

ADAPTACIÓN DE MATERIAL DOCENTE EN EL ÁMBITO DE LA ELECTRÓNICA DE POTENCIA ORIENTADA A LOS CRÉDITOS ECTS

C. JAEN¹, J. POU¹, I. MARTINEZ², J. VICENTE² Y J. ZARAGOZA¹

¹*Departamento de Ingeniería Electrónica, Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Terrassa (EUETIT), UPC. España*

jaen@eel.upc.edu, pou@eel.upc.edu, zaragoza@eel.upc.edu.

²*Departamento de Ingeniería Electrónica, Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de Manresa (EPSEM), UPC. España*

imma@eel.upc.edu, jesusv@eel.upc.edu.

Este documento presenta una experiencia dedicada a la mejora de material docente en el ámbito de la electrónica de potencia orientada al EEES. El trabajo ha recibido el respaldo y el soporte económico de la UPC a través del ICE en su convocatoria de proyectos de mejora docente del curso 2006/07. El resultado del proyecto ha sido la edición de nuevos materiales para las clases de teoría y problemas así como la revisión y ampliación de los materiales utilizados en el laboratorio. Próximamente se prevé su uso en 5 asignaturas, 3 titulaciones, 2 campus y más de 250 estudiantes implicados.

Palabras clave: Electrónica de potencia, evaluación continuada, rendimiento académico

1. Introducción

El proyecto que se presenta en este trabajo tiene como finalidad la mejora de la formación y el rendimiento académico de los estudiantes teniendo en cuenta el horizonte del año 2010 en que se iniciará la implantación de los nuevos planes de estudio contemplados en el EEES y la adopción del sistema ECTS.

Los objetivos del proyecto son:

- Profundizar en la coordinación de contenidos y métodos entre las asignaturas de las titulaciones involucradas en el proyecto
- Elaborar material multimedia específico para el aprendizaje de Electrónica de Potencia. Todo la documentación generada se depositara en el campus digital de la UPC (ATENEA)-
- Mejorar el material de laboratorio existente así como diseñar, montar, probar y fabricar nuevos materiales que permitan mejorar los métodos y contenidos docentes de las prácticas.
- Avanzar mediante las nuevas metodologías docentes hacia la convergencia del EEES y la implantación del sistema de créditos ECTS
- Estrechar la colaboración entre los equipos docentes que el Departamento de Ingeniería Electrónica de la UPC tiene en los campus de Manresa (EPSEM) y Terrassa (EUETIT)
- Colaborar con la *Factoría de Recursos docentes* haciendo uso de las normas estándar de la UPC así como facilitar el material para su conservación y difusión en el Depósito de materiales docentes de la UPC

El proyecto ha recibido el soporte económico de la UPC a través de la convocatoria de *Proyectos de mejora de la docencia* gestionado por el ICE y correspondiente a la edición 2006-07, y se ha puesto en

práctica por primera vez durante el curso 2008-09. La ayuda económica se ha invertido totalmente en la contratación de becarios y en la compra de material de laboratorio.

2. La experiencia docente

En el proyecto se han tenido en cuenta los siguientes aspectos de actuación docente: Planificación orientada a resultados del aprendizaje, atención a la progresión de los estudiantes, diversificación de los métodos de evaluación, fomento de la coordinación entre el PDI y del trabajo en equipos multidisciplinares e integración de las competencias transversales definidas por la UPC (trabajo en equipo, uso solvente de los recursos de información, aprendizaje autónomo, etc.)

2.1. Ámbito y destinatarios

El ámbito de actuación del presente trabajo comprende las titulaciones de Ingeniería Técnica Industrial, especialidad en Electrónica Industrial, e Ingeniería Técnica de Telecomunicaciones, especialidad en Sonido e Imagen, ubicadas ambas en Terrassa, e Ingeniería Técnica de Telecomunicaciones, especialidad en Equipos electrónicos en Manresa.

En fase experimental el material docente editado en el proyecto se ha utilizado durante el primer cuatrimestre del curso 2008/09 en la asignatura *Electrónica de Potencia* (28553) en la especialidad de Electrónica Industrial de Ingeniería Técnica Industrial en la EUETIT. El curso 2009/10 está prevista su repetición en la misma asignatura para pasar en el curso 2010/11 a la implantación progresiva en 4 asignaturas más, 3 en Manresa y 1 en Terrassa con lo que el número de alumnos implicados será finalmente del orden de 250.

Obviamente el material creado será válido, con algunos ajustes, para las asignaturas del ámbito de la Electrónica de Potencia cuando se empiecen a cursar los grados de las mencionadas especialidades tanto en Manresa como en Terrassa.

2.2. El material docente

Este apartado contiene la descripción así como la valoración de la experiencia docente desde el punto de vista de profesores y estudiantes. El personal implicado en esta primera aplicación ha sido 3 profesores en el ámbito del aula y del laboratorio y 137 estudiantes correspondientes a los grupos de mañana y tarde.

La asignatura ha adoptado el formato del EEES y se ha estructurado en módulos y actividades aunque debe ser compatible con la estructura formal de la misma correspondiente al plan 2004:

- Módulo 1. INTRODUCCIÓN
- Módulo 2. EL TIRISTOR COMO ELEMENTO DEL CIRCUITO
- Módulo 3. RECTIFICACIÓN MONOFÁSICA Y TRIFÁSICA
- Módulo 4. CONVERTIDORES DC-DC
- Módulo 5. INVERSORES MONOFÁSICOS Y TRIFÁSICOS
- Módulo 6. APLICACIONES INDUSTRIALES Y A LA GENERACIÓN CON ENERGÍAS RENOVABLES

Cada módulo dispone de actividades vinculadas a clases de teoría, problemas resueltos y propuestos, sesiones de laboratorio y evaluaciones. El material de teoría y problemas está en formato Power Point (PPT) y el manual de laboratorio en formato PDF.

- El material de teoría /Problemas

En la experiencia piloto se han editado 440 nuevas transparencias, repartidas en 6 módulos docentes, tal y como muestra la tabla 1. Como material de partida se ha tomado las notas manuscritas de clase de los profesores implicados.

Tabla 1. Resumen material docente curso 2008/09.

	Teoría/Problemas	Manual Laboratorio	Material Laboratorio
Módulo 1	PPT: 33 diapositivas	PDF: 16 Pág.	Diseño mejorado
Módulo 2	PPT: 141 diapositivas	PDF: 6 Pág.	Diseño mejorado
Módulo 3	PPT: 142 diapositivas	PDF: 11 Pág.	Diseño mejorado
Módulo 4	PPT: 56 diapositivas	PDF: 2 Pág. (parcial)	Fase prototipo
Módulo 5	PPT: 24 diapositivas (parcial)	Pendiente	Fase diseño
Módulo 6	PPT: 44 diapositivas (parcial)	No hay laboratorio	No hay laboratorio

De los seis módulos de la asignatura los cuatro primeros están totalmente acabados (en primera versión) mientras que los dos últimos están en fase de desarrollo y se dispone de material parcial. La figura 1 muestra una diapositiva correspondiente al módulo 3.

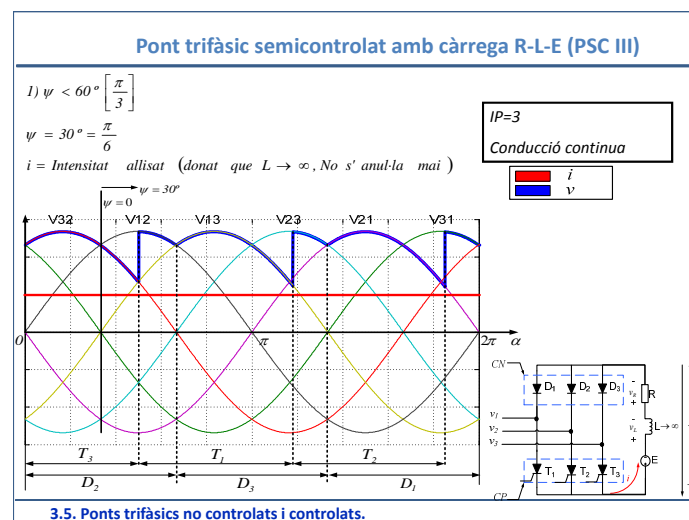


Figura 1. Diapositiva módulo 3

El formato PPT es ideal para las exposiciones en el aula pero también se considera interesante disponer de un material que sea más atractivo para los alumnos desde el punto de vista del formato manteniendo el mismo contenido. Es por esto que durante el curso 2009/10 se suministrará material en formato PPT a La Factoría de la Biblioteca del Campus de Terrassa (BCT) para su adaptación a EMDOC. EMDOC es un editor de materiales docentes desarrollado por el Institut de Ciències de l'Educació (ICE) de la UPC que, al estar basado en tecnología XML DocBook, hace posible que a partir de los mismos contenidos XML se obtenga una versión HTML navegable por la Web y una versión PDF para imprimir.

Valoración de los estudiantes

- El material ha sido muy bien acogido dadas las peculiaridades de la asignatura en la cual se ha de recurrir de forma sistemática al uso de expresiones y gráficas bastante complejas. Aunque no se dispone todavía de los resultados de las encuestas del curso 2008/09, alumnos repetidores expresaron su satisfacción por la nueva metodología docente y el nuevo material
- La utilización del nuevo material deja a los alumnos más tiempo para atender las explicaciones del profesor liberándoles de la necesidad de copiar constantemente de la pizarra
- Por tratarse de la primera versión del material se han observado esporádicamente contenidos con errores tipográficos que no obstante han sido corregidos siempre antes de las evaluaciones correspondientes- Actualmente se dispone de la segunda versión más depurada (curso 2009/10).

Valoración del profesor

- La utilización del material en formato PPT permite al profesor mantener un buen ritmo de explicación sin la necesidad de recurrir siempre al uso de la pizarra
- Posibilidad de cumplir de mejor manera con los objetivos del curso
- Fomentar entre los alumnos una cultura de estudio continuo aunque se les debe prevenir sobre la falsa sensación de seguridad que da el hecho de disponer de todo el temario en transparencias
- Necesidad de revisar muy meticulosamente el material editado antes de publicarlo en el campus digital para evitar los errores comentados en el apartado anterior ya que provocan desconfianza en la calidad de los contenidos
- Se necesita mucho tiempo adicional dedicado a la recopilación del material y a la posterior revisión una vez editado

• El manual de laboratorio/ El material de laboratorio

Ya existía una versión anterior del Manual de Laboratorio. El proyecto ha permitido reeditarla incluyendo actualizaciones de contenido y mejoras en la presentación en las 3 primeras prácticas. Dado que se trata de un manual muy trabajado no se han detectado errores de contenido. La práctica 4, novedad en este curso se ha editado en versión preliminar y se incluye únicamente la parte de simulación. La parte práctica se prevé poner en marcha durante el curso 2009/10. La práctica 5 está en fase de diseño y se prevé su finalización para finales del curso 2009/10.

En cuanto al material utilizado en las primeras prácticas dedicadas a la conversión AC-DC, se han hecho modificaciones de diseño haciéndolo más robusto y fácil de utilizar. La figura 2 muestra el estado de la placa de control actualizada.

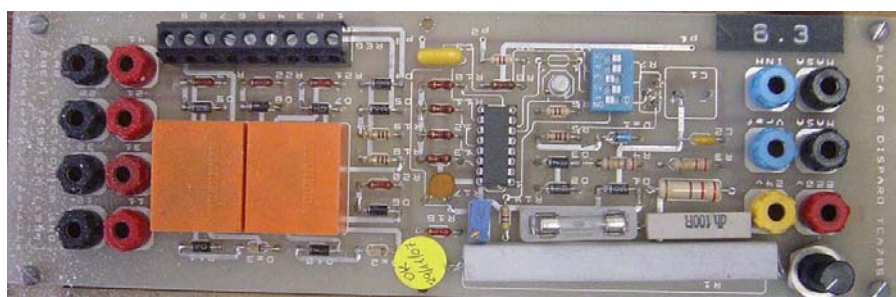


Figura 2. Placa de control conversión AC-DC

Referente al módulo 4 se ha tomado como base una tarjeta de evaluación de *National Semiconductors* basada en un convertidor DC-DC comercial, ver figura 3. Se han hecho pruebas y cambios trabajando en bucle abierto y cerrado para verificar su idoneidad en el laboratorio. Se han diseñado, pues, dos nuevas placas (convertidor y cargas pasivas y activas) incorporando las modificaciones oportunas para hacerla más versátil y orientada a aplicaciones docentes. Actualmente se está en fase final del diseño de las placas para proceder al montaje de las primeras unidades, ver figuras 4 y 5.

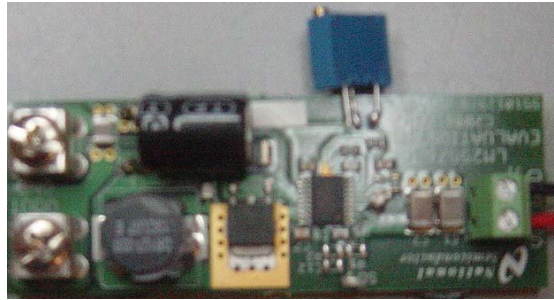


Figura 3. Tarjeta de evaluación base del diseño de la práctica del módulo 4

Valoración de los estudiantes

- Buena apreciación de las modificaciones en el material ya que se han cambiado puntos de ajuste para hacerlos más accesibles
- Mayor facilidad para realizar conexiones externas

Valoración del profesor

- Menos errores de montaje

Valoración del PAS de laboratorio

- Disminución muy significativa en el número de tarjetas averiadas

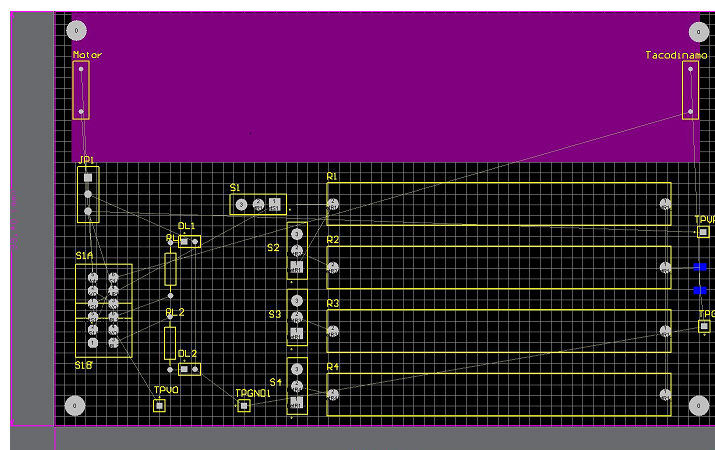


Figura 4. Layout de la placa de cargas.

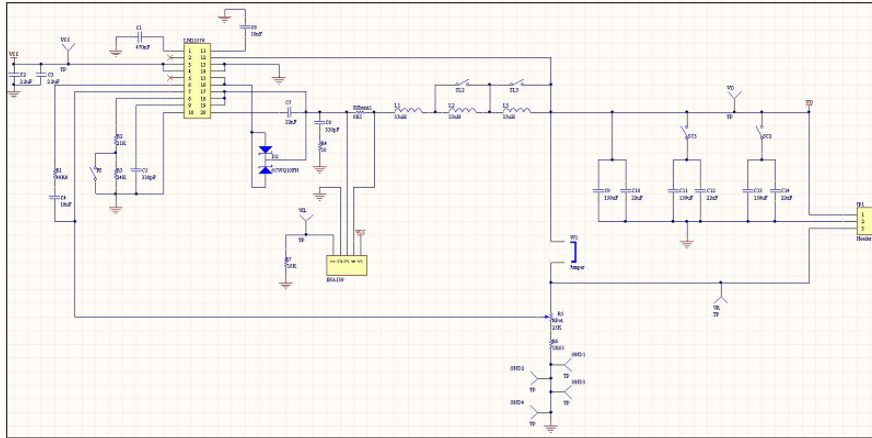


Figura 5. Esquema de la nueva placa convertidor DC-DC.

3. Resultados académicos

El desarrollo del proyecto ha permitido la modificación de la metodología de la evaluación utilizada hasta el curso 2007/08 ya que se ha incorporado el modelo de evaluación continuada tal y como muestra la tabla 2. Cada módulo se evalúa por separado. Las herramientas que se han utilizado para la evaluación han sido test de teoría, resolución de problemas y sesiones de laboratorio. Dado que los módulos difieren entre si en contenido y extensión, en cada caso se han utilizando las herramientas y la ponderación adecuada según el módulo y siguiendo la tabla 3. Para los alumnos que no superan la evaluación por módulos se ha previsto un examen final de repesca basado en un test de 20 preguntas y dos ejercicios prácticos.

A modo de análisis de los resultados académicos y para comprobar la eficiencia del proyecto en cuanto al nuevo material y a la nueva metodología de evaluación pendiente de aplicar nuevos indicadores la tabla 4 contiene los datos correspondientes a los cursos 06/07, 07/08, 08/09 y 09/10.

Tabla 2. Modelo de evaluación actual cursos 2008/09 y 2009/10.

Nº créditos	Distribución	Evaluación	Recuperación
6	Teoría: 3	Continuada	Examen final de toda la materia. Prerrequisito: Evaluación de un mínimo de 4 módulos
	Aplicación: 1,5		
	Laboratorio: 1,5		

Tabla 3. Criterios de la evaluación según el módulo.

Módulo	% Nota final	Test (%)	Problemas (%)	Laboratorio(%)
1	5	100	0	0
2	20	40	25	35
3	25	45	30	25
4	20	45	30	25
5	20	45	30	25
6	10	100	0	0

Tabla 4. Resumen comparativo de resultados académicos.

Curso	Tipo Evaluación	Número Estudiantes	% Aprobados	% Suspensos	% No presentados
2006/07	Clásica (*)	122	37,7	54,9	7,4
2007/08	Clásica (*)	134	35,1	51,5	13,4
2008/09	Continuada	137	66,4	31,4	2,2
2009/10	Continuada	118	64,4	30,5	5,1

(*) La evaluación constaba de un examen parcial (test+problema) con un peso del 25%, un examen global (test+problema) con un peso del 50% y la parte de laboratorio (test+informes de laboratorio) el 25% restante.

La observación de la tabla anterior sugiere los comentarios siguientes:

- La puesta en práctica del proyecto ha propiciado que el porcentaje de aprobados se haya duplicado respecto de los cursos anteriores, resultados que se han mantenido en el curso 2009/10.
- El número de estudiantes no presentados ha disminuido de forma significativa (curso 2008/09) aunque se ha observado un ligero repunte en el curso 2009/10.
- Muchos estudiantes han manifestado su conformidad con la metodología empleada, considerando que mejora sus hábitos de permitiendo mantener un ritmo más constante a lo largo del cuatrimestre
- Dividir la materia en módulos y evaluarlos por separado también ha contado con el beneplácito de los alumnos
- La realización de múltiples pruebas puntuables ha significado un trabajo extra considerable para el profesorado dado el elevado número de alumnos. Se ha pasado de 2 tests de 20 preguntas y 2 problemas a la realización de 6 tests de 10 preguntas y 4 problemas

Los autores desean expresar su profundo agradecimiento a todas las personas que han colaborado en el desarrollo del proyecto, a los becarios Andreu Mas y Pedro Ojalvo, estudiantes de ingeniería técnica, a los técnicos de la Biblioteca del Campus Terrassa Pep Torn y Marta Roca, así como a los técnicos de laboratorio Daniel Pérez y Antoni Salvador adscritos al Departamento de Ingeniería Electrónica de la UPC en el Campus de Terrassa.

4. Conclusiones

El desarrollo y aplicación del presente proyecto ha permitido extraer las siguientes conclusiones:

- Una buena planificación es fundamental si se quieren respetar los plazos de ejecución del proyecto. En nuestro caso y por circunstancias diversas se ha tenido que prorrogar 6 meses el plazo inicial previsto.
- En general el trabajo adicional para el profesorado y el PAS no es despreciable y es necesario encajarlo adecuadamente dentro de la carga inicial que ya llevan. Se requiere pues de grandes dosis de voluntarismo.
- La calidad del material docent de partida es una garantía per conseguir un buen material resultante.
- Las tareas de seguimiento de los becarios al cargo de la edición del material docent y la colaboración con los PAS de laboratorio consume mucho tiempo, a la vez que son necesarias para asegurar su calidad de los resultados.

- El rendimiento académico medido en porcentaje de aprobados ha aumentado significativamente.

En cuanto a los contenidos, éstos son ideales para la asignatura troncal de Electrónica de Potencia correspondiente a la titulación de Ingeniería Técnica Industrial en la especialidad Electrónica Industrial. El proyecto se ha implementado en el campus de Terrassa el curs 2008/09 y se prevé su aplicación en el campus de Manresa el curs 2009/10, tal y como ya se ha comentado anteriormente.

En los grados que en la UPC se inician el curs 2009/10 también se puede utilizar todo el proyecto ya que en 3er curso del *Grado en Electrónica Industrial y Automática* està ubicada una asignatura dedicada a la Electrónica de potencia. Será necesario, con toda seguridad, hacer ajustes debido al diferente número de créditos y a los contenidos de asignaturas que le son próximas.

Referencias

- [1] Mohan, N., Undeland, T.M., Robbins, W.P., *Power Electronics. Converters, applications and design*, John Wiley and sons, (1995)
- [2] Rashid, M.H., *Electrónica de potencia. Circuitos, dispositivos y aplicaciones*, Prentice Hall Hispanoamericana (2004)
- [3] Hart, D.W., *Electrónica de potencia*, Prentice Hall (2001)
- [4] J.Pou, E. Robles, S. Ceballos, J. Zaragoza, A. Arias, C. Jaén, M. Corbalan y R. Pindado. *Plataforma modular de simulación MATLAB-Simulink para sistemas de generación eólica*. Actas del VIII Congreso de Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica, Zaragoza (2008)
- [5] Plataforma de soporte a la docencia de la UPC: <http://atenea.upc.edu/moodle/>