, el funcionamiento y las ideas básicas de diseño de los sistemas electrónicos de potencia de mayor aplicación en la red eléctrica. (CB6-CB8, CG1-CG3, CG6, CT1-CT11, CE24, CE25, CE26, CE27, CE28, CE31).
11. Conocer las claves de los modelos de simulación de estos equipos para su inclusión en programas de simulación de redes eléctricas. (CB6-CB8, CG1-CG3, CG6, CT1-CT11, CE25, CE26, CE28, CE29).
12. Entender los conceptos fundamentales sobre superconductividad y sus aplicaciones en los SEP. (CB6-CB8, CG1-CG3, CG6, CT1-CT11, CE24, CE25, CE26, CE27, CE28, CE31).
13. Ser capaz de manejar la instrumentación de laboratorio de ingeniería eléctrica de nivel avanzado. (CB6-CB8, CG1-CG3, CG6, CT1-CT11, CE25, CE26, CE28, CE30).

### **Actividades de evaluación**

De entre las actividades de evaluación incluidas en el plan de estudios del título, en la presente asignatura se utilizan las siguientes ponderaciones (en %):

|   | <b>Rango establecido</b>   | <b>Convocatoria ordinaria</b> | <b>Convocatoria extraordinaria</b> | <b>Evaluación global</b> |
|---|--|-------------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| 1. Evaluación continua  | 20%-45% <sup>(1)</sup><br>40% <sup>(2)</sup><br>20%-80% <sup>(3)</sup><br>15%-50% <sup>(4)</sup> | 25                            | 25<br>No recuperable               | 25                       |
| 2. Asistencia con aprovechamiento de actividades presenciales                                   | 5% <sup>(1)</sup><br>20% <sup>(2)</sup><br>0%-20% <sup>(3)</sup><br>0%-25% <sup>(4)</sup>        | 0                             | 0                                  | ---                      |
| 3. Evaluación final de los conocimientos  | 50%-75% <sup>(1)</sup><br>40% <sup>(2)</sup><br>20%-80% <sup>(3)</sup><br>50%-75% <sup>(4)</sup> | 75                            | 75                                 | 75                       |
| 4. Exposición y defensa del trabajo presentado y evaluación del documento del trabajo entregado | 0%-100% <sup>(5)</sup>   | 0                             | 0                                  |                          |

(1) Para *Inic. a la inv. en expresión gráfica y proyectos*.

(2) Para *Inic. a la inv. en física aplicada, Inic. a la inv. tecnológica, Tecnologías de la comunicación y la documentación científica*.

(3) Para *Inic. a la inv. en matemática aplicada a la ingeniería, Métodos estadísticos avanzados*.

(4) Para el resto de asignaturas

(5) *Trabajo fin de máster*.

### **Descripción de las actividades de evaluación**

#### **Actividad 1 (Evaluación continua).**

Consistirá en asignar una nota al alumno de acuerdo con el aprovechamiento de las actividades presenciales. Esta actividad es "no recuperable" en la convocatoria extraordinaria.

#### **Actividad 3 (Evaluación final de los conocimientos).**

Cada tema será evaluado de forma independiente. La calificación de cada tema se realizará entre 0 y 10 puntos, siendo necesario obtener una calificación mínima de 4 sobre 10 en cada uno de ellos, para hacer media entre las calificaciones de los distintos temas. La calificación final será la media aritmética de las calificaciones de cada uno de los temas.

En caso de obtener una nota de evaluación inferior a 4 en alguno de los temas, la calificación final que aparecerá en esta actividad será la mínima entre la media aritmética y 4.

### **Evaluación global**

La evaluación global tendrá lugar el mismo día asignado al examen final de cada convocatoria por la Subdirección de Ordenación Académica de la E.II.II. Constará de las siguientes pruebas:

- Evaluación continua (25%): Consistente en la entrega, el mismo día del examen, de un trabajo previamente propuesto por los profesores.
- Examen final de los conocimientos (75%): examen escrito con cuestiones teóricas y/o prácticas sobre los contenidos de la asignatura.

### **Bibliografía (básica y complementaria)**

#### **Bibliografía básica**

Dugan, McGranaghan, Santoso, Beaty, "Electric Power Systems Quality", McGraw-Hill, 2004.

Alario, M.A. y otros. "Superconductividad".

#### **Bibliografía complementaria**

Akagi, H. Y otros. "Instantaneous power theory and applications to power conditioning". IEEE Press.

### **Otros recursos y materiales docentes complementarios**

#### **Páginas web**

<http://campusvirtual.unex.es/portal/>