

**ANEXO III.**

➤ **EXPERIENCIA 1: OSCILOSCOPIO UTILIZANDO TARJETA DESARROLLO PROCESADOR ARM.**

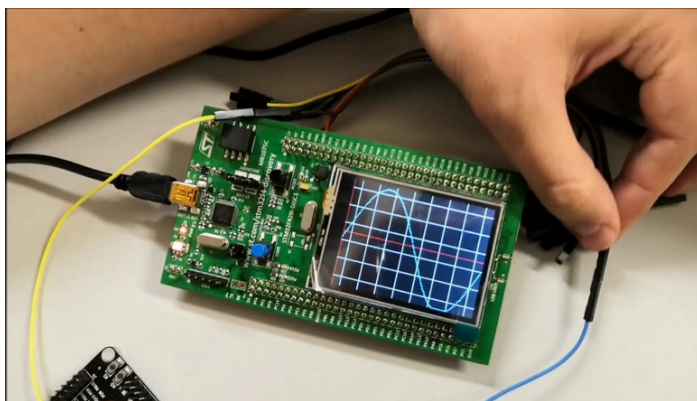


Figura 1. Hardware del control remoto realizado por los estudiante para la experiencia de ABP

Esta experiencia se realizó en la asignatura **SISTEMAS ELECTRÓNICOS EMBEBIDOS (54149)** del **Master en Electrónica Industrial y Automática (568)** del 1er curso segundo cuatrimestre. Los objetivos fueron:

- Comprender los conceptos generales relacionados con los sistemas basados en procesadores embebidos y sus periféricos integrados.
- Comprender el modo de funcionamiento de los elementos internos básicos de los sistemas embebidos, permitiéndoles un uso eficiente y robusto de dichos recursos.
- Analizar, diseñar sistemas electrónicos embebidos de mediana o elevada complejidad.

**Descripción de la actividad:** Ésta actividad se ha desarrollado en el laboratorio de la asignatura utilizando los siguientes componentes principales: Tarjeta de desarrollo STM32F4DISCOVERY, cables de conexión, fuente de alimentación.

Los alumnos ya conocían las características principales de los componentes utilizados como convertidores ADC, temporizadores y controlador de DMA. El alumno tenía que desarrollar un programa que permitiera ver una señal de forma correcta una señal de 50 Hz y de amplitud de 0 a 3v DC. El programa también tenía que ser capaz de modificar los zoom de representación tanto del eje x (tiempo) como eje y (tensión).

El tiempo de desarrollo fue de 9 horas (3 sesiones de 3 horas cada una).

**Periodo de realización de la actividad:**

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
														X	X

**Forma de evaluación de la actividad:** El alumno realizó un informe de la actividad realizada así como un video de demostración del funcionamiento y posteriormente contestó a una serie de preguntas incluidas en la guía de la actividad..

**Puntos fuertes de la experiencia:**

- Capacidad para trabajar de forma autónoma.
- Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica.
- Capacidad para desarrollar una aplicación completa de un sistema basado en microprocesadores

**Puntos débiles de la experiencia:**

- El alumno tiene dificultades en comprender las herramientas de desarrollo en el tiempo disponible.

**Propuestas de mejora para cursos sucesivos:**

- Preparar documentación resumida de los dispositivos utilizados.

➤ **EXPERIENCIA 2: INGENIERÍA INVERSA DE CIRCUITO DE APLICACIÓN DESCONOCIDA.**

Esta experiencia se desarrolló, en la asignatura Electrónica Avanzada (54142) del Máster en Electrónica Industrial y Automática (568), con 4 alumnos divididos en dos grupos y comprendía un resumen de 2 de los 3 principales temas del curso. El problema planteado era muy simple: los alumnos formaban parte de una empresa la cual necesitaba conocer la tecnología utilizada por uno de sus competidores pero sólo disponía físicamente de una de las PCB's del equipo sin conocer más detalles sobre la misma: conexiones, componentes, tecnología, funcionalidad... Esta PCB se extrajo de un equipo doméstico comercial.

Esta PCB se les proporcionó a los alumnos desde el primer día de clase, turnándose entre ellos según sus necesidades. Debieron, en el inicio, descifrar el circuito con ayuda de elementos visuales y polímetros, buscar el significado de los códigos de los componentes, analizar sus posibles entradas y sus salidas, primero en un programa de simulación y posteriormente en el circuito real. Con ello pudieron descifrar que tipo de circuito era y cual su finalidad.

El tiempo utilizado fue de unas 20 horas de media por grupo. Necesitaron asistencia crítica en algún punto del circuito, pero sólo cuando el trabajo estaba muy desarrollado.

Los resultados fueron muy satisfactorios, pues si bien ninguno de los dos grupos llegaron a conseguir descifrar al 100% el circuito, si comprendieron la mayor parte de sus "secretos tecnológicos". La resolución de algunas dudas finales y la solución proporcionada en un vídeo, posterior a la entrega de sus informes, completó sus conocimientos, los cuales fueron absorbidos rápidamente por el trabajo de investigación desarrollado por los alumnos anteriormente.

Por lo tanto podemos concluir que la experiencia aportó los siguientes valores didácticos:

- 1.- Trabajo en grupo.
- 2.- Resolución de problemas.
- 3.- Capacidad de razonamiento crítico.
- 4.- Capacidad para trabajar de forma eficaz y eficiente.
- 5.- Capacidad para aprender y trabajar de forma autónoma.
- 6.- Capacidad de aplicar los conocimientos a la práctica.
- 7.- Fomento de la investigación y sus métodos.

➤ **EXPERIENCIA 4: CONTROL REMOTO DE UN LED RGB, SENSOR DE TEMPERATURA Y VISUALIZADOR.**

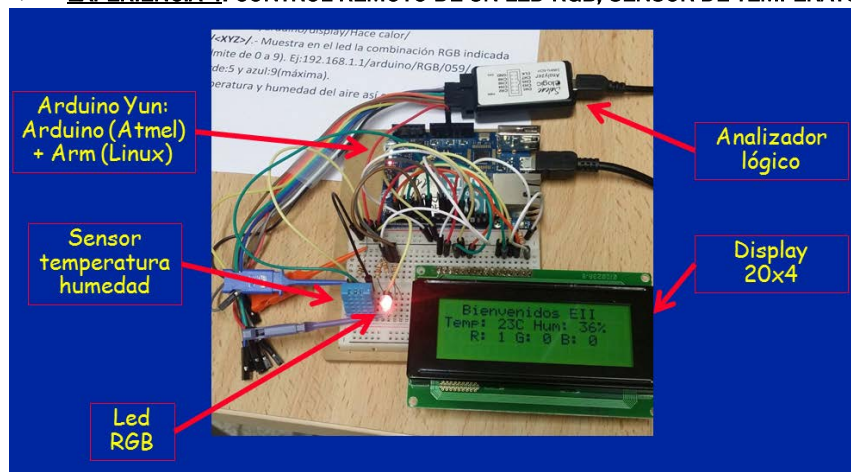


Figura 1. Hardware del control remoto realizado por los estudiante para la experiencia de ABP

Esta experiencia se realizó en la asignatura **Sistemas Digitales Avanzados (42387)** del Grado en Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática (GIIEya) (452), optativa de 3º curso segundo cuatrimestre con un total de 29 alumnos. Los objetivos fueron:

- Que los estudiantes realizaran la conexión de diferentes periféricos con diferentes protocolos (señal analógica, GPIO, I2C).
- La programación del microcontrolador para que de forma remota se pudieran controlar los dispositivos.
- El análisis de los protocolos utilizando un analizador lógico.

**Descripción de la actividad:** Esta actividad se desarrolló en el laboratorio de la asignatura utilizando los siguientes componentes principales: Arduino Yun, Display 16x4, Sensor de temperatura, Led RGB, analizador lógico, Figura 1. Los estudiantes ya conocían las diferentes formas de interconexión de dispositivos de entrada/salida como I2C, GPIO, entradas analógicas. El alumno tenía que desarrollar un programa para Arduino que permitiera controlar éstos dispositivos de forma remota a través de un navegador web. El tiempo de desarrollo fue de 6 horas en dos sesiones.

**Periodo de realización de la actividad:**

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
									X	X					

**Forma de evaluación de la actividad:** El alumno realizó un informe de las actividades realizadas, así como contestó a una serie de preguntas incluidas en la guía de la actividad.

**Puntos fuertes de la experiencia:**

- Capacidad para trabajar de forma autónoma.
- Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica.

**Puntos débiles de la experiencia:**

- El alumno encuentra dificultades en solucionar los problemas surgidos en la conexión y/o programación del dispositivo.

**Propuestas de mejora para cursos sucesivos:**

- Crear un diagrama de verificación de la actividad para que el alumno pueda detectar los errores cometidos de forma sencilla.

➤ **EXPERIENCIA 5: CONVERTIDOR BUCK.**

Esta experiencia se ha realizado de forma coordinada entre dos asignaturas obligatorias de 3er curso del **Grado en Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática (GEIA) (452)**, **Métodos y herramientas de diseño electrónico (42384)** con un total de 58 alumnos y **Electrónica de Potencia (42383)** con un total de 62 alumnos.

En esta experiencia los alumnos diseñan el sistema que permitirá alimentar los GPS que se instalarán en unas carretillas eléctricas con el objetivo de conocer en cada momento la posición de las mismas. Las carretillas disponen de una bancada de baterías de 24Vdc para alimentar su sistema tracción, mientras que el GPS va alimentado a 5Vdc. Por este motivo se propone a los alumnos como proyecto vertebrador que diseñen un convertidor CC/CC Buck que adapte los niveles de tensión y cumpla una serie de propiedades. La actividad comenzó con el diseño teórico y la simulación del convertidor, que se realizó en dos sesiones de laboratorio de la asignatura Electrónica de Potencia.

Una vez finalizó la fase de diseño del convertidor se inició la fase de diseño del prototipo, de esta fase se encargó la asignatura de **Métodos y herramientas de diseño electrónico**. Con anterioridad a la realización de la actividad los alumnos ya habían practicado con el programa de diseño electrónico que se utilizó para realizar el diseño del prototipo. Sin embargo, aún no sabían cómo implementar nuevos símbolos y encapsulados de los componentes más relevantes del convertidor, fue esta tarea el primer objetivo a desarrollar. En un segundo paso se procedió a la captura de los esquemas en los que se prestó

especial atención a la elección correcta de los encapsulados de los componentes. Terminada la captura de esquemas se procedió al diseño de la tarjeta de circuito impreso (PCB), previamente se explicaron las reglas y buenas prácticas para optimizar el emplazamiento de los componentes así como el rutado de las pistas, Figura 2a. Una vez realizado el diseño de la tarjeta se procedió a la creación de los ficheros GERBER que permitieron fabricar la PCB que se utilizó en las prácticas de la asignatura de Electrónica de Potencia, Figura 2(b).

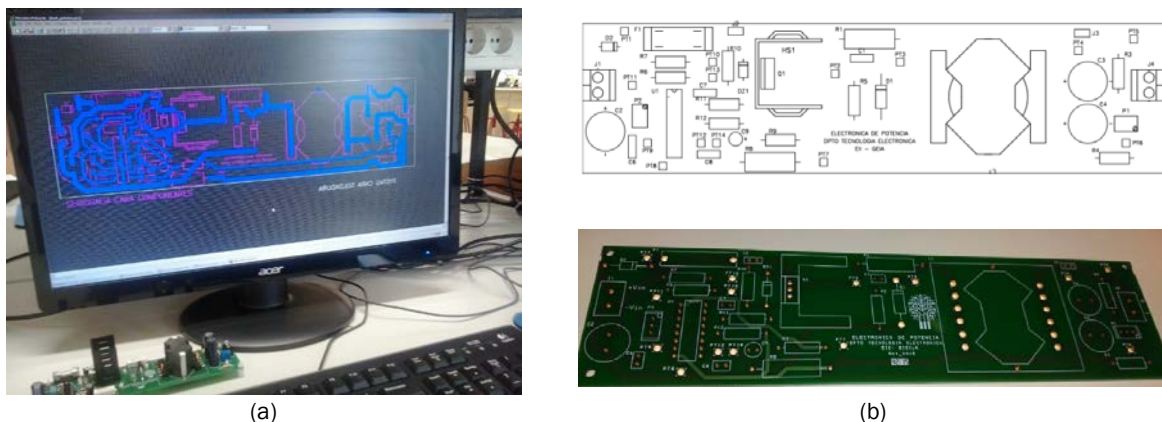


Figura 2. Diseño del PCB empleado en el prototipo del BUCK: (a) Rutado de la tarjeta; (b) Serigrafía y tarjeta PCB.

La evaluación de la actividad de diseño del prototipo, por parte de la asignatura Métodos y herramientas de diseño electrónico se ha realizado a partir de:

- Actitud y participación del estudiante durante el desarrollo de las sesiones presenciales.
- Elaboración de un informe con los esquemas y planos de fabricación de la tarjeta de circuito impreso.
- Conformidad con los plazos de entrega para la correcta sincronización con el comienzo de la práctica de convertidores en el laboratorio de Electrónica de Potencia.

Una vez finalizada la parte de diseño de la PCB los alumnos, ahora en la asignatura de Electrónica de Potencia, comenzaron la fase de montaje del prototipo. Finalizado el montaje del prototipo se procedió a realizar las pruebas de las etapas de control y potencia del convertidor, Figura 3.

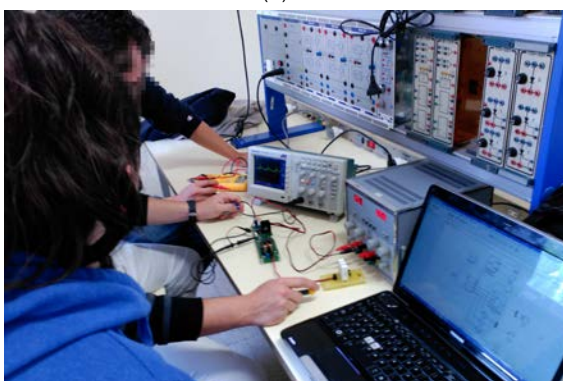
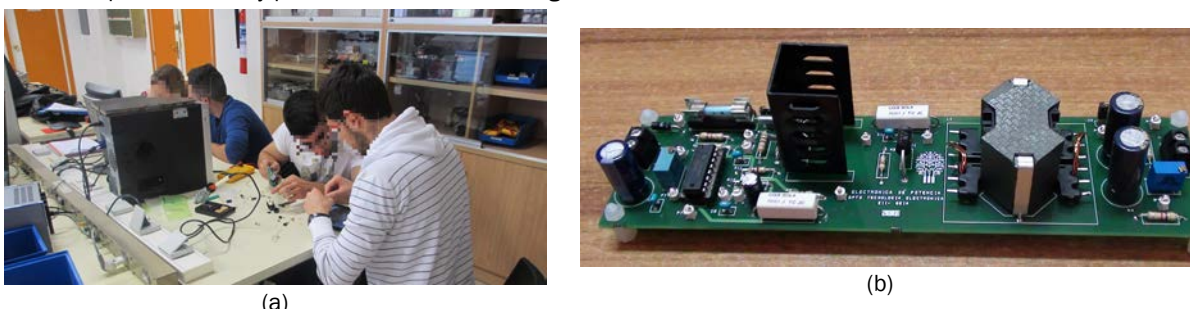


Figura 3. (a) Alumnos durante la fase de montaje; (b) Montaje PCB finalizado; (c) Alumnos durante la fase de pruebas del prototipo.

Como objetivos de aprendizaje del título, de esta actividad, en la asignatura Electrónica de Potencia, se plantearon los siguientes:

- Aplicación de los conocimientos adquiridos en la parte teórica de la asignatura, para el diseño de un convertidor Buck que cumpliera con las especificaciones necesarias para una aplicación.
- Manejar e interpretar adecuadamente las hojas de características de los componentes utilizados.
- Manejar software específico de simulación de sistemas electrónicos de potencia, para comprobar las especificaciones de un diseño, como paso previo al montaje de un prototipo.
- Establecimiento de un procedimiento de puesta en marcha de un prototipo y de comprobación del cumplimiento de sus especificaciones de diseño.

La evaluación de la actividad de diseño, montaje y comprobación del prototipo, por parte de la asignatura Electrónica de potencia se ha realizado a partir de:

- Elaboración de informes de diseño y pruebas.
- La comprobación práctica de las especificaciones de diseño por parte del profesorado.

Con esta actividad se ha logrado:

- Coordinar y optimizar el esfuerzo que realiza el alumno en el proceso de aprendizaje.
- Que el alumnado desarrolle y valore la competencia de planificación y gestión del tiempo disponible para la correcta sincronización entre los laboratorios de las dos asignaturas.

➤ **EXPERIENCIA 6: TEMPORIZADOR DE ESCALERA.**



Esta experiencia se ha realizado en la asignatura Métodos y Herramientas de Diseño Electrónico (42484) del GIElyA (452), obligatoria de 3º curso segundo cuatrimestre. La asignatura es eminentemente práctica, por lo que todas las sesiones se realizan en el laboratorio en grupos de 2 alumnos. En el curso 2016/17 hay matriculados 58 alumnos, repartidos en 4 grupos de laboratorio.

Se imparte bajo la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos. Para ello se realizarán varios proyectos guiados, tanto analógicos como digitales, en los que se adquirirá destreza en el uso de las herramientas de diseño, la fabricación de prototipos, su montaje, verificación y ajuste. También se mejorará la capacidad de redacción de documentos técnicos.

Al mismo tiempo, se realiza un proyecto personal completo a partir de unas especificaciones iniciales comunes. En este curso el proyecto de diseño ha sido el diseño de un temporizador de escalera, Figura 10.

Figura 4: Temporizador de escalera implementado en la experiencia.

**Descripción de la actividad:** Los alumnos realizan los esquemas, simulan el comportamiento de cada una de las partes que forman parte del equipo (fuente de alimentación, etapa de control y etapa de potencia), posteriormente realizan el diseño de las placas de circuito impreso necesarias, teniendo en cuenta la envolvente dada, y por último realizan la fabricación completa y puesta a punto del prototipo.

**Objetivos que se persiguen alcanzar con la actividad:**

- Manejar un programa de diseño electrónico asistido por ordenador, como herramienta para el diseño, la simulación y la implementación de circuitos electrónicos.

Aplicar los conocimientos adquiridos en la asignatura, a un diseño real en el que a partir de unas especificaciones iniciales se termina con la construcción física de un prototipo que resuelva el problema planteado.

**Periodo de realización de la actividad:**

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
									X	X					

**Forma de evaluación de la actividad:**

- Realización de un informe que incluye todas las fases del proyecto de diseño.
- Valoración del prototipo construido.
- Presentación oral del trabajo desarrollado.

**Puntos fuertes de la experiencia:**

- Los alumnos realizan por primera vez el diseño de un equipo electrónico, aplicando los conocimientos adquiridos en asignaturas previas de la titulación.
- Aprenden a calcular valores concretos de componente teniendo en cuenta las hojas de características de los fabricantes.

**Puntos débiles de la experiencia:**

- Algunos alumnos no han cursado alguna de las asignaturas previas, relacionadas con la electrónica, por lo que les supone un problema de comprensión importante de algunos conceptos básicos.
- La realización del trabajo, por parte de los alumnos, no se distribuye de forma homogénea en el tiempo.
- El proyecto se divide en varias entregas para obligar a los alumnos a cumplir los plazos establecidos en la programación temporal del curso.

**Propuestas de mejora para cursos sucesivos:**

- Intentar que los alumnos se matriculen de la asignatura (obligatoria de 3er curso segundo cuatrimestre) cuando ya hayan superado, o al menos cursado, las asignaturas de electrónica previas de segundo curso y de tercer curso primer cuatrimestre.
- Aumentar el número de entregas del proyecto, dividiéndolo en más partes, para conseguir que el trabajo se realice en los tiempos establecidos.

➤ **EXPERIENCIA 7: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN TERMÓMETRO**

Esta experiencia se ha realizado durante las sesiones de laboratorio de la asignatura **Instrumentación Avanzada (42404) del GIElyA (452)**, asignatura Optativa de 4º curso, segundo cuatrimestre con un total de 6 alumnos matriculados.

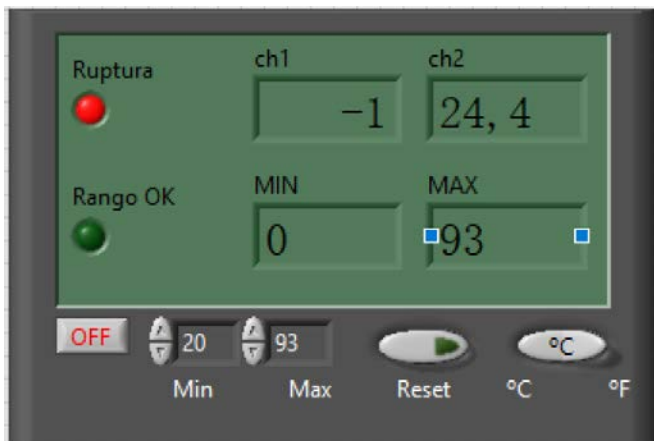


Figura 6. Panel frontal del termómetro de uno de los grupos (labview).

**Objetivos que se persiguen alcanzar con la actividad:** El objetivo de la práctica es construir un termómetro utilizando como transductor un termopar, junto con una tarjeta de adquisición de datos y una aplicación software desarrollada en LabView.

Como objetivos docentes se plantearon los siguientes:

- Diseñar la mejor solución posible para el circuito acondicionador.
- Localizar en los catálogos de los distribuidores comerciales los componentes necesarios para el desarrollo del equipo de medida.
- Construir la parte hardware del equipo diseñado (acondicionador).
- Conocer el entorno de programación LabVIEW.

- Diseñar la parte software del sistema de medida. Será necesario programar un instrumento virtual en LabVIEW encargado de la adquisición, tratamiento y visualización de la señal generada por el medidor.

**Descripción de la actividad:** El desarrollo de la experiencia se divide en distintas fases que son abordadas de manera secuencial:

1. Redacción de las especificaciones del instrumento a diseñar (1 semana)
2. Diseño del hardware del instrumento (2 semanas)
3. Fabricación del hardware del instrumento (2 semanas)
4. Formación en LabVIEW (3 semanas).
5. Diseño del software del instrumento (4 semanas)
6. Pruebas del instrumento y entrega de documentación – Evaluación (1 semana)

**Período de realización de la actividad:**

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

**Forma de evaluación de la actividad:** La evaluación de la actividad se realiza a partir de las evidencias que irá recogiendo el profesor a lo largo de las sesiones y que se concretan en las siguientes:

- Actitud y participación del estudiante durante el desarrollo de las sesiones presenciales.
- Consecución de los hitos e informes entregados en cada sesión.
- Coevaluación de sus compañeros.
- Evaluación final del funcionamiento del equipo entregado.

**Puntos fuertes de la experiencia:**

- Los estudiantes se enfrentan a un problema en un entorno cuasi-real (se trabaja con componentes comerciales, adquiridos en distribuidores habituales y teniendo en cuenta un presupuesto máximo).
- Los estudiantes se dan cuentas de muchos aspectos del diseño electrónico que en asignaturas previas el profesor ya había resuelto y que les resultaban transparentes.
- Los estudiantes se enfrentan a los problemas derivados de la prueba de los equipos, la verificación del cumplimiento de las especificaciones y el posible rediseño, en su caso. En otras ocasiones los equipos de prácticas “siempre funcionaban” y únicamente se acercaban a ellos como usuarios, no como diseñadores.

**Puntos débiles de la experiencia:**

- En ocasiones los estudiantes tienen problemas para empezar a trabajar por lo novedoso del planteamiento.
- Emplean bastante tiempo en la verificación y el rediseño de los equipos (aunque esa es la esencia del aprendizaje).

**Propuestas de mejora para cursos sucesivos:**

- Modificar el proyecto a realizar. Se entiende que únicamente se obtendrán los objetivos planteados cuando los alumnos se enfrenten a un reto completamente novedoso. El propósito de la asignatura es trabajar con un sistema diferente cada curso.