

PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE MATERIAS DE RAMA COMÚN EN EL NUEVO PLAN DE ESTUDIOS DE GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA DE LA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

C.BERNAL RUIZ, A. BONO NUEZ, J.M. LÓPEZ PÉREZ, A. OTÍN ACÍN, F.J. PÉREZ CEBOLLA, T. POLLÁN SANTAMARÍA

*Departamento de Ingeniería Electrónica y Comunicaciones.
Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial, EUITIZ.
Universidad de Zaragoza. España.
{cbernal, antoniob, chlopez, arantotin, fperez} @ unizar.es*

Este artículo presenta un breve análisis y reflexión de algunos aspectos del nuevo plan de estudios del Grado en Ingeniería Electrónica y Automática de la Universidad de Zaragoza. Se analiza la orientación de materias comunes o generalistas frente a lo específico, planteando debilidades y fortalezas. Finalmente se propone la confección de elementos comunes entre asignaturas que proporcionen una mayor coherencia y eficacia.

Palabras clave: Ingeniería Electrónica, Diseño Curricular.

1. Introducción

Este artículo pretende revisar, recogiendo y proponiendo algunos elementos de debate, la división en dos tendencias observada en la confección de planes de estudio de Grado en Ingeniería, en particular en el grado de Ingeniería en Electrónica y Automática. Se pretende, desde las opiniones de los autores, evidenciar las ventajas e inconvenientes de estas opciones y, en todo caso, proponer alguna iniciativa que permita mejorar la implementación de estos grados. Indudablemente resulta, en definitiva, una pequeña aportación en una tarea que es compleja y difícil, como la realizada en la confección de las memorias por parte de las comisiones correspondientes.

La excesiva especialización de un plan de estudios, si bien juega a favor de la consecución de unos objetivos concretos de formación, puede resultar deficitaria de cara a la aplicación de estos conocimientos adquiridos, principalmente por desconocimiento de otras materias y realidades. Es un hecho reconocido que en la enseñanza universitaria de la ingeniería industrial española, tradicionalmente, se han establecido dos líneas de actuación:

- a) La especializada, en buena parte representada por los planes de Ingenierías Técnicas Industriales. Normalmente se plantean por este orden: conocimientos básicos, especializados de una materia específica y finalmente de aplicación a otras disciplinas.
- b) La generalista, que pretende abarcar múltiples áreas de conocimiento con profundidad desde el principio. Intenta una sólida formación básica y general, siendo solamente en los últimos cursos de la titulación cuando se adquiere la verdadera competencia de aplicación de conocimientos a una determinada especialidad.

Este debate es prácticamente singular en nuestro país, puesto que en la gran mayoría de los sistemas educativos de los países más industrializados, muchos de ellos con un éxito industrial superior al caso español, optan más por la opción a) con diferentes resultados académicos [1,2]. En el artículo pretendemos

intentar detectar las debilidades y fortalezas que derivan de la nueva estructura, actualmente aprobada en la Universidad de Zaragoza [3] y en fase de verificación ANECA.

En el último apartado se sugerirá una propuesta como ejemplo para la implementación de actuaciones que consigan, en la medida de lo posible, aunar lo mejor de ambas posturas.

2. Análisis de los nuevos planes de estudios del grado de Electrónica Industrial en la Universidad de Zaragoza

El plan de estudios confeccionado se ajusta a lo establecido por el Orden Ministerial CIN/351/2009 (BOE 20/02/09) [4], que normaliza los requisitos de los planes de estudio que habilitan para la profesión de Ingeniero Técnico Industrial. Compagina la habilitación para esta profesión con un cierto grado de especialización. Resulta de la continuación de otro plan de estudios en Electrónica Industrial apoyado en la Electrotecnia y la Automática, contando éste con una amplia trayectoria, éxito y respaldo por parte de la realidad industrial de la región.

Se presenta un reto importante, por un lado habilitar para una profesión generalista y compleja, como es indudablemente la de Ingeniero Industrial. Por otro proporcionar simultáneamente al alumno una formación sólida, que supone conocer y adquirir competencias básicas de al menos un área relevante del conocimiento industrial.

Pensamos que, de eliminar esta especialización, se corre el riesgo de que más que un plan de estudios formativo, se torne en uno de carácter meramente informativo. Siendo la consecución de una verdadera especialidad una de las claves para el desarrollo personal y de un carrera profesional en el competitivo mundo empresarial. Todo ello en tiempo y acorde con la capacidad de esfuerzo propios del egresado de unos estudios de grado. La Tabla 1 resume los bloques de materias y la correspondiente distribución en créditos.

Tabla 1. Distribución de créditos por grupos de materias.

MÓDULO	CRÉDITOS
Formación Básica	60
Obligatorias Rama Industrial	72
Obligatorias Tecnología Específica	64
Obligatoria Transversal	2
Optativas	30
Trabajo Fin de Grado	12
CRÉDITOS TOTALES	240

Podemos identificar los bloques “Rama Industrial” y “Tecnología Específica”. La carga de créditos de contenido más generalista incluso supera a lo específico. Respecto a los grupos que conforman las materias quedan así:

1. Formación Básica. 60 ECTS según en lo establecido en la Orden Ministerial, se trata de las materias comunes para otros estudios de grado en Ingeniería.
2. Obligatorias de Rama Industrial. Refleja lo establecido en [4] de forma que pueda cumplir con su objetivo profesionalizante. Hay una equivalencia clara entre las competencias de la Formación de

Rama Industrial y las materias especificadas en este apartado. Adicionalmente, las directrices propias de la Universidad de Zaragoza normalizan a dotar cada asignatura obligatoria con un mínimo de 6 ETCS, lo que resulta de la adopción de un sistema de Rama Industrial donde todas las materias suponen igual peso. Por tanto, estaríamos en una estructura de tipo b) pero con cierto carácter especializado.

En opinión de los autores, este paralelismo entre competencias y materias (12 materias a 12 competencias), si bien garantiza una cierta facilidad organizativa, resulta difícil de llevar a la práctica ya que no regula cada una de las materias teniendo en cuenta la especialidad. Más todavía si se tiene en cuenta que lo que se pretende debe conjugar tanto la especialización como lo general, únicamente en los 240 ETCS de los estudios. Obsérvese que quedan solamente 64 ECTS obligatorios diferenciadores y verdaderamente especializados.

3. Obligatorias de Tecnología Específica. Se respeta la comentada homogeneidad y equilibrio en pesos relativos. Únicamente los Sistemas Programables, uno de los pilares de la automatización industrial, constan de 10 ECTS.

Resumiendo, se trata de un plan de estudios con especialización, pero también con múltiples aspectos generalistas. Sirva como ejemplo la inclusión de la Mecánica de Fluidos, Tecnologías de Fabricación, Mecánica, Resistencia de Materiales o Ingeniería Térmica al mismo nivel que por ejemplo las Electrónicas Analógica, Digital y la Automatización industrial. Con esta diversidad, los autores opinamos que se corre el riesgo de formar compartimentos aislados, excesivamente disjuntos en cada materia, sin suficiente peso para hacer razonar al alumno y sin suficiente aplicación inmediata como para suponer una ventaja en el campo de la Electrónica y Automática.

Viendo el fuerte potencial de la formación multidisciplinar, junto a las incertidumbres expuestas anteriormente, proponemos en el siguiente apartado líneas de actuación que faciliten una implementación favorable del plan de estudios en los años venideros. Todo ello cumpliendo el objetivo primordial e irrenunciable de un Grado en Ingeniería, que debe ser generar una fuerza de trabajo sólida, con suficientes conocimientos claros, actitudes y aptitudes que permitan hacer progresar realmente el tejido industrial del país.

3. Propuesta de adaptación a una formación de electrónica aplicada a la industria

Aunque las materias ya tienen asignados sus créditos y la docencia está asignada a los correspondientes departamentos consideramos que todavía se pueden tomar medidas para adaptar la aplicación del plan de estudios. Obviamente, nuestra propuesta sería papel mojado si no estuviera sostenida por alguna posibilidad de llevarla a cabo.

Consecuentemente prevemos contar con dos pilares de actuación fundamentales: la figura del coordinador de grado y los proyectos de colaboración interdepartamentales.

Según puede seguir en la memoria de grado [3] el coordinador *”es el responsable de la gestión, coordinación y mejora de las enseñanzas del título, con el fin de asegurar la aplicación más adecuada de lo dispuesto en el Proyecto de Titulación”*. Ítem más, se dice que su competencia alcanza a *“todos los aspectos relacionados con la aplicación práctica de lo dispuesto en el Proyecto de Titulación, su propuesta de modificación, así como sobre las acciones de innovación y mejora”*. Detrás de esta figura se prevé que exista la Comisión de Garantía de la Calidad de la Titulación que tiene como misión *”ejercer de forma efectiva la responsabilidad de la calidad de la titulación en sus todos sus aspectos de planificación, organización, docencia y evaluación, así como de la garantía de la adecuación de las acciones de su*

coordinador(a) o coordinadores y de la aprobación de las propuestas de modificación y mejora”. La capacidad ejecutiva del coordinador de titulación está contemplada de manera que puede, según el mismo texto, “formular propuestas de modificación o realizar indicaciones para su aplicación. Cuando tales propuestas o indicaciones cuenten con el respaldo de la Comisión de Garantía de la Calidad de la Titulación, habrán de ser atendidas por los profesores responsables de la docencia correspondiente”. Creemos que estos dos órganos pueden dar cobertura legal y formal a las mejoras que proponemos. Además, el coordinador de titulación tendría que ser el principal motor para sacar adelante estas mejoras.

El segundo pilar es el trabajo conjunto de profesores. El diseño de las actuaciones debe pasar necesariamente por la colaboración entre los departamentos. Las acciones derivadas pueden tomar la forma de proyectos de innovación docente que, por su naturaleza motivadora, pueden conseguir involucrar a profesores que de otra forma quizá fueran reacios a “compartir” su docencia.

Muchas de las materias dentro del bloque de Obligatorias de la Rama Industrial, son objeto de aplicación de la electrónica y la automática. Para facilitar que se amalgamen en la formación del ingeniero electrónico y no se queden como una suma de compartimentos separados e inconexos, proponemos una forma de integración en la que se compartan parte de los créditos de estas asignaturas en la realización de actividades formativas comunes, como proyectos, trabajos o prácticas (Fig. 1).

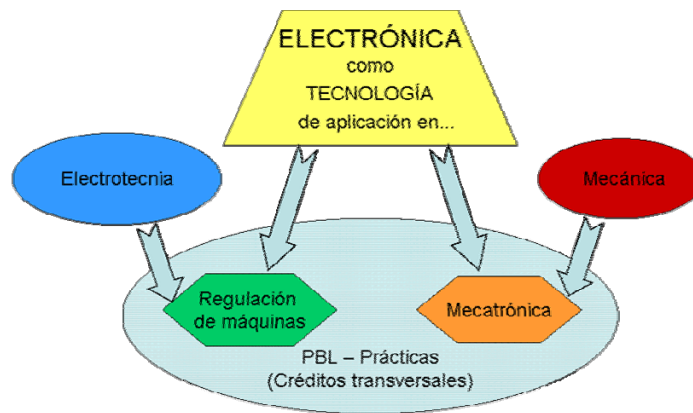


Figura 1. Esquema de integración de materias electrónicas en materias donde se aplica.

Según este esquema, las asignaturas implicadas cederían una parte de sus créditos para la realización de un trabajo que integre el desarrollo de diversas partes que correspondan a las diversas materias, desarrollos que, necesariamente, estarían estrechamente relacionados. Un trabajo de estas características implementaría una aplicación de la electrónica y la automática en diversos campos de la ingeniería. De esta manera tomaría un profundo sentido el control industrial de elementos ingenieriles (mecánicos, térmicos, eléctricos) a través de las tecnologías electrónicas. En el siguiente capítulo se plantea un ejemplo con asignaturas concretas de un trabajo de integración, en el que se contempla la asignación de créditos el desarrollo y la evaluación.

4. Ejemplo de proyecto de integración

A modo de ejemplo se va a particularizar la propuesta en un bloque conceptual, relativo a la integración de las disciplinas mecánicas con las de electrónica de control.

Curso	Semestre	MATERIA/ASIGNATURA	Carácter/Módulo	ECTS	Curso	Semestre	MATERIA/ASIGNATURA	Carácter/Módulo	ECTS
1	1	MATEMÁTICAS I	Fb	6	1	2	MATEMÁTICAS III	Fb	6
1	1	MATEMÁTICAS II	Fb	6	1	2	EXPRESIÓN GRÁFICA	Fb	6
1	1	FÍSICA I	Fb	6	1	2	FÍSICA II	Fb	6
1	1	QUÍMICA	Fb	6	1	2	EMPRESA	Fb	6
1	1	INFORMÁTICA	Fb	6	1	2	FUNDAMENTOS DE ELECTROTECNIA	Ob	6
2	1	INGENIERÍA DE MATERIALES	Ob	6	2	2	ESTADÍSTICA	Fb	6
2	1	MECÁNICA	Ob	6	2	2	INGENIERÍA TÉRMICA	Ob	6
2	1	FUNDAMENTOS DE ELECTRÓNICA	Ob	6	2	2	ELECTRÓNICA ANALÓGICA	Ob	6
2	1	ELECTROTECNIA	Ob	6	2	2	ELECTRÓNICA DIGITAL	Ob	6
2	1	SEÑALES Y SISTEMAS	Ob	6	2	2	SISTEMAS AUTOMÁTICOS	Ob	6
3	1	MECÁNICA DE FLUIDOS	Ob	6	3	2	TECNOLOGÍAS DE FABRICACIÓN	Ob	6
3	1	RESISTENCIA DE MATERIALES	Ob	6	3	2	INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA	Ob	6
3	1	ELECTRÓNICA DE POTENCIA	Ob	6	3	2	ROBÓTICA INDUSTRIAL	Ob	6
3	1	INGENIERÍA DE CONTROL	Ob	6	3	2	AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL	Ob	6
3	1	SISTEMAS ELECTRÓNICOS PROGRAMABLES (semestre 1)	Ob	6	3	2	SISTEMAS ELECTRÓNICOS PROGRAMABLES (semestre 2)	Ob	4
					3	2	INGLÉS NIVEL B-1	Ob	2
4	1	OFICINA DE PROYECTOS	Ob	6	4	2	ORGANIZACIÓN DE EMPRESAS	Ob	6
4	1	INGENIERÍA DEL MEDIO AMBIENTE	Ob	6	4	2	OPTATIVAS	P	12
4	1	OPTATIVAS	P	18	4	2	TRABAJO FIN DE GRADO	TFG	12

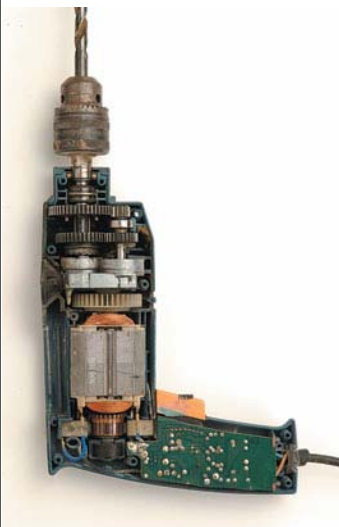


Figura 2. a) Estructura de secuenciación de materias b) Objeto de estudio: taladro

En esta propuesta se trata de que varias asignaturas dediquen algunos créditos a una especie de “fondo común” donde se realizará un trabajo o proyecto de integración. Es muy importante la selección de asignaturas implicadas, de forma que el proyecto se realice a lo largo de un único curso académico. En la Fig. 2a tenemos la secuenciación de las asignaturas del Grado. Para este proyecto hemos elegido el tercer curso. A modo de ejemplo se planteará el diseño de un taladro sencillo (Fig 2b). Las asignaturas implicadas serían:

- Resistencia de materiales (1^{er} cuatrimestre): estudio y cálculo de los esfuerzos necesarios en el proceso de taladrado.
- Tecnologías de Fabricación (2^o cuatrimestre): implicada en el cálculo y diseño para la fabricación de las distintas piezas mecánicas del taladro (ruedas dentadas, carcasa, etc...).
- Sistemas Electrónicos Programables (anual): para la realización de control global del sistema. Al ser una asignatura anual, podría ser el hilo conductor del proyecto.
- Electrónica de Potencia (1^{er} cuatrimestre): diseño del circuito de potencia del motor.
- Ingeniería de Control (1^{er} cuatrimestre): estudio y diseño del tipo de control que se debe implementar en un aparato de estas características.

Con 5 asignaturas implicadas, con que cada una invirtiera únicamente un crédito, ya se dispondría de 5 créditos para el proyecto (125 horas de trabajo). La idea de incluir 5 asignaturas para un solo proyecto nos parece apropiada ya que es más probable que el profesorado implicado esté dispuesto a dedicar sólo un crédito para un proyecto que el que haya un par de profesores que lo hagan todo. Además, de esta forma el trabajo es de real integración entre materias y departamentos. Por otro lado, las dificultades de coordinación aumentan al implicar a más personas. Nos parece interesante que haya una asignatura anual que lleve la coordinación del proyecto (en este caso Sistemas Electrónicos Programables) que, si se viera

necesario, podría añadir un crédito extra, para que en total fueran 6 (mismos créditos que una asignatura cuatrimestral).

Una parte muy importante para llevar a buen fin esta propuesta es que es necesario un control muy preciso de la evaluación. Es imprescindible que el proyecto sea evaluado, como mínimo, en dos ocasiones.

- Una primera en la que se debería tener un prototipo donde estuvieran todos los cálculos de materiales, el diseño preliminar pero detallado,... Esta parte es necesaria para poder evaluar las asignaturas que son de primer cuatrimestre. Además, el que haya esta evaluación intermedia fuerza que los alumnos trabajen en el proyecto de forma más continuada.
- Un segunda con el proyecto definitivo, con el diseño completo, electrónico y mecánico. Esta evaluación serviría para dar nota a las asignaturas de 2º cuatrimestre y la anual.

La forma de evaluación debería consistir, como mínimo, en dos notas para cada punto de evaluación (al final de cada cuatrimestre) y se compondrán de una nota global del diseño y notas individuales asociadas a cada asignatura implicada. Cada asignatura asociada al proyecto incorporará a su lista de notas la suma de la nota global del proyecto y la nota individual asociada a su materia. El peso específico de cada parte (global o específica) se debería determinar en el seno de la titulación, aunque se recomienda que la parte específica no suponga menos del 50% de la nota que se debe incorporar después a cada asignatura. Sería especialmente interesante, y una labor importante de consenso entre los profesores implicados, que el peso de la nota del proyecto en cada asignatura fuera aproximadamente el mismo.

5. Conclusiones

Se ha analizado críticamente la situación tras la elaboración del plan de estudios del Grado en Ingeniería Electrónica y Automática de la Universidad de Zaragoza, y se ha propuesto una estructura de colaboración entre asignaturas. La propuesta intenta integrar algunas asignaturas de la especialidad y otras generalistas. Esta propuesta no se ha desarrollado todavía y se espera que pueda acometerse en el futuro plan.

Referencias

- [1] M. Gómez-Leal Pérez. *La regulación de la profesión de ingeniero en cinco estados miembros de la unión europea: Alemania, Francia, Finlandia, Italia y Reino Unido*. Informe para el Ministerio de Educación y Ciencia. 2007. <http://www.unizar.es/eees/doc/informe-ingenieros-ue.pdf>
- [2] *TUNING Educational Structures in Europe Report of the ENGINEERING Synergy Group* http://www.unizar.es/eees/tesie/TUNING_I_2002/Report_Ingenier%EDa_SynGroup_2002.pdf
- [3] *Acuerdo de 4 de marzo de 2009 del Consejo de Gobierno de la Universidad de Zaragoza de Reordenación de la Oferta de Titulaciones de Grado (BOUZ 04-09, de 19 de marzo)* <http://www.unizar.es/sg/doc/4.2.ReordenacionOfertatitulacionesdeGrado-Anexo.pdf>
- [4] *Orden Ministerial CIN/351/2009 (BOE 20/02/09)*. www.boe.es/boe/dias/2009/02/20/pdfs/BOE-A-2009-2893.pdf