

Motivación del alumno en el aprendizaje de la asignatura de Electrónica Digital a través de la doble integración: trabajo autónomo/presencial y clases teóricas/laboratorio

Iñigo Ugarte Olano
Departamento TEISA
Universidad de Cantabria
Santander, España

Víctor Fernández
Departamento TEISA
Universidad de Cantabria
Santander, España

Pablo Sánchez Espeso
Departamento TEISA
Universidad de Cantabria
Santander, España

Abstract—Este trabajo presenta una metodología para la enseñanza de una asignatura de Electrónica Digital en los planes de Grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación cuyos principales objetivos son la motivación del alumno en el aprendizaje de la electrónica digital y el afianzamiento de los conocimientos a través de la práctica. Para la consecución de estos objetivos se ha desarrollado un programa en el que parte del trabajo autónomo del alumno es dirigido por el equipo docente y autoevaluado on-line. De igual manera, el trabajo de laboratorio a desarrollar por el alumno es parcialmente propuesto en las clases teóricas incrementando la interdependencia entre ambas facetas: la teórica y la práctica. Asimismo, parte del desarrollo experimental podrá llevarse a cabo por los alumnos de forma autónoma en sus casas lo que incrementará su motivación. La gestión de la asignatura será coordinada a través de Moodle [1].

Palabras clave: *Electrónica Digital; Metodología de aprendizaje integral; Laboratorio portable; Autoaprendizaje.*

I. INTRODUCCION

La entrada del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) establece mayor protagonismo al alumno en el proceso de aprendizaje (trabajo personal, trabajo de grupo). Este nuevo enfoque en la educación tiene doble filo pues permite al alumno ser activo en su auto-aprendizaje pero también puede provocar que el alumno abandone la formación continuada al verse desbordado por el temario de la asignatura.

Los aspectos claves para afrontar dicho problema son, primero, guiar al alumno en su aprendizaje a través de una plataforma de gestión de contenidos, como puede ser Moodle, y la segunda, motivarlo mediante el acercamiento a material electrónico que se lleva a casa y con el que puede practicar más tiempo que el restringido por los horarios de laboratorio. El gran atractivo de la electrónica digital, cuando ésta se disfruta, es cuando se ponen en práctica los conocimientos propios de la materia. La metodología propuesta contiene un punto esencial consistente en el préstamo a los alumnos de una placa electrónica para que los alumnos puedan experimentar en sus casas de igual manera que pueden resolver problemas

tradicionales. El alumno adquiere cierto grado de libertad en su aprendizaje, y a la vez, tiene unas pautas temporales, unas pruebas de evaluación continua y un apoyo docente para la consecución de los objetivos marcados por la asignatura.

El seguimiento a través de Moodle, con las herramientas de evaluación y los foros de discusión, permiten al profesor conocer la evolución del alumno a lo largo de la asignatura, sabiendo las dificultades que pueda tener el alumno y ayudarle a resolverlas sin tener que esperar al final del programa.

La posibilidad de tener un laboratorio de electrónica digital portable ha sido posible dada la evolución que la electrónica digital está sufriendo en cuanto a la disminución de sus costes. Esto ha permitido que existan placas de prototipado de bajo coste, como se comentará más adelante. Además, existen herramientas de diseño electrónico digital gratuitas.

Estas claves se integrarán en la impartición de la nueva asignatura de Electrónica Digital en los planes del Grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación basándonos en la experiencia adquirida en los más de 10 años de impartición de esta asignatura en planes de Ingeniería previos a la implantación del EEES con el objetivo de motivar a los alumnos en su aprendizaje. Esto ha sido posible gracias a la colaboración económica de la universidad de Cantabria a través de la convocatoria de Innovación Docente en la que se participa con el título “*Docencia teórico/práctica de Electrónica Digital en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación*”. [2]

II. ESTRUCTURA GENERAL

En esta sección se presenta la estructura de la asignatura de Electrónica Digital en los planes de Grado de Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación. En su puesta en marcha se han cuidado los siguientes aspectos: la motivación del alumno en el aprendizaje de la electrónica digital y el afianzamiento de los conocimientos a través de la práctica. Estos objetivos se llevan a cabo integrando el trabajo autónomo del alumno y el

trabajo presencial con la práctica. La gestión de la asignatura se apoya en la plataforma Moodle y la transmisión de los conocimientos se ponen en prueba a través de una placa de bajo coste que se les proporcionará al principio de la asignatura a cada uno de los grupos de prácticas y que podrán llevar a sus casas.

La asignatura está estructurada por temas cuya docencia será impartida a través de varios pasos de estudio y práctica integrando “teoría-laboratorio” con “trabajo autónomo y presencial”. Para mejorar la doble integración, se ha optado en la utilización del lenguaje VHDL como lenguaje de descripción hardware, permitiendo implementar los diseños digitales en una placa de bajo coste que incorpora una FPGA.

Estructurar de esta manera la asignatura, potencia los siguientes aspectos:

- permiten al alumno ser autónomo en su aprendizaje (a través de Moodle y la placa de bajo coste).
- El alumno es apoyado en los posibles problemas que pueda ir encontrando a través de las clases presenciales, laboratorio, foros o tutorías.
- Se establecen unos hitos para ir comprobando que ha asimilado los conocimientos.
- El alumno comprueba los resultados de forma experimental a través de la placa de bajo coste.

A través de la plataforma Moodle el profesor dirigirá a los alumnos en el aprendizaje siguiendo una serie de pasos por cada uno de los temas. Los pasos a realizar se engloban en dos bloques: el primero en el que el alumno adquiere los conceptos del tema y el segundo donde afianza y aplica los conocimientos a casos reales (ver Figura 1). En el grafo de la figura se enumeran un conjunto de pasos, que se describen a continuación:

1. Trabajo autónomo inicial: el alumno dispondrá de la documentación del tema a asimilar junto con un conjunto de problemas prácticos dirigidos que podrán ver funcionar en la placa. A través del foro de Moodle se irán planteando dudas que serán contestadas por el profesor o por los propios alumnos.
2. Autoevaluación: se les propondrá un ejercicio a resolver a través de la plataforma Moodle. La solución la podrán comprobar con la placa de bajo coste antes de entregársela al profesor a través de Moodle.

3. Clase presencial teórica y de

resolución de dudas: el profesor se encargará de resolver las dudas que hayan surgido en el tema basándose en las dudas planteadas en el foro y los resultados de los problemas prácticos realizados previamente en la autoevaluación.

4. Trabajo autónomo y autoevaluación de las prácticas: cada grupo tendrá que resolver un problema más complejo que se dividirá en dos partes. La primera tendrá que resolverla en casa pudiéndola probar con la placa. Esta solución será enviada al profesor a través de Moodle. La segunda parte tendrá que presentarla en el laboratorio delante del profesor.

5. Presentación de resultados en el laboratorio: el profesor resolverá las dudas presentadas en la realización de la práctica y evaluará el trabajo del grupo.

6. Evaluación final del tema: mediante un examen escrito se valorará los conocimientos adquiridos por cada uno de los alumnos. La nota final del tema no solo tendrá en cuenta la calificación obtenida en este examen sino también las calificaciones previas.

7. Tutorías: los alumnos que necesiten un refuerzo por haber suspendido el tema, se les propondrá unos ejercicios adicionales dando apoyo en lo conceptual y en lo práctico. Podrán recuperar el tema al final de la asignatura.

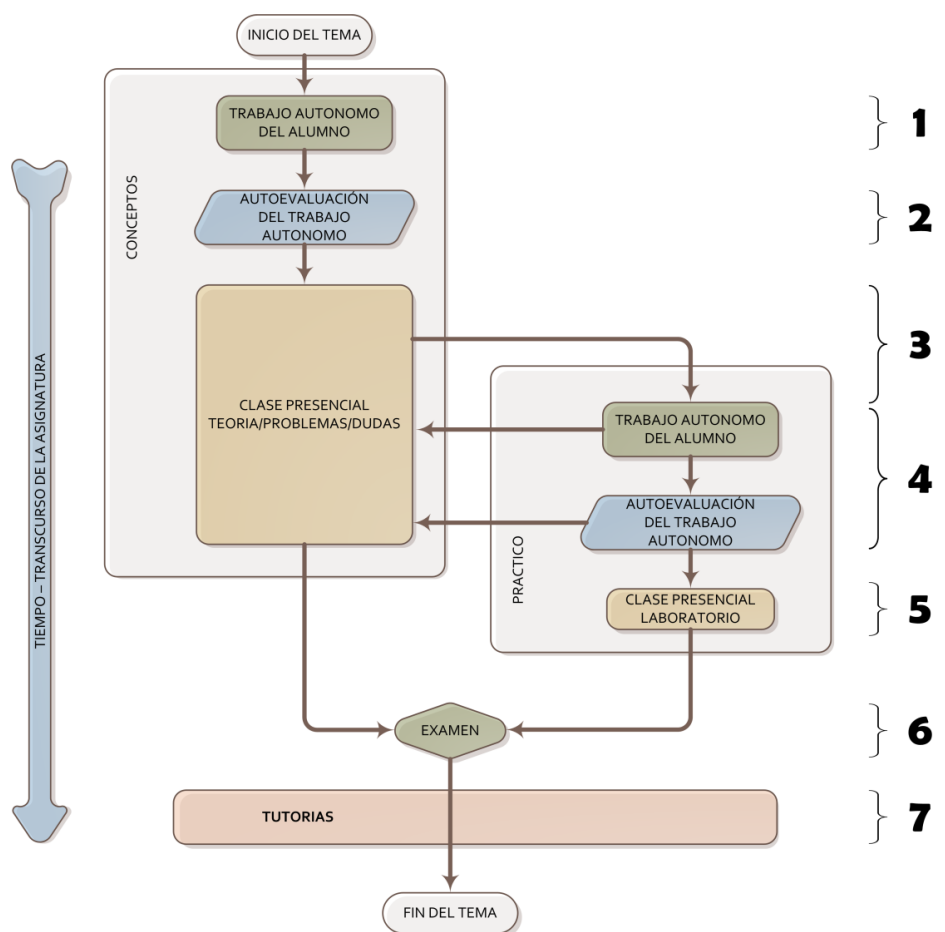


Figura 1. Metodología de la asignatura

III. DESCRIPCIÓN DE LAS DISTINTAS FASES

En esta sección se va a describir los aspectos clave en cada uno de los pasos presentados en la sección anterior.

La materia se divide, como es habitual en varios temas. Al comienzo de cada tema, se proporciona una documentación básica (*paso 1 en la Figura 1*) que el alumno deberá de trabajar antes de asistir a la clase teórica. En la documentación proporcionada se incluirán unos problemas en los que el alumno podrá ver la aplicación de los conceptos y que, en algunos casos, podrá experimentar en la placa electrónica de bajo coste.

Antes de asistir a clase, el alumno deberá de realizar una evaluación (*paso 2*) a través de la plataforma Moodle. Esta consistirá en unas preguntas conceptuales sobre la documentación proporcionada. Moodle chequeará las respuestas de los alumnos en el mismo momento de hacerla y les proporcionará la solución en caso de no responder adecuadamente. El objetivo de esta prueba es que los alumnos conozcan las deficiencias en su asimilación de la documentación proporcionada. El alumno con un resultado malo en la prueba se le recomienda volver a realizar una nueva prueba pasado un tiempo. En este paso, hay disponibles un conjunto de evaluaciones de cara a los alumnos que tengan que repetir la prueba.

En la realización de los pasos 1 y 2 el alumno tendrá la posibilidad de plantear dudas a través de los foros o chat de Moodle. La principal ventaja de los foros frente al chat es que permite clasificar las diferentes dudas por temas además de que permiten hacer públicas las aclaraciones a las dudas al resto de alumnos. El objetivo de estos dos primeros pasos es guiar al alumno en su trabajo personal de aprendizaje de los conceptos del tema.

Los alumnos dispondrán de un periodo fijado para completar los 2 primeros pasos (visible en Moodle). A partir de esa fecha, el profesor (*paso 3*) explicará el tema avanzando en complejidad con respecto a lo que han realizado en casa y teniendo en cuenta las dudas que se han ido planteando en los foros. El profesor también dispone de información de las pruebas de evaluación del alumno: la nota de la prueba, las preguntas que más han fallado y las respuestas erróneas a cada pregunta. De esta forma, el profesor sabe cuáles son las carencias más importantes de los alumnos en la asimilación del tema.

Una vez finalizados estos primeros pasos, el alumno ya debería de conocer los conceptos del tema, aunque no con soltura ni seguridad. En los siguientes pasos (*4 y 5*), el objetivo es afianzar esos conocimientos a través de su aplicación a casos prácticos y ello a través del lenguaje VHDL. El método para llevar a cabo dicho objetivo es realizar un caso práctico de mayor complejidad con respecto a lo que han realizado previamente y guiándoles en su desarrollo. Para ello, el caso práctico se dividirá en dos partes. La primera de ellas deberá de realizarla en casa y podrá comprobar su funcionamiento en la placa. Además, el profesor podrá seguir el trabajo realizado por el alumno a través de la herramienta VPL [4] que gestiona las entregas del código VHDL y facilita al profesor su evaluación.

La segunda parte deberán de prepararla para realizarla en el laboratorio donde el profesor podrá observar cómo trabajan los alumnos, detectar malas prácticas de trabajo y ayudarles en las dudas que tengan. Este paso por el laboratorio es clave para evitar que los alumnos que tengan dificultades pierdan la motivación por la asignatura. Finalmente, el profesor evaluará la práctica. Los alumnos, tras pasar la práctica tendrán que recoger en un informe el desarrollo teórico realizado para hacer la práctica y los aspectos más importantes durante su puesta en marcha. Estos informes deberán de entregarse en un plazo máximo (por ejemplo una semana desde la finalización de la práctica) por los siguientes motivos:

- Obligar al alumno a reflexionar sobre el trabajo realizado al dejar constancia por escrito del desarrollo teórico y los resultados prácticos obtenidos.
- Permite al profesor la detección de los alumnos con dificultades para la asimilación y puesta en práctica del tema.
- Limitar el tiempo permite reducir la posibilidad de que unos alumnos se copian a otros. Se avisará a los alumnos de que los profesores disponen de varias herramientas para comprobar si se han copiado, tanto en los códigos VHDL desarrollados como en los informes realizados.

Como un punto clave en la motivación de los alumnos en la realización de los pasos 4 y 5, se propondrán prácticas que sean interesantes para los alumnos, como por ejemplo, el diseño de un reloj digital, el control remoto de un coche o el manejo de un pequeño microprocesador.

De la experiencia adquirida de los profesores en los últimos años en una asignatura en la que se les enseñaba VHDL, se ha observado que en cada año siempre había algunos alumnos con un especial interés por la electrónica digital y con ganas de desarrollar su imaginación. Muchas de las veces, estos alumnos han sorprendido gratamente a los profesores. Por esta razón, en los pasos 4 y 5 se incluirá una parte opcional para los alumnos que tienen mayor capacidad e interés permitiéndoles ampliar la funcionalidad de la práctica según su imaginación. Esto permitirá motivar más a los alumnos y les potenciará más sus habilidades.

Finalmente, tras terminar las prácticas, los alumnos tendrán que demostrar sus conocimientos en un examen individual en clase (*paso 6*). Este es el hito importante para el profesor donde podrá discernir si el alumno ha adquirido los conocimientos. También permitirá discernir si alguno de los alumnos no se han aplicado en el desarrollo de los pasos 4 y 5 en los grupos de trabajo.

Todos aquellos alumnos que no hayan superado el examen disponen de tutorías (*paso 7*) donde corregir los problemas que se han reflejado en el examen del tema. En estas tutorías se les propondrá una serie de ejercicios que deberán de resolver de forma individual proporcionándoles asistencia tanto a nivel conceptual como a nivel práctico. Este es un buen momento para motivar al alumno, corregir deficiencias personales tanto de aptitud en la asignatura como de metodología de estudio

personal. También permite detectar problemas que pueda haber en los grupos de trabajo.

IV. MATERIALES

El conjunto de herramientas necesarias, tanto de software como de hardware, para llevar a cabo la metodología presentada se enumeran a continuación:

A) SOFTWARE

Para poner en marcha esta asignatura se han utilizado los siguientes programas. En este apartado se presentan programas gratuitos basados en Moodle pero existe otros programas que pueden utilizarse para el mismo propósito.

1.- Moodle [1]: software de gestión de contenidos docentes que permite interactuar entre profesor y alumno, entre alumnos o entre profesores (ventaja importante cuando la asignatura es impartida por varios profesores).



Figura 2. Página Moodle de la asignatura

2.- ISE + ISim [3]: software de diseño de la empresa Xilinx. Existen versiones gratuitas de dichas herramientas, denominadas WebPack. Esta herramienta está formada por un entorno que gestiona los archivos de descripción hardware (VHDL, Verilog) y los archivos de configuración de un sistema digital. Permite implementar el sistema en una FPGA del fabricante Xilinx y simular su comportamiento funcional y temporal. Esta herramienta está disponible para los sistemas operativos Windows y Linux.

3.- VPL (Virtual Programming Lab) [4]: software de gestión de prácticas de programación que se integra en Moodle. Permite la evaluación continua y automática de las prácticas. El objetivo de este software es agilizar al profesor la corrección de los códigos VHDL sin tener que descargar las prácticas de

moodle y evitando la creación de proyectos en ISE por cada práctica/grupo.

4.- Crock Pliarism Checker [5]: software que chequea en qué grado los documentos entregados son una copia de trabajos de otros alumnos o de trabajos de años previos o de internet.

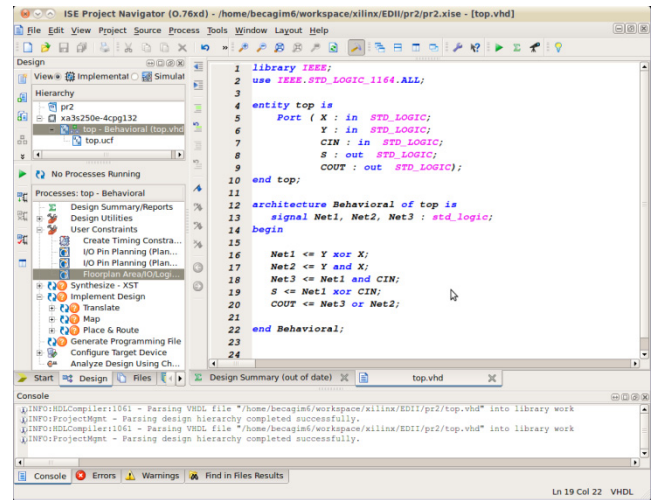


Figura 3: herramienta ISE Webpack v13.3

5.- Moss [6]: software que chequea en qué grado los códigos VHDL son iguales a otros códigos entregados de otros alumnos. Permite conocer si varios alumnos se han copiado entre sí o han copiado de años anteriores.

B) HARDWARE

La placa de prototipado de bajo coste que se prestará a los alumnos es la BASYS-2 de Digilent [7].

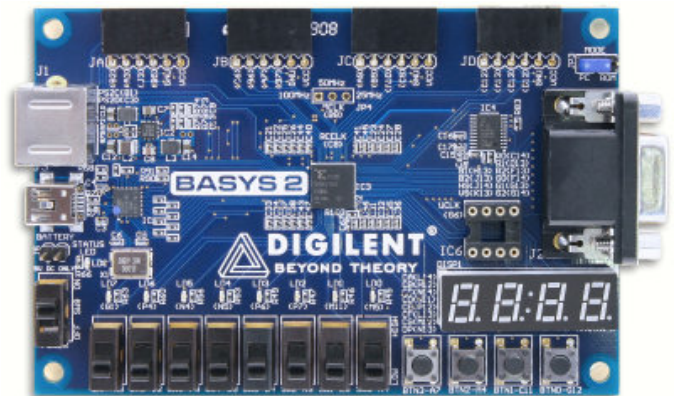


Figura 4: placa de prototipado BASYS-2 de Digilent

Esta placa tiene un gran abanico de dispositivos de entrada/salida que permiten realizar una gran variedad de prácticas y que a su vez sean tangibles y vistosas por parte del alumno: 4 displays de 7 segmentos, 8 leds, 1 puerto PS/2, 1

puerto VGA, 8 interruptores, 4 pulsadores y una FPGA suficientemente grande como para insertar un microprocesador (picoBlaze de Xilinx que es gratuito). Existen dos versiones de la placa en función de la FPGA que incorpore. La placa con una Spartan3E-250 de Xilinx cuyo precio no supera los 52€ y la Spartan3E-100 que su precio no supera los 44€. Otra de las ventajas que presenta esta placa, aparte de su pequeño tamaño (la caja de plástico donde viene la placa es de tamaño similar a la caja de un DVD), es que no necesita alimentación adicional para su utilización pues se alimenta a través del puerto de programación, el puerto USB. Finalmente, esta placa dispone un conjunto de dispositivos de entrada/salida, denominados PMods [8], que pueden ser ensamblados a los conectores de expansión a un bajo coste: micrófonos, conversores A/D, salida de audio, wifi, ethernet, acelerómetro, giróscopo, termostato, etc. (más de 50 periféricos).

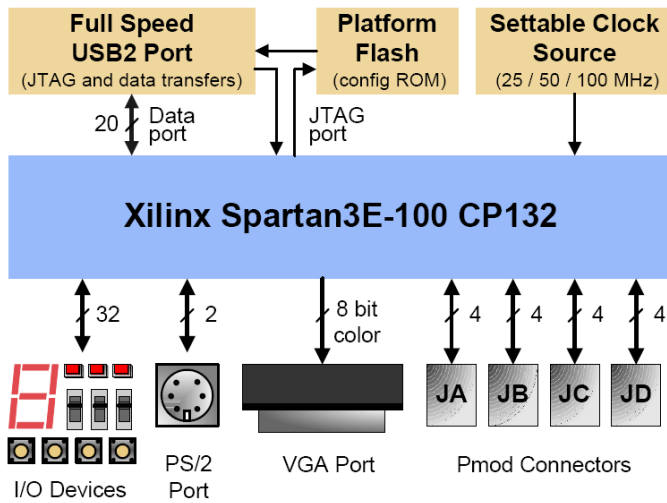


Figura 5: esquema de la BASYS-2 de Digilent

Las características de esta placa hacen viable que se entregue a cada grupo de trabajo (normalmente dos alumnos por grupo) una placa de prototipado junto con el software de diseño (ISE + ISim). Esto permite a los alumnos el poder desplegar parte del laboratorio en cualquiera de los lugares donde estudian.

V. CONCLUSIONES

En este trabajo se presenta una metodología adaptada a los laboratorios de electrónica digital donde se presenta la opción de que los alumnos puedan llevarse el laboratorio a su lugar de estudio (biblioteca, casa, aula, laboratorio de la escuela). Esto es posible por el bajo coste de placas de prototipado. Esta nueva situación permite superar la limitación de que los alumnos sólo dispongan de unas pocas horas de laboratorio en la universidad y permite hacer más práctico el aprendizaje de la asignatura.

Esta ventaja es aprovechada en la metodología presentada en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) con los objetivos de motivar al alumno en el aprendizaje de la electrónica digital y afianzar los conocimientos a través de la práctica. En esta metodología se ha tenido en cuenta la integración del trabajo autónomo/presencial y clases teóricas/laboratorio gracias a la plataforma Moodle.

REFERENCES

- [1] www.moodle.org
- [2] <https://aulavirtual.unican.es/contenidos/proyectos.aspx>
- [3] <http://www.xilinx.com/support/download/index.htm>
- [4] <http://vpl.dis.ulpgc.es/>
- [5] http://moodle.org/plugins/view.php?plugin=plagiarism_crot
- [6] http://moodle.org/plugins/view.php?plugin=plagiarism_moss
- [7] <http://www.digilentinc.com/Products/Detail.cfm?NavPath=2,400,790&Prod=BASYS2>
- [8] <http://www.digilentinc.com/Products/Catalog.cfm?NavPath=2,401&Cat=9>