



# PROYECTOS DE INNOVACIÓN DOCENTE



**Universidad de Jaén**

Escuela Politécnica Superior de Jaén

## **Irrupción de placas electrónicas de muy bajo coste en la mejora de la docencia práctica de la Ingeniería**

Coordinador: Juan Domingo Aguilar Peña

Convocatoria: 2019



CREA



## Universidad de Jaén

Vicerrectorado de Coordinación y  
Calidad de las Enseñanzas

**PROYECTOS DE INNOVACIÓN Y MEJORA DOCENTE EN LA UNIVERSIDAD DE JAÉN  
(Plan PIMED-UJA 2019-2023)  
Convocatoria 2019**

**MEMORIA FINAL**

**DATOS DEL PROYECTO**

<b>Título:</b>	Irrupción de placas electrónicas de muy bajo coste en la mejora de la docencia práctica de la Ingeniería		
<b>Código:</b>	PIMED32_201921		
<b>Tipo de proyecto:</b> (marque lo que proceda)	Proyectos de innovación docente		
	Proyectos de incentivación de buenas prácticas docentes		X
<b>Centros implicados:</b>	Escuela Politécnica Superior de Jaén		
<b>Titulaciones implicadas:</b>	Grado Ingeniero Electrónica Industrial, Master Ingeniero Industrial		
<b>Asignaturas implicadas:</b>	13112023	SISTEMAS ANALÓGICOS	
	13112008	ELECTRÓNICA DE POTENCIA	
	13113003	ELECTRÓNICA APLICADA A LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS	
	74712007	SISTEMAS ELECTRÓNICOS E INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL	
<b>Número aproximado de estudiantes implicados</b>	95		

**RESUMEN**

*(Máximo 300 palabras)*

**Palabras clave (5 máx.):** *convertidores electrónicos, prácticas laboratorio, prácticas de electrónica de bajo coste, convertidores conmutados*

El Proyecto de Innovación Docente aprobado y financiado por el Plan de innovación y mejora docente de la universidad de Jaén (PIMED32\_201921), titulado "Irrupción de placas electrónicas de muy bajo coste en la mejora de la docencia práctica de la Ingeniería", presenta la experiencia llevada a cabo durante los tres últimos cursos académicos con dispositivos electrónicos de bajo coste comerciales en el aula.

El grupo de estudiantes con el que se ha llevado a cabo la experiencia cursan el grado de Ingeniería Electrónica Industrial y el máster de Ingeniería Industrial, titulaciones impartidas en la Escuela Politécnica Superior de Jaén. En la experiencia se han involucrado tres asignaturas del Grado, dos troncales y una optativa y una asignatura troncal del master, con contenidos específicos de electrónica. En esta experiencia, se analiza la utilización de placas



## Universidad de Jaén

Vicerrectorado de Coordinación y  
Calidad de las Enseñanzas

comerciales de muy bajo coste sobre distintos tipos de convertidores electrónicos de potencia. Estas soluciones comerciales vienen complementadas con el uso de un software gratuito suministrado por fabricantes de circuitos integrados. La propuesta muestra los resultados de la experiencia con alumnos cuyos perfiles académicos de acceso al máster son muy diferentes. En algunos casos, como en el master de Ingeniería Industrial, los estudiantes tienen pocos conocimientos previos sobre esta materia, con lo que es necesario incorporar herramientas que les ayuden a enfrentarse a conceptos avanzados sobre electrónica de potencia. Los estudiantes del grado son alumnos con unos conocimientos más profundos de electrónica, lo que nos va a permitir comprobar la efectividad de la utilización de estas placas con distintos perfiles de alumnos.

### MEMORIA DESCRIPTIVA DE LOS RESULTADOS DEL PROYECTO

*Introducción, objetivos, descripción de las tareas o actividades llevadas a cabo para alcanzar los objetivos, temporización y distribución de tareas entre los participantes, cambios introducidos respecto a la propuesta original si los hubiese, análisis y valoración crítica de los resultados conseguidos a partir de evidencias cualitativas y cuantitativas, posibilidades de generalización de la experiencia a otras asignaturas o titulaciones, conclusiones y propuestas de mejora*

#### 1.- INTRODUCCIÓN

Hay autores que plantean, la necesidad de que los profesores nos preguntemos cuestiones como: ¿qué enseñamos?, ¿qué queremos que aprendan nuestros alumnos?, ¿qué necesitan aprender y cómo deben ser diseñadas las tareas y actividades para que este aprendizaje sea significativo? [<sup>1</sup>,<sup>2</sup>].

La electrónica de potencia en la actualidad es una disciplina con entidad propia que está presente en los planes de estudios de las diferentes especialidades de la ingeniería industrial. Las distintas asignaturas que tratan la electrónica de potencia refuerzan la enseñanza teórica con prácticas de laboratorio específicas. En el laboratorio se analizan los distintos tipos de convertidores estáticos y se realizan prácticas de experimentación por parte de los alumnos. Estas prácticas se realizan sobre equipos de laboratorios en general caros y difíciles de mantener. En la mayoría de las ocasiones hay centros de enseñanza superior que completan esta enseñanza práctica con el uso de programas de simulación que complementan la enseñanza experimental. La industria necesita profesionales con conocimientos teóricos y prácticos en esta área, por lo que es necesario la búsqueda de métodos y herramientas de enseñanza, que, sin tener un coste excesivo, motive al estudiante y mejore las competencias del futuro profesional.

Profesores de distintas universidades desde hace mucho tiempo, preocupados por el encarecimiento de los equipos de laboratorio y falta de presupuesto optan por diseñar y montar sus propios equipos para realizar las prácticas con los alumnos, o pequeños sistemas modulares contruidos a partir de módulos elementales formando un sistema completo con el que

<sup>1</sup> M.I. Muñoz y J.I. García, " Aprendizaje de Electrónica de Potencia basado en competencias en el Espacio Europeo de Educación Superior", IEEE-RITA Vol2, Núme.2,Nov.2007.

<sup>2</sup> M. A. Zabalza. Currículum universitario innovador. ¿Nuevos Planes de estudio en moldes y costumbres viejas?. Universidad de Santiago de Compostela[ <http://www.upv.es/europa/doc/Articulo%20Zabalza.pdf>]



## Universidad de Jaén

Vicerrectorado de Coordinación y  
Calidad de las Enseñanzas

experimentar. Por otra parte, es cada vez más habitual poder encontrar con gran facilidad pequeñas placas electrónicas de bajo coste, que se podrían utilizar en el laboratorio para medir y experimentar. Como ejemplo basta buscar entre los distribuidores comerciales “reguladores de potencia alterna”, o “convertidores DC-DC”.

El grupo de estudiantes con el que se ha llevado a cabo la experiencia cursan el grado de Ingeniería Electrónica Industrial y el Máster de Ingeniería Industrial, titulaciones impartidas en la Escuela Politécnica Superior de Jaén. Participan tres asignaturas del Grado, dos troncales y una optativa y una asignatura troncal del Master, con contenidos específicos de electrónica.

En este contexto y motivados por el auge de los sistemas comerciales de placas electrónicas de muy bajo coste en este y otros campos, los autores de este trabajo plantean incorporar nuevas prácticas de laboratorio basadas en esta tendencia.

En algunos casos, como en el master, los estudiantes tienen pocos conocimientos previos sobre esta materia de electrónica, y más concretamente sobre electrónica de potencia, con lo que es necesario incorporar herramientas que les ayuden a enfrentarse a conceptos avanzados. Los estudiantes del grado son alumnos con unos conocimientos más profundos de electrónica, lo que nos va a permitir comprobar la efectividad de la utilización de estas placas con distintos perfiles de alumnos.

En esta experiencia, se analiza la utilización de placas comerciales de muy bajo coste sobre distintos tipos de convertidores electrónicos de potencia. Estas soluciones comerciales vienen complementadas con el uso de un software gratuito suministrado por fabricantes de circuitos integrados. La propuesta muestra los resultados de la experiencia con alumnos cuyos perfiles académicos de acceso al máster son muy diferentes.

Para esto, se ha hecho una revisión de los sistemas prácticos de bajo coste en el ámbito de la electrónica de potencia y se han encontrado propuestas tales como reguladores y convertidores de potencia, junto con software de ayuda al diseño y simulación, ofrecidos gratuitamente por los propios fabricantes de circuitos integrados (CI), que se podría utilizar en este tipo de asignatura.

### 2.- OBJETIVOS

#### Generales:

- Potenciar la competencia transversal CT2 del Grado de Ingeniería “Capacidad para la gestión de la información, manejo y aplicación de las especificaciones técnica y la legislación necesaria para la práctica de la ingeniería”
- Mejorar las tasas de rendimiento y éxito.

#### Específicos:

*Profesorado:*



## Universidad de Jaén

Vicerrectorado de Coordinación y  
Calidad de las Enseñanzas

- *Fomentar* la participación entre docentes y mejorar de la enseñanza
- *Actualizar* los materiales utilizados en el aprendizaje práctico con el uso de las nuevas tendencias en electrónica: placas de bajo coste y software de fabricantes.
- *Elegir herramientas básicas* que permitan la realización de prácticas de laboratorio de convertidores electrónicos de potencia a alumnos con pocos conocimientos de electrónica.
- *Experimentar* con una metodología de impartición de los conceptos con software online libre, suministrado por los fabricantes de CI, que sea simple y sencillo de utilizar en el aula.
- *Plantear* un conjunto de prácticas a realizar en el aula con los estudiantes de ingeniería.
- *Evaluar y analizar* la experiencia, mediante encuestas y resultados obtenidos para cuantificar la validez del método y establecer las propuestas de mejora.
- *Potenciar* la transferencia de resultados con profesorado de otras universidades

### **Alumnos:**

- *Familiarizarse* con herramientas reales suministradas por los fabricantes de circuitos integrados.
- *Acercar* el laboratorio de electrónica y medida de sistemas comerciales de bajo coste, comprendiendo conceptos fundamentales y aumentar el interés por las asignaturas
- *Utilizar* placas experimentales de muy bajo coste, como base para la realización de prácticas de laboratorio para distintas configuraciones de potencia

### **3.- DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS LLEVADAS A CABO. TEMPORIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN**

Para la experiencia se ha elegido una asignatura que en la actualidad se imparte en el master de Ingeniería Industrial de la UJA. El grupo de docentes implicado en la experiencia considera que es ideal para llevar a cabo esta experiencia, (74712007) “*Sistemas Electrónicos e Instrumentación Industrial*” troncal del segundo cuatrimestre, primer curso<sup>3</sup>, que cumple con los requisitos enunciados anteriormente. El principal motivo es que los alumnos tienen un perfil muy heterogéneo de conocimientos en el ámbito de la electrónica; lo que hace complicado impartir unas clases prácticas con un aprovechamiento adecuado y comprensión de los conceptos estudiados. Los alumnos, provienen de grados en Ingeniería Mecánica, Organización Industrial o Ingeniería Química, o con una visión más profunda de la temática como la recibida en grados de Ingeniería Eléctrica y Electrónica Industrial.

<sup>3</sup> (<https://uvirtual.ujaen.es/pub/es/informacionacademica/catalogoguiasdocentes/p/2019-20/4/747A/74712007/es>)



## Universidad de Jaén

Vicerrectorado de Coordinación y  
Calidad de las Enseñanzas

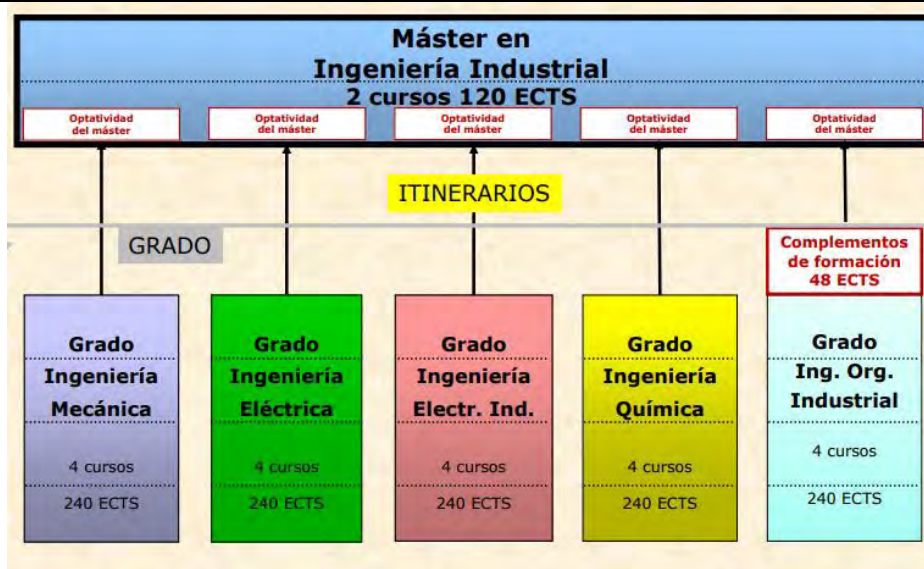


Ilustración 1.- Diagrama de titulaciones de acceso al master de Ingeniería Industrial

Este trabajo se centra en la temática de los convertidores de potencia y más en concreto sobre los convertidores regulados y conmutados DC-DC. Durante el primer curso académico el grupo de docentes centró las tareas del proyecto en la búsqueda y selección del material; experimentando, midiendo, y realizando unos guiones piloto de prácticas, tratando de llevar estos conceptos a la asignatura mencionada de “*Sistemas Electrónicos e Instrumentación Industrial*” con alumnos voluntarios, y en algunas asignaturas con alumnos de ingeniería electrónica Industrial, para evaluar también la incidencia con este tipo de alumnos con más conocimientos de electrónica, lo que nos permitirá comparar resultados: (13112023) *Sistemas analógicos, troncal de 3º curso-2º semestre*, (13112008) *Electrónica de potencia, troncal 3º curso-2º semestre*, (13113003) *Electrónica Aplicada a los Sistemas Fotovoltaicos, optativa 4º curso, 2º semestre todas se imparten en la Escuela Politécnica Superior de Jaén.*

Además de la búsqueda y selección de recursos, también se han elaborado encuestas para los alumnos con el objetivo de conseguir una valoración objetiva de la satisfacción del alumnado con el método utilizado.

Posteriormente en el segundo curso académico se realiza la experiencia con todos los alumnos del master, y las demás asignaturas presentadas. Se persigue en primer lugar obtener una mejora de los índices rendimiento académico (tasa de rendimiento y éxito), que será cuantificado con las encuestas elaboradas de opinión sobre la experiencia así como las tasas de rendimiento y éxito de las asignaturas implicadas.



## Universidad de Jaén

Vicerrectorado de Coordinación y  
Calidad de las Enseñanzas

### CRONOGRAMA

#### *Noviembre 2109 -diciembre 2019*

##### **Tarea 1.- Conceptos y búsqueda de recursos materiales**

Tarea 1.1.- Recopilación de información. Antecedentes. Material bibliográfico (*Coordinador. J.D Aguilar- J.I. Fernández- G. Jiménez*)

Tarea 1.2.- Búsqueda de material software. (*J.D. Aguilar y G. Jiménez*)

Tarea 1.3.- Búsqueda de material hardware de bajo coste. (*J.D. Aguilar- J.I. Fernández- G. Jiménez*)

#### *Enero 2020*

**Tarea 2.- Realización guiones de prácticas piloto. Montaje y medidas.** (*J.D. Aguilar- R. Gutiérrez*)

#### *Febrero 2020- mayo 2020*

##### **Tarea 3.-Implementación de las prácticas piloto con los alumnos.**

Tarea 3.1.- Elaboración encuesta previa a la actividad y posterior para evaluar la satisfacción y aprovechamiento a los alumnos (*J.D. Aguilar- C. Rus- F. Muñoz*)

Tarea 3.2.- Prácticas piloto con alumnos de Sistemas Electrónicos e Instrumentación del Master de Ingeniería Industrial (*J.D. Aguilar-L. Hontoria- Becario*), Electrónica de potencia (*J.D. Aguilar- Becario*), Electrónica Aplicada a Sistemas Fotovoltaicos (*J.D. Aguilar*), Sistemas Analógicos del grado de Ingeniería Industrial (*R. Gutiérrez*)

Tarea 3.3.- Encuestas a los alumnos del plan piloto (*J.D. Aguilar-C. Rus*)

#### *Junio- julio 2020*

**Tarea 4.- Revisión de los trabajos piloto y planteamiento de posibles mejoras. Tratamiento de datos de las encuestas a los alumnos** (*J.D. Aguilar- R. Gutiérrez- C. Rus*)

**Tarea 5.- Puesta en común del profesorado** (*todo el grupo*)

**Tarea 6.- Asistencia a congreso TAE (Tecnología Aprendizaje y enseñanza de la Electrónica)**

**Tarea 7.- Realización de propuesta de prácticas completas para la asignatura de Sistemas Electrónicos con los equipos de bajo coste (Guía docente)** (*J.D. Aguilar- L. Hontoria*)

#### *Septiembre 2020 -enero 2021*

**Tarea 8- Elaboración de material docente para la realización de las prácticas con las correcciones oportunas.**

**Tarea 9.- Resumen de la comunicación para INTED2021 y Resumen comunicación Congreso**

**Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (CUIEET).** (*J.D. Aguilar-C. Rus - F. Muñoz-G. Jiménez*)

#### *Febrero- mayo 2021*

##### **Tarea 9.-Implementación de las prácticas elegidas finalmente con los alumnos.**

Tarea 9.1- Prácticas con alumnos de Sistemas Electrónicos e Instrumentación del Master de Ingeniería Industrial (*J.D. Aguilar-L. Hontoria*), Electrónica de potencia (*J.D. Aguilar*), Electrónica Aplicada a Sistemas Fotovoltaicos (*J.D. Aguilar*), y Sistemas Analógicos del grado Ingeniero Electrónica Industria (*R. Gutiérrez*)

Tarea 9.2.- Encuestas a los alumnos (*J. D. Aguilar-C. Rus*)



## Universidad de Jaén

Vicerrectorado de Coordinación y  
Calidad de las Enseñanzas

Tarea 9.3.- Preparación comunicación Congreso In-RED marzo 2021 (J.D. Aguilar-C. Rus)

Tarea 9.4.- **Congreso online INTED2021** (J.D. Aguilar-C. Rus)

*Mayo- julio 2021*

**Tarea 10.- Congreso IN-RED 2021** (J.D. Aguilar-C. Rus)

**Tarea 11.- Revisión del material entregado por los alumnos** (J.D. Aguilar- R. Gutiérrez)

**Tarea 12.- Análisis de resultados de las encuestas y estudio de Tasas de éxito y rendimiento de las distintas asignaturas** (J.D. Aguilar- C. Rus)

*Septiembre -Octubre2021*

**Tarea 13 – Memoria final del Proyecto** (coordinador)

Algunos de los *ejemplos realizados con las placas comerciales de bajo coste*:

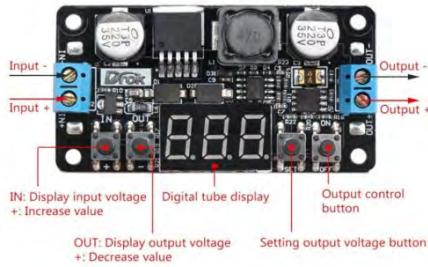
Placas de bajo coste utilizadas para la realización de prácticas de un convertidor reductor (Buck) y un convertidor elevador (Boost).

### Convertidores DC-DC

### BUCK

Convertidor BUCK DROK LM2596 (9,5 Euros)  
150kHz,vin 5-35v Vout 0-30v

Convertidor LM2596 Arduino (3 Euros)



### Convertidores DC-DC

### BOOST

Convertidor BOOST LM 2577 DROK

Convertidor DC-DC XL6009  
400KHz Vin 3-30v Vout 5-35

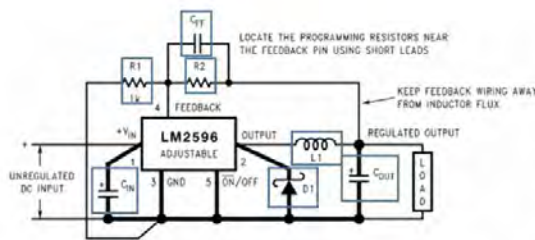
Ilustración 2.- Placas de bajo coste de un convertidor reductor ( Buck) y un convertidor elevador (Boost).



## Universidad de Jaén

Vicerrectorado de Coordinación y  
Calidad de las Enseñanzas

### Configuración reductora



#### Ventajas:

- ✓ Placas muy bajo coste
- ✓ Placas montadas
- ✓ Placas de mercado

#### Inconvenientes:

- ✓ Miniaturización (medidas)
- ✓ Puntos de prueba

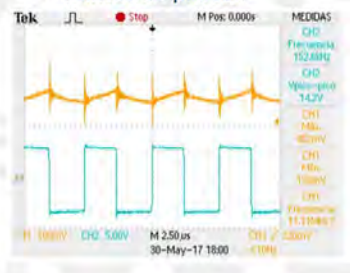
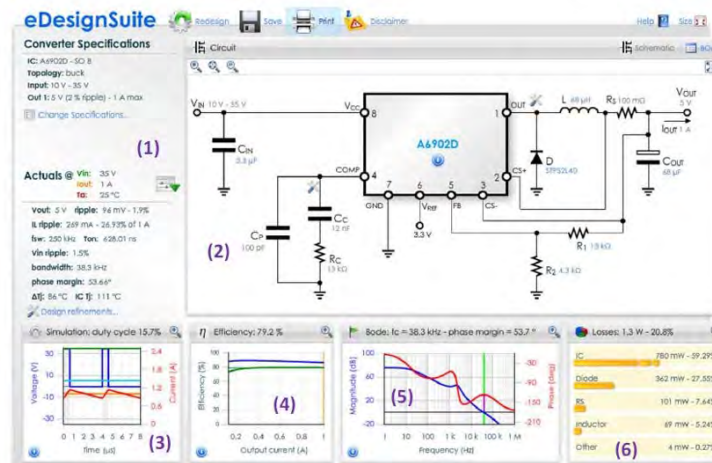


Ilustración 3.- Placa de bajo coste, diagrama y medidas realizadas

## Software online de fabricantes

### Edesingsuite ST Microelectronics

- ✓ Manuales de ayuda
- ✓ Videotutoriales



- Respuesta temporal
- Respuesta frecuencial

Ilustración 4.- software de ST Microelectronics para el diseño de convertidores DC\_DC

### 4.- CAMBIOS CON RESPECTO A PROPUESTA ORIGINAL

En el primer curso 2019/20 se produce un paro de la docencia presencial debido a la aprobación del estado de alarma por el gobierno español por la declaración de pandemia por **Covid-19** de la organización mundial de la salud (OMS). Esto nos obligó a modificar la distribución de tareas originales del trabajo, ampliando las fases de ejecución con los alumnos a un año académico más.



## Universidad de Jaén

Vicerrectorado de Coordinación y  
Calidad de las Enseñanzas

El tiempo inicial en el que se cortaron las clases presenciales, se ha dedicado a analizar los recursos y materiales disponibles, tanto de software ofrecido por los fabricantes de circuitos integrados, como de hardware de bajo coste relacionado con los convertidores de potencia. Al final del curso académico, se realizan las medidas en laboratorio por parte de los profesores, ayudados por un alumno becario. Cuando concluye esta fase de medidas experimentales en el laboratorio, se redactan las memorias de las prácticas. Estas memorias serán usadas como guiones de prácticas por los estudiantes en cursos sucesivos.

En los dos cursos académicos siguientes, se han realizado las prácticas en el laboratorio con los alumnos de la asignatura de "Sistema Electrónicos e Instrumentación Industrial" perteneciente al master de Ingeniería Industrial, en pequeños grupos de 10-12 alumnos. Finalmente se realizan unos cuestionarios que realizarán los alumnos para evaluar la experiencia. Para ello, se han planteado cuestiones relacionadas con la facilidad de uso y los resultados de aprendizaje adquiridos entre otros aspectos.

En cuanto a las prácticas propuestas, se ha considerado el estudio práctico sobre convertidores DC-DC: Regulador Conmutado con LM2596 y Convertidor Boost ajustable en voltaje de salida con XL6009.

En el convertidor reductor, se utilizan los módulos comentados en el párrafo de hardware Placa LM2596 de Drok. Regulador ajustable Buck o Placa módulo Arduino Nano/ Mega. Lo que permite al profesorado observar las diferencias y dificultades para realizar las medidas propuestas con los dos modelos.

Se puede ver una descripción mucho más detallada en las comunicaciones adjuntas en PDF al final de este documento

Los objetivos que se persiguen en estas prácticas son:

- Profundizar en el concepto de reguladores conmutados y analizar las configuraciones Buck y Boost
- Interpretar las hojas de características de fabricante de CI
- Realizar las medidas sobre el módulo para observar su funcionamiento con distintas tensiones de salida, midiendo los principales valores entrada-salida
- Analizar las formas de onda más importantes
- Valorar los resultados de la implementación en el laboratorio

En la figura 5 se puede observar las fases finalmente del trabajo después de la declaración de pandemia y corte de clases



## Universidad de Jaén

Vicerrectorado de Coordinación y  
Calidad de las Enseñanzas

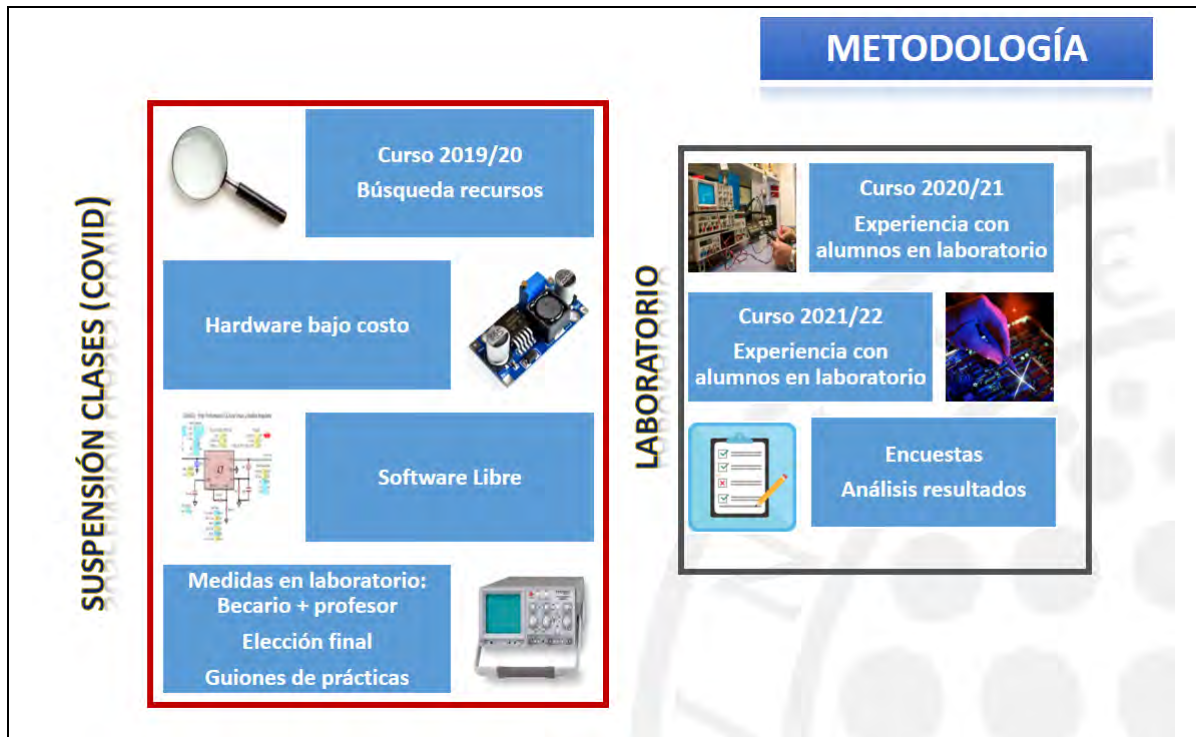


Ilustración 5.- Diagrama de la metodología empleada

Inicialmente estaban previstos asistencia a varios congresos, y compra de material. Debido a la falta de presupuesto asignado (un tercio aproximadamente de la petición inicial), y el corte de actividades presenciales en todo el estado. Finalmente se optó por utilizar unas placas de bajo coste que ya se disponían en los laboratorios del departamento y asistir a un congreso celebrado en 2022 en Teruel, [Tecnología , Aprendizaje y Enseñanza de la Electrónica (TAEE 2022)] <https://congresotaaee.es/>.

### 6.- ANÁLISIS Y VALORACIÓN

Durante la experiencia el grupo de docentes implicado se ha reunido para coordinar y valorar todos las fases en las que se ha llevado a cabo el proyecto. En este sentido se puede afirmar que las placas de bajo coste usadas son adecuadas para que el alumno realice las prácticas de electrónica de potencia propuestas. En cambio, al no estar preparadas para un uso docente es complicado visualizar las corrientes que circulan por algunos componentes como la corriente por la bobina y por el diodo del convertidor Buck o Boost. Se destaca como visualizar el rizado en corriente es prácticamente imposible. Se propone el uso de una resistencia shunt la entrada del sistema, aunque la forma de onda obtenida, puede dar lugar a confusión al compararla con la forma de onda teórica estudiada. Esto no ocurre cuando se miden las tensiones en distintos puntos, que si pueden ayudar a comprender el funcionamiento del sistema. La utilización de una placa u otra de las presentadas para los dos tipos de convertidores, es indiferente, aunque el alumno prefiere la que tiene el display.

También se han detectado problemas al trabajar a frecuencias elevadas (150-400 KHz). Ya que esto no facilita la medida del rizado de la tensión de salida y la corriente por la bobina, debido al exceso



## Universidad de Jaén

Vicerrectorado de Coordinación y  
Calidad de las Enseñanzas

de ruido generado y los efectos de la conmutación; a esto se suma que los osciloscopios de un laboratorio de electrónica general no suelen tener un ancho de banda elevado y las sondas de medida que se utilizan no son normalmente de una calidad adecuada.

En cuanto al software de ayuda, se puede decir que es una herramienta que complementa la práctica presentada en futuros cursos. La herramienta EdesignSuite, es más adecuada para utilizar con alumnos con pocos conocimientos previos de electrónica y poco acostumbrados a manejar software de simulación, dejando a LTpowerCADII y LTSpice para asignaturas con alumnos del grado de Electrónica Industrial.

Al finalizar las prácticas en el aula y después de entregar las memorias correspondientes, se realizó una encuesta (Tabla II). Un total de 11 cuestiones con valores comprendidos entre 1 y 5, siendo 1 el valor mínimo y 5 el máximo. La muestra final es de 23 encuestados. Esperamos para final del presente curso académico poder duplicar el número de alumnos que participen en la experiencia.

Al finalizar las prácticas en el aula y después de entregar las memorias correspondientes, se realizó una encuesta (Tabla I). Un total de 11 cuestiones con valores comprendidos entre 1 y 5, siendo 1 el valor mínimo y 5 el máximo. La muestra final es de 23 encuestados. Esperamos para final del presente curso académico poder duplicar el número de alumnos que participen en la experiencia.

Nº	Cuestión	media	Desvt
Q1	Los conceptos teóricos explicados en la asignatura relacionados son suficientes.	3,5	0,86
Q2	Las prácticas con módulos de bajo coste son fáciles de comprender con la documentación suministrada	3,4	0,85
Q3	Las capacidades desarrolladas y resultados de aprendizaje alcanzados con este tipo de equipos de bajo coste afianzan los conceptos teóricos	3,6	0,79
Q4	El tiempo asignado para realizar la práctica es adecuado	2,7	1,13
Q5	El tiempo asignado para realizar la memoria es adecuado	3,5	1,10
Q6	Las placas de bajo coste me permiten hacer prácticas de sistemas electrónicos sin necesidad de muchos conocimientos previos.	3,3	1,03
Q7	En un curso con conocimientos previos de electrónica las placas de bajo coste son adecuadas para la realización de prácticas	3,7	0,89
Q8	Considero adecuadas las prácticas en esta asignatura con placas de bajo coste	3,9	0,87
Q9	Las prácticas con componentes electrónicos sobre placas protoboard son más complejas, sería adecuado hacer más prácticas con módulos completos de bajo coste.	3,3	1,04
Q10	Prefiero montar la práctica completa en placa de inserción de prototipos que utilizar una placa de bajo coste	3,1	1,32
Q11	Valoración global	3,4	0,8

Se pueden realizar algunas consideraciones de los valores presentados en la tabla:

- Q1 y Q2 muestran si los conceptos teóricos explicados en la clase y el material suministrado sobre el funcionamiento de la placa son adecuados. Un 70% considera que se debería de explicar mejor por parte del profesor y detallar más en el guion entregado. Esto nos confirma que los estudiantes están muy acostumbrados a realizar unas prácticas de laboratorio muy



## Universidad de Jaén

Vicerrectorado de Coordinación y  
Calidad de las Enseñanzas

guiadas y en general estudian poco antes de la sesión de prácticas, aunque es necesario revisar la documentación previa.

- En Q3, un 56% (valores entre 4-5) considera que ayuda a adquirir los resultados de aprendizaje previstos inicialmente.
- En Q4 y Q5 confirman que el tiempo dado de dos horas para ejecutar y realizar la práctica es insuficiente.
- Q6 a Q8 indican que independientemente de la especialidad previa los estudiantes consideran adecuada la realización de prácticas de este tipo con porcentajes comprendidos entre el 82 y el 95% por encima del 3
- La valoración global de la práctica presentada en Q11 indica que más del 87% la considera por encima de 3.

Algunos estudiantes comentan que sería muy adecuado realizar prácticas de este tipo en otras asignaturas, complementándola con un guion más detallado, dado que provienen de grados donde no han profundizado en los conocimientos de electrónica. En los comentarios libres finales indican que al realizar la práctica de manera individual por motivos de la pandemia del COVID-19, en lugar de grupos de dos alumnos, más que una ventaja lo consideran un inconveniente. Finalmente, estos resultados nos animan a continuar en el siguiente curso para evaluar y analizar los resultados cuando el número de alumnos de la muestra sea suficientemente elevado.

### **7.- POSIBILIDADES DE GENERALIZACIÓN**

Esta experiencia es ampliable a otras asignaturas en distintos grados de electricidad, telecomunicación e informática en las que se pueda disponer de módulos de bajo coste relacionado con las materias docentes que se imparte

### **8.- CONCLUSIONES Y PROPUESTA DE MEJORA**

Las conclusiones obtenidas tras la realización de este trabajo, nos animan a seguir profundizando en la utilización de las placas de bajo coste en los próximos cursos académicos, procurando mejorar en aquellas deficiencias que se han detectado por parte del profesorado del alumnado.

Algunas de estas conclusiones se pueden resumir seguidamente:

Satisfacción unánime en general por parte del alumnado del Máster en la realización de las prácticas de laboratorio con estas placas de bajo coste. Algo más de disparidad en los alumnos de Grado, aunque se detecta cierta satisfacción y que debería de mejorarse los contenidos tratados con los alumnos, profundizando más en el apartado de fundamentos y de software. Preparar de una manera más intensa los guiones de las prácticas propuestas detectando aquellos problemas que han planteado los alumnos y tratando de solucionarlos.

Realización de nuevas encuestas con una muestra mayor de alumnos diferenciando por titulaciones.



## Universidad de Jaén

Vicerrectorado de Coordinación y  
Calidad de las Enseñanzas

### REFERENCIAS:

- R. Erickson, Introduction to Power Electronics. Coursera [ En línea 20/3/2022. Disponible en <https://www.coursera.org/learn/power-electronics>]
- R. W., Erickson, & D. Maksimović, Fundamentals of Power Electronics. Springer US. 2001 <https://doi.org/10.1007/b100747>
- D. W. Hart, Power electronics. McGraw-Hill. 2011
- Stefanos Manias. Simulation of power electronics circuits using psim, pspice or matlab/simulink. 2020
- E. Dede, Visión 2020 de la Electrónica de Potencia y su conexión con Industry 4.0. Sesión plenaria acto inaugural Seminario Anual de Automática, Electrónica Industrial e Instrumentación. Valencia 2017
- M. Rico Secades, La electrónica de potencia y su aplicación en el campo de la energía eólica offshore. Discurso E.P.S de Gijón. [ On line 22/03/2022 disponible en <https://www.unioviado.es/ate/manuel/leccion/folleto.pdf>]
- J. E. Quintero, J. Restrepo, J. M. Ramírez and M. L. Orozco, "An experimental support tool for power electronics education," 2019 IEEE Workshop on Power Electronics and Power Quality Applications (PEPQA), 2019, pp. 1-6, doi: 10.1109/PEPQA.2019.8851529 .
- C. Dinu and V. C. Petre, "Educational platform for developing and prototyping electronic assemblies," 2018 International Conference and Exposition on Electrical And Power Engineering (EPE), 2018, pp. 1-4, doi: 10.1109/EPE43946.2018.9044167.
- A. Guerrero-Hernández, A. Araque-Gallardo, & M. Gallo-Nieves, (2016). Implementación de módulos didácticos para sistemas electrónicos de potencia Revista Educación en Ingeniería (Vol. 11, Issue 21). Marzo.
- N. Mohan. Courses and Laboratories Developed at the University of Minnesota. [En línea: <https://nedmohan.umn.edu/courses-and-laboratories-developed-university-minnesota>]
- J. C. Peña, S. Ortega, E. Quevedo, H. Fabelo and G. M. Callico, "Modular Battery Management System for Power Electronics Practical Laboratory Lessons," 2020 XIV Technologies Applied to Electronics Teaching Conference (TAEE), 2020, pp. 1-6, doi: 10.1109/TAEE46915.2020.9163749.

### TRANSFERENCIA DE RESULTADOS

*(Publicaciones, comunicaciones a congresos, exposiciones, intervenciones en medios de comunicación, etc.)*

Algunos de los autores han trabajado previamente en este tema y presentaron algunas ideas en un congreso de innovación docente en electrónica:

J.D. Aguilar-Peña, J.I. Fernández-Carrasco, D. Cintas-Cintas. Placas de convertidores DC-DC de bajo coste aplicadas a la docencia de Sistemas Electrónicos. XIII Congreso Tecnología Aprendizaje y Enseñanza de la Electrónica (TAEE). 2018 La Laguna  
[ <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6828038>]

#### **Publicaciones 2022:**

J. D. Aguilar-Peña, C. Rus-Casas, L. Hontoria, J. I. Fernández-Carrasco and F. Baena, "Low-cost commercial circuit boards for internships with engineering students," 2022 Congreso de



## Universidad de Jaén

Vicerrectorado de Coordinación y  
Calidad de las Enseñanzas

<b>RESUMEN DE GASTOS REALIZADOS</b> (Presupuesto solicitado inicialmente 3977,36, concedido de 1100 Euros)		
<b>Concepto</b>	<b>Justificación</b>	<b>Cantidad</b>
Difusión resultados1	XV Congreso de Tecnologías, Aprendizaje y Enseñanza de la Electrónica (TAEE) Teruel 2022. Inscripción+ Desplazamiento+ hotel	
	1 Dietas liquidación de la comisión de servicios.	
	1 Dietas liquidación de la comisión de servicios.	
....	1 Locomoción Jaén-Teruel <b>Tren Jaén Córdoba</b> Nº expediente 2022/0015070 Fecha emisión <b>Tren AVE Córdoba-Zaragoza</b> Nº expediente 2022/0015072 Fecha emisión 13/06/2022 <b>Autobús Zaragoza-Teruel</b> Nº expediente 2022/0015075 Fecha emisión 13/06/2022 <b>Vuelta tren Teruel-Zaragoza</b> Nº expediente 2022/0015077 Fecha emisión 13/06/2022	
	1 Locomoción Jaén-Teruel <b>Tren Jaén Córdoba</b> Nº expediente 2022/0015071 Fecha emisión 13/06/2022 <b>Tren AVE Córdoba-Zaragoza</b> Nº expediente 2022/0015074 Fecha emisión 13/06/2022 <b>Autobús Zaragoza-Teruel</b> Nº expediente 2022/0015076 Fecha emisión 13/06/2022 <b>Vuelta tren Teruel-Zaragoza</b> Nº expediente 2022/0015078 Fecha emisión 13/06/2022	
Revisión traducción Ingles	Revisión de estilo de comunicación Nº expediente 2022/0012355 Fecha emisión 15/05/2022	
Revisión traducción Ingles	Revisión de estilo de comunicación Nº expediente 2022/0012356 Fecha emisión 15/05/2022	
(Añada tantas filas como conceptos desee indicar)		
<b>SUBTOTAL 1</b>		
<b>Estudiantes ICARO*</b> <b>Nombre y Apellidos</b>	<b>Nº de meses</b>	<b>Cantidad</b>
	<b>SUBTOTAL 2</b>	
<b>TOTAL (SUBTOTAL 1 + SUBTOTAL 2):</b>		



## Universidad de Jaén

---

Vicerrectorado de Coordinación y  
Calidad de las Enseñanzas

Inicialmente se había previsto un becario, pero debido a la falta de presupuesto y a los efectos de la pandemia se ha preferido no hacerlo.

Juan Domingo Aguilar Peña (Coordinador del PID)

Jaén, a \_28\_ de \_\_septiembre\_\_ de 2022\_\_

**EXCMA. SRA. VICERRECTORA DE COORDINACIÓN Y CALIDAD DE LAS ENSEÑANZAS**

