

CAPÍTULO 9

PROYECTO TRANSVERSAL EN LOS ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

H. Martínez-García
Dep. de Ingeniería Electrónica (EEI)
Universitat Politècnica de Catalunya

J. Domingo; J. L. Durán
Dep. de Ingeniería de Sistemas, Automática e Informática Industrial (ESAII)
Universitat Politècnica de Catalunya
(herminio.martinez@upc.edu)

RESUMEN

La presente ponencia presenta la solución aportada por parte del profesorado que imparte la troncalidad de especialidad de 3^{er} curso del Grado de Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática de la de la Escuela de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona (EUETIB) de la Universidad Politècnica de Catalunya (UPC) ante la falta de motivación y bajo rendimiento del estudiantado en las asignaturas que son «propias» de su titulación. Esto llevó a que profesores de asignaturas troncales del citado grado hayan puesto en práctica una experiencia, objeto de esta ponencia, que abarque a dos asignaturas troncales que tiene la actual titulación. De hecho, estas bajas expectativas han llevado a los profesores de las diferentes asignaturas de Electrónica de la citada troncalidad 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 troncalidad de especialidad de la citada titulación.

INTRODUCCIÓN

Como es sobradamente conocido, los estudios técnicos, especialmente aquellos 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 realiza, 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) de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC), 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 en fase de finalización de sus estudios de Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática y en asignaturas relacionadas con su propia especialidad.

La detección de este problema, llevó a que profesores de asignaturas troncales de especialidad (impartidas principalmente en 3^{er} y 4^o curso) del citado grado hayan puesto en práctica una experiencia, objeto de esta ponencia, que abarque a dos asignaturas de la troncalidad que tiene la actual titulación. De hecho, estas bajas expectativas han llevado a los profesores de las diferentes asignaturas de Electrónica de la citada especialidad 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 troncalidad de especialidad.

Nuestra aportación expone la experiencia llevada a cabo dentro de la citada titulación de la EUETIB. En concreto, la experiencia se basa en la realización de un proyecto transversal integrador, en forma de actividad dirigida, que está bajo el paraguas de la mencionada especialidad. Esta intensificación, formada por un bloque de dos asignaturas troncales impartidas simultáneamente tanto en el cuatrimestre de otoño como de primavera, y para estudiantes de 3^{er} curso de carrera, permite la realización, en un cuatrimestre, 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 (y que aglutine la máxima cantidad de conocimientos de estas cuatro asignaturas), utilizando las técnicas de AC, PBL y la técnica puzle.

Además, conviene indicar que la citada experiencia, gracias al desarrollo de un sistema electrónico completo en las dos asignaturas, conlleva la ventaja de que el estudiante focaliza su trabajo de final de grado hacia un ámbito propio de su titulación, y enfrente mejor su realización por la experiencia previa llevada a cabo.

CONTEXTO

A pesar del indiscutible avance y desarrollo de la electrónica y los sistemas digitales, es bien cierto que la electrónica analógica, y especial aquélla que incide directamente en el amplificador operacional realimentado en tensión y sus aplicaciones, es uno de los pilares fundamentales sobre los que se asientan los modernos planes de estudio para estudiantes de electrónica en diferentes ámbitos de la ingeniería (industrial, telecomunicaciones, etc.). Por otro lado, la Electrónica Digital

se centra indudablemente en el uso del microcontrolador como núcleo principal de los modernos sistemas digitales y su aplicación en sistemas electrónicos para aplicaciones diversas (adquisición de datos, control industrial, etc.).

Dentro de la oferta de asignaturas troncales de la titulación de Grado de Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática (EIA) de la Escuela de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona (EUETIB) de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC), aparecidas a raíz de la puesta en marcha del actual plan de estudios de grado, dentro de Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), existen dos asignaturas, *Electrónica Analógica* (EA-EIA) e *Informática Industrial* (II-EIA), que permiten al estudiante de la citada especialidad adentrarse en los conocimientos de estas dos materias: los sistemas analógicos basados en el amplificador operacional y los sistemas digitales basados en el microcontrolador.

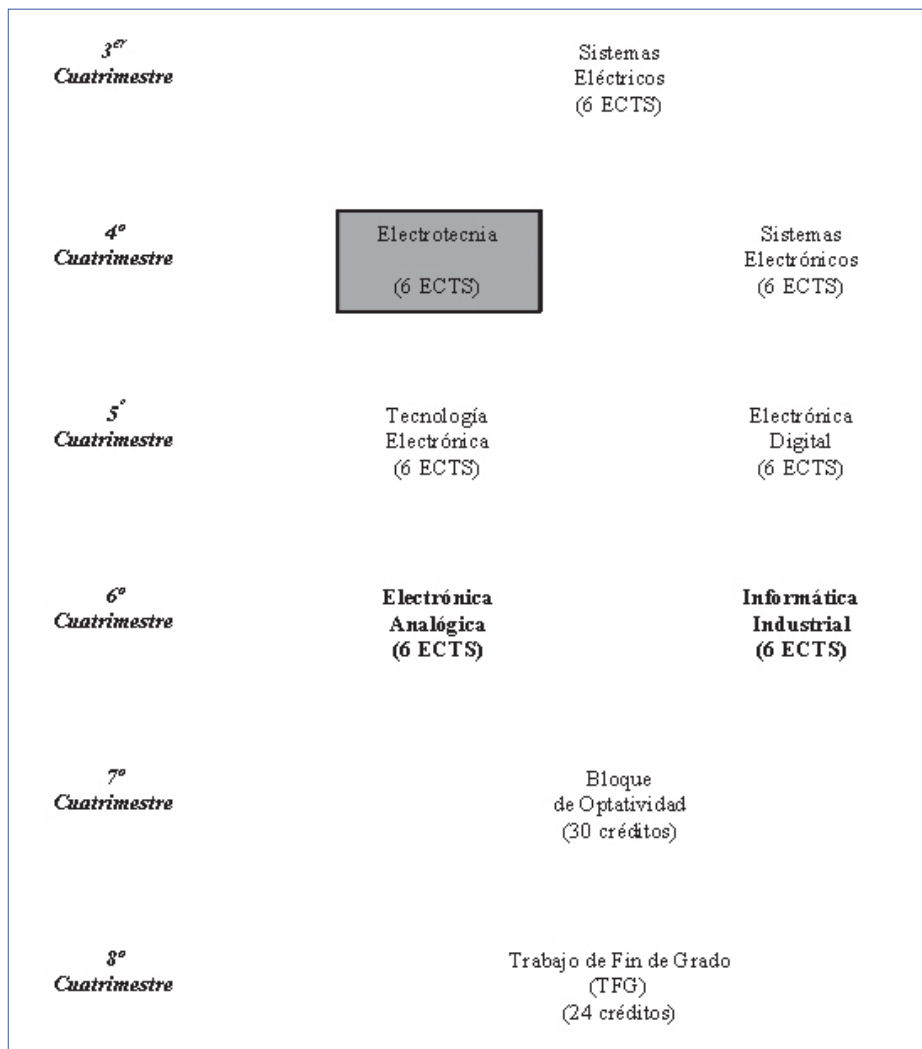
La presente comunicación expone la actividad dirigida llevada a cabo en estas dos asignaturas, de forma que analiza la orientación que se pretender dar, en especial dentro del nuevo marco de asignaturas ofertadas en la EUETIB donde, además de las horas de teoría, problemas y laboratorio, ha de darse cabida a las actividades dirigidas que el nuevo plan contempla. Conviene indicar que, además, estas actividades dirigidas sirven de nexo de unión e integración de los contenidos impartidos en ambas asignaturas que, en principio podrían ser divergentes.

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ENSEÑANZA DE LA ELECTRÓNICA ANALÓGICA DENTRO DEL GRADO DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA EN LA EUETIB

Con los nuevos planes de estudios dentro del EEES, aparece en el año 2009 la titulación de grado de Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática. Las asignaturas de Electrónica Analógica e Informática Industrial, ambas de 6 créditos ECTS cada una de ellas, se encuentran en el cuatrimestre 6º (6Q) de la titulación (ver la figura 1), conviviendo con asignaturas afines a la de Electrónica Analógica como *Instrumentación Electrónica*, y otras de formación básica para el ingeniero electrónico, como son *Electrónica de Potencia* y *Técnicas de Control* [1].

FIGURA 1

Estructura general de la enseñanza de los sistemas electrónicos para la titulación de grado de Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática en la EUETIB dentro del actual plan de estudio dentro del marco del EEES



Con la puesta en marcha del actual Plan de las titulaciones de grado dentro del EEES en la EUETIB, se apuesta porque gran parte de las asignaturas de la carrera, especialmente aquéllas optativas que lleven al estudiante a seguir una intensificación dentro de una determinada especialidad, conlleven un porcentaje de créditos referentes a las denominadas «actividades dirigidas» (AD). En las mismas, se propone al estudiante la realización de diferentes actividades (teóricas, prácticas o de búsqueda de información), en el transcurso de las cuales profesor y estudiante no deben coincidir en el espacio ni en el tiempo. Eso sí, el profesor tutoriza, guía y, si es necesario, introduce elementos de corrección de dichas actividades para, finalmente, evaluarlas adecuadamente. El número de dichos créditos es variable, dependiendo de la asignatura, pero ronda entre el 10 % y el 25 % del total de créditos de la asignatura en la mayoría de ellas.

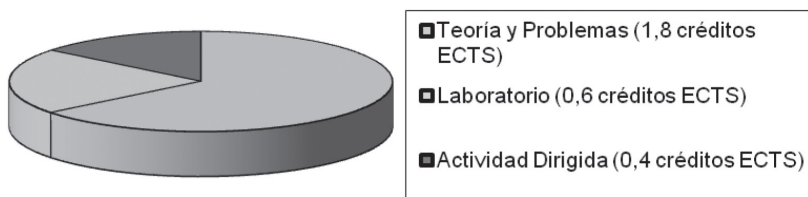
En particular, para las citadas asignaturas EA-EIA e II-EIA, de los 6 créditos ECTS en total que tiene cada una de ellas, 2,8 créditos ECTS corresponden a actividades presenciales en el aula (70 horas totales a lo largo de todo el cuatrimestre). De estos 2,8 créditos, 0,4 ECTS (es decir, un 14,3% de la actividad presencial en el aula) corresponden a actividades dirigidas (10 horas presenciales en el aula en todo el cuatrimestre). El otro 85,7% se reparte entre teoría y problemas, con 1,8 créditos ECTS (45 horas totales a lo largo de todo el cuatrimestre), y 0,6 créditos ECTS de prácticas de laboratorio (15 horas totales en todo cuatrimestre), relacionadas siempre con los contenidos teóricos presentados en las sesiones previas de la asignatura (figura 2).

Esta distribución de créditos hace que se impartan semanalmente tres horas de teoría y problemas, y sesiones quincenales de laboratorio de dos horas de duración a lo largo de todo el cuatrimestre (considerando cuatrimestres de quince semanas), dejando disponibles en el cuatrimestre unas 10 horas por alumno para la realización de las actividades dirigidas propuestas.

En las actividades dirigidas de la asignatura interviene una primera parte de actividades donde el estudiante, de forma individual o por parejas, debe analizar y simular diferentes circuitos haciendo uso del programa OrCAD-PSpice®.

FIGURA 2

Distribución porcentual de horas presenciales entre teoría y problemas (62,5 %), laboratorio (25 %) y actividades dirigidas (12,5 %) de las asignaturas «Electrónica Analógica» e «Informática Industrial»



La segunda parte de actividades dirigidas propone al estudiante la realización física de un proyecto, utilizando técnica de aprendizaje de trabajo cooperativo, en el que se implementa un sistema mixto analógico-digital utilizando circuitería electrónica de bajo coste. En efecto, los profesores de ambas asignaturas presentan una serie de títulos a los estudiantes (por ejemplo, sistemas de medida, de adquisición de datos, control de un pequeño motor de DC, etc.) y los alumnos, generalmente en grupos de dos o tres personas, *trabajando de forma cooperativa, según la técnica puzzle*, deben diseñar, simular, montar, soldar y testear en el laboratorio el circuito propuesto por ellos mismos en una placa de pruebas que cumpla con la tarea especificada en el título del trabajo.

En las 10 horas consideradas presenciales de la actividad dirigida (AD) para cada una de ambas asignaturas, el grupo de estudiantes es guiado en el aula por el profesorado para que el trabajo se desarrolle dentro del marco marcado y pautado en clase. Ahora bien, fuera el aula, el grupo de estudiantes debe seguir trabajando en el proyecto, de forma que, además de las 10 horas «presenciales», se contemplan una serie de horas (alrededor de 30 más), donde el grupo de estudiantes debe seguir con la actividad dirigida fuera del aula (es decir, «no presencialmente»).

En el último cuatrimestre de impartición de ambas asignaturas, se ha visto que es altamente positiva la presentación del montaje delante del conjunto de la clase. El procedimiento consiste en que al final de cuatrimestre se dediquen unas horas a tal fin, de forma que durante unos diez o quince minutos el grupo exponga (incluso podríamos decir «venta») el diseño realizado por ellos mismos, mediante

el uso de algunas transparencias. Una vez finalizada esta explicación, el resto de alumnos de la clase y el mismo profesor pueden hacer las preguntas que crean oportunas al respecto. La evaluación puede hacerla el propio profesor o, incluso, pueden participar los propios alumnos, emitiendo de forma personal una nota del resto de grupos de la clase. La interacción de los grupos con el conjunto de la clase, así como la motivación por el hecho de ser los propios estudiantes quienes han de defender 'su' diseño, son elevadas.

CONCLUSIONES

Aunque en general los alumnos entran a las dos asignaturas bajo estudio con alguna reticencia respecto a las mismas, cabe decir que, a pesar del ambicioso temario propuesto, que conlleva por parte del alumno un importante trabajo de estudio y asimilación de conocimientos, por la relativamente alta carga de contenidos, la satisfacción de los alumnos respecto a las asignaturas es altamente satisfactoria.

La introducción de herramientas *software* también es un factor importante a tener en cuenta. Especialmente se hace uso de OrCAD-PSpice® para la simulación y análisis de los circuitos estudiados tanto en las sesiones teóricas y de problemas como en las clases de laboratorio. No obstante, se dejan las puertas abiertas para la utilización de diversos programas informáticos para materia específica del temario. Éste es el caso, por ejemplo, de los filtros analógicos, donde se incorporan herramientas como FilterPro, FilterLab o Filter Wiz PRO para la síntesis de filtros analógicos, sin tener que utilizar para tal fin los, comúnmente, engorrosos métodos analíticos o mediante tablas.

Respecto a la actividad dirigida, y pese al considerable número de horas que conlleva la realización de un prototipo electrónico que realiza una determinada tarea, prácticamente todos los/las alumnos/as consideran que aporta un contacto directo con el laboratorio de electrónica y con la realización, montaje y soldadura de circuitos, indispensable para los futuros ingenieros técnicos. La satisfacción personal de cada uno de los miembros que forman los grupos de trabajo queda sobradamente satisfecha cuando consiguen hacer funcionar el prototipo diseñado e implementado por ellos mismos.

Al respecto de lo indicado en el párrafo precedente, conviene indicar y hacer hincapié que, a pesar de que los alumnos dedican a la actividad dirigida 10 horas

por cuatrimestre presenciales, en casa dedican un número considerablemente mayor, para poder llevar a cabo la actividad dirigida con éxito.

Como hemos comentado anteriormente, pensemos que estas horas de actividad «no presencial» de la actividad dirigida (AD) fuera del aula están consideradas en los créditos ECTS de la asignatura. Concretamente, de los 6 créditos ECTS de cada una de las dos asignaturas, solamente 2,8 créditos ECTS corresponden a actividades presenciales en el aula (70 horas totales a lo largo de todo el cuatrimestre). Como también hemos ya mencionado previamente, de estos 2,8 créditos, 0,4 ECTS corresponden a actividades dirigidas (10 horas presenciales en el aula en todo el cuatrimestre); 1,8 ECTS corresponden a teoría y problemas (45 horas totales a lo largo de todo el cuatrimestre); y 0,6 créditos ECTS de prácticas de laboratorio (15 horas totales en todo cuatrimestre). Los otros 3,2 créditos ECTS corresponden a 80 horas de actividad fuera de aula, repartidas entre el estudio de la materia teórica de la asignatura, realización de informes y cuestiones previas de laboratorio, y a la continuación de las actividades dirigidas.

A pesar de esta carga de trabajo para el estudiante, el número de aprobados es altamente satisfactorio, gracias en buena medida a la realización de estas actividades dirigidas. En las últimas convocatorias de la asignatura, el porcentaje de los alumnos aprobados en la asignatura ronda el 75%-85% del total de alumnos matriculados.

Cabe resaltar finalmente que el hecho de realizar por grupos las actividades dirigidas conlleva poner en práctica uno de los objetivos de las asignaturas y, en general, de todas las asignaturas del plan de estudios de grado puesto en funcionamiento en la EUETIB: la incentivación personal y motivación de los estudiantes por el trabajo en grupo y el cooperativismo en el aprendizaje.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona (EUETIB), www.euetib.upc.edu/els-estudis/estudis-de-grau/grau-en-enginyeria-electronica-industrial-i-automatica , consulta: 29 de diciembre de 2015.

