

Estrategias docentes para seminarios de problemas y prácticas de laboratorio en Electrónica

Beatriz García Vasallo¹, Raúl Rengel¹, Maria Jesús Martín², Miguel Angel Rabanillo¹

Área de Electrónica, Dpto. Física Aplicada, Universidad de Salamanca

¹Escuela Politécnica Superior de Zamora

²Facultad de Ciencias

Resumen

En este trabajo se analizan diversas técnicas docentes empleadas en la enseñanza y evaluación de competencias relacionadas con la Electrónica Digital, en el contexto de la asignatura Arquitectura de Computadores I. Dicha asignatura forma parte del Grado en Ingeniería Informática en Sistemas de Información, que se imparte desde el curso 2010-2011 en la Escuela Politécnica Superior de Zamora. Para facilitar el aprendizaje del diseño de circuitos digitales se han realizado seminarios de resolución de problemas en los que los estudiantes participan de forma activa. En segundo lugar, determinados circuitos deben ser diseñados y simulados con un software específico para ello, emulando situaciones realistas durante la práctica profesional, y realizados posteriormente de forma experimental en el laboratorio. Además, introducimos, también como novedad, la sustitución de los tradicionales informes de prácticas por una grabación en vídeo del funcionamiento de cada circuito implementado en el laboratorio. Hemos verificado que esta técnica aumenta la motivación de los estudiantes ante la asignatura y facilita la evaluación de las competencias relacionadas.

Palabras clave

Enseñanza del diseño de sistemas digitales, modelos software, laboratorio de circuitos digitales, metodología basada en tecnologías audiovisuales, técnicas de motivación

Abstract

In this work we analyze several education techniques for the Digital Electronics learning and evaluation. These techniques consist in the resolution of problems and the realization of laboratory tasks within the context of the Computer Architecture, in the Degree in Computer Engineering in Information Systems, carried out for the first time during the scholar course 2010-2011 in the Superior Technical College of the USAL at Zamora. In order to facilitate the theoretical learning of digital circuits design, problems resolution seminars have been carried out with the active participation of all students. In addition, some circuits must be simulated with adequate software models, thus emulating realistic situations in the engineering professional activities, and then implemented experimentally in the laboratory. As another novelty, we propose the substitution of traditional laboratory reports by videos recording the operation of implemented circuit. An increase of the students' motivation has been remarked, while the evaluation process is facilitated.

Keywords

Digital systems design education, software models, laboratory for digital circuits, audio-visual-technology education methodology, motivation techniques

1. Introducción

La adaptación de los planes de estudio al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), siguiendo la declaración de Bolonia [1], está suponiendo un cambio metodológico hacia una docencia universitaria en la que los aspectos prácticos adquieren una gran importancia. Esta situación es especialmente significativa en los Grados de carácter tecnológico, como es el caso del Grado en Ingeniería Informática en Sistemas de Información, que se imparte desde el curso 2010-2011 en la Escuela Politécnica Superior de Zamora.

El objetivo de este trabajo es el planteamiento y análisis de determinadas estrategias docentes aplicadas en la asignatura Arquitectura de Computadores I, impartida por el Área de Electrónica (Departamento de Física Aplicada). Dicha asignatura se centra tanto en proveer conocimientos técnicos relacionados con la Electrónica Digital (manejo y diseño de circuitos combinatoriales y secuenciales, conocimiento de las diferentes tecnologías de memorias, etc.), así como las competencias que le permitan a los futuros ingenieros abordar proyectos multidisciplinares relacionados. Si bien en la bibliografía especializada se encuentra un interés en la innovación de la docencia teórica en



Figura 1. Respuestas de los alumnos en el curso 2010-2011 a las preguntas relativas a los seminarios de problemas y las prácticas de laboratorio.

asignaturas de similares características [2,3], existe una mayor preocupación por los aspectos más prácticos relacionados con la enseñanza de la electrónica, no sólo en lo concerniente a la resolución de problemas, sino también a las prácticas de laboratorio [4-9] y la simulación mediante software de los circuitos diseñados [10-12].

Para la asignatura que nos ocupa hemos optado por el planteamiento de seminarios específicos de diseño de circuitos en los que se prima la participación activa y directa de los estudiantes. Se ha insistido además en adquisición de destrezas en el uso de herramientas de simulación para el diseño de circuitos digitales. Asimismo, se han implementado y analizado en el laboratorio los circuitos digitales previamente diseñados y simulados, introduciendo como mayor novedad la aplicación de medios audiovisuales en la elaboración de los informes.

Para poder evaluar con mayor concreción los resultados de las técnicas docentes que se analizan a continuación, se han realizado encuestas anónimas a los alumnos a través del espacio de la asignatura en Studium, de modo que han podido valorar mediante escalas de Likert las actividades realizadas siguiendo la nueva metodología docente que se describe a continuación. En la Figura 1 se muestran los resultados obtenidos para las preguntas relativas al presente trabajo.

2. Resultados y discusión

2.1. Seminarios de problemas

Por las características de la asignatura, ésta se presta de manera particularmente relevante al trabajo basado en problemas. Las clases de problemas han sido planteadas con una nueva orientación respecto a la docencia tradicional de la materia, en la que el profesor exponía una serie de ejercicios tipo, con escasa participación por parte de los alumnos. En nuestro caso, partiendo de la exposición por parte del profesor de algún ejercicio que ejemplifica algunas posibles estrategias de resolución de problemas, la acción formativa pasa a centrarse en el trabajo de los alumnos, haciendo que participen activamente en los seminarios mencionados.

Estos seminarios de problemas han sido llevados a cabo de la forma siguiente. En los temas en los que el diseño de circuitos digitales debe seguir una serie de especificaciones, hemos partido en primer lugar de la exposición de ejercicios tipo para explicar posibles estrategias de resolución, como primer paso para abordar el estudio de cada tipo de circuitos (combinacionales, secuenciales síncronos, secuenciales asíncronos, aritméticos, etc.). Posteriormente, hemos planteado conjuntos de problemas con diferentes niveles de dificultad que los alumnos resuelven con anterioridad al seminario de problemas al que van dirigidos. Los enunciados de especificaciones han sido facilitados con suficiente antelación a través de la página de la asignatura en Studium (plataforma Moodle). Se ha insistido en la importancia del trabajo previo de los estudiantes, que debían al menos realizar un análisis previo de los enunciados, aunque no llegaran desde el principio a la solución óptima del problema. Finalmente, los estudiantes han realizado una serie de actividades presenciales durante los seminarios, como el planteamiento guiado de posibles soluciones a los problemas, y el debate de las diferentes estrategias seguidas para abordar un mismo enunciado.

Para la evaluación de cada seminario, se plantearon uno o dos ejercicios sencillos para su resolución por parte de los alumnos dentro del aula. Estos ejercicios eran suficientemente parecidos a los que se habían analizado para poder ser resueltos de forma presencial. Adicionalmente se planteó la entrega de ejercicios realizados fuera del aula con un grado de dificultad ligeramente mayor que los anteriores. De ese modo, el profesor ha podido evaluar la autonomía de cada alumno ante este tipo de problemas.

Como hemos mencionado anteriormente, se han realizado encuestas anónimas a los alumnos para evaluar las actividades realizadas. Nuestro planteamiento para los seminarios de resolución de problemas ha sido bien acogido por la mayoría de

estudiantes (Figura 1). Por sus respuestas a la pregunta relativa concluimos que la metodología empleada en los seminarios para la resolución de problemas es adecuada (4.1 en una escala 1-5).

2.2. Laboratorio de Electrónica

Para la realización de las prácticas de laboratorio también consideramos una serie de modificaciones importantes respecto a la manera en que se realizaban las mismas en asignaturas afines. Tradicionalmente, el trabajo en el laboratorio consistía en el planteamiento de uno o dos circuitos determinados que los alumnos debían implementar mediante la utilización del correspondiente material electrónico. La actividad se convertía en una tarea técnica de montaje de circuitos en las placas entrenadoras.

Nosotros hemos propuesto una nueva forma de abordar las actividades en el laboratorio. En concreto, hemos incluido el uso de software de simulación de circuitos, con lo que pueden realizar diferentes modificaciones y comprobar qué ocurre en cada caso. Asimismo, los alumnos cuentan con una amplia autonomía a la hora de decidir qué circuitos se deben realizar en el laboratorio. Asimismo, hemos introducido una técnica de evaluación basada en vídeos grabados por los propios alumnos sobre el funcionamiento de los circuitos implementados, que sirve también como técnica de motivación, con muy buena acogida por parte de la mayoría de estudiantes.

El planteamiento seguido para las actividades de laboratorio ha sido muy bien recibido por parte de los estudiantes. Por sus respuestas a las preguntas relacionadas (Figura 1), concluimos que las prácticas les han servido para conocer mejor algunos aspectos de la asignatura (4.6 en una escala 1-5), mientras que la evaluación de las prácticas basada en vídeos en lugar de informes también es adecuada (4.5 en una escala 1-5).

A continuación describimos con mayor detalle los aspectos más relevantes de las técnicas docentes propuestas.

2.2.1. Empleo de software de simulación

Como hemos mencionado, con anterioridad a cada práctica de laboratorio se ha planteado el diseño, simulación y comprobación de los circuitos que se iban a implementar mediante software de simulación adecuado. En nuestro caso, hemos elegido por facilidad de manejo y fiabilidad el simulador *Logisim* (ver Figura 2). Los circuitos simulados siguen unas especificaciones generales. Se trata por ejemplo de un circuito combinatorial, de uno secuencial, de uno o dos registros de desplazamiento... Con anterioridad a cada práctica todos los alumnos deben simular los circuitos que pueden realizar, comprobando y entendiendo su funcionamiento antes de llegar al laboratorio. En este proceso existe una gran flexibilidad en los circuitos que se deben implementar, de manera que los alumnos diseñan su propia práctica.

La modelización de cada circuito ha sido una tarea individual, y ha sido evaluada de forma particular para cada alumno. Sin embargo, la realización del circuito en el laboratorio se ha efectuado en grupos pequeños de 2-3 personas, que deciden qué circuito van a implementar atendiendo a su propio criterio (por simplicidad en la implementación, por su mejor conocimiento del funcionamiento...). Con todo esto, se ha intentado favorecer con cada toma de decisión la mayor autonomía posible de los alumnos dentro el laboratorio.

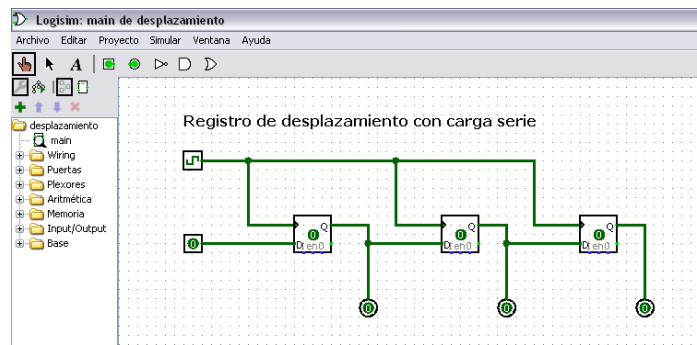


Figura 2. Ejemplo del diseño de un circuito digital realizado por un alumno durante el curso 2010-2011 empleando el software de simulación de circuitos *Logisim*.

2.2.2. Técnicas audiovisuales aplicadas en la elaboración de informes

Una vez comprobado, realizado y testado el circuito en el laboratorio (ver Figura 3), como informe de prácticas proponemos como alternativa al tradicional informe escrito la realización de vídeos en los que los propios alumnos describen el comportamiento del circuito realizado. Hoy en día esto no supone ninguna complicación dado que la inmensa mayoría de los alumnos disponen de teléfonos móviles con capacidad de grabación en vídeo.

Cada vídeo debe ser enviado vía e-mail o subido directamente al espacio de la asignatura en Studium junto con el circuito simulado correspondiente para la posterior visualización y debate por parte de los otros grupos (que a su vez han debido presentar sus propios vídeos). De esta forma, aprovechando la plataforma on-line de la Universidad, pretendemos la habilitación de un espacio en Studium para la visualización de archivos de vídeo, incluyendo un foro de discusión sobre el funcionamiento de los distintos diseños circuitales. En lo relativo a la valoración de informes, además de la comprensión del funcionamiento de cada circuito, y por tanto los conocimientos teóricos de cada grupo de alumnos, hemos podido evaluar directamente determinadas competencias relacionadas con la comunicación de forma oral de conocimientos, procedimientos y resultados, lo cual resulta de gran interés desde el punto de vista docente.

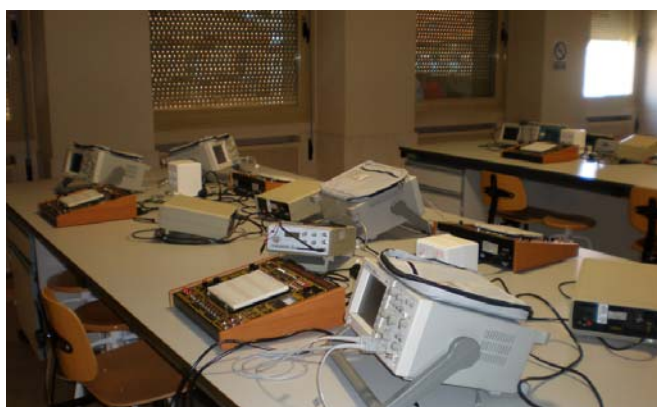


Figura 3. Laboratorio de Electrónica (Escuela Politécnica Superior de Zamora), curso 2010-2011.

3. Conclusiones

En este trabajo hemos expuesto y analizado determinadas técnicas docentes novedosas que han sido empleadas en la resolución de problemas y prácticas de laboratorio

relacionadas con la enseñanza de la Electrónica Digital, en concreto, en la asignatura Arquitectura de Computadores I (Grado en Ingeniería Informática en Sistemas de Información, Escuela Politécnica Superior de Zamora).

Estas técnicas consisten, por un lado, en el planteamiento de los seminarios de resolución de problemas, en los que se analiza la realización de diseños circuitales sencillos con la participación activa de los alumnos.

Por otro lado, se ha incidido en las actividades de modelización mediante software de circuitos que más tarde son implementados en el laboratorio. El funcionamiento de cada diseño circuital es grabado en vídeo para su posterior evaluación. Las técnicas descritas han tenido muy buena acogida, y se ha apreciado un aumento general del interés por parte de los estudiantes hacia la Electrónica Digital.

Bibliografía

[1] Confederation of EU Rectors' Conferences and the Association of European Universities (CRE) (1999) *The Bologna Declaration on the European Space for Higher Education: An explanation*.

Disponible en:

<http://ec.europa.eu/education/policies/educ/bologna/bologna.pdf>.

[2] Siau, K., Sheng, H., and Nah, F. F.-H. (2006). Use of a classroom response system to enhance classroom interactivity. *IEEE Transactions on Education*, 49(3), 398-403.

[3] McShane, E. A., Trivedi, M., and Shenai, K. (2001). An improved approach to application-specific power electronics education—curriculum development," *IEEE Transactions on Education*, 44(3) 282-288.

[4] Li, X., Ji, X., and Wang, Y. (2009). Research on Teaching Digital Electronic Technology to Computing Science Students. *Proc. 2009 First International Workshop on Education Technology and Computer Science*, 1021-1032.

[5] Saatchi, M. R., Ayienga, E. M., Travis, J. R., and Rippon, F. (1998). An expert system developed to assist digital electronics teaching. *Engineering Science and Education Journal*, 81-87.

[6] Castro, M., Acha, S., Perez, J., Hilario, A., Miguez, J.V., Mur, F., Yeves, F., and Peire, J. (2000). Digital systems and electronics curricula proposal and tool integration. *Frontiers in Education Conference 2000. FIE 2000. 30th Annual*.

[7] Wang, G. (2008). Work in progress - Preview, Exercise, Teaching and Learning in Digital Electronics Education. *38th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, T2C*.

[8] Magdalena, R., Serrano, A.J., Martin-Guerrero, J.D., Rosado, A., and Martinez, M. (2008). A teaching laboratory in analog electronics: Changes to address the Bologna requirements. *IEEE Transactions on Education*, 51(4), 456-460.

[9] Hurleyand, W.G., and Lee, C. K. (2005). Development, implementation, and assessment of a Web-based power electronics laboratory. *IEEE Transactions on Education*, 48(4), 567-573.

[10] Da Bormida, G., Ponta, D., and Donzellini, G. (1996). Learning environment for digital electronics. *IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics*, 2892-2897.

[11] N. R. Poole (1994). The application of simulators in teaching digital electronics. *Engineering Science and Education Journal*, 177-184.

[12] J. García Zubía (2003). Educational Software for Digital Electronics: BOOLE-DEUSTO. *Proc. of the 2003 IEEE International Conference on Microelectronic Systems Education*.