

La Actividad Dirigida como Elemento de Transversalidad en los Estudios de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Hermínio Martínez García^a, Jordi Cosp Vilella^a y José L. Durán Moyano^b

^a Departamento de Ingeniería Electrónica, ^b Departamento de Ingeniería de Sistemas, automática e Informática Industrial. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona (EUE-TIB), Universidad Politécnica de Cataluña – BarcelonaTech (UPC), c/ Conde de Urgell, 187, 08036 – Barcelona (Spain), { herminio.martinez ; jordi.cosp ; jose.luis.duran }@upc.edu.

Abstract

This paper describes the experiment carried out within the bachelor degree in Industrial Electronics and Automation Engineering taught in the Barcelona College of Industrial Engineering (EUETIB) of the Technical University of Catalonia - BarcelonaTech (UPC). Specifically, the experience is based on the realization of a cross project that is under the framework of the degree intensification named Application Design in Electronics Engineering (ADEE). This intensification, consisting of a block of four optional courses, taught in the fall or spring semesters, and offered for students in their final year, allows the fulfilment, for two semesters, of the aforementioned project. This includes the design, simulation, implementation (assembly), testing and experimental results (corroboration) of an electronic equipment within the field of Electronic Engineering.

Keywords: Cooperative learning, electronics engineering, directed activity, off-site activities.

Resumen

El presente trabajo expone la experiencia llevada a cabo dentro de la titulación de grado de Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona (EUETIB) de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC). En concreto, la experiencia se basa en la realización de un proyecto transversal que está bajo el paraguas de la intensificación Diseño de Aplicaciones en Ingeniería Electrónica (DAIE). Esta intensificación, formada por un bloque de cuatro asignaturas optativas impartidas en los cuatrimestres de otoño o primavera, y para estudiantes de último curso de carrera, permite la realización, en dos

La Actividad Dirigida como Elemento de Transversalidad en los Estudio de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

cuatrimestres, del mencionado proyecto. Éste incluye el diseño, simulación, implementación (montaje), testeo y corroboración experimental de un equipo electrónicos dentro del ámbito de la Ingeniería Electrónica.

Palabras clave: *Aprendizaje cooperativo, ingeniería electrónica, actividad dirigida, actividades no presenciales.*

Introducción

Como es sobradamente conocido, los estudios técnicos, especialmente aquéllos relacionados con la Ingeniería, requieren de una vertiente práctica altamente recomendable y, es más, casi necesaria, para, no sólo incidir en aquellos aspectos prácticos clave de esta tipología de titulaciones, sino, además, servir como herramienta de motivación al alumnado.

Este punto es especialmente clave en los estudios de Ingeniería relacionados con la Electrónica. En efecto, el estudiante de Ingeniería Electrónica, además de requerir de unos bloques teóricos en las asignaturas que le hagan poder analizar y diseñar circuitos, sistemas y equipos electrónicos (acordes con los niveles inferiores de la taxonomía de Bloom: conocimiento, comprensión, aplicación y análisis), requiere también de una dedicación especial para la simulación, montaje y testeo de los circuitos, sistema y equipos electrónicos que está diseñando o han sido analizados con anterioridad en las clases de teoría (acordes con los niveles superiores de dicha taxonomía: síntesis y evaluación). Aunque este nivel de profundidad no siempre se hace, ya sea por limitación temporal de la asignatura, o nivel de impartición de la misma (quedándose en los niveles inferiores), en asignaturas finalistas de la titulación es importante llegar hasta el último nivel para que el estudiante finalice con una idea de “globalidad” de la titulación que, desgraciadamente, no siempre se consigue. Es más, si estas asignaturas finalistas (generalmente ya de carácter optativo) trabajan en un marco común estos aspectos “globalizadores”, el resultado puede ser bastante alentador.

La idea de la actividad de aprendizaje cooperativo que se trata en la presente ponencia partió como consecuencia de la detección por parte del profesorado del bajo rendimiento e, incluso, falta de motivación de los/las estudiantes de la titulación de grado de Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática de la Escuela de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona (EUETIB), desde la implantación del actual plan de estudios de grado en septiembre de 2009. Esta problemática no sólo se detectó en asignaturas de primeros cursos, donde en ocasiones la motivación es relativa por la cantidad de asignaturas comunes que deben cursar, sino, también (y lo que es peor), en estudiantes que estaban finalizando sus estudios de Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática y en asignaturas relacionadas con su propia especialidad.

Herminio Martínez García y Jordi Cosp Vilella

La detección de este problema, llevó a que profesores de asignaturas optativas (impartidas en 4º curso) del citado grado hayan puesto en práctica una experiencia, objeto de esta ponencia, que abarque a cuatro asignaturas de la intensificación, denominada ***Diseño de Aplicaciones en Ingeniería Electrónica (DAIE)***, que tiene la actual titulación. De hecho, estas bajas expectativas han llevado a los profesores de las diferentes asignaturas de Electrónica de la citada intensificación a plantearse en los últimos años diferentes actividades, entre ellas las relacionadas con el aprendizaje cooperativo y el aprendizaje basado en proyectos (PBL), que motiven a los/as alumnos/as y hagan que se interesen por los contenidos de las mencionadas asignaturas, entre ellas las asignaturas que conforman la citada intensificación DAIE.

Los Actuales Estudios de Grado en la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona (EUETIB)

La Escuela de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona (EUETIB), es un centro, actualmente adscrito a la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC), que, con más de 110 años de historia, ha estado (desde 1904) formando peritos industriales, ingenieros técnicos industriales y graduados en ingeniería a lo largo de décadas, incidiendo en cuatro especialidades clásicas de la rama industrial: Química Industrial, Mecánica, Electricidad Industrial, y Electrónica Industrial y Automática.

Desde el año 2009, comienza la extinción del último plan de Ingeniería Técnica Industrial (Plan 2002), y comienza a impartir estudios de Grado dentro del ámbito industrial en las siguientes titulaciones, bajo las directrices del bien conocido proceso de Bolonia y del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES):

- Grado en Ingeniería Química.
- Grado en Ingeniería Mecánica.
- Grado en Ingeniería de la Energía.
- Grado en Ingeniería Eléctrica.
- Grado en Ingeniería Biomédica.
- Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática.

Los autores del presente artículo han centrado su docencia principalmente en esta última titulación, objeto de dicho trabajo. La docencia de los autores se ha centrado en dos ámbitos de dicha titulación: por un lado, asignaturas obligatorias de tercer curso y, por otro, asignaturas optativas de cuarto curso, que los estudiantes del grado suelen compaginar con la realización de su trabajo de fin de grado (TFG).

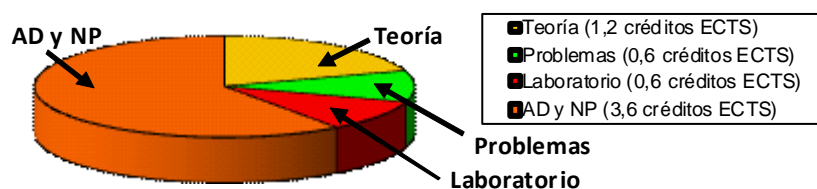
La Actividad Dirigida como Elemento de Transversalidad en los Estudio de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

La Actividad Dirigida (AD) en la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona (EUETIB)

En la EUETIB, las diferentes materias que forman los actuales planes de estudio, se ha optado por dividir las en asignaturas cuatrimestrales de 6 créditos ECTS cada una de ellas, a excepción de alguna asignatura muy particular como puede ser la de *Comunicación en Inglés Técnico*, también cuatrimestral, pero de 9 créditos ECTS. Así pues, una asignatura de 6 créditos ECTS, especialmente aquéllas que forman parte de la especialidad (sean éstas obligatorias u optativas), divide su estructura en los siguientes cuatro bloques (Figura 1):

- 1,2 créditos ECTS para clases de teoría (correspondientes a 2 h/semana).
- 0,6 créditos ECTS para clases de problemas (correspondientes a 1 h/semana).
- 0,6 créditos ECTS para clases de prácticas de laboratorio (correspondientes también a 1 h/semana, agrupadas en sesiones quincenales de 2 h).
- 3,6 créditos ECTS de actividades no presenciales y actividades dirigidas (correspondientes a 6 h/semana).

Figura 1 Distribución de créditos ECTS en las actuales asignaturas de grado impartidas en la EUETIB



Puede apreciarse que buena carga del trabajo que comporta una determinada asignatura, y que el estudiante debe realizar a lo largo del cuatrimestre, es la enmarcada dentro de los 3,6 créditos ECTS correspondientes a las actividades no presenciales (NP) y actividades dirigidas (AD). En general, en estos créditos, el estudiante debe realizar actividades, tareas, trabajos, etc., relacionados, entre otros, con los siguientes aspectos:

- Realización de actividades, problemas, etc., de temáticas explicadas explícitamente o no por el profesor en las clases de teoría, problemas y/o laboratorio.
- Estudio, desarrollo y/o preparación por parte de los estudiantes de algunos temas que no son explicados en clase por el profesor.

Herminio Martínez García y Jordi Cosp Vilella

- Realización de informes de prácticas relacionados con las sesiones de laboratorio llevadas a cabo en la asignatura.
- Implementación física de prototipos de circuitos, sistemas o equipos dentro del ámbito de la ingeniería industrial que se está estudiando.

En referencia a los estudios de grado de Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática, dentro de esta carga de actividades dirigidas, se incide especialmente a que el estudiante realice la implementación física de un prototipo de un circuito, sistema o equipo electrónico. Esta implementación física conlleva diferentes etapas que hacen referencia a todo el proceso real de desarrollo de sistemas o equipos electrónicos en un entorno industrial o profesional que el estudiante se encontrará en un futuro próximo en su vida profesional:

- Diseño de los diferentes bloques del circuito, sistema o equipo electrónico a llevar a cabo.
- Simulación de los citados bloques de forma individual, y del conjunto a realizar.
- Montaje físico de los citados bloques individuales que formarán el equipo a realizar.
- Testeo de dichos bloques individuales y corroboración experimental de su funcionamiento.
- Montaje y ensamblado de los bloques para obtener el sistema o equipo completo a realizar.
- Testeo, corroboración experimental y obtención de resultados experimentales del sistema o equipo completo realizado.
- Realización del informe técnico que recoja todo el proceso llevado a cabo, los resultados de simulación, medidas experimentales, presupuesto económico, etc.
- Defensa oral, con tiempo limitado, del proyecto transversal llevado a cabo.

Las Asignaturas Relacionadas con Sistemas Electrónicos de la Titulación de Grado de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática en la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona (EUETIB)

Dentro de la titulación de grado de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática impartida en la EUETIB, las asignaturas que hacen referencia al estudio de los sistemas electrónicos son las mostradas en la Figura 2. El estudiante comienza en 3er cuatrimestre con el estudio de los sistemas eléctricos básicos en la asignatura *Sistemas Eléctricos*, para, a continuación,

La Actividad Dirigida como Elemento de Transversalidad en los Estudio de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

continuar con el estudio de los sistemas electrónicos básicos gracias a la asignatura de 4º cuatrimestre **Sistemas Electrónicos**. Estas dos asignaturas son transversales comunes (no de especialidad) dentro del ámbito industrial, y, como consecuencia, son impartidas a todas las titulaciones de la EUETIB.

A partir de esta base común a todas las titulaciones, la especialidad propiamente dicha comienza en el cuatrimestre 5º con tres asignaturas del ámbito de la Ingeniería Electrónica: **Electrotecnia**, donde se afianzan conocimientos de teoría de circuitos, **Tecnología Electrónica**, donde se estudian en detalle los tipos, características y funcionamiento de los dispositivos y componentes electrónicos principales en el ámbito de la Ingeniería Electrónica y, finalmente, **Electrónica Digital y Microprocesadores**, que permite incidir de forma importante en el análisis y diseño de circuitos electrónicos digitales, tanto combinacionales como secuenciales.

En el cuatrimestre 6º, la titulación continúa, entre otras asignaturas, con **Electrónica Analógica**, que permite incidir, de forma similar a la anterior en el ámbito digital, en este caso en el análisis y diseño de circuitos electrónicos analógicos, principalmente basados en el amplificador operacional. Finalizado y aprobado este cuatrimestre, en 7º cuatrimestre el estudiante entra en la fase de optatividad, donde debe escoger cinco asignaturas de 6 créditos ECTS (el actual plan de estudios contempla 30 créditos ECTS en total para optatividad), y donde puede escoger asignaturas en tres ámbitos; a saber:

- Ámbito de especialidad en Sistemas Automáticos. El estudiante debe escoger al menos tres de las cinco asignaturas optativas en un ámbito propiamente de la Ingeniería Automática y Robótica.
- Ámbito de especialidad en los Sistemas Electrónicos. El estudiante debe escoger al menos tres de las cinco asignaturas optativas en un ámbito propiamente de la Ingeniería Electrónica.
- Ámbito generalista. En este caso, el estudiante puede escoger asignaturas de diferentes ámbitos, no necesariamente de especialidad, para cubrir los 30 créditos ECTS a realizar (asignaturas del ámbito de la Organización Industrial, Economía, etc.).

La titulación finaliza para el estudiante con la realización del trabajo de final de grado (TFG) en 8º cuatrimestre.

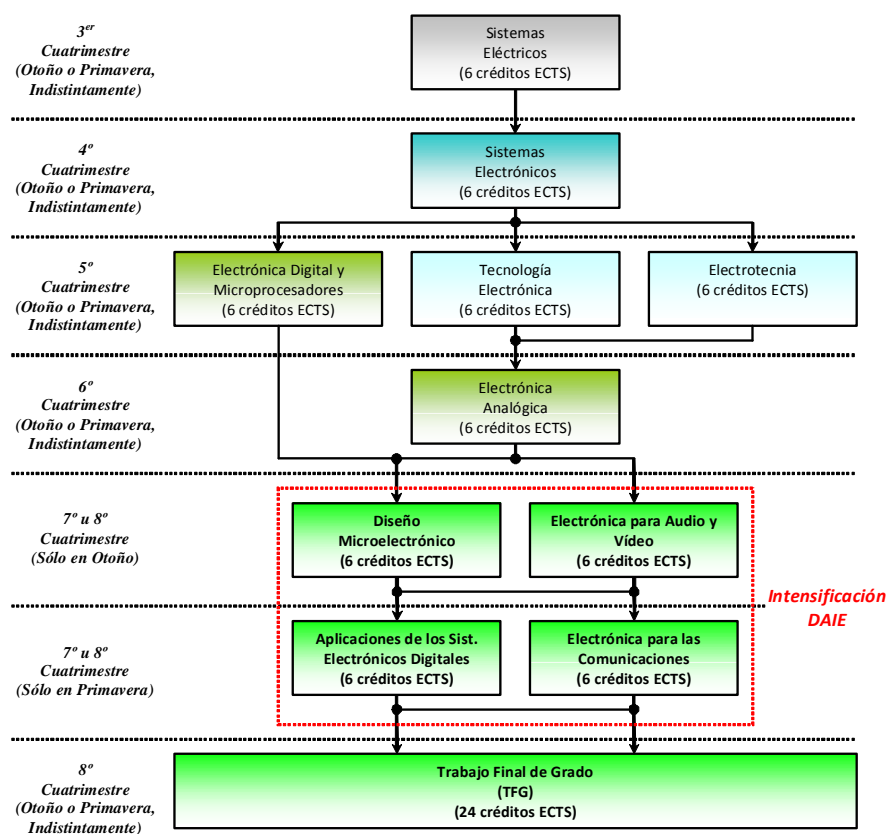
Las asignaturas objeto del presente artículo se centran en las cuatro asignaturas optativas que aparecen en la Figura 2:

- Electrónica para Audio y Vídeo (EAV).
- Diseño Microelectrónico (DM).

Herminio Martínez García y Jordi Cosp Vilella

- Aplicaciones de los Sistemas Electrónicos Digitales (ASED).
- Electrónica para las Comunicaciones (EC).

Figura 2 Mapa de asignaturas propias del ámbito de la Ingeniería Electrónica y de la intensificación DAIE que forman parte del actual plan de estudio del grado de Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática impartido en la EUETIB



Dentro del Grado de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática, estas asignaturas forman una intensificación denominada *Diseño de Aplicaciones en Ingeniería Electrónica* (DAIE). Obsérvese en la Figura 2 que las cuatro asignaturas no se imparten nunca de forma simultánea, sino que aparecen decaladas, dos en el cuatrimestre de otoño (las dos primeras, EAV y DM), y dos en el cuatrimestre de primavera (ASED y EC).

No obstante, conviene decir que, gracias a que las cuatro asignaturas pueden considerarse “autocontenidas”, la impartición primero de unas y posteriormente de otras (es decir, el orden en el que el estudiante puede cursarlas) no es significativamente importante.

La Actividad Dirigida como Elemento de Transversalidad en los Estudio de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Experiencia Realizada en las Asignaturas Bajo Estudio

Como ya se ha comentado, la idea de la actividad de aprendizaje cooperativo que se trata en la presente ponencia partió como consecuencia del bajo rendimiento observado desde la implantación del actual plan de estudios de grado en septiembre de 2009, de los/las estudiantes del grado de Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática en asignaturas relacionadas con su especialidad en cuatrimestres previos a los de la intensificación DAIE. Estas bajas expectativas han llevado a los profesores de las diferentes asignaturas optativas del área de Electrónica de la citada intensificación, a plantearse en los últimos años diferentes actividades, entre ellas las relacionadas con el aprendizaje cooperativo y aprendizaje basado en proyectos (PBL) que motiven a los/as alumnos/as y hagan que se interesen por los contenidos de las mencionadas asignaturas, entre ellas las asignaturas que conforman la citada intensificación DAIE.

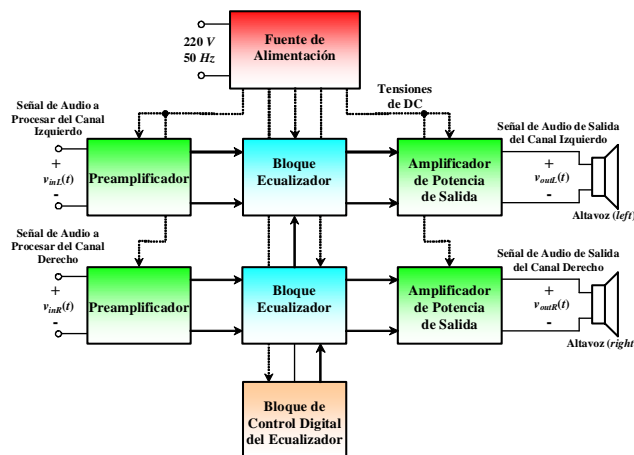
El presente trabajo se centra en lo que los autores hemos denominado *proyecto transversal*, como parte de la actividad AD que contemple a las cuatro asignaturas (y, obviamente, sus materias) que conforman dicha intensificación. Para realizarla se requiere que, preferentemente (aunque no es indispensable), el estudiante se matricule de estas cuatro asignaturas; dos de ellas en el cuatrimestre de otoño, y dos de ellas en el de Primavera, pudiendo así obtener 24 créditos ECTS optativos de los 30 optativos necesarios para finalizar su titulación. La actividad se centra en la realización (que engloba el diseño, simulación, implementación, testeo y corroboración experimental) de un equipo de audio en base a los cinco bloques siguientes (Figura 3):

- Etapa ecualizadora para audio.
- Etapa preamplificadora de audio.
- Etapa amplificadora de potencia para audio.
- Etapa de control digital para la etapa ecualizadora.
- Etapa de alimentación.

En particular, y centrándonos en la experiencia sobre la que se centra esta ponencia, la actividad consistió en todo el proceso mencionado (diseño, simulación, implementación, testeo y corroboración experimental) llevado a cabo. Para ello, esto se ha realizado en sesiones de clase de 3 horas/semana, gracias a unificar teoría (2 hora/semana) y problemas (1 hora/semana) en una única sesión semanal de 3 horas. El citado proyecto transversal global se divide así en los dos cuatrimestres (otoño y primavera) mencionados.

Herminio Martínez García y Jordi Cosp Vilella

Figura 3 Diagrama de bloques completo del equipo a realizar en el proyecto transversal



Parte I de la Experiencia Realizada (Asignaturas del Cuatrimestre de Otoño)

Como primer paso en la realización del proyecto transversal, en el cuatrimestre de otoño, avanzada la asignatura de EAV, se dan las pautas detalladas (especificaciones de diseño) del mencionado equipo (potencia de salida requerida, bandas frecuenciales de trabajo, impedancias de entrada y salida del equipo, etc.). A partir de estas especificaciones, y a partir de la semana 10 del curso (aproximadamente, de las 15 que contempla el cuatrimestre), y conforme avanza las dos primeras asignaturas (EAV y DM), el estudiante también avanza en el diseño de los diferentes bloques que conforman el sistema:

- En la primera de ellas (EAV), se realiza el diseño, simulación, montaje, testeo y corroboración experimental de la etapa ecualizadora diseño y cálculo de las células que formarán el citado ecualizador, simulación mediante OrCAD-PSpice, etc.
- En la segunda de ellas (DM), se realiza el mismo proceso para la etapa preamplificadora. Ésta sirve como soporte para que el estudiante realice la simulación a nivel de transistor de dichos bloques (simulación del amplificador operacional que se utiliza en los diferentes bloques, simulación de la etapa preamplificadora realizada en torno a dicho amplificador, etc.), poniendo en práctica parte de los conocimientos teóricos explicados en clase.

Durante las cinco sesiones finales del curso, éstas (recordemos, de 3 horas de duración) se dividían en diferentes partes:

- La primera hora (se intentó que no se sobrepasaran nunca los 50–55 minutos) se ha dedicado a explicar (mediante clase magistral) aquellos contenidos teóricos que el

La Actividad Dirigida como Elemento de Transversalidad en los Estudio de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

profesor debe desarrollar para que el/la estudiante se adentre en los diferentes temas y tópicos requeridos para el correcto desarrollo del proyecto transversal. Los/las estudiantes, en esta primera hora, tenían un papel meramente pasivo, de escucha y toma de apuntes o, en su caso, de seguimiento de las correspondientes transparencias previamente facilitadas a los mismos.

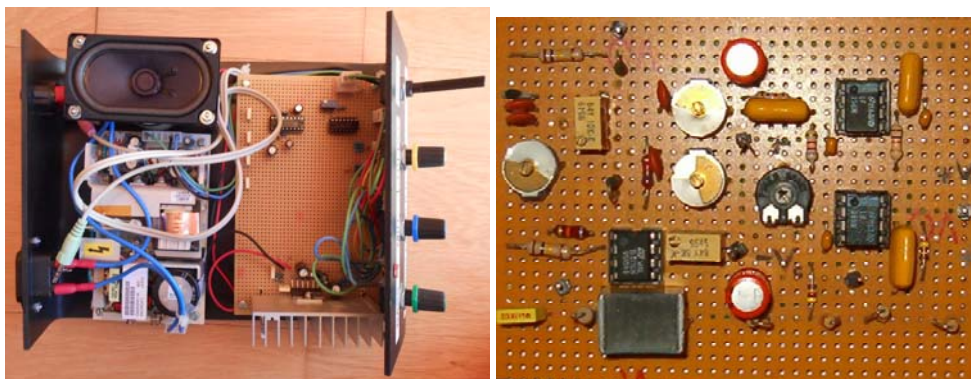
- Posteriormente, en la dos horas siguientes de la sesión, los estudiantes, en grupos de tres personas, trabajaron en el diseño, simulación o montaje de la etapa en cuestión, etapa directamente relacionada con los contenidos teóricos explicados por el profesor en la primera hora de la sesión.

En general, las horas dedicadas en estas últimas cinco semanas de curso son insuficientes para realizar todo el proceso de las etapas en clase. Ahora bien, pensemos que este proyecto transversal está enmarcado dentro de la carga no presencial de la asignatura. Es por ello que el estudiante debe seguir trabajando en el mismo fuera del aula, como parte de los 3,6 créditos ECTS de actividades no presenciales y actividades dirigidas (correspondientes a 6 h/semana) contempladas en ambas asignaturas (ver la distribución de créditos por asignatura en la figura 1).

Las dos asignaturas de otoño finalizan con dos prototipos completos realizados por parte del grupo de trabajo (Figura 4):

- Por un lado, el diseño, simulación, implementación y testeo experimental de la etapa ecualizadora de audio, realizados en la asignatura EAV.
- Por otro, el diseño, simulación, implementación y testeo experimental de la etapa preamplificadora, realizados en la asignatura DM.

Figura 4 Ejemplos de diferentes prototipos de algunos de los bloques parciales realizados por los estudiantes



Herminio Martínez García y Jordi Cosp Vilella

Además, dependiendo del número de alumnos de la asignatura, algún cuatrimestre se ha optado también por una presentación oral de 15 minutos en que el grupo presente y defienda ante el resto de compañeros los bloques circuitales llevados a cabo.

El proyecto finaliza en este cuatrimestre de forma transitoria con una calificación numérica que se incorpora a las dos asignaturas de este cuatrimestre. La ponderación de esta parte en las asignaturas es del 30% sobre el total para cada una de ellas (EAV y DM).

Conviene indicar que podría haber parte de estos estudiantes que no continuaran realizando las asignaturas que forman la intensificación (por ejemplo, porque se matriculan de otras asignaturas en el cuatrimestre de primavera) o, incluso, aquéllos que sólo se matriculasen de una de ellas. En estos casos, se contempla que el proyecto transversal se acote sólo al bloque en cuestión que se implementa en la asignatura. Téngase en cuenta que cada bloque podría ser autocontenido (una etapa amplificadora, por ejemplo, es ya un sistema que permite utilizarse en multitud de aplicaciones). No obstante, el estudiante debería quedarse con la idea clave que este bloque forma parte de un sistema mucho más completo, cuya finalidad va más allá de lo que tiene una de estas asignaturas simples. *Aquí, la idea de globalidad, integración de contenidos y coordinación de asignaturas es clave.*

Parte II de la Experiencia Realizada (Asignaturas del Cuatrimestre de Primavera)

En este caso, las asignaturas donde se continúa con la realización del proyecto transversal consisten en las dos optativas de la intensificación DAIE que se imparten en el cuatrimestre de primavera: Aplicaciones de los Sistemas Electrónicos Digitales (ASED) y Electrónica para las Comunicaciones (EC).

El mecanismo, procedimiento y sistemática de las asignaturas es similar: las primeras sesiones del curso el proyecto queda parado para hacer evolucionar las dos asignaturas así como sus partes teórica y práctica, y, a partir de la semana 10, aproximadamente, se retoma el proyecto con la realización de los bloques que falta para finalizar el sistema global:

- En la primera de ellas (ASED), se realiza el diseño, simulación y montaje de la etapa de control digital para la sintonía del ecualizador. Esta asignatura sirve como soporte para que el estudiante realice el diseño, simulación e implementación del sistema de control para la etapa ecualizadora implementada en el cuatrimestre anterior.
- En la segunda de ellas (EC), se realiza el diseño, simulación y montaje de la etapa amplificadora de potencia así como la fuente de alimentación de todo el equipo. Esta asignatura sirve como soporte para que el estudiante realice el diseño, simula-

La Actividad Dirigida como Elemento de Transversalidad en los Estudio de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

ción e implementación de la etapa amplificadora de potencia, así como la fuente de alimentación que proporciona la energía para todo el equipo.

Así pues, las dos asignaturas de primavera finalizan con otros dos prototipos completos realizados por parte del grupo de trabajo:

- Por un lado, el diseño, simulación, implementación y testeo de la etapa de control digital para el ecualizador de audio, realizados en la asignatura ASSED.
- Por otro, el diseño, simulación, implementación y testeo de la etapa amplificadora de potencia y fuente de alimentación, realizados en la asignatura EC.

Parte III de la Experiencia Realizada (Asignaturas del Cuatrimestre de Primavera)

Finalizados los dos cuatrimestres (otoño y primavera) y, por tanto, habiendo realizado el grupo de estudiantes el proyecto transversal enmarcado en las cuatro asignaturas bajo estudio (EAV, DM, ASSED y EC), finalmente, para superar la actividad, el grupo de estudiantes deberá:

- Ensamblar los diferentes bloques circuitales que conforman el prototipo completo del proyecto global.
- Probar en el laboratorio el montaje global, tomando las medidas experimentales pertinentes de todo el conjunto que corroboren el correcto funcionamiento de todo el sistema.
- Presentar una memoria técnica que ponga de manifiesto todo lo realizado en relación al proyecto transversal a lo largo de las cuatro asignaturas (explicación detallada del proyecto, proceso de diseño, resultados de simulación y experimentales, etc.).
- Defender ante el conjunto de profesores de las cuatro asignaturas, así como ante el conjunto de compañeros, el proyecto realizado.

El proyecto finaliza con una calificación numérica que se incorpora a las dos asignaturas de este cuatrimestre. La ponderación de esta parte en las asignaturas es del 60% sobre el total para cada una de ellas (ASED y EC).

Evaluación y Conclusiones de la Experiencia Llevada a Cabo

Al margen de las calificaciones, para evaluar la actividad llevada a cabo, se recurrió a la información que podían proporcionar los propios ‘afectados’; es decir, los estudiantes. Tras diferentes charlas posteriores a la presentación y defensa del proyecto transversal, debe

Herminio Martínez García y Jordi Cosp Vilella

destacarse la buena acogida de la experiencia por parte de los alumnos, a pesar que, en algunos grupos, los resultados obtenidos no fueran plenamente satisfactorios (notas inferiores a 7 sobre un total de 10 puntos).

Para la mayoría de los alumnos no era la primera vez que realizaban una experiencia evaluadora de este tipo. De hecho, en diferentes asignaturas obligatorias expuestas en la Figura 2 (por ejemplo, Electrónica Analógica), una parte de la asignatura contempla el diseño, simulación, implementación y corroboración experimental del funcionamiento, de un circuito bastante acotado. En ellas, se persigue que el circuito tenga una finalidad bien definida, dentro del ámbito de la propia asignatura, pero sus dimensiones generalmente se acotan para que la dedicación al mismo por parte del estudiante sea limitada. En este caso, sin embargo, el proyecto transversal tiene una envergadura mucho mayor y está contenido en diferentes asignaturas que, aunque son de la misma área, tratan temáticas diferentes dentro del ámbito de la Ingeniería Electrónica.

No obstante, a pesar de la dificultad y dedicación que los estudiantes exponen en la toma de opiniones recogidas, expresan una serie de puntos fuertes de la actividad. De estos puntos, destacan tres que conviene recalcar:

- La forma de trabajar en el proyecto transversal se asemeja a cómo se efectuaría en una empresa por parte de un grupo de ingenieros. Esto acerca las asignaturas implicadas (y su materia), y, sobre todo, la titulación, al mundo laboral inminente para estos estudiantes.
- Elimina la “estanqueidad” que actualmente tienen buena parte de las asignaturas impartidas en la Universidad española. Nuestros estudiantes suelen ver las asignaturas como un todo muy independiente del resto de asignaturas, no ya de cuatrimestres diferentes, sino, incluso, de asignaturas impartidas en el mismo cuatrimestre. Les resulta difícil integrar o globalizar las diferentes asignaturas de la titulación (sean éstas de especialidad o no) en un marco conjunto de su ámbito. En opinión de los estudiantes, el proyecto transversal elimina en buena parte esta estanqueidad. Como ya hemos comentado, *aquí, la idea de globalidad, integración de contenidos y coordinación de asignaturas es clave.*
- Permite que los estudiantes focalicen sus trabajos de final de grado (TFGs) en una temática cercana a la del proyecto transversal o cercana a la de las asignaturas que conforman la intensificación que sirve de paraguas a dicho proyecto transversal. Esta idea también es clave para muchos estudiantes que ven la intensificación como una forma de centrar sus carreras en un ámbito determinado dentro del área de la Ingeniería Electrónica.

La Actividad Dirigida como Elemento de Transversalidad en los Estudio de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Finalmente, como líneas futuras de investigación, por parte de los autores del presente trabajo, se quiere efectuar una serie de mejoras progresivas del procedimiento llevado a cabo, que conlleva los siguientes puntos:

- Montar el proyecto transversal como un sistemas de aprendizaje basado en proyecto (PBL) mediante la técnica *puzzle*. Esto repercutirá en una mayor dedicación temporal dentro de la asignatura para llevar a cabo dicho proyecto (se necesitarán sesiones para realizar las reuniones de expertos, sesiones para que un experto explique su parte al resto de miembros que forman el grupo, etc.), pero redundará en una mejora desde el punto de vista del aprendizaje.
- Realizar una coevaluación por parte del conjunto de estudiantes matriculados en la asignatura. Hasta ahora la evaluación la han realizado los propios profesores de las cuatro asignaturas implicadas en el proyecto. No se descarta, sin embargo, que parte de la calificación final del proyecto transversal sea realizada por los propios estudiantes.
- Abrir las defensa a estudiantes de cuatrimestres anteriores, para que vean qué es lo que han realizado estudiantes de su misma titulación pero de cursos más avanzados. Esto serviría, sin duda, como acicate y motivación para estos estudiantes, que verían en primera mano la “aplicabilidad” de su titulación.

Referencias

- [1] H. Martínez. “Información de la Asignatura de Electrónica Analógica (EA-EIA – 820222). Moodle de la Asignatura (Atenea). <http://atenea.upc.edu/moodle/course/view.php?id=12565> (acceso: 3 de junio de 2015).
- [2] H. Martínez, J. Domingo, A. Grau, y J. Gámiz. “La Introducción de la No Presencialidad en la Enseñanza de la Electrónica Analógica para Estudiantes de Electrónica Industrial”, *Actas del XII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (XII CUIEET-2004)*, Barcelona, España, 26 julio de 2004, pág. 71 (ISBN: 84-688-6913-9).
- [3] H. Martínez, J. Domingo, A. Grau, y J. Gámiz. “Innovación en la Enseñanza de la Electrónica de Adquisición de Datos y Control para Estudiantes de Electricidad Industrial”, *Actas del XII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (XII CUIEET-2004)*, Barcelona, España, 26 julio de 2004, pág. 72 (ISBN: 84-688-6913-9).
- [8] J. Domingo, M. Pilar Almajano, H. Martínez, y J. Segura. “El Aprendizaje Cooperativo 2.0”, *Actas de la Jornada X Jornada sobre Aprendizaje Cooperativo (X-JAC'10)*, Barcelona, España, 2 de julio del 2010, pág. 109-116 (ISBN: 978-84-7653-480-9). <http://giac.upc.es/JAC10/10/13%20Comunicaci%F3n%20AC2.0%20JDom.pdf> (acceso: 3 de junio de 2015).