



# Guía docente

## 820327 - COEE - Convertidores Estáticos de Energía

Última modificación: 02/02/2024

**Unidad responsable:** Escuela de Ingeniería de Barcelona Este  
**Unidad que imparte:** 710 - EEL - Departamento de Ingeniería Electrónica.

**Titulación:** GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA (Plan 2009). (Asignatura obligatoria).

**Curso:** 2023      **Créditos ECTS:** 6.0      **Idiomas:** Catalán, Castellano, Inglés

### PROFESORADO

---

**Profesorado responsable:** HERMINIO MARTINEZ GARCIA

Primer quadrimestre:  
HERMINIO MARTINEZ GARCIA - Grup: M11, Grup: M12

Segon quadrimestre:  
HERMINIO MARTINEZ GARCIA - Grup: M11, Grup: M12, Grup: M13

**Otros:** Primer quadrimestre:  
ROBERT CALATAYUD CAMPS - Grup: M11, Grup: M12, Grup: M13, Grup: M14  
HERMINIO MARTINEZ GARCIA - Grup: M11, Grup: M12, Grup: M13, Grup: M14

Segon quadrimestre:  
ROBERT CALATAYUD CAMPS - Grup: M11, Grup: M12, Grup: M13, Grup: M14  
HERMINIO MARTINEZ GARCIA - Grup: M11, Grup: M12, Grup: M13, Grup: M14

### CAPACIDADES PREVIAS

---

Las capacidades adquiridas en las asignaturas siguientes del Grado en Ingeniería de la Energía:

- Sistemas Electrónicos (STI - 820017).
- Sistemas Eléctricos (STE - 8200016).
- Energías Renovables (ENRE - 295302).

### REQUISITOS

---

SISTEMES ELECTRÒNICS - Prerequisit

### COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

---

**Específicas:**

CEENE-310. Analizar y diseñar sistemas de conversión de energía eléctrica basados en convertidores estáticos de energía.

**Transversales:**

5. APRENDIZAJE AUTÓNOMO - Nivel 3: Aplicar los conocimientos alcanzados en la realización de una tarea en función de la pertinencia y la importancia, decidiendo la manera de llevarla a cabo y el tiempo que es necesario dedicarle y seleccionando las fuentes de información más adecuadas.

## METODOLOGÍAS DOCENTES

---

Se imparten dos clases por semana de teoría con un total de 3,0 h/set., que engloban la materia de teoría y problemas, y 1 h/set. de laboratorio agrupadas en sesiones quincenales.

Adicionalmente, a lo largo del cuatrimestre, se realizarán diferentes clases (el horario se hará público a comienzo de cuatrimestre) con todo el grupo o parte del mismo para poder explicar, desarrollar y evaluar la/s competencia/s transversal/es (genérica/s) asignada/s a la asignatura.

La asignatura utiliza:

- La metodología expositiva en un 40%.
- El trabajo individual en un 30%.
- El trabajo en grupos (cooperativos y de laboratorio) en un 30%.

El estudiante deberá desarrollar, en grupo de, como máximo, 3 alumnos, un proyecto de la asignatura de diseño, dimensionado y/o simulación relacionado con el contenido de la asignatura.

## OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

---

1. Conocer las características, ventajas e inconvenientes de la conversión estática de energía eléctrica.
2. Conocer los diferentes tipos, componentes, configuraciones, etc. de los convertidores estáticos de energía eléctrica.
3. Conocer los diferentes tipos de convertidores estáticos de procesamiento de energía eléctrica (AC/DC, DC/DC, DC/AC y AC/AC) para instalaciones de energías renovables.
4. Saber diseñar e implementar estructuras estáticas de conversión y procesamiento de energía eléctrica en instalaciones de energías renovables.
5. Saber diseñar e implementar estructuras de control para convertidores estáticos de procesamiento de energía eléctrica.
6. Saber simular estructuras estáticas de conversión y procesamiento de energía eléctrica en instalaciones de energías renovables.

## HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

---

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo pequeño	15,0	10.00
Horas aprendizaje autónomo	90,0	60.00
Horas grupo grande	45,0	30.00

**Dedicación total:** 150 h



## CONTENIDOS

### 1.- Introducción a la Conversión Estática de Energía Eléctrica y a la Electrónica de Potencia en el Contexto de las Energías Renovables.

#### Descripción:

- 1.1. - Introducción a las estructuras estáticas de conversión y procesado de energía eléctrica.
- 1.2. - Procesado de la señal y procesado de energía eléctrica: diferencias.
- 1.3. - Introducción a la Electrónica de Potencia.
- 1.4. - Clasificación de las estructuras estáticas de conversión y procesado de energía eléctrica.
- 1.5. - Aplicaciones de las estructuras estáticas de conversión y procesado de energía eléctrica: instalaciones de energías renovables.
- 1.6.- Elementos que forman parte de un convertidor estático de energía eléctrica.
- 1.7.- Consideraciones sobre los elementos pasivos en convertidores estáticos de energía eléctrica.
- 1.8.- Elementos interruptores en convertidores estáticos de energía eléctrica.
- 1.9.- Recordatorio de las series de Fourier.
- 1.10.- "Software" de simulación de convertidores estáticos de energía eléctrica: OrCAD-PSpice® y PSIM®.
- 1.11.- El rectificador de tensión monofásico como convertidor básico AC/DC.

(Se detallará más el temario en la documento entregado por Atenea el primer día de clase a los estudiantes matriculados de la asignatura).

#### Objetivos específicos:

Dejar patente la utilidad de la conversión estática de energía eléctrica y de la Electrónica de Potencia, especialmente en los sistemas de energías renovables.

#### Competencias relacionadas:

07 AAT N3. APRENDIZAJE AUTÓNOMO - Nivel 3: Aplicar los conocimientos alcanzados en la realización de una tarea en función de la pertinencia y la importancia, decidiendo la manera de llevarla a cabo y el tiempo que es necesario dedicarle y seleccionando las fuentes de información más adecuadas.

#### Dedicación: 12h

Grupo grande/Teoría: 2h

Aprendizaje autónomo: 10h



## 2.- Conversión Estática AC-DC en el Contexto de las Energías Renovables.

### Descripción:

- 2.1.- Introducción.
- 2.2.- Convertidores AC/DC conmutados de energía eléctrica: topologías, análisis y diseño.
- 2.3.- Rectificadores monofásicos no controlados, semicontrolados y controlados.
- 2.4.- Rectificadores trifásicos no controlados, semicontrolados y controlados.
- 2.5.- Control de sistemas rectificadores.
- 2.6.- Simulación de circuitos rectificadores y fuentes de alimentación lineales.

(Se detallará más el temario en la documento entregado por Atenea el primer día de clase a los estudiantes matriculados de la asignatura).

### Objetivos específicos:

Presentar al estudiante la Ingeniería de los sistemas de conversión AC/DC para energía eléctrica.

### Competencias relacionadas:

07 AAT N3. APRENDIZAJE AUTÓNOMO - Nivel 3: Aplicar los conocimientos alcanzados en la realización de una tarea en función de la pertinencia y la importancia, decidiendo la manera de llevarla a cabo y el tiempo que es necesario dedicarle y seleccionando las fuentes de información más adecuadas.

### Dedicación: 24h

Grupo grande/Teoría: 9h

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h

Aprendizaje autónomo: 13h

## 3.- Conversión Estática DC-DC en el Contexto de las Energías Renovables.

### Descripción:

- 3.1.- Introducción.
- 3.2. - Convertidores DC/DC conmutados de energía eléctrica sin aislamiento galvánico: topologías, análisis y diseño.
- 3.3. - Convertidores DC/DC conmutados de energía eléctrica con aislamiento galvánico: topologías, análisis y diseño.
- 3.4. - Control de convertidores conmutados DC/DC.
- 3.5.- Simulación de convertidores conmutados DC/DC.

(Se detallará más el temario en la documento entregado por Atenea el primer día de clase a los estudiantes matriculados de la asignatura).

### Objetivos específicos:

Presentar al estudiante la Ingeniería de los sistemas de conversión DC/DC para energía eléctrica.

### Competencias relacionadas:

07 AAT N3. APRENDIZAJE AUTÓNOMO - Nivel 3: Aplicar los conocimientos alcanzados en la realización de una tarea en función de la pertinencia y la importancia, decidiendo la manera de llevarla a cabo y el tiempo que es necesario dedicarle y seleccionando las fuentes de información más adecuadas.

### Dedicación: 24h

Grupo grande/Teoría: 9h

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h

Aprendizaje autónomo: 13h



#### 4.- Conversión Estática DC-AC en el Contexto de las Energías Renovables.

**Descripción:**

- 4.1.- Introducción.
- 4.2.- Inversores u onduladores de tensión electrónicos: topologías, análisis y diseño.
- 4.3.- Onduladores monofásicos.
- 4.4.- Onduladores trifásicos.
- 4.5.- Control de sistemas onduladores.
- 4.6.- Simulación de circuitos onduladores.
- 4.7.- Aplicación de los sistemas inversores en tracción eléctrica y variación de velocidad de motores de AC.
- 4.8.- Aplicación de los sistemas inversores en generación eólica: "back-to-back converters".

(Se detallará más el temario en la documento entregado por Atenea el primer día de clase a los estudiantes matriculados de la asignatura).

**Objetivos específicos:**

Presentar al estudiante la Ingeniería de los sistemas de conversión DC/AC para energía eléctrica.

**Competencias relacionadas:**

07 AAT N3. APRENDIZAJE AUTÓNOMO - Nivel 3: Aplicar los conocimientos alcanzados en la realización de una tarea en función de la pertinencia y la importancia, decidiendo la manera de llevarla a cabo y el tiempo que es necesario dedicarle y seleccionando las fuentes de información más adecuadas.

**Dedicación:** 23h

Grupo grande/Teoría: 8h

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h

Aprendizaje autónomo: 13h

#### 5.- Conversión Estática AC-AC en el Contexto de las Energías Renovables.

**Descripción:**

- 5.1.- Introducción.
- 5.2.- Variadores de AC monofásicos.
- 5.3.- Variadores de AC trifásicos.
- 5.4.- Cicloconvertidores.
- 5.5.- Control de convertidores conmutados AC/AC.
- 5.6.- Simulación de convertidores conmutados AC/AC.

(Se detallará más el temario en la documento entregado por Atenea el primer día de clase a los estudiantes matriculados de la asignatura).

**Objetivos específicos:**

Presentar al estudiante la Ingeniería de los sistemas de conversión AC/AC para energía eléctrica.

**Competencias relacionadas:**

07 AAT N3. APRENDIZAJE AUTÓNOMO - Nivel 3: Aplicar los conocimientos alcanzados en la realización de una tarea en función de la pertinencia y la importancia, decidiendo la manera de llevarla a cabo y el tiempo que es necesario dedicarle y seleccionando las fuentes de información más adecuadas.

**Dedicación:** 23h

Grupo grande/Teoría: 8h

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h

Aprendizaje autónomo: 13h



## 6.- Integración de los Subsistemas de Conversión de Energía Eléctrica en Sistemas de Energías Renovables.

### Descripción:

6.1.- Introducción.

6.2.- Implementación de estructuras estáticas de conversión y procesado de energía eléctrica en instalaciones de energías renovables. Componentes electrónicos utilizados.

6.3.- Simulación de convertidores de energía eléctrica en instalaciones de energías renovables.

6.4.- Ejemplos de aplicación, diseño y dimensionado.

6.5.- Microrredes eléctricas: Introducción, elementos que las componen. Convertidores estáticos implicados.

(Se detallará más el temario en la documento entregado por Atenea el primer día de clase a los estudiantes matriculados de la asignatura).

### Objetivos específicos:

Presentar al estudiante la Ingeniería de integración de los subsistemas de conversión de energía eléctrica en los sistemas de energías renovables.

### Competencias relacionadas:

07 AAT N3. APRENDIZAJE AUTÓNOMO - Nivel 3: Aplicar los conocimientos alcanzados en la realización de una tarea en función de la pertinencia y la importancia, decidiendo la manera de llevarla a cabo y el tiempo que es necesario dedicarle y seleccionando las fuentes de información más adecuadas.

### Dedicación: 23h

Grupo grande/Teoría: 6h

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h

Aprendizaje autónomo: 15h

## 7.- Fuentes de Alimentación, Reguladores y Referencias de Tensión.

### Descripción:

- 7.1.- Introducción. Fuentes de alimentación lineales y conmutadas.
- 7.2.- El diodo zener como elemento básico de estabilización de tensión.
- 7.3.- Fuentes lineales con transistor en serie y diodo Zener.
- 7.4.- Reguladores lineales con realimentación.
- 7.5.- Reguladores lineales serie estándares y LDO comercializados en forma de circuito integrado monolítico.
- 7.6.- Reguladores lineales paralelos.
- 7.7.- Limitación de la intensidad máxima para la carga.
- 7.8.- Protecciones contra cortocircuitos.
- 7.9.- Convertidores DC-DC y reguladores de tensión conmutados.
- 7.10.- Circuitos de supervisión de la alimentación.
- 7.11.- Fuentes de tensión monolíticas.
- 7.12.- Referencias de tensión.
- 7.13.- Inversores de tensión de capacidades conmutadas ('charge pumps' o 'bombas de carga').
- 7.14.- Fuentes de corriente.
- 7.15.- Referencias de corriente.
- 7.16.- Simulación de fuentes de alimentación lineales y conmutadas.

(Se detallará más el temario en la documento entregado por Atenea el primer día de clase a los estudiantes matriculados de la asignatura).

### Objetivos específicos:

Presentar al estudiante la Ingeniería de los sistemas de regulación de tensión, especialmente para fuentes de alimentación.

### Competencias relacionadas:

07 AAT N3. APRENDIZAJE AUTÓNOMO - Nivel 3: Aplicar los conocimientos alcanzados en la realización de una tarea en función de la pertinencia y la importancia, decidiendo la manera de llevarla a cabo y el tiempo que es necesario dedicarle y seleccionando las fuentes de información más adecuadas.

### Dedicación: 21h

Grupo grande/Teoría: 6h

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h

Aprendizaje autónomo: 13h

## SISTEMA DE CALIFICACIÓN

La evaluación de la asignatura se ponderará de la siguiente manera:

- 1 ó 2 controles parciales: 30 %.
- Prueba final: 30 %.
- Proyecto de la asignatura (proyecto de diseño, simulación e/o implementación física de prototipos electrónicos de conversión estáticos de energía eléctrica): 20 %.
- Actividades, pruebas y prácticas de laboratorio: 20 %.

Todas estas pruebas servirán también para la evaluación de la/s competencia/s transversal/es genérica/s asignada/s a la asignatura.

Esta asignatura no tiene prueba de reevaluación.



## NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

---

La realización de las diferentes pruebas consistirán en:

- Control/es parcial/es: Pruebas escritas, teóricas o problemas de dimensionado de instalaciones de energía solar, y de análisis y/o síntesis (diseño) de sistemas electrónicos para conversión estática de energía eléctrica.
- Prueba final: Prueba escrita, teórica y/o problemas de dimensionado de instalaciones de energía solar, y de análisis y síntesis (diseño) de sistemas electrónicos para conversión estática de energía eléctrica.
- Proyecto de la asignatura: El proyecto de la asignatura comportará la realización de un trabajo de diseño, simulación e/o implementación física relacionado con los contenidos de la asignatura.
- Actividades, pruebas y prácticas de laboratorio: Actividades propias de prácticas de laboratorio sobre Conversión Estática de Energía Eléctrica.

Gracias a todas estas pruebas, se evaluarán también la/s competencia/s transversal/es (genérica/s) asignada/s a la asignatura.

## BIBLIOGRAFÍA

---

### Básica:

- Ballester Portillo, Eduard; Piqué, Robert. Electrónica de potencia : principios fundamentales y estructuras básicas. Barcelona: Marcombo, 2011. ISBN 9788426716699.
- Pozo Ruz, Ana. Convertidores conmutados de potencia : test de autoevaluación. Barcelona: Marcombo Universitaria, 2017. ISBN 9788426724830.
- Hart, Daniel W. Electrónica de Potencia. Madrid [etc.]: Prentice Hall, cop. 2001. ISBN 8420531790.

### Complementaria:

- Mohan, Ned; Undeland, Tore M.; Robbins, William P. Power electronics : converters, applications, and design. 3rd ed. New York [etc.]: John Wiley & Sons, cop. 2003. ISBN 0471429082.
- Mohan, Ned. Power electronics : a first course. Hoboken: John Wiley & Sons, cop. 2012. ISBN 9781118074800.
- Erickson, Robert W.; Maksimovic, Dragan. Fundamentals of power electronics [en línea]. 2nd ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, cop. 2001 [Consulta: 24/04/2020]. Disponible a: <https://link.springer.com/book/10.1007/b100747>. ISBN 0792372700.
- Barrado Bautista, Andrés; Lázaro Blanco, Antonio. Problemas de electrónica de potencia. Madrid [etc.]: Prentice Hall, cop. 2007. ISBN 9788420546520.

## RECURSOS

---

### Material informático:

- Moodle ATENEA: <http://atenea.upc.edu/moodle/>. <http://atenea.upc.edu/moodle/>

### Otros recursos:

El material propio de la asignatura, que servirá para el correcto seguimiento de la misma (apuntes de clase, transparencias, colecciones de problemas, artículos de revistas, manuales de prácticas de laboratorio, catálogos de fabricantes, etc.), que se dejará en el repositorio propio de la asignatura en ATENEA.