

APRENDIZAJE COOPERATIVO Y ‘ENTREGABLES’: EL PARADIGMA DE LA EVALUACIÓN CONTINUA EN LA UNIVERSIDAD.

Herminio Martínez; Joan Domingo.

Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona (EUETIB).

Universidad Politécnica de Cataluña (UPC).

C/ Comte d’Urgell, 187. ES–08036, Barcelona. SPAIN.

herminio.martinez@upc.edu Tel.: 93.413.72.90.

ÁREA TEMÁTICA: PLANTEO Y DESARROLLO DE ASIGNATURAS O PARTE DE LAS MISMAS UTILIZANDO AC.

RESUMEN

La presente ponencia presenta el método de evaluación llevado a cabo por los autores en la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona (EUETIB). En concreto, la asignatura que ha servido de plataforma piloto corresponde a la asignatura optativa *Electrónica de Adquisición de Datos, Control y Comunicaciones Industriales*, impartida en tercer curso de la especialidad de Electricidad Industrial.

Centrándonos en la metodología, la evaluación llevada a cabo para los estudiantes se ha basado en actividades que los autores denominan ‘*entregables*’, haciendo uso, además, del aprendizaje cooperativo para la realización de las mismas. Estos documentos *entregables* consisten en unas plantillas que, de forma periódica, son distribuidas a los alumnos para que éstos realicen las actividades demandadas en las mismas. Dichas actividades deben ser realizadas en grupos de trabajo cooperativo, formados al inicio de curso y fijos a lo largo del mismo).

En la experiencia se han contemplado no solamente actividades teóricas (que engloban a los clásicos problemas), sino también actividades de laboratorio y de simulación. Ello permite unificar la evaluación y mejorar el nexo de las diferentes partes en que se divide la asignatura (teoría, problemas y laboratorio con prácticas de taller de electrónica o de simulación ante el PC).

1. Introducción

Es indudable que, con la progresiva implantación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), en la Universidad española se presentarán retos y cambios que, aunque emocionantes y apasionantes, especialmente para el profesorado, aunque también para el conjunto del alumnado, pueden conllevar importantes problemas si seguimos anclados en los tradicionales métodos docentes que hasta ahora se han ido utilizando durante décadas en la práctica totalidad de las Universidades de nuestro país.

Es por ello que, a lo largo de los últimos años, una buena parte de profesores hemos venido trabajando e investigando métodos docentes más o menos innovadores que permitan incorporar actividades que ayuden no solamente a aprender al estudiante, sino también evaluar (cuantificar) de una forma precisa su evolución a lo largo del curso o cuatrimestre. Como ejemplos, tenemos las diversas actividades de aprendizaje cooperativo presentadas en multitud de congresos y el aprendizaje basado en proyectos (PBL).

Como parte de la implementación de nuevos métodos docentes, la presente ponencia presenta el método de evaluación llevado a cabo por los autores en la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona (EUETIB). La asignatura que ha servido de plataforma piloto corresponde a la asignatura optativa *Electrónica de Adquisición de Datos y Control Industrial*, impartida en tercer curso de la especialidad de Electricidad Industrial.

En la experiencia se han contemplado no solamente actividades teóricas (que engloban a los clásicos problemas), sino también actividades de laboratorio y de simulación. Ello permite unificar la evaluación y mejorar el nexo de las diferentes partes en que se divide la asignatura (teoría, problemas y laboratorio con prácticas de taller de electrónica o de simulación ante el PC).

2. Evolución Histórica de la Enseñanza de la Electrónica Dentro de la Especialidad de Electricidad Industrial en la EUETIB

El estudiante de Ingeniería Eléctrica, dentro de los modernos planes de estudio, no solamente debe adquirir una sólida base en el conocimiento de máquinas eléctricas y sistemas eléctricos de media y alta potencia. En efecto, debe, además, conocer aquellos sistemas electrónicos que le permitirán, en su posterior carrera profesional, la adquisición de datos o informaciones, el control de sistemas y plantas industriales, y las comunicaciones en dichos entornos.

Bajo esta premisa, y dentro de la especialidad en Electricidad de la Titulación de Ingeniería Técnica Industrial, ofertada por la Escuela de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona (EUETIB) en el plan de estudios puesto recientemente en marcha en nuestro centro, las asignaturas de Electrónica, tanto troncales como optativas, tienen cada vez un peso creciente si las comparamos con las ofertadas en los antiguos planes de estudios 72 y 95.

En el ya desaparecido Plan 72, la Electrónica tenía un peso escaso en la titulación (antigua sección de Máquinas Eléctricas), puesto que el estudiante solamente cursaba la asignatura anual de 15 créditos denominada *Electrónica Industrial* en segundo curso. El inmenso abanico de temas referentes a la ciencia Electrónica que se estudiaban en esta asignatura hacía que la misma representara un *handicap* difícil de superar para el estudiante. Es más, hacia la propia asignatura había una cierta reluctancia o rechazo por parte de los estudiantes difícil de vencer (independientemente del profesor que la impartiera), cuando además, la carga docente principal se centraba en desarrollos teóricos de pizarra y no en clases prácticas o de laboratorio, generalizándose la idea de que los conocimientos de electrónica impartidos en ella servían de bien poco a los estudiantes. Como corroboración de esta idea, cabe pensar que el número de alumnos suspendidos y no presentados de la asignatura rozaba porcentajes altamente preocupantes.

A raíz de la implantación del Plan de estudios 95, se pensó en una mejor racionalización en la impartición de las asignaturas referentes a la Electrónica. En efecto, el estudiante de Electricidad, dentro de un entorno de asignaturas cuatrimestrales, se introducía al mundo de la Electrónica con la asignatura de primer cuatrimestre *Fundamentos de Electrónica Digital y Analógica*, de 6 créditos (figura 1), simultaneada con *Circuitos y Electrometría*, también de 6 créditos, y otra asignatura propia de la especialidad: *Materiales Eléctricos y Magnéticos*, de 3 créditos, y de áreas comunes (*Fundamentos de Física I* de 4,5 créditos, *Fundamentos Matemáticos de la Ingeniería I* de 6 créditos, *Expresión Gráfica y DAO* de 6 créditos y *Fundamentos de Informática* también de 6 créditos).

Realizada esta asignatura, el siguiente encuentro del estudiante con el mundo de la electrónica era en el tercer cuatrimestre de la carrera con la asignatura cuatrimestral troncal de 3 créditos *Electrónica de Potencia*. Finalmente, el estudiante de Ingeniería Eléctrica acababa el estudio de asignaturas troncales u obligatorias relacionadas con la Electrónica con la asignatura cuatrimestral obligatoria de 3 créditos de 5ª cuatrimestre *Sistemas Electrónicos de Adquisición de Datos y Control*. Además, el alumno tenía la posibilidad de ampliar conocimientos dentro de los sistemas de adquisición de datos con la asignatura optativa de 6ª cuatrimestre, y también de 3 créditos, *Técnicas de Comunicación Industrial*, en la que se presentaban los actuales métodos de transmisión de información, especialmente en el entorno industrial.

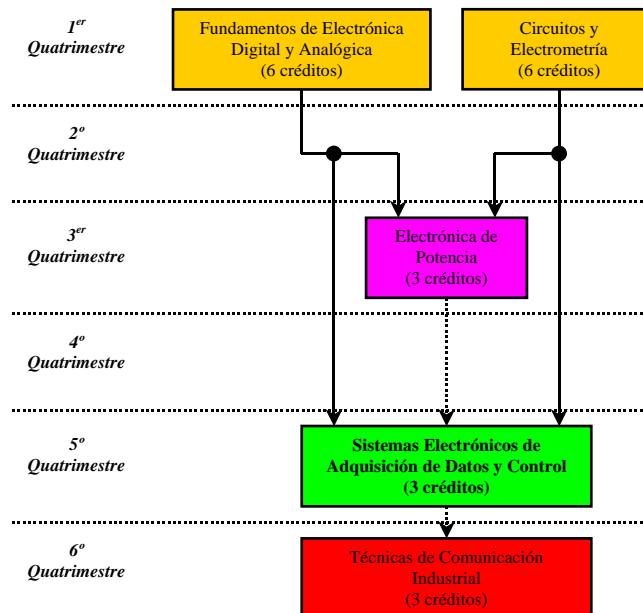


Figura 1.- Enseñanza de los sistemas electrónicos dentro del Plan 95 para la especialidad de Electricidad Industrial en la EUETIB.

3. Contextualización de la Enseñanza de la Electrónica Dentro de la Especialidad de Electricidad Industrial en la EUETIB

Con la revisión del Plan de estudios 95, en el año 2002 se implanta en la EUETIB el Plan 2002, con el cual se intenta corregir las anomalías o puntos débiles más significativos de las asignaturas existentes en las diferentes titulaciones de la Escuela. Esta revisión afecta también a las asignaturas relacionadas con la Electrónica para la especialidad de Ingeniería Eléctrica. Una de las principales deficiencias detectadas en relación con la asignatura de Sistemas Electrónicos de Adquisición de Datos y Control (precursora de la actual Electrónica de Adquisición de Datos y Control Industrial), está en la enorme distancia temporal entre la impartición de la asignatura de *Fundamentos de Electrónica Digital y Analógica* y la primera (tres cuatrimestres entre ambas), lo que hace que los alumnos llegasen a ella con gran parte de los conocimientos de Electrónica prácticamente olvidados. Ello obligaba a dedicar un cierto número de horas, al comienzo del curso, al repaso de conocimientos de Electrónica básica,

que en ese cuatrimestre deberían estar asimilados perfectamente. Ello conllevaba que no se logaran cubrir al cien por cien los conocimientos propios del temario de la asignatura por falta de tiempo.

A este respecto, y con el objetivo de corregir dicha anomalía, en el nuevo plan 2002, al estudiante se le introduce en los principios fundamentales de electricidad y medidas eléctricas en la asignatura troncal de 3 créditos de primer cuatrimestre *Electrometría* (figura 2). Es en segundo cuatrimestre cuando se presentan las asignaturas troncales *Electrónica Industrial*, de 9 créditos, simultaneada con *Circuitos*, también de 9 créditos, y otras asignaturas propias de la especialidad (*Centrales Eléctricas* de 9 créditos, y *Materiales Eléctricos* y *Magnéticos* de 3 créditos) y de áreas comunes (*Fundamentos Matemáticos de la Ingeniería II* de 6 créditos).

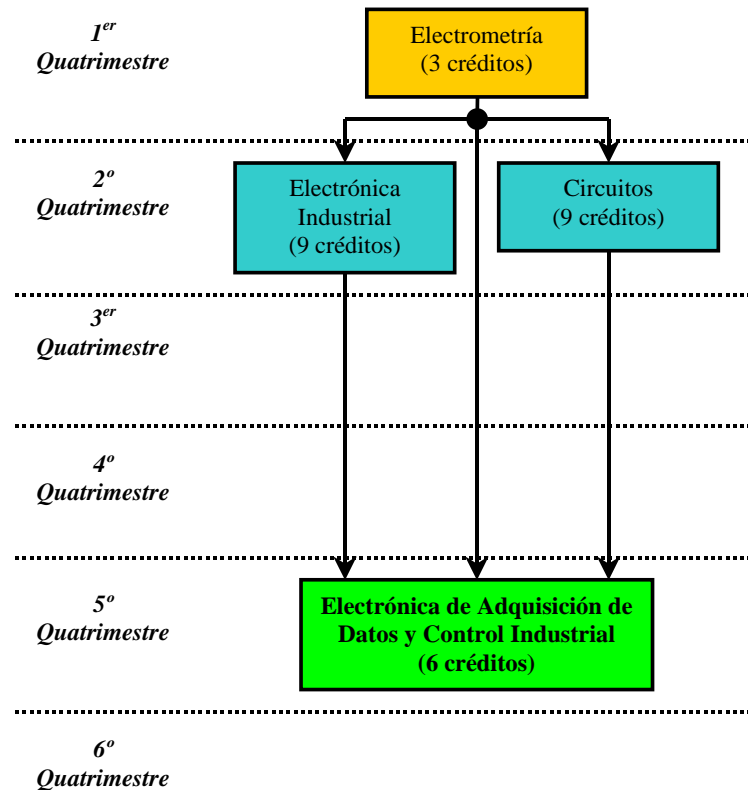


Figura 2.- Enseñanza de los sistemas electrónicos dentro del Plan 2002 para la especialidad de Electricidad Industrial en la EUETIB.

4. Contextualización de la Asignatura ‘Electrónica de Adquisición de Datos y Control Industrial’ Dentro de la Especialidad de Electricidad Industrial en la EUETIB

Con la asignatura de *Electrónica Industrial* finaliza para el estudiante de Ingeniería Eléctrica la carga de asignaturas troncales u obligatorias relacionadas con la Electrónica. No obstante, y dentro de la oferta de asignaturas optativas, se presenta la posibilidad de escoger la asignatura de 6 créditos *Electrónica de Adquisición de Datos y Control Industrial* (EADCI) en quinto cuatrimestre, que intenta recoger aquellos conocimientos impartidos en la asignatura *Sistemas Electrónicos de Adquisición de Datos y Control* y parte de los de la asignatura *Técnicas de Comunicación Industrial* del antiguo Plan 95.

Haciendo mención a su nombre, la asignatura de *Electrónica de Adquisición de Datos y Control Industrial* presenta al estudiante, teniendo como prerrequisito la asignatura de *Electrónica Industrial*, la tecnología electrónica y circuitería utilizada hoy en día en los actuales sistemas de adquisición de datos y control industrial. El diseño y la presentación de la asignatura se han realizado desde un punto

de vista altamente práctico, teniendo en cuenta el perfil del estudiante al que va dirigido. En efecto, puede afirmarse que el futuro Ingeniero Eléctrico no necesita un profundo conocimiento teórico de los elementos electrónicos que formarán los equipos de adquisición de datos y control que se encontrará en la industria, puesto que, con toda probabilidad, no diseñará dichos equipos. Sin embargo, sí es necesario que conozca la estructura de los mismos, así como su funcionamiento y bloques funcionales.

5. Conocimientos a Impartir

Teniendo en mente la idea mencionada en el apartado anterior, los conocimientos a impartir en esta asignatura se han dividido en 5 grandes bloques, cada uno de ellos con entidad propia, pero que en conjunto permiten tener una visión global e integral de los actuales sistemas de adquisición de datos y control. Estos cinco bloques o capítulos tratados en el presente curso son los siguientes (figura 3):

1. Sensores eléctricos y electrónicos.
2. Técnicas de amplificación de baja potencia y de cómputo analógico.
3. Electrónica de la etapa frontal en la adquisición de señales.
4. Actuadores y control final.
5. Acciones básicas de control y controladores electrónicos industriales.

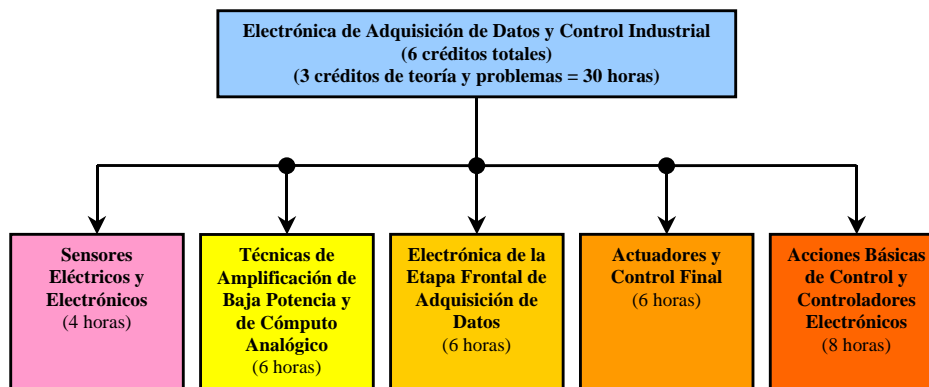


Figura 3.- Distribución temática de la asignatura Electrónica de Adquisición de Datos y Control Industrial. Las horas indicadas corresponden a las de teoría y problemas de la misma.

6. Método Docente: El Adecuado Equilibrio entre Teoría, Problemas, Laboratorio y No Presencialidad.

Con la puesta en marcha del actual Plan 2002 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 no presenciales'. 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 la asignatura *Electrónica de Adquisición de Datos y Control Industrial*, de los 6 créditos en total que tiene la asignatura, 1,5 créditos corresponden a actividades no presenciales. El otro 75 % se reparte entre teoría y problemas, con 3 créditos, y 1,5 créditos de prácticas de laboratorio (figura 4), relacionadas siempre con los contenidos teóricos presentados en las sesiones previas de la asignatura. Esta distribución de créditos hace que se impartan semanalmente dos horas de teoría y

problemas, y sesiones quincenales de laboratorio de dos horas de duración a lo largo de todo el cuatrimestre (quince semanas), dejando disponibles en el cuatrimestre 15 horas por alumno para la realización de las actividades no presenciales propuestas.

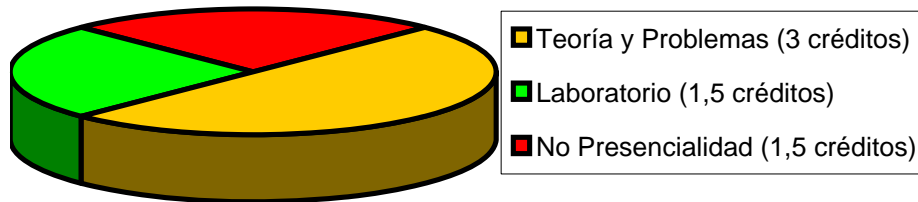


Figura 4.- Distribución porcentual de teoría y problemas (50 %), laboratorio (25 %) y actividades no presenciales (25 %) de la asignatura Electrónica de Adquisición de Datos y Control Industrial.

En las actividades no presenciales de la asignatura interviene una primera parte de actividades donde el estudiante, de forma individual o por parejas, debe analizar y simular un sistema de adquisición de datos o de control utilizando circuitería electrónica de bajo coste, haciendo uso del programa PSpice. La presentación al estudiante sobre la utilización de dicho *software*, para analizar el comportamiento temporal y frecuencial de circuitos eléctricos y electrónicos, se realiza en la primera práctica de la asignatura. La segunda parte de actividades no presenciales propone al estudiante la realización física del sistema de adquisición o de control simulado previamente.

En efecto, el profesor presenta una serie de títulos a los estudiantes (por ejemplo, control de un pequeño motor de DC, control de la temperatura de un pequeño recinto, control de luminosidad, adquisición de variables atmosféricas, etc.) y los alumnos, generalmente en grupos de dos o tres personas, deben diseñar, simular, montar y soldar el circuito propuesto por ellos mismos en una placa de pruebas que cumpla con la tarea especificada en el título del trabajo. Finalmente, el circuito es testeado por los alumnos en el laboratorio con la presencia del profesor, y evaluado por éste último.

Se ha visto en los últimos cuatrimestres de impartición de la asignatura 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, puede participar el conjunto de estudiantes, 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, es muy elevada.

7. Incorporación de los Entregables

Siguiendo con la metodología docente expuesta en los apartados precedentes, durante el último curso se han incorporado a la actividad de la asignatura los denominados ‘entregables’. Consisten en unos documentos que se suministran a los estudiantes y que, de forma concisa, explicitan las tareas o actividades que deben realizar cada estudiante o cada grupo de los mismos.

En concreto, en el presente curso, se han llevado a cabo 10 entregables, de manera que cada uno de los cinco bloques temáticos expuestos en la figura 3 ha contenido dos entregables. Dichos entregables han sido de diferente naturaleza; desde un estudio detallado de algún componente electrónico, con búsqueda de características y estado del arte actual, hasta montajes prácticos que deben ser probados en el laboratorio, pasando por simulaciones en PSpice u otros programas afines para simulación de

circuitos electrónicos y de sistemas de control. Además, la propia actividad no presencial de la asignatura desarrollada a lo largo del cuatrimestre se introdujo a los alumnos como un entregable más, aunque con un número mayor de pautas, un tiempo de dedicación y realización mayor y, como consecuencia, con una ponderación también más alta que el resto de entregables del curso.

A modo de ejemplo, a continuación se presenta parte de uno de los entregables que los estudiantes debieron realizar en la asignatura.

1.- RECOMENDACIONES Y NORMAS PARA LA REALIZACIÓN Y PRESENTACIÓN DE LA ACTIVIDAD.

Para realizar la presente actividad no presencial, los estudiantes deben ceñirse a las siguientes indicaciones:

- 1. La actividad se realizará en grupos de 2 personas.*
- 2. La presentación final de la actividad constará del montaje físico más un informe final realizado en ordenador. En el mismo se incluirán los resultados de simulación, los experimentales y las respuestas a las cuestiones pedidas en este documento.*
- 3. El montaje se realizará soldando los componentes sobre una placa de topes estándar (no en placa protoboard).*
- 4. La presentación (y por supuesto el contenido) del informe final deberá cuidarse. Deberá darse al mismo un aspecto profesional y con rigor, propio de empresa y no de trabajo de colegio o de mensaje SMS. En cualquier caso, no se admitirán faltas de ortografía en el documento.*
- 5. El día y hora en que un grupo deberá presentar resultados al profesor de la actividad serán anunciados con suficiente antelación.*
- 6. En cualquier caso, para la presentación final de la actividad (montaje más informe final) todos los alumnos del grupo deberán estar presentes. El profesor realizará a cada uno de los alumnos del grupo las pertinentes preguntas referentes al proyecto que revelen la implicación de cada estudiante en el mismo.*
- 7. Por lo tanto, los alumnos de un mismo grupo no tienen porque obtener necesariamente la misma calificación en la actividad.*
- 8. El profesor se reserva el derecho de que un determinado grupo presente al resto de la clase el proyecto realizado.*

Por otra parte, se recomienda a los alumnos seguir los siguientes consejos durante la realización de la actividad:

- 1. Antes de comenzar a trabajar, leer con detenimiento este documento para planificar las tareas que deben realizarse por los miembros del grupo.*
- 2. Antes de realizar físicamente el montaje, decidir qué bloques circuitales van a utilizarse y simularlos utilizando PSpice. Entender bien la utilidad y el funcionamiento del proyecto en su conjunto.*

2.- OBJETIVOS DE LA ACTIVIDAD.

Los objetivos de esta actividad son el diseño, simulación e implementación física de un sistema electrónico de generación de señales de baja frecuencia para poder ser utilizado como generador de funciones de laboratorio. Para ello, no deberá emplearse circuitos integrados comerciales que, con unos pocos componentes externos, realizan las funciones de generador. En el caso a realizar en la presente actividad, se utilizarán bloques circuitales diseñados y realizados por el grupo de trabajo, donde intervendrán componentes convencionales de bajo coste como resistores, condensadores, transistores, amplificadores operacionales, etc. En concreto, el montaje que deberá efectuarse debe permitir la obtención de, como mínimo, los tres tipos de formas de onda siguientes:

- Señal rectangular.*
- Señal triangular.*
- Señal sinusoidal.*

Además, en este generador pueden incorporarse aquellas mejoras adicionales que el grupo de trabajo considere oportunas, como son la generación de señales en forma de diente de sierra, obtención de señales moduladas en PWM, FM o AM, ajuste del ciclo de trabajo (duty cycle), indicación de la frecuencia generada, etc.

3.- REALIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD.

*Utilizando bibliografía adecuada (mirar algunas de ella al final de este documento), y teniendo en cuenta los diferentes sistemas o bloques circuitales electrónicos estudiados en diferentes asignaturas de la carrera (Electrónica Analógica I y II, Instrumentación Electrónica, etc.), diseñar un generador de funciones de laboratorio que, **como mínimo**, cumpla con las siguientes especificaciones de diseño:*

- Formas de onda obtenidas por el generador: rectangular, triangular y sinusoidal.*

- *Ajuste de la amplitud y frecuencia de las señales obtenidas a través de sendos potenciómetros.*
- *Amplitud de las señales de salida obtenidas: ajustable entre 0 y 15 V.*
- *Margen frecuencial de las señales de salida obtenidas: cercana a DC hasta unos 100 kHz.*

Además, como ya se ha dicho, si los alumnos lo consideran oportuno, pueden incorporarse a estas especificaciones básicas dadas para el generador de funciones, aquellas mejoras adicionales que se consideren oportunas, como son la generación de señales en forma de diente de sierra, obtención de señales moduladas en PWM, FM o AM, ajuste del ciclo de trabajo (duty cycle), indicación de la frecuencia generada, etc.

3.1.- Procedimiento.

1. *Diseñar, sobre el papel, aquellos bloques circuitales básicos, que se consideren necesarios para cumplir con las especificaciones previas que debe cumplir el circuito generador. Además del esquema, deben darse valores a todos los componentes que se utilicen en el circuito.*
2. *Simular el circuito utilizando PSpice, verificando las correctas prestaciones del circuito (márgenes en las amplitudes de las tensiones de salida, márgenes frecuenciales, etc.).*
3. *Realizar la implementación física del circuito, verificando las correctas prestaciones del circuito (márgenes en las amplitudes de las tensiones de salida, márgenes frecuenciales, etc.). Deberá hacerse uso de una placa de topes para realizar prototipos electrónicos.*
4. *En el laboratorio de la asignatura, deberá realizarse la validación experimental del circuito, así como su puesta a punto.*
5. *Realizar el informe técnico del proyecto llevado a cabo que incluya toda la información necesaria del mismo. Dicho informe final se presentará el mismo día que se presente al profesor el montaje del circuito.*
6. *En concreto, el informe debe incluir, además de otra información que los alumnos consideren oportunas:*
 - *Apartado de introducción del proyecto llevado a cabo.*
 - *Funcionamiento teórico del montaje.*
 - *Esquema/s eléctrico/s completo/s.*
 - *Cálculos y/o justificación de los valores de todos los componentes utilizados en el diseño.*
 - *Resultados de simulación obtenidos con el programa PSpice.*
 - *Resultados experimentales (con gráficas, tablas, etc.) obtenidos en el laboratorio.*
 - *Listado completo de todos los componentes empleados en el circuito.*
 - *Presupuesto económico.*
 - *Conclusiones y comentarios finales.*

Conviene indicar que cada entregable está asociado con una rúbrica tabulada. Dicha rúbrica consiste en una tabla que indica las pautas de evaluación para cada actividad no presencial. Dichas pautas van, desde los aspectos de contenido propios de la materia a estudiar, a los aspectos de forma (formato, faltas de ortografía, etc.), pasando por aspectos más sutiles como, por ejemplo, el nivel de conocimiento alcanzado por los estudiantes en sus respuestas, etc. La utilización de dichas rúbricas por parte del profesorado permite evaluar de una forma sencilla, pero sobre todo objetiva, los diferentes aspectos de los entregables presentados por los alumnos. La tabla 1 muestra, a modo de ejemplo, la rúbrica de unos de los entregables realizados por los alumnos de la asignatura.

Tabla 1.- Ejemplo de rúbrica de unos de los entregables realizados por los alumnos de la asignatura Electrónica de Adquisición de Datos y Control Industrial.

Rúbrica del Entregable 1 en Formato Artículo Científico			
Nivel de Calidad Alcanzado			
Criterio	2 Notable	1 Suficiente	0 Insuficiente
Formato	El documento se ajusta perfectamente al formato establecido y pautado.	Existen dos o tres aspectos que no se ajustan al formato. Con retoques menores pueden arreglarse.	El formato no se adapta de forma mayoritaria o en absoluto a lo que se esperaba. Haría falta rehacerlo todo.
Ortografía y	El documento no tiene faltas de ortografía ni errores gramaticales.	El documento tiene dos o tres faltas de ortografía o	El documento está lleno de faltas de ortografía y gramaticales.

Gramática		gramaticales, seguramente fruto de una confusión.	Desde este punto de vista, es un documento impresentable.
Resultados del Desarrollo	Todos los resultados obtenidos son correctos.	Se detecta algún error, pero no conceptual o de importancia.	Se detectan muchos errores conceptuales.
Resultados de Simulación	Todos los resultados obtenidos son correctos.	Se detecta algún error.	Se detectan muchos errores.
Organización	El documento está organizado de forma lógica. Los diferentes apartados y subapartados están bien ligados y facilitan el seguimiento del contenido. Hay una primera parte que sitúa el tema, una parte central que lo desarrolla y una tercera parte de resultados que cierra con conclusiones.	La organización es aceptable, pero hay algún aspecto claramente mejorable. La introducción no termina de centrar bien el tema, o los diferentes apartados no acaban de estar bien ligados, o faltan resultados o conclusiones.	El documento está muy mal organizado. No se introduce el tema en absoluto. El desarrollo es caótico. No existen resultados ni conclusiones finales.
Claridad	Los contenidos son claros. Las frases son cortas y fáciles de entender a la primera.	En alguna ocasión el lector se pierde en alguna frase larga y confusa, obligando a releerla dos o tres veces para terminar de entenderla.	El texto es muy difícil de entender. Las frases son largas y confusas. Constantemente se han de releer partes del texto para entenderlo. A veces, no es posible entender qué se está intentado expresar.
Uso de Figuras y Gráficos	Todos los gráficos y figuras tienen sentido y ayudan a entender la explicación e hilo argumental del trabajo. No sobran ni faltan.	En algún punto del documento se han echado a faltar algún gráfico o figura, o se ha encontrado algún gráfico o figura innecesarios.	Los gráficos y figuras, o son inexistentes, o no son en absoluto apropiados.

8. Resultados Alcanzados

La evaluación llevada a cabo en la asignatura se ha ponderado según el siguiente criterio, acordado a principio de cuatrimestre por los profesores de la asignatura:

1. Actividades de laboratorio: 25 %.
2. Diseño, montaje y prueba del circuito de No Presencialidad: 25 %.
3. Conjunto de entregables a lo largo del curso: 25 %.
4. Control o examen final: 25 %.

La incorporación de todas estas actividades ha llevado, en general, al grupo de estudiantes matriculados a mantener durante el cuatrimestre un ritmo constante y altamente dinámico para seguir el desarrollo de la asignatura y no dejar que la misma les sobrepase en ningún momento.

Al respecto, cabe resaltar la oposición al método por parte de aquellos alumnos que, por falta de tiempo, no pueden seguir la evaluación continuada de la asignatura. Es especialmente relevante que, en todos los casos, dichos alumnos eran estudiantes incorporados al mercado laboral (pensemos que la asignatura es de último curso) y que, por tanto, en muchos casos les era difícil, sino imposible, acudir con regularidad a las clases y actividades presenciales de la asignatura. Para estos casos, y de forma opcional, se les dio a los estudiantes la posibilidad de escoger una evaluación sustentada básicamente en las prácticas de laboratorio, no presencialidad y en el examen final (idéntico al del resto de la clase), según la ponderación siguiente:

1. Actividades de laboratorio: 25 %.
2. Diseño, montaje y prueba del circuito de No Presencialidad: 25 %.
3. Control o examen final: 50 %.

Mientras que en el grupo de alumnos acogidos al ritmo de los entregables, el porcentaje de aprobados de la asignatura fue del 100%, en el caso de estudiantes que renunciaron a la evaluación continuada (estudiantes trabajadores), el porcentaje de aprobados descendió al 63 %.

En cuanto al examen final, éste sirve de acicate para que un estudiante no se relaje en cuanto al estudio individual de la asignatura. En la experiencia llevada a cabo, mientras que en el grupo de alumnos acogidos al ritmo “normal” de entregables el porcentaje de aprobados en el examen final fue del 72%, en el caso de estudiantes que renunciaron a la evaluación continuada (estudiantes trabajadores), el porcentaje de aprobados descendió al 44 %.

9. Conclusiones o Consideraciones Finales

El presente artículo ha presentado el método de evaluación incorporado en el actual curso 2005–06 por los autores en la asignatura optativa *Electrónica de Adquisición de Datos y Control Industrial*, impartida en tercer curso de la especialidad de Electricidad Industrial de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona (EUETIB).

La evaluación llevada a cabo para los estudiantes se ha basado en lo que los autores denominan ‘*entregables*’. Estos documentos consisten en unas plantillas que, de forma periódica, son distribuidas a los alumnos para que éstos realicen las actividades demandadas en las mismas. Dichas actividades deben ser realizadas y entregadas de forma individual o en grupo, dependiendo de la actividad a realizar.

En la experiencia se han contemplado no solamente actividades teóricas (que engloban a lo clásicos problemas), sino también actividades de laboratorio y de simulación. Ello ha permitido, sin lugar a dudas, unificar la evaluación y mejorar el nexo de las diferentes partes en que se divide la asignatura (teoría, problemas y laboratorio con prácticas de taller de electrónica o de simulación ante el PC mediante programas específicos del área de la electrónica o del control automático).

Por último, cabe indicarse también que, mediante el método presentado por los autores, se han potenciado dos puntos primordiales en el proceso de la enseñanza de los futuros ingenieros: por un lado, la motivación del alumnado en las diferentes temáticas a tratar en las asignaturas y, por otro, la realización de trabajos y actividades cooperativos.