

Clase invertida, prácticas de simulación y evaluación online para la enseñanza de los fundamentos de Electrónica Digital

BANCO DE BUENAS PRÁCTICAS DOCENTES

FELIPE MACHADO SÁNCHEZ



Universidad
Rey Juan Carlos



CENTRO DE INNOVACIÓN EN EDUCACIÓN DIGITAL
Universidad Rey Juan Carlos

I. La práctica

- **Título:** Clase invertida, prácticas de simulación y evaluación online para la enseñanza de los fundamentos de Electrónica Digital
- **Curso Académico:** 2019/2020
- **Asignatura:** Sistemas Electrónicos Digitales
- **Área/Titulación:** Tecnología Electrónica / Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales
- **Grupo de Estudiantes:** Alumnos de tercer curso
- **Palabras clave:** Electrónica Digital, Ingeniería, Clase invertida, Videos educativos

En esta práctica se explica cómo se modificó la metodología docente de la asignatura a causa de la suspensión de las actividades presenciales debida a la situación excepcional sobrevenida por la COVID-19. Se pasó de una metodología basada en clases magistrales en pizarra a una metodología basada en clase invertida, retroalimentación formativa y aprendizaje autónomo.

Para ello se recurrió a 1) crear numerosos videos en abierto que permitieron a los alumnos adquirir los conocimientos a su ritmo; 2) permitir a los alumnos evaluar su aprendizaje con diversos exámenes en aula virtual; y 3) adaptar las prácticas a un simulador de circuitos digitales, lo que además posibilitaba que los alumnos autocomprobasen los distintos problemas propuestos en la asignatura.

2. Justificación

Debido a la situación excepcional sobrevenida por la COVID-19, las clases presenciales se suspendieron a principios de la octava semana de curso. En el momento de la suspensión de las clases presenciales, se habían impartido menos de la mitad de las clases teóricas, dos de las cuatro prácticas obligatorias y no se había realizado la prueba parcial, ya que originalmente esta se había fijado para la semana siguiente a la suspensión de la actividad presencial.

Esta situación fue crítica para la marcha de la asignatura, ya que la metodología de enseñanza estaba basada en clases magistrales y resoluciones de problemas, ambos desarrollados en la pizarra. Durante estas clases presenciales los alumnos plantean multitud de dudas, ya que son conceptos nuevos que a la mayoría les cuesta asimilar, siendo habitual volver a reforzar conceptos anteriores y regular la velocidad de la clase al ritmo de comprensión de los alumnos. Por tanto, son clases muy interactivas en las que se van explicando nuevos conceptos

basados en los anteriores, y en cada nueva explicación los alumnos tienen la oportunidad de reforzar lo aprendido y comprobar si realmente habían comprendido los conceptos previos.

En estas clases además se utiliza constantemente la pizarra para construir paso a paso los esquemas de los circuitos y las tablas de verdad, siendo necesario que el profesor vaya despacio para dar tiempo al alumno a seguir el desarrollo y asimilar los conceptos.

Debido a esto, las explicaciones con proyección de diapositivas normalmente no dan buen resultado en esta asignatura debido a que el profesor no se detiene lo suficiente en cada paso, y el alumno o bien cree falsamente que está entendiendo todos los pasos, o directamente se pierde ya que no le da tiempo a asimilar los contenidos. El propósito de las presentaciones que originalmente tenía la asignatura eran servir como apoyo a las explicaciones de clase. Además, debido a que era el primer año que el profesor impartía esta asignatura, este material no había sido creado por el profesor.

Por otro lado, adquirir destreza en el diseño de circuitos electrónicos digitales requiere mucha práctica por parte del alumno, y no suele ser suficiente con que el alumno vea problemas resueltos. Es importante que el alumno se enfrente con el reto de diseñar estos circuitos, necesitando muchas veces la ayuda del profesor.

3. Desarrollo

Objetivos

El objetivo principal de esta práctica educativa es paliar los efectos de la suspensión de las clases presenciales.

Para ello se tiene estos objetivos parciales:

- Sustituir las clases magistrales y resolución de problemas en pizarra por videos.
- Desarrollar diapositivas más detalladas con los conceptos teóricos para que el alumno pueda disponer de material para más detallado y explicado paso a paso.
- Impartir una metodología de clase invertida, en la que los alumnos ven los videos asincrónicamente, y en las clases síncronas en remoto se profundiza en los aspectos que los alumnos tenían dificultades.
- Proporcionar herramientas de simulación para que los alumnos puedan realizar ejercicios y comprobar que funcionan, permitiendo un mayor aprendizaje autónomo y supliendo la imposibilidad de ofrecer tutorías presenciales.
- Motivar a los alumnos de modo que con los videos y las prácticas puedan vislumbrar las posibilidades de la Electrónica Digital.

- Realizar pruebas formativas en los que los alumnos pueden ver en qué han fallado, mitigando la carencia de las revisiones presenciales las pruebas.
- Evitar el plagio en las pruebas en remoto generando un banco de preguntas extenso.

Los objetivos secundarios de esta práctica son:

- Proporcionar estos recursos educativos (videos, presentaciones y simulaciones) a estudiantes y profesores de habla hispana para paliar las consecuencias de la suspensión de las clases presenciales en el resto de España y otros países hispanohablantes.
- Contribuir al conocimiento abierto.

Metodología aplicada

Esta práctica docente se fundamenta en tres metodologías: clase invertida, retroalimentación formativa y aprendizaje autónomo.

1) Clase invertida

Inicialmente se aplica la metodología de clase invertida, en la que se generan videos relativamente cortos en los que se explican detalladamente los contenidos de la asignatura. Estos videos contienen animaciones de modo que el ritmo se asemeja al ritmo de explicación en la pizarra. Para esta práctica se generaron 22 videos que están disponibles en abierto en una [lista de reproducción del canal de youtube](#).

Los alumnos ven los videos a su ritmo, y en las clases en remoto síncronas los alumnos preguntan dudas que les hayan surgido al ver los videos. Como los videos se generan a partir de presentaciones, el profesor puede volver a explicar aquellas diapositivas que hayan generado más dudas.

Para facilitar a los alumnos tomar apuntes, los archivos con las presentaciones están disponibles en abierto en un repositorio al que se puede acceder desde las notas de cada video.

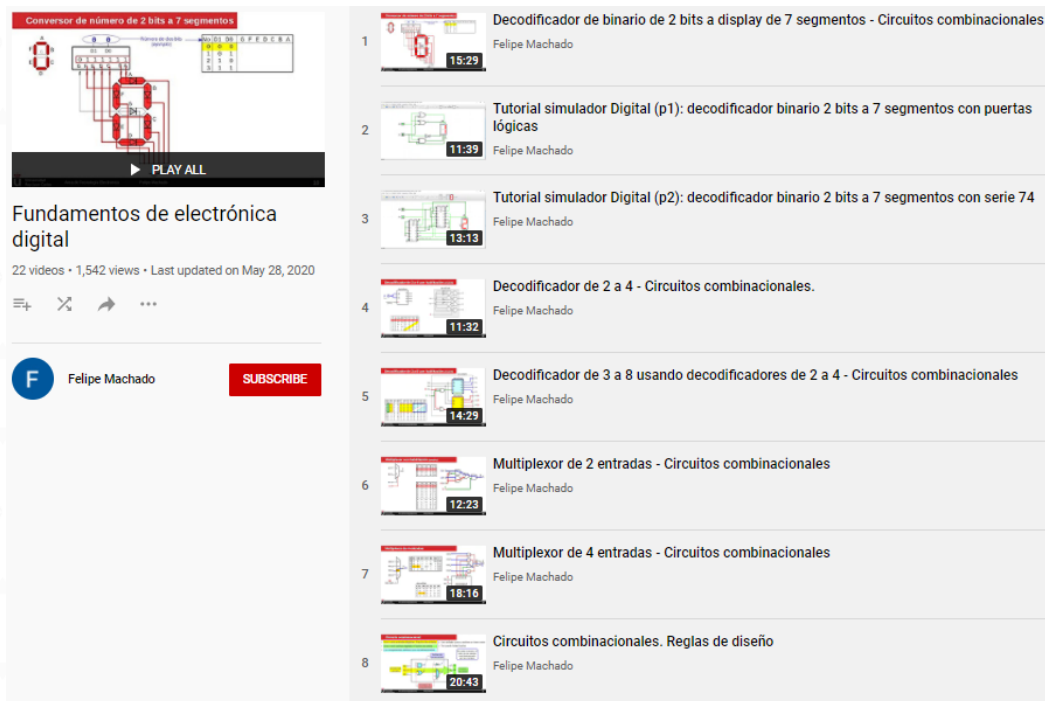


Imagen de la lista de reproducción de los videos generados

2) Retroalimentación formativa

A causa de la suspensión de las actividades presenciales, tanto las prácticas de laboratorio como las pruebas de evaluación se tuvieron que realizar en remoto.

Para minimizar los efectos de la falta de presencialidad, se realizaron diversas pruebas en el Aula Virtual de modo que los alumnos pudiesen tener realimentación sobre su progreso durante el curso. Una vez finalizada cada prueba los alumnos podían ver la puntuación de cada ejercicio y se les proporcionó retroalimentación sobre los fallos de cada ejercicio. Además, se subieron los ejercicios resueltos al aula virtual y se hicieron videos de los ejercicios en tuvieron peores resultados.

Las pruebas del Aula Virtual fueron de dos tipos: de prácticas y de teoría.

En las **pruebas de prácticas** las preguntas versaban sobre montajes de circuitos, en las que el alumno tenía que, o bien indicar si un montaje era correcto y en tal caso describir su funcionalidad, o bien realizar el esquema de un montaje. En la siguiente figura se muestran dos ejemplos de preguntas en las que se pide indicar si el montaje es correcto y cuál es su funcionalidad.

Debido a que sólo se pudieron realizar presencialmente dos de las cuatro prácticas programadas, estas pruebas permitieron a los alumnos comprobar si habían comprendido los montajes de prácticas. Para evitar el plagio en los

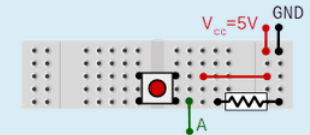
Pregunta 1

Sin responder aún

Puntúa como 1,00

⚑ Marcar pregunta

⚙ Editar pregunta



En el esquema anterior:

- Cuando el pulsador no está presionado en A se obtienen
- Cuando el pulsador está presionado en A se obtienen

Por lo tanto el pulsador

NAVEGACIÓN POR EL EXAMEN

1 2

PULSADOR PROTOBOARD

1 2 3 4 5

6 7

PUERTAS PROTOBOARD

8 9 10 11

KARNAUGH 7 SEGMENTOS

12

PROGRAMACIÓN ARDUINO

13

Terminar intento...

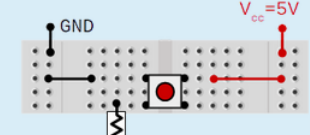
Pregunta 2

Sin responder aún

Puntúa como 1,00

⚑ Marcar pregunta

⚙ Editar pregunta



En el esquema anterior:

- Cuando el pulsador no está presionado en A se obtienen
- Cuando el pulsador está presionado en A se obtienen

exámenes, se incluyeron multitud de variantes de las preguntas. La mayoría de estas variantes no fueron generadas automáticamente por medio de preguntas calculadas del Moodle, sino que se crearon manualmente ya que requerían imágenes de los montajes.

En total se realizaron cinco pruebas de prácticas puntuables durante el curso. Sin embargo, se permitió repetir algunas pruebas para que el alumno pudiese afianzar los conceptos. Como cada prueba tenía preguntas aleatorias obtenida de bancos de preguntas, los exámenes repetidos no resultaban exactamente iguales que los originales. Tras la realización de estas pruebas el alumno podía comprobar si su respuesta era correcta y en caso de no ser correcta, en dónde había fallado.

En las **pruebas de teoría** se optó por problemas de desarrollo con diferentes variantes para evitar el plagio. En los exámenes no se recurrió a un esquema de navegación libre, de modo que los alumnos pudiesen ver todas las preguntas del examen y poder abordarlo empezando por aquellos problemas en los que se sintiesen con más confianza, y así dar la oportunidad de revisar los problemas una vez terminados. Como estos problemas eran de desarrollo, la corrección se realizó de manera manual, para poder evaluar el desarrollo de los ejercicios aunque el resultado final no fuese correcto.

3) Aprendizaje autónomo

Las prácticas en remoto se realizaron utilizando un simulador de circuitos digitales que los alumnos se podían descargar libremente ([enlace](#)). Para ayudar a los alumnos a utilizar este simulador se crearon videotutoriales específicos que implementaban los circuitos de prácticas que debían diseñar ([enlace](#)).

Además de la realización de las dos prácticas obligatorias restantes utilizando este simulador, se animó a los alumnos a implementar otros diseños opcionales. El objetivo de estos diseños era ayudar a entender el funcionamiento práctico de los circuitos teóricos. La realización de estos diseños no era obligatoria, pero contaban un 15% en la nota de la asignatura.

Por último, se incitaba a los alumnos a implementar cada diseño teórico en el simulador, de modo que pudiesen comprobar por ellos mismos que el diseño implementado funcionaba como ellos pensaban. Esto les permitió ser más autónomos en su aprendizaje y comprobar su avance en la asignatura.

4. Resultados

Resultados

Se crearon 22 videos con casi 6 horas de duración total y se generó un banco de preguntas de casi 400 preguntas. Esto permitió realizar siete pruebas evaluables durante el periodo ordinario, y diversas pruebas opcionales para que el alumno comprobase su aprendizaje.

A pesar de que la tasa de aprobados fue sensiblemente menor a la de cursos anteriores, por lo general, los alumnos mostraron satisfacción con la metodología. La tasa de aprobados al final de la convocatoria extraordinaria fue del 60%, mientras que en el curso anterior fue del 84%. También hay que tener en cuenta que no sólo ha influido el cambio metodológico, sino que la situación excepcional y el cambio de profesor son dos variables que también han afectado a la evolución de la asignatura.

En la encuesta de evaluación de la asignatura, la pregunta "*El desarrollo de las clases me permite un seguimiento y aprendizaje adecuados*" obtuvo calificación de 4,5 sobre 5.

Conclusiones

A pesar de las dificultades sobrevenidas por la situación excepcional en la que se tuvieron que suspender todas las actividades presenciales, se pudo llevar a cabo el temario de una asignatura cimentada en el desarrollo de

problemas y con elevado contenido práctico. Para ello se realizó un cambio metodológico basado en clase invertida, retroalimentación formativa y aprendizaje autónomo. Para este cambio metodológico se crearon casi seis horas de videos que se han puesto en abierto, y un banco de casi 400 preguntas de Aula Virtual que permitieron realizar sucesivas pruebas para implementar una evaluación formativa. Además, las prácticas se adaptaron en remoto gracias a un simulador de circuitos digitales de libre acceso. Esto no solo permitió a los alumnos realizar las prácticas, sino que les posibilitaba comprobar el correcto funcionamiento de la resolución de los problemas teóricos.

5. Equipo docente



Felipe Machado Sánchez

Ingeniero Industrial y Doctor por la Universidad Politécnica de Madrid. Actualmente es Profesor Ayudante Doctor en la Universidad Rey Juan Carlos. Su investigación se centra en el desarrollo de dispositivos de hardware abierto, tanto en sistemas electromecánicos como en lógica programable (FPGA), con el propósito de construir equipos científicos, docentes y de laboratorio; así como sistemas de visión y control en robótica. Ha publicado varios manuales docentes en abierto, es autor de diversos trabajos de innovación docentes presentados en congresos y tiene un canal de videos educativos