



UNIVERSIDAD  
**COMPLUTENSE**  
MADRID

Proyecto de Innovación

Convocatoria 2020/2021

Nº de proyecto: 244

Aula virtual de Electrónica

Responsable del proyecto:

Álvaro del Prado Millán

Facultad de Ciencias Físicas / Facultad de Informática

Departamento: Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica

## **1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto**

En la presentación del proyecto se planteó como objetivo general mejorar la enseñanza en materias propias del área de Electrónica en la UCM mediante la elaboración de recursos de aprendizaje online compartidos como apoyo para la docencia presencial.

Para alcanzar este objetivo general se plantearon los siguientes objetivos concretos:

- a) Creación de un espacio virtual dedicado a la enseñanza de la Electrónica, que sirva también como espacio de contacto entre profesores y estudiantes de distintas titulaciones con vinculación con la Electrónica.
- b) Elaborar y compartir recursos docentes (organizados conforme a su contenido y nivel) por parte del profesorado del área y ponerlo a disposición de los estudiantes de distintas titulaciones en este espacio virtual.
- c) Mejorar la coordinación entre asignaturas de una misma titulación y enriquecer las metodologías en todas las asignaturas a través de la compartición de recursos.
- d) Mejorar las competencias digitales del profesorado involucrado en el proyecto a través de la práctica que supone la elaboración, organización y presentación de estos contenidos.
- e) A largo plazo, se espera que este proyecto, en función de su continuidad, proporcione a la UCM una biblioteca de recursos de aprendizaje virtual en Electrónica que recoja el conocimiento y experiencia docente del equipo solicitante.

## 2. Objetivos alcanzados

Los objetivos a) y b) se han cumplido completamente.

Se creó el espacio Aula virtual de Electrónica en el Campus Virtual de la UCM, en la plataforma Moodle, como seminario de trabajo. La fecha de creación del espacio y alta de los profesores involucrados en el proyecto fue el 22 de septiembre de 2020.

El espacio se abrió a los estudiantes de varias asignaturas vinculadas al área de la Electrónica a comienzos del segundo cuatrimestre del curso 2020-21 (entre el 15 y el 23 de febrero de 2021), con los primeros contenidos y foros de discusión. Los contenidos elaborados se detallan en el apartado 5 (desarrollo de las actividades).

En el anexo I se muestra una imagen de la pantalla de inicio del espacio virtual.

El espacio sigue abierto para la publicación de nuevos contenidos y accesible a los estudiantes de la UCM dados de alta, por lo que pueden beneficiarse de este espacio a lo largo de toda su trayectoria académica.

El objetivo c) se ha cumplido para las siguientes asignaturas del Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones y del Máster de Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas, en las que se comparten herramientas y recursos docentes (en concreto, herramientas de simulación con Spice y la realización de prácticas en el Laboratorio de Electrónica del Dpto. de Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica): Análisis de Circuitos, Electrónica Analógica, Instrumentación Electrónica, Electrónica de Potencia y Medidas Electrónicas de Precisión.

El objetivo d) se ha cumplido parcialmente. Individualmente los profesores involucrados en el proyecto hemos mejorado nuestras competencias digitales (realización y edición de vídeos). No todos los profesores hemos desarrollado todas las herramientas, pero sí se ha compartido el conocimiento de posibles herramientas a las que podremos recurrir en un futuro, según las necesidades que observemos en nuestras respectivas asignaturas.

En lo que se refiere al objetivo e), durante el desarrollo de este proyecto en el curso 2020-21, se ha dado un primer paso para construir esa biblioteca de recursos. Este no era un objetivo que se esperase cumplir en un solo curso.

Los profesores involucrados en el proyecto seguiremos actualizando contenidos en el espacio virtual y poniéndolo a disposición de los alumnos. En un futuro, podría plantearse la organización del contenido en una página web independiente del campus virtual, con acceso abierto más allá de estudiantes de la UCM.

En resumen, consideramos que el objetivo del proyecto se ha cumplido, aunque es cierto que la utilización del espacio por parte de los alumnos ha sido menor de lo esperado, lo cual nos ha llevado a valorar las causas, de cara a mejorar la utilidad del espacio en un futuro.

### **3. Metodología empleada en el proyecto**

El proyecto se ha organizado en distintas fases, como se detalla a continuación:

#### **Fase 1: Creación del espacio virtual**

En septiembre de 2020 se mantuvo una reunión inicial de los participantes en el proyecto para definir la estructura que debía tener el espacio de Moodle (esta se detalla en el apartado 5). Se encargó al responsable del proyecto dar de alta el espacio y dar de alta como profesores a los participantes, así como realizar la configuración inicial, crear las secciones generales (presentación, foros) e incluir algún ejemplo de contenido.

El espacio creado fue valorado por todo el equipo. En una segunda reunión en octubre de 2020 se acordó la estructura final del espacio.

#### **Fase 2: Elaboración y publicación de contenidos en el espacio**

La elaboración de contenidos corresponde a cada uno de los participantes en el proyecto. El contenido puede tener cualquier formato: apuntes, presentaciones, vídeos, enlaces a otros recursos, etc. Se estableció que todo contenido debía incluir una pequeña descripción y una indicación de para qué asignaturas se recomienda.

El protocolo de publicación consiste en una primera publicación oculta a los estudiantes, con un aviso a los participantes en el proyecto. Puede ser una sección nueva o una ampliación de contenidos de una sección existente. Pasado un periodo de revisión de una semana el contenido se hace público.

Esta fase se mantiene abierta. El contenido no es cerrado, sino que se va ampliando, revisando y actualizando continuamente.

#### **Fase 3: Alta de estudiantes en el espacio virtual**

Cada profesor participante en el proyecto ha propuesto dar de alta a los alumnos de sus asignaturas, en función de su valoración de la utilidad de los contenidos. Aunque esto podía provocar que indirectamente alumnos matriculados en más de una asignatura fueran dados de alta, a pesar de que el profesor de una asignatura no hubiera tomado esa decisión, se consideró que en ningún caso sería contraproducente dar de alta a estudiantes.

Dado que el espacio es un seminario de trabajo y sigue abierto, la opción de dar de alta a nuevos estudiantes queda abierta para futuros cursos.

#### **Fase 4: Análisis de la utilización del espacio**

Este análisis se ha llevado a cabo durante el mes de junio, utilizando las herramientas de registros de acceso a los distintos recursos del campus virtual.

Se ha mantenido una reunión final de valoración del proyecto en la que también se han establecido conclusiones de cara a obtener un mejor aprovechamiento del espacio creado en cursos futuros.

#### **4. Recursos humanos**

Los participantes en el proyecto han sido:

**Responsable del proyecto:** Álvaro del Prado Millán, TU, Electrónica, Fac. Informática.

**Participantes:**

Germán González Díaz, CU, Electrónica, Fac. CC. Físicas.

Ignacio Mártil de la Plaza, CU, Electrónica, Fac. CC. Físicas.

Enrique San Andrés Serrano, CU, Electrónica, Fac. CC. Físicas.

Margarita Sánchez Balmaseda, TU, Física Aplicada, Fac. Informática.

Francisco Javier Franco Peláez, TU, Electrónica, Fac. CC. Físicas.

Javier Olea Ariza, PCDi, Electromagnetismo, Fac. CC. Físicas.

Eric García Hemme, PCDi, Electrónica, Fac. CC. Físicas.

David Pastor Pastor, investigador Ramón y Cajal, Electrónica, Fac. CC. Físicas.

Rodrigo García Hernansanz, profesor asociado, Electrónica, Fac. CC. Físicas.

Daniel Caudevilla Gutiérrez, becario FPI, Electrónica, Fac. CC. Físicas.

También se invitó a participar como profesora en el espacio virtual a M<sup>a</sup> Luisa Lucía Mulas, CU, Física Aplicada, Fac. CC. Físicas.

Todo el personal está adscrito al Dpto. de Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica.

## **5. Desarrollo de las actividades**

### **Estructura del espacio Aula virtual de Electrónica**

El espacio virtual se creó en Moodle con una estructura sencilla y flexible. Como secciones generales, cuenta con una página de presentación, en la que se explican la intención y la razón de ser de este espacio, y una pestaña de foros de discusión. En el curso 2020-21 únicamente se habilitó un foro de discusión general.

El resto de contenidos se incluyen en distintas secciones (temas en la estructura de Moodle) organizadas como pestañas, de forma que sea fácil localizar las secciones con contenidos de interés.

Cada sección lleva un título que por sí solo da indicación sobre qué contenidos se encontrarán en dicha sección. Dentro de la propia sección se incluye una descripción más detallada del contenido.

El anexo I muestra la apariencia de los contenidos del espacio y la pestaña de presentación.

### **Organización de contenidos**

A grandes rasgos, en el espacio se han incluido 3 grandes categorías de contenidos:

a) Contenido general extracurricular: Son contenidos que hemos considerado de interés para estudiantes de asignaturas del área de Electrónica pero que no forman parte de los temarios de las asignaturas. Estos contenidos incluyen una sección de historia de la Electrónica y una sección de divulgación.

b) Contenido transversal curricular: Son contenidos con aplicación en varias asignaturas o que pueden ser de utilidad en la futura actividad profesional de los estudiantes. Estos contenidos son los que se han considerado de mayor interés en el espacio virtual, ya que son los que de forma más directa contribuyen a los objetivos de coordinación y de proporcionar material complementario a los estudiantes.

Las secciones que incluyen estos contenidos son:

- Secciones con información sobre simulación con Spice, que se utiliza en varias asignaturas como herramienta de análisis y diseño de circuitos y sistemas electrónicos. El anexo II muestra, a modo de ejemplo, los contenidos de la sección de Pspice con la herramienta de Orcad, que incluyen descargas de las versiones gratuitas del programa, guías de utilización del programa y vídeos tutoriales sobre la realización de las simulaciones.
- Una sección dedicada específicamente al laboratorio de Electrónica, con información general sobre los equipos del laboratorio y sobre buenas prácticas en el laboratorio. En el Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones las asignaturas incluyen prácticas en este laboratorio en los cursos 1º, 3º y 4º, en varias asignaturas. También hay prácticas en el Grado en Física y en algunas asignaturas del máster en Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas y en el máster en Energía.
- Una sección de herramientas CAD (*computer aided design*), actualmente con contenido sobre diseño de placas de circuito impreso.

c) Contenido específico de asignaturas. Actualmente se incluyen contenidos de las asignaturas: Electrónica Analógica, Comunicaciones Inalámbricas y Electrónica de Potencia, del Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones y de Electrónica

Analógica y Digital del Grado en Física. Durante este primer año de puesta en marcha del espacio virtual, estos contenidos pueden no ser muy útiles para los alumnos de estas asignaturas, ya que los tienen a su disposición también en los correspondientes espacios virtuales de las asignaturas. La idea de incluir este tipo de contenidos surge de su utilidad para alumnos que cursen asignaturas similares en otras titulaciones y también para que los alumnos puedan mantener su acceso a estos contenidos o puedan tener una idea de los contenidos que encontrarán en las asignaturas (lo cual puede ayudarles a decidir sobre la matriculación en casos en que no hayan superado las asignaturas previas recomendadas). También, a largo plazo, los contenidos que quedan en este espacio general sí pueden servir de complemento al material propio de las asignaturas.

A modo de ejemplo, en los anexos III.A y III.B se muestran los contenidos incluidos en la sección de Electrónica de Potencia, que cubren los temas de diseño de fuentes conmutadas. En este caso los contenidos son presentaciones y problemas guiados.

### **Alta de estudiantes**

Se dio de alta a los estudiantes en el periodo comprendido entre el 15 de febrero de 2021 y el 23 de febrero de 2021. Se dio de alta a todos los estudiantes de las siguientes asignaturas, considerando la potencial utilidad de los contenidos del espacio:

Análisis de Circuitos (1º, Grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones).

Electrónica Analógica (3º, Grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones).

Comunicaciones Inalámbricas (3º, Grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones).

Instrumentación Electrónica (4º, Grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones).

Electrónica de Potencia (4º, Grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones).

Electrónica Analógica y Digital (4º, Grado en Física).

Medidas Electrónicas de Precisión (Máster en Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas).

El alta de los alumnos en el aula virtual de Electrónica se acompañó de información sobre el propósito del espacio por parte de los profesores en las distintas asignaturas. La información facilitada estuvo coordinada entre todos los profesores.

El número total de estudiantes dados de alta en el espacio es de 211. También participan como profesores las 12 personas indicadas en el apartado 4.

### **Actividad de los estudiantes y acceso a los contenidos**

La utilización de los contenidos del curso por parte de los estudiantes no ha sido muy alta, pero sí se observa que, al menos para una parte de los estudiantes, los contenidos sí parecen haber resultado de interés. Los datos siguientes están obtenidos con fecha de 17 de junio de 2021:

De los 211 estudiantes dados de alta, 81 han accedido en alguna ocasión al espacio del Aula Virtual de Electrónica.

El número total de registros de algún tipo de actividad en el espacio por parte de estudiantes es de 1384 registros. (Esto incluye la visualización de las distintas secciones; no son necesariamente accesos a contenidos).

Los contenidos más visitados en el curso han sido los siguientes:

- Vídeos explicativos de los equipos del laboratorio de Electrónica: 33 estudiantes han accedido a estos contenidos.
- Vídeos de demostraciones de prácticas de Electrónica Analógica (prácticas distintas de las realizadas en el laboratorio de la asignatura): 32 estudiantes han accedido a estos contenidos.

El resto de contenidos del curso han tenido cifras inferiores de acceso por parte de los estudiantes (no más de 10 estudiantes, cada recurso).

### **Valoración del proyecto y conclusiones**

Con respecto a la baja utilización de los contenidos por parte de los alumnos, consideramos que las principales causas son las siguientes:

- No todos los contenidos son de interés para todos los alumnos. En general, se observa que contenidos que no tengan aplicación directa en las asignaturas cursadas se van a consultar de forma marginal. Esto es lógico teniendo en cuenta que la agenda de los estudiantes está bastante cargada, con numerosas asignaturas matriculadas, mucho trabajo de evaluación continua y prácticas de laboratorio (con la correspondiente entrega de memorias) y tienen que realizar una gestión eficaz de su tiempo. Además, en general los recursos necesarios para las asignaturas concretas los tienen disponibles en los espacios propios de las asignaturas.
- No se ha hecho una gran publicidad del espacio virtual. Esto es deliberado, ya que el espacio se plantea como un complemento cuya utilización queda a discreción de los estudiantes, en función del interés o utilidad que encuentre en los contenidos.
- El alta de estudiantes al espacio no se produjo hasta el comienzo del segundo cuatrimestre, por lo que en algunos casos esta se ha producido cuando ya no estaban cursando asignaturas relacionadas con el área de la Electrónica.

A la vista de las estadísticas de acceso a los recursos, se observa que los recursos de mayor interés reúnen las siguientes características:

- Tienen contenidos de aplicación directa en las asignaturas cursadas (bien porque son contenidos transversales o porque son propios de la asignatura).
- Corresponden a actividades experimentales propias del laboratorio de Electrónica.
- Tienen formato de vídeo.

Teniendo en cuenta estas observaciones, como resultado de la ejecución de este proyecto, los profesores participantes concluimos que vídeos explicativos de fenómenos físicos y del funcionamiento de dispositivos y sistemas electrónicos supondrán una herramienta muy útil para complementar la docencia en las asignaturas del área de Electrónica.

En el futuro se mantendrá abierto el espacio de Aula Virtual de Electrónica creado y se tiene intención de ampliar los contenidos, apostando principalmente por este tipo de vídeos, especialmente si pueden tener un carácter transversal; es decir, que las explicaciones tengan aplicación en varias asignaturas y procurando, dentro de lo posible, que incluyan observaciones experimentales.



## 6. Anexos

### Anexo I. Apariencia general de los contenidos del espacio Aula virtual de Electrónica en Moodle y presentación

---

**Presentación**   [Foros](#)   [Historia de la Electrónica](#)   [Divulgación](#)   [Laboratorio de Electrónica](#)   [Pspice \(Orcad\)](#)

[Spice \(software libre\)](#)   [Herramientas CAD](#)   [Electrónica Analógica \(IEC\)](#)   [Electrónica Analógica y Digital \(GF\)](#)

[Comunicaciones Inalámbricas \(IEC\)](#)   [Electrónica de Potencia \(IEC\)](#)

---

**Aula Virtual de Electrónica** es un espacio coordinado por todos los profesores del área de Electrónica de la Universidad Complutense de Madrid cuyo objetivo es proporcionar material académico y no académico (presentaciones, videos, ejercicios resueltos, artículos de divulgación) de interés relacionado con la Electrónica, además de proporcionar un espacio de encuentro para estudiantes de distintas titulaciones y asignaturas vinculadas a la Electrónica.

El material está organizado en distintas secciones de acuerdo con su temática o en función de las asignaturas con las que guarda relación directa.

Por defecto, daremos de alta a los estudiantes matriculados en las asignaturas involucradas en el proyecto y el espacio se mantendrá activo a lo largo del tiempo, de forma que podrás acceder a este material a lo largo de toda la titulación. Te servirá para encontrar material complementario al que aparezca en el espacio de cada asignatura, como espacio de consulta de material de asignaturas ya cursadas o para tener una idea de lo que te puedes encontrar en asignaturas futuras.

Mantenerse dado de alta en el espacio es completamente voluntario.

 [Anuncios](#)

---

[Foros ▶](#)

## Anexo II. Ejemplo de contenidos: Pestaña Pspice (Orcad)

**Presentación**   Foros   Historia de la Electrónica   Divulgación   Laboratorio de Electrónica   Pspice (Orcad)

Spice (software libre)   Herramientas CAD   Electrónica Analógica (IEC)   Electrónica Analógica y Digital (GF)

Comunicaciones Inalámbricas (IEC)   Electrónica de Potencia (IEC)

---

Información de la aplicación de Pspice de Orcad para simular circuitos: archivos para la instalación, tutoriales de utilización, ejemplos de simulaciones.

Recomendado para todas las asignaturas en las que se utilice esta herramienta.

### Obtención de Orcad versión académica

Para obtener una versión académica de Orcad es necesario identificarse como estudiante/personal UCM y seguir las instrucciones

### Versión gratuita 17.2 de Orcad Pspice

Archivo para la instalación de la versión 17.2 de Orcad Capture y Pspice para Windows.

### Versión gratuita 16.6 de Orcad Pspice

Archivo para la instalación de la versión 16.6 de Orcad Capture y Pspice para Windows.

### Tutoriales en youtube sobre la simulación de circuitos con Orcad Capture

Canal de Youtube con vídeos tutoriales en los que se explican distintos aspectos sobre la utilización del programa y la realización de simulaciones.

### Guía básica de Pspice

Guía básica de utilización de Orcad Capture & Pspice

### Guía de Pspice

Guía de utilización del programa Pspice. (Escrita para una versión antigua, pero aplicable a las versiones actuales).

## Anexo III.A. Ejemplo de contenidos: Electrónica de Potencia

[Presentación](#)   [Foros](#)   [Historia de la Electrónica](#)   [Divulgación](#)   [Laboratorio de Electrónica](#)   [Pspice \(Orcad\)](#)  
[Spice \(software libre\)](#)   [Herramientas CAD](#)   [Electrónica Analógica \(IEC\)](#)   [Electrónica Analógica y Digital \(GF\)](#)  
[Comunicaciones Inalámbricas \(IEC\)](#)   [Electrónica de Potencia \(IEC\)](#)

---

Material específico de la asignatura Electrónica de Potencia, del Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones (actualizado febrero de 2021).

Orientado al análisis y diseño de fuentes de alimentación conmutadas.

### **TEMAS**

Tema 0: Introducción.

Tema 1: Convertidores DC-DC e inversores.

Tema 2: Dispositivos de conmutación.

Tema 3: Controladores para fuentes conmutadas.

Tema 4: Convertidores con aislamiento galvánico.

### **BIBLIOGRAFÍA**

1. "Power Electronics: Converters, Applications and Design". N. Mohan, T. M. Undeland, W. P. Robbins. John Willey and Sons, 2003.
2. "Power Electronics: A First Course". N. Mohan. Wiley, 2012.
3. "Fundamentals of Power Electronics, second edition". R. W. Erickson, D. Maksimovic. Springer (Kluwer Academic Press), 2001.
4. "Principles of Power Electronics". J. G. Kassakian, M. F. Schlecht, G. C. Verghese. Pearson (Addison-Wesley), 1991.
5. "Electrónica de Potencia". D. W. Hart. Prentice Hall, 1997.

 Tema 0

 Tema 1

 Tema 2

 Tema 3

 Tema 4

---

◀ [Comunicaciones Inalámbricas \(IEC\)](#)

## Anexo III.B. Ejemplo de contenidos: Contenidos del Tema 1 de la sección de Electrónica de Potencia

# Tema 1



▼ 

▼  Problemas guiados

-  Problema guiado 1\_1 (Buck-Boost).pdf
-  1\_1\_A Conv DC DC Conceptos.pdf
-  1\_1\_B Conv DC DC Analisis.pdf
-  1\_1\_C Conv DC DC Herramienta 1 Inductancia.pdf
-  1\_1\_D Conv DC DC Herramienta 2 Iout.pdf
-  1\_1\_E Conv DC DC Balance Potencia.pdf
-  1\_1\_F Conv DC DC Rizado.pdf
-  1\_2\_A Modo discontinuo Definicion.pdf
-  1\_2\_B Modo discontinuo Frontera.pdf
-  1\_2\_C Modo discontinuo Analisis.pdf
-  1\_3 Cuk y SEPIC.pdf
-  1\_4 Medio Puente.pdf
-  1\_5 Puente Completo.pdf
-  1\_6 Inversores.pdf

[Descargar carpeta](#)

◀ Tema 0