

# **ADAPTACIÓN DE LA ASIGNATURA ELECTRÓNICA DE POTENCIA AL NUEVO SISTEMA EUROPEO DE TRANSFERENCIA DE CRÉDITOS (ECTS) EN LA ETSID DE LA UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA**

*Carlos Sánchez, Fernando Ibáñez, Salvador Seguí y Salvador Orts*

*Universidad Politécnica de Valencia. (csanched, fibanez, ssegui, sorts)@eln.upv.es*

## **RESUMEN**

En el presente artículo se describe la forma en que la asignatura Electrónica de Potencia, asignatura troncal correspondiente al título Ingeniero Técnico Industrial especialidad en Electrónica Industrial, ha sido modificada para su adecuación al nuevo sistema europeo de transferencia de créditos (ECTS). Se presenta los contenidos teóricos y prácticos, la planificación horaria y el sistema de evaluación original, para a continuación describir cuales eran los objetivos a alcanzar marcados por ECTS y cuál ha sido la actuación realizada para llegar a satisfacerlos intentando mantener las mismas cargas lectivas y docentes para alumnos y profesores respectivamente.

El artículo no pretende ser ningún manual de referencia para la implantación de ECTS en asignaturas, sino más bien se desea reflejar la experiencia llevada a cabo por los profesores de la asignatura para adaptarla a este nuevo sistema.

## **1. INTRODUCCIÓN**

El Vicerrectorado para el Espacio Europeo de Educación Superior de la Universidad Politécnica de Valencia ha iniciado un nuevo programa de actuación bajo la denominación Proyectos de Adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior (PAEEES) [1,2], cuyo objetivo es construir un marco institucional de apoyo y refuerzo a acciones de distinto tipo que faciliten la adaptación de la UPV al EEES, asegurando el mantenimiento de los principios sobre los que se asienta la construcción de dicho espacio. Dentro de este marco se encuentra el programa de adaptación de asignaturas al sistema ECTS [1,2], que incluye el diseño de programas y cambios metodológicos.

La implantación durante el curso 2003 / 2004 del nuevo sistema europeo de transferencia de créditos (ECTS) en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (ETSID) [3], ha supuesto una reestructuración en las asignaturas que los profesores de las mismas han debido llevar a cabo siguiendo las directrices marcadas desde la jefatura de estudios de la escuela. Estas directrices se presentaron en forma de cumplimiento del reparto de créditos de la asignatura, para lo cual se puso a disposición del profesorado una aplicación informática de ayuda, y adecuación a los horarios estipulados.

El cambio principal que plantea el nuevo sistema ECTS es el de valorar el trabajo que debe realizar el alumno para preparar la asignatura, es decir, que el número de créditos de la asignatura no sea únicamente determinado a partir de las horas lectivas (teóricas y prácticas) sino que se debe incluir la estimación del tiempo que un “alumno medio” debería dedicar a la asignatura para su correcta asimilación y preparación. Asimismo, esta dedicación por parte del alumno debe seguirse y formar parte de la evaluación de la asignatura.

Aparece de esta forma el concepto de seminario que es el tiempo dedicado por el profesor a hacer un seguimiento personalizado del trabajo de cada alumno de forma que se pueda llevar

un seguimiento y valoración de la evolución y el esfuerzo del alumno en el estudio de la asignatura.

Dentro de la asignatura Electrónica de Potencia se ha planteado para el curso 2003 /2004 una nueva forma de abordar la enseñanza de la asignatura intentando satisfacer de forma conjunta, tanto los parámetros marcados por el nuevo sistema ECTS como el que la asignatura mantenga aquellos contenidos que se considera que un alumno de la misma debe haber asimilado tras cursarla. Todo ello intentando mantener las mismas cargas lectivas y docentes para alumnos y profesores respectivamente.

## 2. CONTENIDOS Y ESTRUCTURA ORIGINAL DE LA ASIGNATURA

La asignatura de Electrónica de Potencia se enmarca como una asignatura de último curso, troncal, dentro del título Ingeniero Técnico Industrial especialidad en Electrónica Industrial impartido en la ETSID de la Universidad Politécnica de Valencia.

La electrónica de potencia es un campo de la electrónica muy específico y con gran aplicación industrial y, por ello, para cursar la asignatura y alcanzar un aprovechamiento óptimo de la misma es necesaria una sólida base en diversos campos de la electrónica, como son: electrónica digital, electrónica analógica, instrumentación electrónica, técnicas de medidas, dispositivos programables, sistemas de regulación y control, etc.

Los contenidos incluidos dentro de la asignatura se pueden resumir en dos grandes grupos:

- Estudio de los principales semiconductores de potencia.
- Estudio de los convertidores conmutados más importantes.

Estas dos partes están íntimamente relacionadas y, tradicionalmente, se estudian los semiconductores de potencia característicos de un determinado convertidor conmutado, para posteriormente estudiar el propio convertidor.

Durante el curso 2002 – 2003 la asignatura Electrónica de Potencia tuvo una carga lectiva total de 9 créditos, distribuidos como se muestra en la tabla 1.

	<i>Créditos ofertados</i>
<i>Teoría</i>	4.5
<i>Prácticas de aula</i>	1.5
<i>Prácticas de laboratorio</i>	3
<i>Total</i>	9

Tabla 1. Créditos Ofertados por la asignatura Electrónica de Potencia en el curso 02/03

En el plan de ordenación docente del curso 2002 – 2003 la carga docente de la asignatura fue la que se resume en la tabla 2.

	<i>Número de Grupos</i>	<i>Créditos</i>
<i>Teoría</i>	4	18
<i>Prácticas de aula</i>	4	6
<i>Prácticas de laboratorio</i>	9	27
<i>Total</i>		51

Tabla 2. Carga docente de la asignatura Electrónica de Potencia en el curso 02/03

### 2.1 Sistema de calificación de la asignatura durante el curso académico 02/03

El sistema de calificación empleado en la asignatura de Electrónica de Potencia en anteriores cursos constaba de dos partes diferenciadas. Por un lado el examen de teoría y problemas suponía un 70% de la nota, mientras que el 30% restante se obtenía de la calificación de las

prácticas de la asignatura. El examen de teoría y problemas se dividía además en dos exámenes parciales, obteniéndose la nota final de teoría y problemas como la nota media de los dos parciales. La tabla 3 muestra el resumen del sistema de evaluación.

<b><i>Examen Teórico (Test y Problemas)</i></b>	70%
<i>1<sup>er</sup> Parcial</i>	35%
<i>2<sup>o</sup> Parcial</i>	35%
<b><i>Prácticas (asistencia y entrega de memorias)</i></b>	30%

Tabla 3. Sistema de calificación de la asignatura Electrónica de Potencia

Las prácticas eran de asistencia obligatoria y se requería una calificación mínima de cuatro puntos en cada parte de la asignatura para poder compensar notas entre distintas partes.

### **3. NUEVO SISTEMA ECTS, ADAPTACIÓN DE CONTENIDOS Y ESTRUCTURA**

Como se ha visto en el punto anterior, los contenidos de la asignatura pueden englobarse en dos grandes grupos, pudiendo ambas partes ser impartidas de forma independiente. Puesto que se pretende modificar la estructura tradicional de la asignatura de Electrónica de Potencia a la nueva estructura ECTS, sin que dicho cambio suponga un incremento de carga docente para los alumnos ni para los profesores, se ha optado en el proyecto de adaptación por plantear la enseñanza de los semiconductores de potencia dentro de los seminarios, de forma que el alumno, con una guía o ayuda por parte del profesor, se adentrará en el conocimiento de los semiconductores con el trabajo personal en horas fuera de clase y mediante el seguimiento y tutorización por parte del profesor en las sesiones de seminario planificadas por la jefatura de estudios.

El resto de los contenidos de la asignatura se desarrollarán como hasta el presente curso, mediante las clases teóricas, prácticas y de problemas.

#### **3.1 Metodología seguida para la enseñanza de los semiconductores de potencia**

Cada alumno o grupo de dos alumnos debe elegir en el inicio del curso un trabajo de seminario que irá desarrollando a lo largo del curso. Los trabajos se desarrollan por etapas y en cada sesión de seminario el profesor comprueba el trabajo realizado, guiando y asesorando a los alumnos sobre la marcha de su trabajo.

Estos trabajos están claramente divididos en dos partes, una primera, y más importante, especialmente enfocada al estudio de un semiconductor de potencia. La segunda parte estudia el semiconductor en una aplicación típica, lo que permite analizar la selección del componente, su circuito de disparo y su balance energético.

A la finalización del trabajo se pretende que el alumno conozca el semiconductor de potencia y sepa distinguir aquellos parámetros relevantes que lo distinguen de los demás. De esta forma, el alumno está en condiciones de comprender fácilmente el funcionamiento y características de los demás semiconductores de potencia. Para finalizar, el alumno deberá realizar una breve presentación de su trabajo ante sus compañeros, poniendo de manifiesto las características más importantes del semiconductor de potencia estudiado y haciendo especial énfasis en aquellos aspectos propios del semiconductor y que lo distinguen de los demás. Así el alumno, asistiendo a las presentaciones tendrá la posibilidad de conocer las características y funcionamiento del resto de semiconductores de potencia.

### 3.2 Estructura de los trabajos y etapas de desarrollo. Trabajos planteados.

La estructura de los trabajos debe contener al menos los siguientes puntos clave:

- Estudio del semiconductor de potencia.
  - Introducción (Características generales).
  - Características estáticas y funcionamiento.
  - Características de conmutación.
  - Características del circuito de disparo.
  - Situación actual de la tecnología.
- Diseño de la aplicación.
  - Selección del componente.
  - Cálculo de los elementos de disparo.
  - Cálculos térmicos.
- Simulación con PSpice de la aplicación.

Los alumnos avanzan cubriendo etapas marcadas por el desarrollo de uno o dos puntos del trabajo, de forma que con un trabajo continuo y una carga ligera aunque constante es posible llevar a buen termino los mismos.

Los trabajos entre los que los alumnos pueden elegir son los siguientes:

- Rectificador Controlado Monofásico. SCR (Tiristor).
- Regulador de alterna. TRIAC.
- Chopper de 2 cuadrantes. Transistor Bipolar de Potencia.
- Fuente de alimentación conmutada reductora. Transistor MOSFET de Potencia.
- Inversor monofásico. Transistor IGBT.

Como se ha mencionado, el seguimiento de los trabajos se realiza mediante las sesiones de seminario. En la figura 1 se muestra la hoja de seguimiento confeccionada para la evaluación continua de cada grupo.

Seguimiento Grupo A1

Integrantes:

A1.a	
A1.D	

Fecha Sesión	Asistencia		Cumplimiento Objetivos	Comentarios
	A1.a	A1.b		
Valoración				

Trabajo.

	A1.a	A1.b
Presentación		
Contenido		
Valoración final		

Figura 1. Hoja de seguimiento de los grupos de trabajo para las sesiones de seminario.

### 3.3 Reparto de los créditos ECTS correspondientes a la asignatura

Para aplicar este nuevo sistema y realizar un correcto reparto de los créditos ECTS correspondientes a la asignatura, se empleó la aplicación informática “Simulación para el Reparto de Créditos” del Programa Europa (predecesor del PAEEES en la UPV). La figura 2 muestra la ventana del programa de simulación con los resultados obtenidos.

	Teoría	Seminarios	Problemas	Laboratorio	Actividades
Cred. ofertados	2.2	0.45	1.1	3	2.25
Nº de grupos	4	13	4	9	
Cred. impartidos	8.8	5.85	4.4	27	

Figura 2. Programa de ayuda para la simulación de reparto de créditos.

Como resultado, la propuesta correspondiente a la asignatura Electrónica de Potencia, la cual se ha puesto en funcionamiento durante el presente curso, presenta la distribución de créditos ofertados mostrados en la tabla 4. En la tabla 5 se muestra el resumen de la carga docente de la asignatura.

	<i><b>Créditos ofertados</b></i>
<i><b>Teoría</b></i>	2.2
<i><b>Problemas</b></i>	1.1
<i><b>Seminarios</b></i>	0.45
<i><b>Actividades</b></i>	2.25
<i><b>Laboratorio</b></i>	3
<i><b>Total</b></i>	9

Tabla 4. Créditos Ofertados por la asignatura Electrónica de Potencia en el curso 03/04

	<i><b>Número de Grupos</b></i>	<i><b>Créditos</b></i>
<i><b>Teoría</b></i>	4	8.8
<i><b>Problemas</b></i>	4	4.4
<i><b>Seminarios</b></i>	13	5.85
<i><b>Actividades</b></i>		
<i><b>Laboratorio</b></i>	9	27
<i><b>Total</b></i>		46.05

Tabla 5. Carga docente de la asignatura Electrónica de Potencia en el curso 03/04

Teniendo en cuenta que los horarios fueron prefijados por la Jefatura de Estudios de la ETSID, la distribución de créditos de la asignatura Electrónica de Potencia se aplicó de la forma que se detalla a continuación:

- Clases de Teoría y Problemas: 1.5 horas semanales.
- Prácticas de Laboratorio: 2 horas quincenales.
- Grupos de Seminario: 5 sesiones de 1 hora por cada grupo de seminario.

Los trabajos de seminario realizados fuera de horario lectivo corresponden a los 2.25 créditos ofertados en el apartado “Actividades” de la propuesta de distribución de créditos de la asignatura. Con esta propuesta de implantación de ECTS, la carga docente de la asignatura Electrónica de Potencia se resume en la tabla 6.

	<i>Horas sem.</i>	<i>Créditos Grupo</i>	<i>Nº Grupos</i>	<i>Créditos Total</i>
<i>Teoría</i>	1	3	4	12
<i>Problemas</i>	0.5	1.5	4	6
<i>Seminarios</i>	0.5	0.45	13	6.5
<i>Laboratorio</i>	1	3	9	27
<i>Total</i>				51.5

Tabla 6. Carga docente de la asignatura Electrónica de Potencia

De toda esta explicación se desprende que la distribución de créditos propuesta cumple los objetivos de la implantación del sistema de créditos ECTS y se ajusta al POD de la asignatura.

### **3.4 Sistema de calificación de la asignatura con el nuevo sistema ECTS en el curso 03/04**

El sistema de calificación empleado en la asignatura de Electrónica de Potencia también ha sido modificado de forma coherente con el reparto de créditos de la asignatura. A la calificación clásica basada en la ponderación de las notas de examen (teoría y problemas) y la nota de prácticas se añade ahora un nuevo factor, las actividades de seminario, que con un peso del 25% de la nota final se ajusta de forma real a la distribución de créditos ofertados en la asignatura. La tabla 7 muestra el resumen del sistema de evaluación.

<i>Examen Teórico (Test y Problema)</i>	45%
<i>Prácticas</i>	30%
<i>Actividades de Seminario</i>	25%

Tabla 7. Sistema de calificación de la asignatura Electrónica de Potencia

Como en cursos anteriores, las prácticas son de asistencia obligatoria. La evaluación de las actividades se realiza de forma continua en las horas de seminario una vez cada 4 semanas. Al final del curso se han dispuesto sesiones para la exposición de las actividades realizadas.

## **5. CONCLUSIONES**

Los profesores de la asignatura Electrónica de Potencia han llevado a cabo durante el curso 2003 / 2004 un proceso de adaptación de la asignatura que imparten al nuevo sistema europeo de transferencia de créditos (ECTS).

La asignatura plantea, guía y valora el trabajo personal del alumno incluyendo las nuevas actividades de seminario.

La nueva distribución de los créditos ofertados cumple con los condicionantes planteados por ECTS respetando la carga lectiva y docente del alumno y del profesor respectivamente.

A día de hoy el curso se encuentra todavía en marcha por lo que resulta difícil extraer conclusiones y resultados de la experiencia, la experiencia se valorará al finalizar el curso de cara a plantear posibles mejoras para los cursos posteriores.

## **6. REFERENCIAS**

[1] Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. “La integración del Sistema Universitario Español en el Espacio Europeo de Enseñanza Superior”. Documento marco. Febrero de 2003.

[2] Instituto de Ciencias de la Educación, Universidad Politécnica de Valencia. <http://www.ice.upv.es/paeees/>

[3] Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño, Universidad Politécnica de Valencia. <http://www.etsid.upv.es>