

MAQUETAS PARA UN LABORATORIO DE ELECTRÓNICA ANALÓGICA: MOTIVANDO A LOS ALUMNOS CON APLICACIONES PRÁCTICAS

F. J. ORTIZ, P. DÍAZ, P. GONZÁLEZ

*Departamento de Tecnología Electrónica. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales.
Universidad Politécnica de Cartagena. Cartagena. España.
francisco.ortiz@upct.es*

En este trabajo se explica la utilización que se hace de unas maquetas para prácticas de Electrónica Analógica básica en varias asignaturas de Ingeniería Técnica Industrial e Ingeniería Industrial en la Universidad Politécnica de Cartagena. Se detallan los nuevos recursos, metodología y las mejoras conseguidas durante el curso académico 2006/07 respecto a cursos anteriores en cuanto a la reducción de tiempo de montaje, con lo que se gana tiempo para profundizar en los contenidos, mejora de la comprensión del circuito y reducción de errores de montaje. Sobre todo se destaca la motivación que experimentan los alumnos al presentarse aplicaciones prácticas de los circuitos.

1. Introducción

Para terminar de asimilar los conceptos teóricos de un curso de Electrónica Analógica básica es fundamental realizar unas prácticas en las que los alumnos conozcan en profundidad los componentes electrónicos utilizados en los diseños, así como los instrumentos electrónicos que van a encontrar en un laboratorio. También es imprescindible que realicen el montaje y verificación de circuitos electrónicos similares a los estudiados en teoría, experimentando su aplicación práctica.

En este artículo presentamos la experiencia del DTE en la UPCT, en la impartición de prácticas de las asignaturas: Tecnología Electrónica (1º de ITI Electrónica), Electrónica Analógica (1º de ITI Electricidad) y Electrónica General (2º de Ingeniería Industrial). Esta experiencia se basa en la implantación durante el curso 2006/07 de una nueva metodología que incluye el trabajo de los alumnos en casa (cálculos teóricos y simulación), la realización de las prácticas en el laboratorio, incluyendo aplicaciones prácticas motivadoras para los alumnos y la evaluación de las mismas con un examen final. En especial, se resalta en este artículo las ventajas que aporta a esta nueva metodología la utilización de un conjunto de maquetas diseñadas para construir rápidamente aplicaciones prácticas motivadoras para los alumnos

Las maquetas diseñadas consisten en unas placas individualizadas con cada uno de los circuitos necesarios para la práctica en concreto. Cuentan con espaldines para que los alumnos puedan realizar los montajes rápidamente, utilizando cables con hembrillas. Este sistema de conexión tiene la finalidad de favorecer el aprovechamiento del tiempo de las prácticas. Así reducimos las esperas para recoger y entregar el material y la tarea del cableado de todos los componentes, como sucede tradicionalmente en los montajes sobre *proto-board*. También sirve para ayudar al alumno en la comprensión del circuito y su posterior revisión ante algún fallo producido, ambas tareas facilitadas por la disposición de los componentes de manera análoga al esquemático. Esta mejora temporal se invierte en la realización de tareas y de aplicaciones prácticas que completan el entendimiento del ejercicio realizado, así como en la profundización de los contenidos de las propias prácticas, ayudando a comprender las aplicaciones reales de los circuitos estudiados.

2. Marco docente

Las asignaturas que hacen uso de los recursos docentes presentados en este artículo son: *Tecnología Electrónica*, en los estudios de Ingeniería Técnica Industrial, especialidad Electrónica Industrial, *Electrónica Analógica*, en la especialidad Electricidad y *Electrónica General* en Ingeniero Industrial.

La asignatura de Tecnología Electrónica tiene asignadas semanalmente 3 horas de teoría y 3 horas de prácticas (9 créditos totales) en el segundo cuatrimestre de Ingeniería Técnica Industrial, especialidad Electrónica. Las otras dos asignaturas se imparten en un marco diferente, ya que ofrecen la única formación en Electrónica Analógica que tendrá el alumno en su carrera. Una asignatura se imparte en primer curso de Ingeniería Técnica Industrial, especialidad Electricidad y la otra en segundo curso de Ingeniero Industrial. Ambas se imparten también en el segundo cuatrimestre, contando con 2 horas de teoría semanales y 2 horas de prácticas cada 15 días.

2.1. Contenido de las prácticas

Los conocimientos que se desean transmitir se distribuyen en 9 prácticas que se impartirán a lo largo de las 15 semanas de clase del cuatrimestre. A continuación podemos ver un resumen de cada una de las prácticas, su contenido y el tiempo dedicado a ella.

Nº	PRÁCTICAS	CONTENIDO	DURACIÓN
1	Polímetro y Resistencias	Polímetro y fuente de alimentación. Tipos de resistencias, unidades, código de colores, valor nominal y real, tolerancia, potenciómetros, resistencias especiales	3 horas
2	Generador, Osciloscopio y Relés	Generador de señales y osciloscopio. Estructura y funcionamiento de un relé electromagnético y de un relé de estado sólido, características y tipos de relés.	3 horas
3	Condensadores. Filtro pasa bajo	Tipos de condensadores. Circuito R-C. Filtro paso bajo. Integrador. Constante de tiempo, carga y descarga del condensador.	3 horas
4	Filtro pasa alto	Circuito R-C, filtro paso alto. Diferenciador. Circuito trabajando como paso alto y como diferenciador.	3 horas
5	El diodo	El diodo semiconductor, unión P-N, símbolo eléctrico, funcionamiento, curvas características, aplicaciones y tipos de diodos.	3 horas
6	Fuentes de alimentación	El transformador, funcionamiento. Rectificador de media onda y de onda completa. Rizado (filtros). Estabilizador (diodos zener).	3 horas
7	Aplicaciones de diodos	Dobladores de tensión, funcionamiento. Limitadores de tensión, circuito serie y paralelo. Fijadores de nivel. Restauradores.	3 horas
8	El transistor bipolar BJT	Transistores PNP, NPN, funcionamiento, curvas características, interpretación de valores y parámetros del fabricante. Polarización. Aplicaciones.	3 horas
9	El amplificador operacional	Aplicaciones lineales y no lineales. Amplificador inversor, sumador, comparador y oscilador.	3 horas

Tabla 1. Contenido y duración de las prácticas

Todas las prácticas no se imparten por igual en todas las titulaciones. En I.T.I. , esp. Electrónica se realizan de la 1 a la 8. En I.T.I. esp. Electricidad y en Ingeniero Industrial se realizan todas, excepto la 7 y 4, con 2 horas para cada práctica, con lo que el contenido particular de cada práctica se reduce ligeramente.

3. Motivación para la modificación de las prácticas

Hasta hace dos cursos, las prácticas de laboratorio de las asignaturas mencionadas en el punto anterior se realizaban según el método tradicional, es decir, se le solicitaba al alumno que leyera la práctica en casa [1] con los complementos teóricos relacionados con la misma [2]. Al llegar al laboratorio se resolvían las dudas de comprensión de la práctica y realizaban el montaje del circuito correspondiente sobre una *proto-board* (Fig.1). Los resultados de las mediciones realizadas sobre el montaje los debían anotar en el libro de prácticas, así como la resolución de las dudas que hayan podido surgir, los detalles del montaje, etc. Al final del curso se realizaba un examen de prácticas donde tenían que reproducir uno de los montajes.

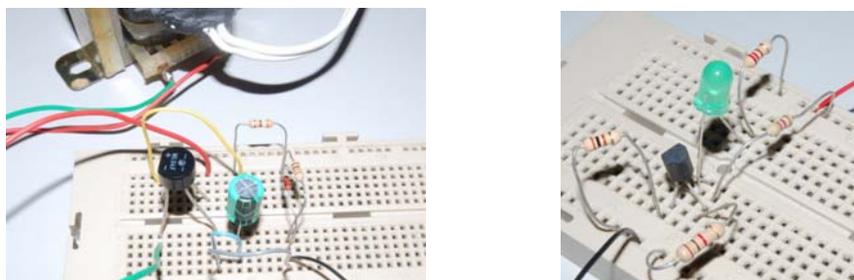


Figura 1. Dos montajes prácticos sobre *proto-board*.

3.1. Problemática asociada a esta metodología

Como ventajas de la metodología aplicada hasta ahora destacan la necesidad de identificar los componentes para realizar el montaje, el conexionado de los mismos, la interpretación de un esquemático y su traducción al circuito real y la necesidad de detectar los fallos de funcionamiento del circuito.

Aunque en principio puede parecer una ventaja el proceso de montaje del circuito en la *proto-board* por los motivos expuestos anteriormente, la experiencia nos ha permitido comprobar que retrasa mucho la realización de las prácticas, por el propio de montaje, falta de pericia del alumno, comprobación de errores, etc. Como consecuencia, hemos comprobado empíricamente que en prácticas de 2 horas, como es el caso de Electrónica General y Electrónica Analógica de la especialidad Electricidad, se gasta entre media hora y una hora en realizar los montajes, dependiendo de la dificultad de los mismos, la pericia del alumno y de los problemas que puedan surgir. Esto conlleva un desaprovechamiento de tiempo necesario para profundizar en el estudio del comportamiento del circuito. Otra limitación que tiene esta metodología es que, al gastar tanto tiempo en los montajes, no se puede profundizar lo suficiente en sus aplicaciones prácticas.

4. Nueva metodología

Con objeto de superar los problemas expuestos en el punto anterior, durante el curso 2006/07 hemos puesto en marcha una nueva forma de trabajo, que creemos que sigue las directrices del Espacio Europeo de Enseñanza Superior, fomentando el trabajo por iniciativa del alumno y potenciando los contenidos prácticos y aplicados. Consiste en los siguientes puntos:

- i. El alumno realiza en casa los cálculos teóricos del circuito propuesto para prácticas.
- ii. También realiza la simulación por ordenador del mismo, anotando y comparando los resultados teóricos y simulados. Se le pide que razone sobre las diferencias entre ellos.
- iii. En el laboratorio realiza el montaje de la práctica sobre unas maquetas del circuito.
- iv. Se realiza una aplicación práctica sencilla del circuito.
- v. Contrasta los resultados reales con los simulados y los teóricos.
- vi. Al final del curso se hace un examen de prácticas.

Para la realización de los cálculos teóricos el alumno cuenta con los conocimientos adquiridos en clase. La programación temporal de las asignaturas está diseñada de manera que se asegure que cada práctica se realice después de haber visto los contenidos teóricos. Las dudas que puedan surgirle, además de resolverlas en tutorías presenciales, puede consultarlas en los vídeos que se colocan en la web de la asignatura [4]. Estos vídeos contienen la resolución manual por parte del profesor F.J. Ortiz de los principales problemas de la asignatura y son parte de un proyecto de innovación docente de la ETSII de la UPCT [5].

La simulación por ordenador la realizan con el programa Multisim 2001 [6], que les permite de una manera muy sencilla reproducir los experimentos que llevarán a cabo más tarde en el laboratorio. El hecho de realizar la simulación antes les permite, por un lado, verificar sus cálculos teóricos y por otro lado, conocer la práctica previamente con el objetivo de aprovechar al máximo el tiempo en el laboratorio. En la web de la asignatura también pueden consultar videos con explicaciones de los puntos clave para poder realizar la simulación [4].

En cuanto a la realización de la práctica en sí, la principal mejora respecto al modo de trabajo anterior ha sido consecuencia de la utilización de maquetas de prácticas, que consisten en unas placas individualizadas con cada uno de los circuitos necesarios para la práctica, tal y como se muestra en el punto 5 de este artículo. Por una parte, se ha ganado tiempo para profundizar en los contenidos de las prácticas, dado que se facilita mucho el montaje y se minimiza la posibilidad de error. Por otra parte, han contribuido a motivar al alumno, ya que se realizan con ellas aplicaciones prácticas sencillas (activación de relés, amplificadores y mezcladores de audio, etc.) que además sirven para afianzar los fundamentos teóricos. El alumno se motiva mucho cuando lleva su reproductor MP3 al laboratorio, lo conecta al *jack* de la placa preamplificadora, que previamente ha conectado, estudiado su polarización, etc., y finalmente, cuando la acopla a una etapa de potencia y el altavoz, puede escuchar su música, e incluso hacer un mezclador de audio con su compañero.

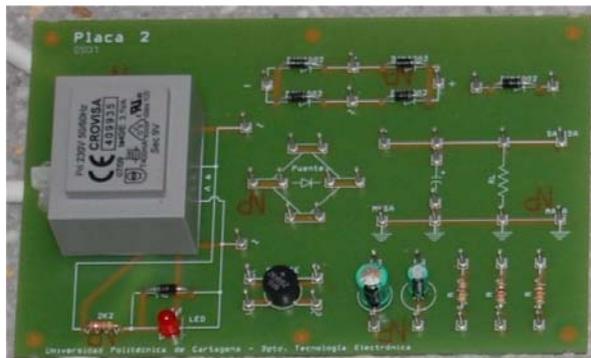
Sin embargo, no se abandona la enseñanza que supone montar un circuito en *proto-board*, porque lo hacen en las primeras prácticas (filtros, resistencias, etc), donde identifican los componentes y aprenden a conectarlos. Sólo en las prácticas más complejas (de la 5 a la 9) es cuando se utilizan las maquetas. No obstante, antes de utilizar las maquetas se estudian los componentes individuales utilizando los correspondientes *data-sheets*.

5. Nuevos recursos docentes

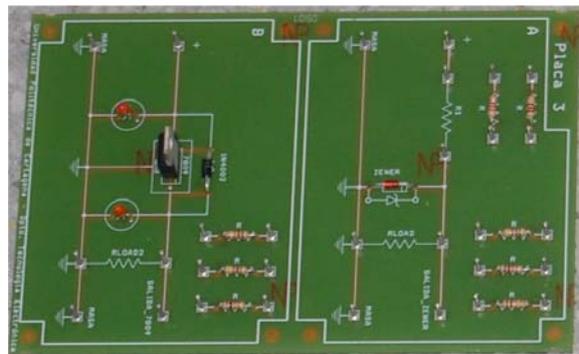
En la nueva metodología de enseñanza empleada en las prácticas, el principal recurso docente que se ha introducido ha sido un conjunto de nueve maquetas, o placas pre-montadas, para cubrir todas las prácticas y aplicaciones reales de los circuitos (Tabla 2). Cada placa incluye conectores rápidos para alimentación, circuitos de protección contra inversión de polaridad e indicador LED de alimentación en c.c. ó c.a (ver Fig.2).

Nº	DESCRIPCIÓN	APLICACIÓN	COMBINADA
1	Relé	Activación de circuitos de potencia	
2	Fuente - diodos	Rectificador de onda con filtro de reducción del rizado	
3	Fuente - estabilizador	Fuente de tensión estabilizada con Zener.	Placa 2
4	BJT - Conmutación	Circuitos de alarma por temperatura, inclinación y luz.	Placa 1
5	BJT - Preamplificador	Preamplificador de audio con transistor en clase A	Placa 6
6	Amplificadores de potencia	Amplificador de audio para MP3. Transistor en clase A, transistores push-pull, integrado TDA2003	Placa 5
7	AO Inversor / Sumador	Preamplificador y mezclador de audio	Placa 6
8	AO Comparador	Alarma por temperatura y luz	Placas 4 y 1
9	AO Oscilador	Comprobador de circuito integrado, señal de activación para otras placas.	Placas 5, 6 y 7

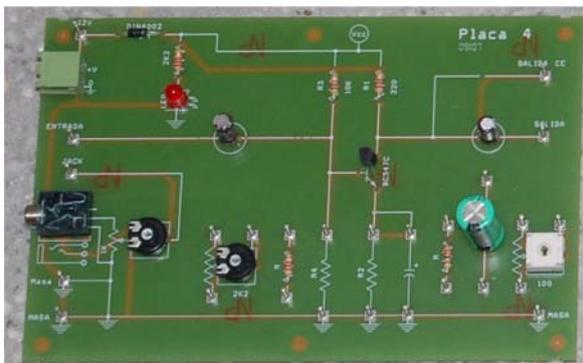
Tabla 2. Placas que se han construido y sus aplicaciones prácticas



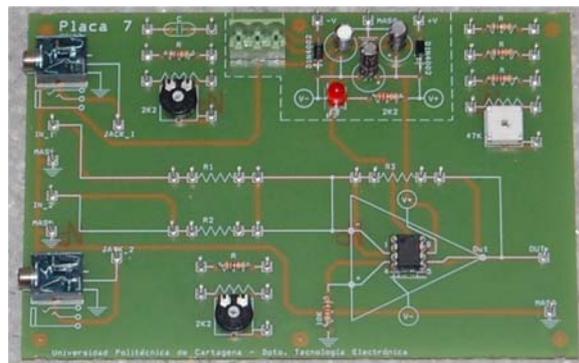
Placa 2 – Rectificadores con diodos



Placa 3 – Estabilizadores de tensión



Placa 4 – Polarización de BJT. Preamplificador de audio



Placa 7 – Aplicaciones lineales con A.O.

Figura 2. Cuatro de las placas fabricadas con su diseño definitivo.

Como se observa en la última columna de la tabla, para realizar algunas aplicaciones prácticas son necesarios varias placas. Por ejemplo, para construir el amplificador de audio para un reproductor MP3 encadenamos la placa 5 y la 6. Su interconexión es muy sencilla, simplemente conectar un cable de señal y de esta manera se pueden construir aplicaciones prácticas más complejas sin necesidad de tener que volver a montar todo el circuito en una *proto-board*. Las placas que así lo necesitan vienen provistas de conectores *jack* para señal de audio además de las hembrillas normales.

Entre las ventajas mencionadas en el punto anterior, cabe destacar como principal beneficio el elemento motivador del alumno, ya que desde la segunda práctica, “Generador, Osciloscopio y Relés” (ver Tabla 1), se realizan aplicaciones prácticas sencillas, como la que se muestra en la Figura 3, donde el alumno pone en serie una LDR con la bobina de un relé para según el nivel de intensidad luminosa, conmute su contacto para encender un flexo. Por seguridad, esta placa se ha colocado sobre una caja protectora. Se explica al alumno porqué este circuito no es el más adecuado para el control de encendido de luces y en las prácticas 8 y 9 se mejora el circuito con un transistor BJT y con un A.O. respectivamente.

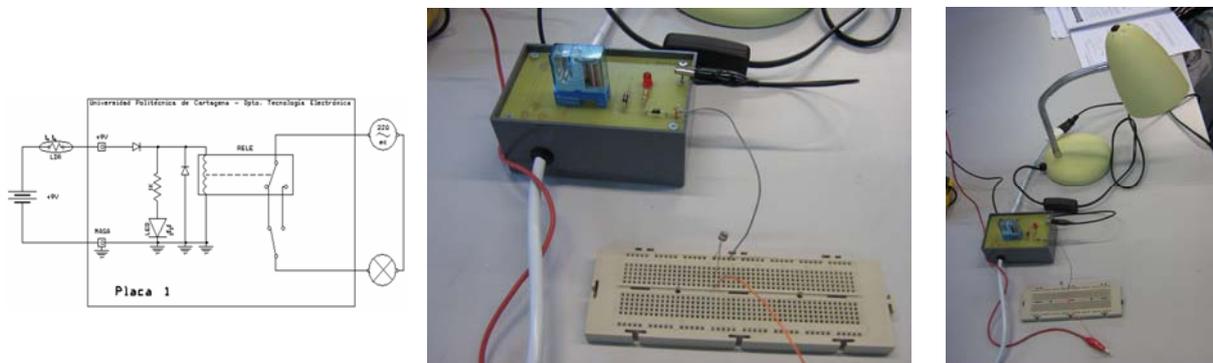


Figura 3. Encendido automático de un flexo utilizando una LDR y un relé.

6. Desarrollo del proyecto de fabricación de placas

El artículo que se presenta es fruto de un Proyecto Fin de Carrera de un alumno de ITI Electrónica Industrial [3] y dirigido por los otros autores de este artículo, que se finalizó en enero de 2007 con la construcción de las placas definitivas. Como muchos otros trabajos, surgió ante la necesidad de aportar nuevas formas de hacer prácticas a un alumnado que, teniendo una sola asignatura de Electrónica Analógica durante sus estudios, debía recibir unos conocimientos generales de los dispositivos y circuitos básicos en la materia.

El trabajo realizado lo podríamos subdividir en varias fases o etapas hasta su finalización:

- Estado del arte del software electrónico (esquemas, simulación y PCB's). Se decidió desarrollar el PFC con el mismo programa que había estudiado el alumno durante su formación (Orcad-Pspice).
- Elaboración de esquemas iniciales. Contando con la experiencia de los profesores de las asignaturas y las necesidades observadas a los alumnos, se propusieron los circuitos de la Tabla 2.
- Fabricación de prototipos. Tras la realización de los correspondientes cálculos y simulaciones previas, se desarrolló un prototipo para cada montaje.
- Pruebas en el laboratorio, modificaciones y pruebas finales. Se depuraron los errores encontrados, se verificó la idoneidad del montaje y se decidió el diseño final. Se prestó especial atención a la presentación didáctica de los diseños, que se disponen de manera análoga a los esquemáticos.

- Realización de los PCB de las placas definitivas. Se decidió un tamaño de placa estándar y un aspecto uniforme para las mismas.
- Fabricación de los PCB's por empresa especializada. Tras la obtención de los *Gerber's* de los PCB's se encargó a una empresa especializada la fabricación de las 90 placas de circuito impreso.

En la distribución de componentes en las placas se prestó especial atención a la presentación didáctica de los diseños con objeto de que el alumno observase la analogía entre el esquemático y el montaje práctico, y pudiera comprender mejor el funcionamiento del circuito. Además, de esta forma también se favorece la identificación de errores de montaje.

Sólo a título de orientación, el costo total del desarrollo realizado se puede desglosar de la siguiente forma: Prototipos = 200€, fotolitos definitivos = 300€, realización de PCB's = 600€, componentes = 300 € TOTAL = 1500 € los 10 juegos de 9 placas.

7. Evaluación de resultados de implantación de la nueva metodología

Como se ha dicho, la nueva metodología de prácticas centrada en la utilización de las placas y sus aplicaciones prácticas se implantó en el segundo cuatrimestre del curso 2006/07 y tras la experiencia exitosa de dicho curso, se continúan utilizando en el curso actual. La evaluación de la experiencia de implantación de esta nueva metodología se ha realizado mediante la apreciación subjetiva por parte de los profesores de los cambios de actitud de los alumnos respecto a cursos pasados y mediante la realización de encuestas al finalizar las prácticas. En concreto se pueden destacar los siguientes aspectos:

- Al realizar los cálculos teóricos en casa y exigirles la entrega de los mismos, los alumnos llegan al laboratorio con el conocimiento básico necesario ya adquirido. El principio de la práctica se convierte en una resolución de dudas y no en una explicación completa de la misma, como pasaba anteriormente.
- La realización de simulaciones ha ayudado a comprender los conceptos tratados en prácticas mejor, aunque también es cierto que aquellos a los que les cuesta más trabajo comprender la asignatura comprenden la simulación con posterioridad a realizar las prácticas.
- Se ha constatado objetivamente que los tiempos de realización de las prácticas han mejorado notablemente. En el mismo tiempo que se tardaba en realizar una práctica con el método tradicional de montaje completo en *proto-board* se realizan ahora aproximadamente un 20% más de contenidos, pudiendo dedicar el tiempo necesario para la comprensión plena de las mismas.
- La utilización de las aplicaciones reales (encendido de luces, amplificador de audio, etc) es uno de los aspectos más valorados, siendo frecuentes los comentarios ilusionantes que demuestran la motivación de los alumnos. Las preguntas realizadas por los profesores a los alumnos demuestran que dichas aplicaciones les ayudan a comprender y verle una utilidad a la teoría.

Respecto a la impresión que los profesores tienen del conocimiento adquirido por los alumnos al realizar las prácticas, se puede cuantificar subjetivamente por el tipo de preguntas que realizan. Son más específicas que las preguntas que hacen en clase de teoría, con lo cual se nota que han trabajado los contenidos mínimos que se les exige para la realización de las prácticas.

Con el objetivo de valorar cuantitativamente la implantación de la nueva metodología y los nuevos recursos, al final de curso se pasó una encuesta a los alumnos coincidiendo con la evaluación docente que realiza el Gabinete de Calidad de la UPCT. Se les pidió que valoraran de 1 a 5 el grado de coincidencia con las preguntas mostradas en la Tabla 3, siendo 1 totalmente en desacuerdo y 5 totalmente de acuerdo. El grado de coincidencia medio obtenido de la respuesta de un total de 200 alumnos se muestra en la misma tabla.

Nº	Pregunta	Opinión (1-5)
1	Las prácticas se desarrollan a un ritmo adecuado para completarlas habiendo comprendido todo lo realizado	3.5
2	Las realización de las prácticas me ha ayudado a comprender la teoría	3.2
3	Normalmente comprendo lo que hago en las clases prácticas	3.0
4	Las aplicaciones prácticas realizadas me han parecido interesantes y me han hecho entender la aplicación de la Electrónica Analógica en la vida real	4.0
5	(Sólo para repetidores) - La utilización de placas pre-montadas y la realización de montajes prácticos me parece mejor que el método empleado el año pasado	4.1
6	La preparación de estas prácticas me lleva un tiempo similar a las otras asignaturas de dificultad similar	2.1
7	El material proporcionado para las prácticas (libro, instrumental, placas, etc) me parece el más adecuado para la realización de las mismas	3.8
8	Creo que la asignatura impartida es útil para la formación profesional/científica de los alumnos	3.2
9	El procedimiento de realización de las prácticas (cálculos previos, simulación, montajes) me parece adecuado	3.9
10	El material de apoyo (videos en la web) me ha resultado de utilidad	4.1

Tabla 3. Resultados medios de la encuesta de valoración. 1 totalmente en desacuerdo, 5 totalmente de acuerdo

Merece la pena destacar que la utilización de los nuevos recursos docentes se ha valorado positivamente (4, 7, 9 y 10). Es especial, es especialmente significativa la respuesta muy positiva de los repetidores a la pregunta número 5.

El resultado de la pregunta 6, puede verse como un aspecto negativo por parte de los alumnos al considerar que necesitan más tiempo para realizarlas, pero se debería valorar que este trabajo permite tener actualizados los conocimientos y evita la acumulación del trabajo y las dudas poco antes del examen.

En cuanto el manejo del material, el único problema detectado hasta ahora es que al final de curso se han roto un 30% de los cablecillos con hembrillas debido a que en algunas ocasiones los alumnos tiran del cable al desmontarlo en lugar de tirar de la hembrillas. Este problema era previsible y es fácilmente solucionable puesto que es un material barato y fácilmente sustituible, al contrario que los componentes electrónicos utilizados, que ahora no se pierden ni se rompen.

8. Conclusiones

En el presente proyecto se ha intentado mejorar el entorno didáctico del alumno en el laboratorio. Téngase en cuenta que, inicialmente los alumnos montaban los circuitos sobre tarjetas *proto-board* y de esta forma, los circuitos tardaban en realizarse y ocurrían fallos en las conexiones de las mismas debido al uso intensivo que se les daba. Debíamos cambiar casi todos los componentes y muchas *proto-board* todos los años, con el costo que esto suponía. Además, sufríamos el desaliento de los alumnos por los posibles fallos del montaje, bien por falta de pericia o por exceso de cableado que a veces da lugar a errores difíciles de detectar por el profesor.

Si debiésemos concretar en apartados las mejoras de este sistema de prácticas, podríamos decir:

- Se reduce en gran medida el tiempo de realización de la práctica.
- Los posibles errores son más fácilmente identificables por el alumno y por el profesor.
- Las placas tienen un aspecto profesional y fácilmente interpretable por los alumnos.
- Los componentes tienen una duración mucho mayor que con el sistema anterior.
- La fiabilidad del montaje sólo queda mermada por las conexiones de las hembra.
- Se pueden realizar montajes más complicados con sólo conectarlos en cascada.
- El alumno identifica el montaje realizado con el esquemático del circuito.
- El alumno se motiva mucho más al realizar aplicaciones prácticas de los circuitos.

Tras la experiencia realizada con dichas prácticas, se observa la diferencia con respecto al sistema anterior, ya que, el alumno pierde menos tiempo en montar los circuitos y puede dedicárselo a la toma de datos, experimentación con posibles variaciones o el funcionamiento del circuito en sí. En definitiva se hacen una mejor idea de los conceptos teórico-prácticos que están aplicando. Hemos comprobado que, para muchos alumnos, con aplicaciones sencillas, como encender automáticamente unas luces, encuentran utilidad a la Electrónica Analógica y manifiestan una motivación por comprender su funcionamiento. En definitiva el alumno aprovecha mejor el tiempo de las prácticas y encuentra mayor utilidad a las mismas.

Referencias

- [1] F. Ortiz, C. Jiménez, "Prácticas de Laboratorio de Tecnología Electrónica, 2ª Ed.". (2006).
- [2] F. Ortiz, C. Jiménez. "Complementos Teóricos para Prácticas de Tecnología Electrónica". (2000).
- [3] P. González. *Proyecto fin de carrera: Desarrollo de maquetas para prácticas de electrónica*. Dirigido por los profesores Francisco José Ortiz Zaragoza y Pedro Díaz Hernández. Dpto. de Tecnología Electrónica, UPCT (2007).
- [4] <http://www.dte.upct.es/personal/fjortiz/docencia/videos/index.htm>. *Videos docentes de Electrónica Analógica del profesor Francisco J. Ortiz* (2007)
- [5] <http://www.etsii.upct.es/menu4.htm>. *Proyectos de Innovación docente en la ETSII de la UPCT* (2007)
- [6] <http://www.addlink.es/productos.asp?pid=75>