



# GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2023-24

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

|                              |   |   |   |
|------------------------------|---|---|---|
| <b>DEPARTAMENTO:</b>         | Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica  |   |   |
| <b>TÍTULO:</b>               | Física y Tecnología de Dispositivos Fotovoltaicos   |   |   |
| <b>TITLE:</b>                | Physics and Technology of Photovoltaic Devices  |   |   |
| <b>SUPERVISOR/ES:</b>        | Margarita Sánchez Balmaseda/Ignacio Mártel de la Plaza  |   |   |
| <b>E-MAIL SUPERVISOR/ES:</b> | <a href="mailto:msb@ucm.es">msb@ucm.es</a> ; <a href="mailto:imartil@ucm.es">imartil@ucm.es</a> |   |   |
| <b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>     | 2   |   |   |
| <b>TIPO DE TFG:</b>          | Experimental <input checked="" type="checkbox"/>  | Bibliográfico <input checked="" type="checkbox"/> | Simulación <input checked="" type="checkbox"/>    |
| <b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>    | Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>   |   | Selección por expediente <input type="checkbox"/> |

### OBJETIVOS:

El campo de las energías renovables es uno de los más activos en investigación, desarrollo y aparición de nuevas ideas para mejorar el aprovechamiento de la energía del sol. Se pretende que los estudiantes que elijan este trabajo realicen una revisión de la situación actual de las tecnologías e ideas involucradas en el campo, desde una perspectiva científica, sin entrar en detalles minuciosos de cada una de ellas. Así mismo, se pretende que aprendan a caracterizar un dispositivo real mediante unas sesiones prácticas. El detalle concreto de los objetivos es el siguiente:

- 1.- Conocer la situación actual y el futuro inmediato de las distintas tecnologías de fabricación de células solares, así como los logros de estas en cuanto a eficiencia, coste, etc.
- 2.- Introducirse en la caracterización experimental de dispositivos fotovoltaicos.

### METODOLOGÍA:

- 1.- Lectura crítica de trabajos científicos de reciente publicación, donde se revise la situación actual de los dispositivos fotovoltaicos, analizando y comparando las ventajas e inconvenientes que presenta cada técnica.
- 2.- Realización en el laboratorio de la caracterización de un dispositivo fotovoltaico real de Si, así como de un mini módulo fabricado con el mismo semiconductor.



3.- Simulación de las características experimentales obtenidas en el laboratorio del dispositivo señalado mediante el programa PC1D, con objeto de extraer parámetros constructivos del dispositivo medido.

**ACTIVIDADES FORMATIVAS:**

**BIBLIOGRAFÍA:**

1.- <http://www.pveducation.org/pvcdrom/>

2.- Jingjing Liu, Yao Yao, Shaoqing Xiao and Xiaofeng Gu, "Review of status developments of high-efficiency crystalline silicon solar cells", J. Phys. D: Appl. Phys., 51 (2018) 123001

3.- Albert Polman, Mark Knight, Erik C. Garnett, Bruno Ehrler, Wim C. Sinke, "Photovoltaic materials: Present efficiencies and future challenges" Science, 352, 307 (2016)

4.- I. Mártil and G. González Díaz "Determination of the dark and illuminated characteristics parameters of a solar cell from I-V characteristics". Eur. J. Phys. 13 (1992) 183

5.- Ignacio Mártil, "Energía Solar. De la utopía a la esperanza". (Guillermo Escolar Editor, Madrid, 2020)



# GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2023-24

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

|                       |  |   |  |
|-----------------------|--|---|--|
| DEPARTAMENTO:         | Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica   |   |  |
| TÍTULO:               | Diseño y simulación de un sistema fotovoltaico realista  |   |  |
| TITLE:                | Design and simulation of a realistic photovoltaic system |   |  |
| SUPERVISOR/ES:        | Enrique San Andrés                                       |   |  |
| E-MAIL SUPERVISOR/ES: | <a href="mailto:esas@ucm.es">esas@ucm.es</a>             |   |  |
| NÚMERO DE PLAZAS:     | 1  |   |  |
| TIPO DE TFG:          | Experimental <input type="checkbox"/>                    | Bibliográfico <input checked="" type="checkbox"/> | Simulación <input checked="" type="checkbox"/> |
| ASIGNACIÓN DE TFG:    | Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>    | Selección por expediente <input type="checkbox"/> |  |

### OBJETIVOS:

El campo de las energías renovables en general, y de los sistemas fotovoltaicos en particular, es de gran actualidad, dada la grave crisis climática y energética a la que nos enfrentaremos en un futuro cercano de no corregir las tendencias actuales. Esta posibilidad de crisis, junto con la reducción de costes de las energías renovables, están produciendo un crecimiento exponencial de la capacidad fotovoltaica instalada mundial. España es uno de los países con mayor crecimiento, dado nuestro excelente recurso solar y la reciente eliminación de gran parte de las trabas regulatorias.

En este trabajo fin de grado se pretende que el alumno aplique los conocimientos adquiridos durante el grado, para introducirse en el campo de la energía solar fotovoltaica. Para ello se propone un camino con varios hitos: primero el alumno realizará una revisión del estado actual del modelo energético, para después centrarse en la tecnología fotovoltaica. Deberá estudiar sus fundamentos físicos, así como los diferentes elementos que constituyen un sistema fotovoltaico (paneles, inversores, protecciones, cableado, etc.), las metodologías de diseño, así como la normativa española. Una vez adquiridos estos conocimientos, elaborará un **proyecto de sistema fotovoltaico**, que deberá ser lo más realista posible, y además simulará su comportamiento.

El detalle concreto de los objetivos es el siguiente:

- 1.- Obtener una visión de conjunto del modelo energético actual.
- 2.- Estudiar los fundamentos de la conversión fotovoltaica.



3.- Aprender el funcionamiento de los diferentes elementos de los sistemas fotovoltaicos.

4.- Asimilar los procedimientos de dimensionado de sistemas fotovoltaicos.

5.- Elaborar un proyecto realista de sistema fotovoltaico. Este proyecto puede incluir aspectos tales como evaluación comparativa de diversos componentes eléctricos y de conversión, análisis del terreno y de los requerimientos de la aplicación, su simulación mediante herramientas informáticas de aplicación industrial (tales como PVSyst, SAM, Archelios Pro u otras análogas), su análisis económico, etc.

#### **METODOLOGÍA:**

1.-Lectura crítica de informes técnicos, libros, publicaciones y normativas sobre ingeniería fotovoltaica, donde se revise la situación actual de las energías renovables y en particular de la energía solar fotovoltaica, así como los aspectos teóricos detallados en el apartado de objetivos.

2.-Una vez adquiridos los conocimientos básicos necesarios, elaboración de un proyecto fotovoltaico realista de una planta de potencia superior a 100 kW dada una determinada hipótesis de trabajo (localización, necesidades energéticas, evaluación de tecnologías, etc.) definida por el alumno de acuerdo con el profesor.

#### **ACTIVIDADES FORMATIVAS:**

1.- Los estudiantes mantendrán reuniones periódicas para resolver las dudas que la realización del trabajo les plantee con el supervisor del trabajo, especialista en el campo de la energía fotovoltaica.

#### **BIBLIOGRAFÍA:**

Descripción del modelo energético mundial en la actualidad.

1.- “Renewables 2022 Global Status Report”. REN21.

Sobre energía solar fotovoltaica en general:

1.- O. Perpiñán, M. Castro, A. Colmenar “Energía Solar Fotovoltaica”. Disponible bajo licencia [creative commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) en <https://github.com/oscarperpinan/esf>.

2.- E. Lorenzo “Ingeniería Fotovoltaica”. Progensa, 2013.

3.- “Planning & Installing Photovoltaic Systems” 3rd ed. Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V. 2013.

4.- R. A. Messenger, J. Ventre. “Photovoltaic Systems Engineering”. 3rd ed. CRC Press.



Fundamentos físicos de la conversión fotovoltaica:

1.- P. Würfel, U. Würfel. "Physics of solar cells. From Principles to New Concepts". 3ª edición. Wiley, 2016.

2.- P. Würfel, U. Würfel. "Physics of solar cells. From Principles to New Concepts". 3ª edición. Wiley, 2016.

Normativa española:

1.- Reglamento electrotécnico de baja tensión e ITC.

Esta es una bibliografía amplia que cubre los temas detallados en la descripción de los objetivos. No obstante, ésta se podrá actualizar y/o ampliar durante el desarrollo del trabajo.



# GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2023-24

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

|                              |  |  |   |
|------------------------------|--|--|---|
| <b>DEPARTAMENTO:</b>         | Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica       |  |   |
| <b>TÍTULO:</b>               | Sistema de caracterización de dispositivos I2C               |  |   |
| <b>TITLE:</b>                | Characterization system for I2C devices                      |  |   |
| <b>SUPERVISOR/ES:</b>        | Francisco Javier Franco Peláez                               |  |   |
| <b>E-MAIL SUPERVISOR/ES:</b> | <a href="mailto:fjfranco@fis.ucm.es">fjfranco@fis.ucm.es</a> |  |   |
| <b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>     | 1  |  |   |
| <b>TIPO DE TFG:</b>          | Experimental <input checked="" type="checkbox"/>             | Bibliográfico <input type="checkbox"/> | Simulación <input type="checkbox"/>               |
| <b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>    | Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>        |  | Selección por expediente <input type="checkbox"/> |

### OBJETIVOS:

Junto con el protocolo SPI, el protocolo I2C (Inter Integrated Circuit) ha alcanzado una gran popularidad en el diseño de componentes electrónicos debido a su facilidad de uso y a las pocas conexiones requeridas. Así, se usa para controlar diversos modelos de memorias, convertidores digital-analógico y analógico-digitales, etc.

En este trabajo, se propone la construcción de un sistema flexible que permita caracterizar memorias y convertidores D/A y A/D que cumpla los siguientes requerimientos:

- Dos placas, una maestra fija y otra esclava adaptada al patillaje del dispositivo examinado.
- Ambas placas se conectarán entre sí por cables largos apantallados, pudiendo tener longitudes de varios metros sin comprometer al sistema.
- El sistema debe controlar la tensión de polarización de los dispositivos.
- El sistema debe ser capaz de solucionar incompatibilidades entre los valores de tensión en alta de los niveles lógicos del microcontrolador y el dispositivo objetivo.
- El sistema debe ser capaz de medir la corriente requerida por el dispositivo.
- Para el caso de las memorias, debe ser capaz de escribir todas las celdas con un determinado patrón y verificar posteriormente que no se han alterado.
- Para el caso de los DAC, debe ser capaz de proporcionar adicionalmente una tensión de referencia y medir la tensión de salida de aquel.



- Para el caso de los ADC, debe proporcionar una tensión de entrada estable y precisa para el dispositivo, además de la tensión de referencia mencionada en el punto anterior.
- Debe ser capaz de comunicarse con un PC, recibiendo instrucciones y enviando datos.

#### **METODOLOGÍA:**

Se plantea el trabajo en las siguientes fases:

1. Revisión bibliográfica
2. Planificación de partes del sistema de medida
3. Selección de componentes electrónicos
4. Diseño de placa de circuito impreso para inserción de componentes.
5. Elaboración del software de medida y comunicación ejecutado en el microcontrolador.
6. Desarrollo de una aplicación de control desde ordenador.
7. Difusión de la información como iniciativa Open Hardware.

#### **ACTIVIDADES FORMATIVAS:**

Reuniones periódicas con el tutor del trabajo.

#### **BIBLIOGRAFÍA:**

1. "I2C – What's That?", <https://www.i2c-bus.org/>
2. "Understanding the I2C bus", Application Report by Texas Instruments, <https://www.ti.com/lit/an/slva704/slva704.pdf>
3. "Understanding Data Converters", Application Report by Texas Instruments, <https://www.ti.com/lit/an/slaa013/slaa013.pdf>
4. "ADC measurement and specification", Application Note by Infineon, <https://www.infineon.com/dgdl/ap3212111-ADC-Measurement-v11.pdf?fileId=db3a304318f3fe2901191955cd3c2de3>



# GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2023-24

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

|                              |   |  |   |
|------------------------------|---|--|---|
| <b>DEPARTAMENTO:</b>         | Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica  |  |   |
| <b>TÍTULO:</b>               | Medida y control de temperatura con PT-100 en un laboratorio científico   |  |   |
| <b>TITLE:</b>                | PT-100 based temperature measurement and its control in a scientific laboratory                                   |  |   |
| <b>SUPERVISOR/ES:</b>        | Francisco Javier Franco Peláez y Carmen García Payo   |  |   |
| <b>E-MAIL SUPERVISOR/ES:</b> | <a href="mailto:fifranco@fis.ucm.es">fifranco@fis.ucm.es</a> , <a href="mailto:mcgpayo@ucm.es">mcgpayo@ucm.es</a> |  |   |
| <b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>     | 1   |  |   |
| <b>TIPO DE TFG:</b>          | Experimental <input checked="" type="checkbox"/>  | Bibliográfico <input type="checkbox"/> | Simulación <input type="checkbox"/>               |
| <b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>    | Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>   |  | Selección por expediente <input type="checkbox"/> |

### OBJETIVOS:

Se pretende la construcción de un sistema de medida de temperatura de bajo coste y fácil mantenimiento para uso en un laboratorio científico. El sistema debe cumplir los siguientes requerimientos:

- Presencia de 4 sensores de temperatura de tipo PT-100
- Control con placas de desarrollo de microcontroladores de tipo Arduino, Nucleo-64, etc.
- Opcionalmente, control de temperatura por medio de reostatos.

Interfaz gráfica en PC para visualización de datos, registro de datos y, si fuera posible, parámetros definitorios de la temperatura deseada.

### METODOLOGÍA:

Se prevé que los pasos que deben seguirse para la realización de este trabajo sean los siguientes:

1. Diseño del sistema de acondicionamiento de la señal para medida a cuatro hilos de los sensores de temperatura.
2. Diseño y montaje de placa de circuito impreso con el esquema anterior.
3. Escritura, prueba y depurado del software ejecutado en el microcontrolador.

Desarrollo de la interfaz gráfica de control para PC en el lenguaje de programación que se considere adecuado.

**ACTIVIDADES FORMATIVAS:**

Reuniones periódicas con los tutores del trabajo.

**BIBLIOGRAFÍA: BIBLIOGRAFÍA:**

- Pérez García, M.A. *Instrumentación electrónica*. 2014 Madrid: Paraninfo. (<https://ucm.on.worldcat.org/oclc/1026117205>)
- W. Kester et al., *Sensor Signal Conditioning*, Analog Devices' Handbook, (<https://www.analog.com/media/en/training-seminars/design-handbooks/Op-Amp-Applications/Section4.pdf>)
- Joseph Wu, A basic guide to RTD measurements, Texas Instruments' Application Report (<https://www.ti.com/lit/an/sbaa275/sbaa275.pdf>)



# GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2023-24

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

|                              |  |  |   |
|------------------------------|--|--|---|
| <b>DEPARTAMENTO:</b>         | Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica       |  |   |
| <b>TÍTULO:</b>               | Sistema de caracterización de memorias SRAM síncronas        |  |   |
| <b>TITLE:</b>                | Characterization system for synchronous SRAMs                |  |   |
| <b>SUPERVISOR/ES:</b>        | Francisco Javier Franco Peláez                               |  |   |
| <b>E-MAIL SUPERVISOR/ES:</b> | <a href="mailto:fjfranco@fis.ucm.es">fjfranco@fis.ucm.es</a> |  |   |
| <b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>     | 1  |  |   |
| <b>TIPO DE TFG:</b>          | Experimental <input checked="" type="checkbox"/>             | Bibliográfico <input type="checkbox"/> | Simulación <input type="checkbox"/>               |
| <b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>    | Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>        |  | Selección por expediente <input type="checkbox"/> |

### OBJETIVOS:

Las memorias SRAM son dispositivos de almacenamiento de datos de tipo volátil, pero donde no es necesario refresco periódico. Con ello es posible alcanzar velocidades de acceso mucho mayores que en las DRAM si bien la capacidad de almacenamiento es menor, reservándose para guardar datos críticos de un sistema. Podemos distinguir dos grandes categorías: asíncronas (ASRAM) y síncronas (SSRAM). Las primeras son muy sencillas de utilizar y suelen emplearse en situaciones donde la disminución del consumo es relevante; las segundas consiguen alcanzar velocidades más altas al trabajar gobernadas por un reloj, lo que las hace extremadamente interesantes para, por ejemplo, *switches* de red, *routers*, etc.

La presencia de radiación ambiental pueden corromper esos datos celosamente guardados, conduciendo en algunos casos a un fallo irrecuperable en el sistema. Para determinar cuál es la probabilidad de fallo y descartar o no el uso de determinados dispositivos, es necesario crear sistemas que permitan grabar datos y leerlos de forma periódica, buscando anomalías entre lo escrito y lo leído mientras la memoria en cuestión es irradiada en fuentes dedicadas. Un detalle relevante que tener en cuenta es que ese sistema debe estar alejado de la memoria para evitar ser afectado por la misma radiación. Este sistema es muy sencillo de construir cuando se trabaja con memorias asíncronas, tanto de entrada en paralelo como en serie. Sin embargo, es un reto conseguir crear un sistema capaz de realizar este mismo proceso con memorias síncronas.



Se propone en este trabajo construir un sistema flexible que permita examinar memorias SSRAM colocadas en una placa esclava, conectada a su vez con la maestra por un bus por determinar, y que sea capaz de escribir patrones conocidos en toda la memoria (0x00...0, 0xFF...F, 0x55...5, etc.) y verificar más adelante si se ha producido algún cambio en el contenido de la memoria. Asimismo, el sistema medirá el consumo de corriente del dispositivo y, adicionalmente, controlará la tensión de polarización de la memoria. Finalmente, será capaz de comunicarse con el ordenador del usuario para recibir instrucciones y enviar datos.

A día de hoy, no se ha elegido el modelo específico de SSRAM que se utilizará como prueba, aunque por simplicidad se probarán modelos con buses de datos relativamente pequeños (18 bits). En cuanto a la placa de control, se podrá trabajar bien con microcontrolador, sea tipo PIC o inserto en placas de desarrollo Nucleo 144, o bien con placa de desarrollo de FPGA.

#### **METODOLOGÍA:**

Se plantea el trabajo en las siguientes fases:

1. Revisión bibliográfica
2. Planificación de partes de los sistemas maestro y esclavo
3. Selección de componentes electrónicos
4. Diseño de placa de circuito impreso para inserción de componentes.
5. Elaboración del software de medida y comunicación ejecutado en la placa maestra.
6. Desarrollo de una aplicación de control desde ordenador.
7. Difusión de la información como iniciativa Open Hardware.

#### **ACTIVIDADES FORMATIVAS:**

Reuniones periódicas con el tutor del trabajo.

#### **BIBLIOGRAFÍA:**

1. Introduction to Cypress SRAMs - AN1116. Application Note by Cypress Semiconductors,
2. Renesas SRAMs, <https://www.renesas.com/us/en/products/memory-logic/srams>
3. Renesas QDRII/DDRII/ QDRII+/DDRII+ SRAM, <https://www.renesas.com/us/en/products/memory-logic/srams/qdriiddrii-qdriiddrii-sram>



4. Synchronous SRAM by Infineon, <https://www.infineon.com/cms/en/product/memories/sram-static-ram/synchronous-sram/>
5. Synchronous SRAMs by ISSI, <https://www.issi.com/US/product-synchronous-sram.shtml>



# GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2023-24

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

|                              |  |  |   |
|------------------------------|--|--|---|
| <b>DEPARTAMENTO:</b>         | EMFTEL   |  |   |
| <b>TÍTULO:</b>               | Estudio del funcionamiento de memorias RAM en función de las variables físicas de los transistores MOS mediante simulación |  |   |
| <b>TITLE:</b>                | Study of RAM memories behavior as a function of physical variables of MOS transistors by simulation.                       |  |   |
| <b>SUPERVISOR/ES:</b>        | Rodrigo García Hernansanz  |  |   |
| <b>E-MAIL SUPERVISOR/ES:</b> | rodgar01@ucm.es  |  |   |
| <b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>     | 1  |  |   |
| <b>TIPO DE TFG:</b>          | Experimental <input type="checkbox"/>  | Bibliográfico <input type="checkbox"/> | Simulación <input checked="" type="checkbox"/>    |
| <b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>    | Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>  |  | Selección por expediente <input type="checkbox"/> |

### OBJETIVOS:

En este trabajo de fin de grado se pretende profundizar en el funcionamiento de diferentes dispositivos basados en la tecnología MOS.

### METODOLOGÍA:

Para alcanzar dicho objetivo se dispondrá de la herramienta gratuita LTspice para simular componentes y circuitos. Con este programa se simularán circuitos tales como memorias SRAM, DRAM, flip-flops, etc.. y se estudiará su comportamiento al variar parámetros como tensión umbral, longitud y anchura de canal, espesor del óxido del transistor, etc...

También se simularán diferentes transistores de diferentes tecnologías y fabricantes para estudiar su comportamiento.

### ACTIVIDADES FORMATIVAS:

Reuniones periódicas con el tutor del trabajo

### BIBLIOGRAFÍA:

- Neil Storey "Electronics. A systems approach" Pearson 2009
- A. S. Sedra y K. C. Smith. "Circuitos Microelectrónicos". McGraw-Hill
- S.M. Kang y Y. Leblebici. "CMOS Digital Integrated Circuits, Analysis and Design". McGraw Hill.



# GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2023-24

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

|                              |  |  |   |
|------------------------------|--|--|---|
| <b>DEPARTAMENTO:</b>         | EMFTEL   |  |   |
| <b>TÍTULO:</b>               | Medida y automatización de las características de dispositivos basados en un módulo Analog Discovery |  |   |
| <b>TITLE:</b>                | Automatic measurements of electronic devices based on a Analog Discovery Module                      |  |   |
| <b>SUPERVISOR/ES:</b>        | Germán González Díaz   |  |   |
| <b>E-MAIL SUPERVISOR/ES:</b> | germang@ucm.es   |  |   |
| <b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>     | 1  |  |   |
| <b>TIPO DE TFG:</b>          | Experimental <input checked="" type="checkbox"/>   | Bibliográfico <input type="checkbox"/> | Simulación <input type="checkbox"/>               |
| <b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>    | Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>  |  | Selección por expediente <input type="checkbox"/> |

### OBJETIVOS:

El módulo Analog Discovery en un microcontrolador dedicado para la medida de variables electrónicas que puede ser usado tanto para medidas en continua como en alterna pudiendo configurarse como un sistema de adquisición de datos, un osciloscopio o un sistema de medida de impedancias.

Analog Discovery está fabricado por Digilent, quien a su vez pertenece a National Instruments, por lo que, de forma simple puede ser controlado mediante el software Labview, lo que permite crear interfaces simples y potentes con el usuario.

Sin embargo los límites de tensión y de corriente que permite este módulo están fuertemente condicionados por la fuente de alimentación generando solamente tensiones entre +5 y -5V con corrientes máximas en el orden de decenas de mA. Estos valores son demasiado pequeños para caracterizar determinados transistores que requieren tensiones de decenas de voltios y corrientes en el orden casi del amperio. Por otra parte se dispone solamente de fuentes de tensión y no de fuentes de corriente, también necesarias para caracterizar los dispositivos bipolares.

Por lo tanto, lo que se propone en este TFG son los siguientes objetivos:

- Ampliar las tensiones de alimentación mediante la construcción de módulos amplificadores bipolares de baja impedancia de salida
- Construir fuentes de corriente dependientes de la tensión
- Generar un programa con interfaz de usuario, probablemente basado en Labview de forma que el uso del sistema sea simple



#### **METODOLOGÍA:**

- Para construir las fuentes de tensión se usarán amplificadores operacionales con etapa de salida con transistores bipolares clase B. Tienen que tener protección contra corrientes excesivas.
- Las fuentes de corriente tienen que estar referidas a tierra y ser controladas por tensión como las fuentes Howland o similares. Se revisará la bibliografía para encontrar el tipo más adecuado
- Montar los circuitos diseñados como placa de expansión del módulo Analog Discovery
- Generar el software de control

#### **ACTIVIDADES FORMATIVAS:**

- Conocer en profundidad los amplificadores operacionales
- Aplicar los conocimientos de las asignaturas cursadas para el diseño de los circuitos, en particular el convertidor tensión-corriente
- Aplicar los conocimientos de las asignaturas cursadas para diseñar adecuadamente la placa
- Aplicar los conocimientos de las asignaturas cursadas, especialmente en física de dispositivos, para entender las medidas que se pretenden realizar sobre los dispositivos

#### **BIBLIOGRAFÍA:**

<https://www.ni.com/es-es/support/model.analog-discovery-2.html>

<https://www.analog.com/en/analog-dialogue/articles/a-large-current-source-with-high-accuracy-and-fast-settling.html>

P.R. Gray, P.J. Hurst, S.H. Lewis y R.G. Meyer. Analysis and design of analog integrated circuits. John Wiley and Sons 2001



# GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2023-24

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

|                              |   |  |   |
|------------------------------|---|--|---|
| <b>DEPARTAMENTO:</b>         | EMFTEL  |  |   |
| <b>TÍTULO:</b>               | Construcción de un amplificador síncrono y su aplicación a la caracterización de dispositivos electrónicos. |  |   |
| <b>TITLE:</b>                | Building a Lock-in amplifier and its application to measure electronic devices                              |  |   |
| <b>SUPERVISOR/ES:</b>        | Germán González Díaz  |  |   |
| <b>E-MAIL SUPERVISOR/ES:</b> | germang@ucm.es  |  |   |
| <b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>     | 1   |  |   |
| <b>TIPO DE TFG:</b>          | Experimental <input checked="" type="checkbox"/>  | Bibliográfico <input type="checkbox"/> | Simulación <input type="checkbox"/>               |
| <b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>    | Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>   |  | Selección por expediente <input type="checkbox"/> |

### OBJETIVOS:

El amplificador síncrono (lock-in amplifier) es un equipo electrónico que tiene una enorme cantidad de aplicaciones para realizar medidas muy precisas en muchos campos de la física. No sólo determina la magnitud de una señal como haría un voltímetro de alterna, si no que es capaz de determinar la fase relativa como si fuera un voltímetro vectorial. Por otra parte es capaz de detectar señales enterradas en el ruido puesto que también funciona como filtro síncrono, así como otras muchas funciones. El amplificador síncrono no es muy utilizado, en parte por cierto desconocimiento de su funcionamiento y en parte por el precio que tiene un equipo comercial. Sin embargo, desde hace ya unos años existen circuitos integrados de bajo precio que integran la mayor parte de los componentes y por otra parte el desplome de los precios de los osciladores de precisión DDS que permiten generar señales en cuadratura permiten realizar este tipo de sistemas de medida que, si bien no llegan a las prestaciones de un equipo comercial, si que permiten ampliar las posibilidades de medida en cualquier laboratorio.

Los objetivos concretos son:

- Realizar un amplificador síncrono basándonos en integrados comerciales y analizar sus prestaciones
- Aplicar el amplificador a caracterizar dispositivos electrónicos, en particular uniones P-N y células solares



#### **METODOLOGÍA:**

- Analizar los integrados comerciales existentes que pueden usarse para construir el amplificador síncrono. Elegir el más adecuado.
- Montar en placa los circuitos adquiridos así como un convertor corriente tensión que será necesario para la caracterización
- Analizar las prestaciones del circuito, en particular precisión y ancho de banda
- Medir las características de uniones PN, en particular el factor de idealidad y la capacidad de difusión

#### **ACTIVIDADES FORMATIVAS:**

- Conocer en profundidad los amplificadores síncronos
- Aplicar los conocimientos de las asignaturas cursadas para el diseño de los circuitos, en particular el convertor corriente tensión
- Aplicar los conocimientos de las asignaturas cursadas para diseñar adecuadamente la placa
- Aplicar los conocimientos de las asignaturas cursadas, especialmente en física de dispositivos, para entender las medidas que se pretenden realizar sobre las uniones
- Entender la reducción de ruido en medidas de precisión

#### **BIBLIOGRAFÍA:**

<https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/AD630.pdf>

<https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ADA2200.pdf>

Lock-in amplifiers M.L.Meade. Libro que se puede descargar desde:

<https://ia600107.us.archive.org/1/items/Lock-inAmplifiersPrinciplesAndApplications/Lock-inAmplifiersMlMeade.pdf>

Proyecto innovación N°283 convocatoria 2019/2020 pag. 57 a 66



A basic lock-in amplifier experiment for the undergraduate laboratory. American Journal of Physics 71, 1208 (2003); doi: 10.1119/1.1579497

Revisiting the Analytic Theory of p-n Junction Impedance: Improvements Guided by Computer Simulation Leading to a New Equivalent Circuit. IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES, VOL. 46, NO. 2, FEBRUARY 1999



# GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2023-24

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

|                              |  |  |   |
|------------------------------|--|--|---|
| <b>DEPARTAMENTO:</b>         | Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica   |  |   |
| <b>TÍTULO:</b>               | Diseño de una red local inteligente para la mejora de la eficiencia energética: uso de protocolo de redes neuronales (PRN) |  |   |
| <b>TITLE:</b>                | Design of an intelligent local network to improve energy efficiency: use of neuronal network protocol (NNP)                |  |   |
| <b>SUPERVISOR/ES:</b>        | Carlos Armenta Déu / David Pastor Pastor   |  |   |
| <b>E-MAIL SUPERVISOR/ES:</b> | <a href="mailto:cardeu@fis.ucm.es">cardeu@fis.ucm.es</a> ; <a href="mailto:dpastor@ucm.es">dpastor@ucm.es</a>              |  |   |
| <b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>     | 1  |  |   |
| <b>TIPO DE TFG:</b>          | Experimental <input type="checkbox"/>  | Bibliográfico <input type="checkbox"/> | Simulación <input checked="" type="checkbox"/>    |
| <b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>    | Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>  |  | Selección por expediente <input type="checkbox"/> |

### OBJETIVOS:

Diseñar una red que opere bajo el principio de eficiencia energética óptima a partir del balance de energía entre generación y consumo: aplicación a los diferentes sectores de la sociedad, residencial, comercial e industrial

Establecer protocolos de control que permitan la optimización en el uso de la energía a partir de fuentes renovables, convencionales o sistemas híbridos

### METODOLOGÍA:

1. Identificar los escenarios de aplicación
2. Establecer los tipos de fuentes de energía utilizables, renovables, convencionales o una combinación de ambos
3. Modelizar los procesos de generación de energía y consumo para el escenario seleccionado
4. Establecer el balance de energía para un día tipo en base a un intervalo horario
5. Elaborar el protocolo de acción que permitirá el control de las fuentes de energía
6. Diseñar una red inteligente para el entorno seleccionado incluyendo las fuentes de energía y los consumos
7. Evaluar la eficiencia energética para la red diseñada y optimizar dicha eficiencia mediante la mejora del protocolo de control

### ACTIVIDADES FORMATIVAS:

- Obtención de conocimientos sobre eficiencia y ahorro energético



- Elaboración de balances de energía y análisis de los mismos
- Adquisición de criterios sobre uso de fuentes de energía y protocolos de aplicación
- Aprendizaje sobre métodos de diseño de sistemas de diseño de redes
- Desarrollo de habilidades sobre métodos de simulación adaptados a los objetivos del trabajo

#### **BIBLIOGRAFÍA:**

- **Microgrids and other Local Area Power and Energy Systems.** Alexis Kwasinski, Wayne Weaver and Robert S. Balog. Cambridge University Press (2016) ISBN-10 : 1107012791 ISBN-13 : 978-1107012790
- **Micro and Local Power Markets,** Andreas Sumper, Wiley (2019) ISBN-10 : 1119434505 ISBN-13 : 978-1119434504
- **Smart Grid,** Monika Sonmale, Minal Sonmale, Anuja Desai, LAP LAMBERT Academic Publishing (2022), ISBN-10 : 3659539333, ISBN-13 : 978-3659539336
- **Smart Grid A Complete Guide - 2021 Edition,** The Art of Service - Smart Grid Publishing (2020), ISBN-10 : 1867418746, ISBN-13 : 978-1867418740
- **Smart Grid: Concepts To Design,** K S Manoj, Notion Press Media Pvt Ltd (2019), ISBN-10 : 1646509994, ISBN-13 : 978-1646509997
- **Telecommunication Networks for the Smart Grid,** Alberto Sendin Escalona, Miguel A. Sanchez-Fornie, Inigo Berganza, Javier Simon, and Iker Urrutia, Artech House Publishers; Unabridged ed edición (2016), ISBN-10 : 1630810460, ISBN-13 : 978-1630810467
- **Smart Grid.** Fundamentos Tecnologías Y Aplicaciones, Rommel A. Vicini, Cengage (2013), ISBN-10 : 6074817367 , ISBN-13 : 978-6074817362



# GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2023-24

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

|                              |  |  |   |
|------------------------------|--|--|---|
| <b>DEPARTAMENTO:</b>         | Diseño de un sistema automático de control para la optimización del ahorro energético basado en inteligencia artificial (IA) |  |   |
| <b>TÍTULO:</b>               | Design of an automatic control system for optimizing the energy saving using artificial intelligence (AI)                    |  |   |
| <b>TITLE:</b>                | Carlos Armenta Déu / David Pastor Pastor   |  |   |
| <b>SUPERVISOR/ES:</b>        | Diseño de un sistema automático de control para la optimización del ahorro energético basado en inteligencia artificial (IA) |  |   |
| <b>E-MAIL SUPERVISOR/ES:</b> | <a href="mailto:cardeu@fis.ucm.es">cardeu@fis.ucm.es</a> ; <a href="mailto:dpastor@ucm.es">dpastor@ucm.es</a>                |  |   |
| <b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>     | 1  |  |   |
| <b>TIPO DE TFG:</b>          | Experimental <input type="checkbox"/>  | Bibliográfico <input type="checkbox"/> | Simulación <input checked="" type="checkbox"/>    |
| <b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>    | Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>  |  | Selección por expediente <input type="checkbox"/> |

### OBJETIVOS:

Diseñar un sistema automático de control que permita controlar los consumos en diferentes entornos, fundamentalmente del sector residencial, para minimizar el gasto energético y optimizar el ahorro energético.

Utilizar principios de inteligencia artificial (IA) para evaluar los consumos diarios y minimizar dichos consumos en base a protocolos de ahorro energético

### METODOLOGÍA:

1. Identificar los escenarios donde es aplicable el uso de protocolos de ahorro energético para reducir el consumo de energía
2. Evaluar la capacidad de implantación de sistemas domóticos en el sector residencial
3. Diseñar un sistema domotizado de ahorro energético mediante el uso de la Inteligencia Artificial
4. Calcular el ahorro de energía por el uso de sistemas domóticos
5. Realizar un proceso de simulación sobre un escenario tipo y analizar los resultados
6. Evaluar la viabilidad económica de un sistema de Inteligencia Artificial en el sector residencial

### ACTIVIDADES FORMATIVAS:

- Obtención de conocimientos sobre eficiencia y ahorro energético
- Elaboración de balances de energía y análisis de los mismos



- Aprendizaje sobre procesos de domotización y usos de dispositivos domoticos
- Adquisición de criterios sobre protocolos de aplicación de la domótica en instalaciones energéticas
- Desarrollo de habilidades sobre métodos de simulación adaptados a los objetivos del trabajo
- Uso y manejo de la Inteligencia Artificial dentro del contexto del trabajo

#### **BIBLIOGRAFÍA:**

- Mehmood, M. U., Chun, D., Han, H., Jeon, G., & Chen, K. (2019). A review of the applications of artificial intelligence and big data to buildings for energy-efficiency and a comfortable indoor living environment. *Energy and Buildings*, 202, 109383.
- Farzaneh, H., Malehmirchegini, L., Bejan, A., Afolabi, T., Mulumba, A., & Daka, P. P. (2021). Artificial intelligence evolution in smart buildings for energy efficiency. *Applied Sciences*, 11(2), 763.
- Ngarambe, J., Yun, G. Y., & Santamouris, M. (2020). The use of artificial intelligence (AI) methods in the prediction of thermal comfort in buildings: Energy implications of AI-based thermal comfort controls. *Energy and Buildings*, 211, 109807.
- Yan, B., Hao, F., & Meng, X. (2021). When artificial intelligence meets building energy efficiency, a review focusing on zero energy building. *Artificial Intelligence Review*, 54(3), 2193-2220.
- Lee, D., Huang, H. Y., Lee, W. S., & Liu, Y. (2020). Artificial intelligence implementation framework development for building energy saving. *International Journal of Energy Research*, 44(14), 11908-11929.
- Merabet, G. H., Essaaidi, M., Haddou, M. B., Qolomany, B., Qadir, J., Anan, M., ... & Benhaddou, D. (2021). Intelligent building control systems for thermal comfort and energy-efficiency: A systematic review of artificial intelligence-assisted techniques. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 144, 110969.
- Guo, X., Shen, Z., Zhang, Y., & Wu, T. (2019). Review on the application of artificial intelligence in smart homes. *Smart Cities*, 2(3), 402-420.
- Dounis, A. I. (2010). Artificial intelligence for energy conservation in buildings. *Advances in Building Energy Research*, 4(1), 267-299.
- Sodhro, A. H., Pirbhulal, S., & De Albuquerque, V. H. C. (2019). Artificial intelligence-driven mechanism for edge computing-based industrial applications. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 15(7), 4235-4243.
- Moon, J. W., Jung, S. K., Kim, Y., & Han, S. H. (2011). Comparative study of artificial intelligence-based building thermal control methods—Application of fuzzy, adaptive neuro-fuzzy inference system, and artificial neural network. *Applied Thermal Engineering*, 31(14-15), 2422-2429.
- Wang, Z., & Srinivasan, R. S. (2017). A review of artificial intelligence based building energy use prediction: Contrasting the capabilities of single and ensemble prediction models. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 75, 796-808.



# GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2023-24

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

|                              |   |  |   |
|------------------------------|---|--|---|
| <b>DEPARTAMENTO:</b>         | Estructura de la materia, física térmica y electrónica  |  |   |
| <b>TÍTULO:</b>               | Estudio de los armónicos musicales mediante filtrado analógico  |  |   |
| <b>TITLE:</b>                | Study of musical harmonics by analogical filtering  |  |   |
| <b>SUPERVISOR/ES:</b>        | Rodrigo García Hernansanz y Germán González Díaz  |  |   |
| <b>E-MAIL SUPERVISOR/ES:</b> | <a href="mailto:rodgar01@ucm.es">rodgar01@ucm.es</a> <a href="mailto:germang@ucm.es">germang@ucm.es</a> |  |   |
| <b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>     | 1   |  |   |
| <b>TIPO DE TFG:</b>          | Experimental <input checked="" type="checkbox"/>  | Bibliográfico <input type="checkbox"/> | Simulación <input type="checkbox"/>               |
| <b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>    | Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>   |  | Selección por expediente <input type="checkbox"/> |

### OBJETIVOS:

El objetivo de este TFG es estudiar tanto en el dominio del tiempo como en el de la frecuencia la señal producida por una cuerda en vibración cuando está sometida a tensión. La complejidad del problema implica el seguimiento instantáneo de los armónicos producidos y la detección de las posibles inarmonías.

### METODOLOGÍA:

El estudiante diseñará y fabricará una serie de filtros pasa banda analógicos centrados en la frecuencia del fundamental y de los primeros armónicos. Posteriormente, con ayuda de un osciloscopio de alta resolución y los filtros fabricados, analizará diferentes sonidos, prestando atención a las posibles diferencias en la atenuación de ciertas frecuencias características.

### ACTIVIDADES FORMATIVAS:

- Se realizarán reuniones periódicas con el alumno de cara a resolver las posibles dudas que surjan durante la realización del trabajo.
- Análisis en laboratorio de diferentes componentes que puedan ser interesantes para el estudio
- Visualización de videos explicativos sobre dispositivos electrónicos.

### BIBLIOGRAFÍA:

Linear circuit design handbook. Cap 8. Analog Devices 2008

JJ Burred. La acústica del piano. Conservatorio profesional de música Arturo Soria. Octubre 1999. Revisado 2004



Musical String Inharmonicity. Chris Murray. Dr. Scott Whitfield, Department of Physics



# GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2023-24

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

|                              |  |  |   |
|------------------------------|--|--|---|
| <b>DEPARTAMENTO:</b>         | Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica |  |   |
| <b>TÍTULO:</b>               | Convertor DC-DC con corriente de salida controlada     |  |   |
| <b>TITLE:</b>                | DC-DC converter with controlled output current         |  |   |
| <b>SUPERVISOR/ES:</b>        | Álvaro del Prado Millán                                |  |   |
| <b>E-MAIL SUPERVISOR/ES:</b> | <a href="mailto:alvarop@ucm.es">alvarop@ucm.es</a>     |  |   |
| <b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>     | 1  |  |   |
| <b>TIPO DE TFG:</b>          | Experimental <input checked="" type="checkbox"/>       | Bibliográfico <input type="checkbox"/> | Simulación <input checked="" type="checkbox"/>    |
| <b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>    | Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>  |  | Selección por expediente <input type="checkbox"/> |

### OBJETIVOS:

Diseño detallado de un convertor DC-DC que opere con tensión de salida constante que involucre la utilización de un circuito integrado de control PWM y simulación en Pspice.

Modificación del diseño para que el convertor opere con corriente de salida constante y simulación en Pspice.

Comprobación del funcionamiento de ambos convertidores en el laboratorio y análisis de efectos reales y posible optimización.

### METODOLOGÍA:

Para el diseño de los convertidores DC-DC se establecerán unas especificaciones compatibles con su montaje en el entrenador del laboratorio, en cuanto a los niveles de señal y frecuencia de operación. En la medida de lo posible, se restringirá el diseño a componentes de montaje en orificio pasante.

Se seleccionará un circuito integrado de control PWM, se estudiará su hoja de datos, toda su funcionalidad y se seleccionarán los demás componentes necesarios detallándose los criterios de elección seguidos.

Para la simulación se utilizará algún programa de simulación Spice. La simulación deberá ser lo más realista posible, incluyendo elementos como las resistencias de las conexiones si son relevantes. En la simulación se podrán utilizar bloques funcionales equivalentes al funcionamiento del circuito integrado. El objetivo principal de la



simulación es verificar la estabilidad del diseño y obtener una estimación del rendimiento.

Finalmente se realizará el montaje en el entrenador del laboratorio y se caracterizará su funcionamiento, con atención a efectos reales que puedan aparecer en el montaje y no se hubieran considerado en la simulación.

#### **ACTIVIDADES FORMATIVAS:**

Reunión inicial con el supervisor para concretar los detalles del trabajo.

Reuniones periódicas con el supervisor para resolver las dudas que puedan surgir, especialmente durante la fase de diseño y simulación de l convertor.

Revisión con el supervisor del funcionamiento de los convertidores.

Orientación por parte del supervisor de cara a redactar la memoria y preparar la defensa del TFG.

#### **BIBLIOGRAFÍA:**

1. N. Mohan. "Power Electronics: A First Course". Wiley, 2012.
2. N. Mohan, T. M. Undeland, W. P. Robbins. "Power Electronics: Converters, Applications and Design". John Willey and Sons, 2003.
3. Documentación técnica de los fabricantes de circuitos integrados (*datasheets, application notes*).



# GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2023-24

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

|                              |  |  |   |
|------------------------------|--|--|---|
| <b>DEPARTAMENTO:</b>         | Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica   |  |   |
| <b>TÍTULO:</b>               | Diseño y evaluación de un sistema de comunicaciones de alta velocidad basado en FPGAs y transceptores ópticos multifibra |  |   |
| <b>TITLE:</b>                | Design and evaluation of a high-speed communication system based on FPGAs and multifiber optical transceivers.           |  |   |
| <b>SUPERVISOR/ES:</b>        | Luis Ángel Tejedor Álvarez   |  |   |
| <b>E-MAIL SUPERVISOR/ES:</b> | latejedo@ucm.es  |  |   |
| <b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>     | 1  |  |   |
| <b>TIPO DE TFG:</b>          | Experimental <input checked="" type="checkbox"/>   | Bibliográfico <input type="checkbox"/> | Simulación <input type="checkbox"/>               |
| <b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>    | Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>  |  | Selección por expediente <input type="checkbox"/> |

### OBJETIVOS:

Los sistemas basados en enlaces de fibra óptica y procesado en FPGAs de última generación son capaces de procesar grandes cantidades de información. Para ello utilizan transceptores ópticos compactos, capaces de transmitir y recibir a través de múltiples fibras ópticas a 10 Gbps por cada una de ellas. Por su parte, las FPGAs reciben las señales eléctricas procedentes de los transceptores ópticos y deserializan el flujo de datos mediante módulos SER/DES, para manejar varios flujos en paralelo a velocidades más reducidas. El objetivo de este TFG es construir un demostrador de este tipo de tecnología en el que se estudien y prueben exhaustivamente:

- Los transceptores electro-ópticos, prestando especial atención a su montaje y consumo de potencia.
- Los módulos SER/DES de una FPGA.
- Las líneas de transmisión utilizadas en la PCB para unir los transceptores ópticos y la FPGA. Al transportar señales digitales de muy ancho de banda, se deberán tener en cuenta consideraciones de Radiofrecuencia.
- La fiabilidad del enlace. Para ello se transmitirán datos conocidos y se medirá en recepción la probabilidad de error.
- El consumo de potencia de la FPGA

**METODOLOGÍA:**

Selección de componentes electrónicos adecuados y estudio de sus hojas de características.

Diseño de placas de circuito impreso con Altium Designer.

Simulación del comportamiento de los circuitos diseñados mediante AWR Design Environment o Ansys Electronics Desktop.

Construcción de prototipos.

Medida de prototipos.

**ACTIVIDADES FORMATIVAS:**

Reuniones periódicas con el supervisor que propone el trabajo.

**BIBLIOGRAFÍA:**

H.W. Johnson, M. Graham *“High-speed digital design: a handbook of black magic”* Prentice Hall, 1993

S. Hall and H. L. Heck *“Advanced Signal Integrity for High-Speed Digital Designs”* John Wiley & Sons, 2011

D. Brooks *“Signal integrity issues and printed circuit board design”*. Prentice Hall Professional, 2003

P.P. Chu, *“Hardware Design Using VHDL: Coding for Efficiency, Portability and Scalability”*. Cambridge University Press, 2006.

A.W. Rose et al *“Serenity: An ATCA prototyping platform for CMS Phase-2”* Proceedings of the Topical Workshop on Electronics for Particle Physics (TWEPP2018), vol. 343  
[doi:10.22323/1.343.0115](https://doi.org/10.22323/1.343.0115)

J.P. Cachemiche, P.Y. Duval, F. Hachon, R. Le Gac and F. Réthoré *“The PCIe-based readout system for the LHCb experiment”*. Journal of Instrumentation, vol. 11, Feb.2016  
[doi:10.1088/1748-0221/11/02/P02013](https://doi.org/10.1088/1748-0221/11/02/P02013)

Samtec, *“Firefly Active Optical Micro Flyover System Cable Assembly”*  
<https://www.samtec.com/products/ecuo>



# GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2023-24

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

|                              |   |  |   |
|------------------------------|---|--|---|
| <b>DEPARTAMENTO:</b>         | Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica  |  |   |
| <b>TÍTULO:</b>               | Caracterización dieléctrica mediante espectroscopía de impedancias                                  |  |   |
| <b>TITLE:</b>                | Dielectric characterization using impedance spectroscopy technique                                  |  |   |
| <b>SUPERVISOR/ES:</b>        | Sagrario Muñoz, Pedro Antoranz  |  |   |
| <b>E-MAIL SUPERVISOR/ES:</b> | <a href="mailto:smsm@ucm.es">smsm@ucm.es</a> , <a href="mailto:antoranz@ucm.es">antoranz@ucm.es</a> |  |   |
| <b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>     | 1   |  |   |
| <b>TIPO DE TFG:</b>          | Experimental <input checked="" type="checkbox"/>  | Bibliográfico <input type="checkbox"/> | Simulación <input checked="" type="checkbox"/>    |
| <b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>    | Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>   |  | Selección por expediente <input type="checkbox"/> |

### OBJETIVOS:

Se propondrá la caracterización dieléctrica de diversos materiales dieléctricos de interés para el estudio de sus características eléctricas en función de la frecuencia por medio de de la técnica de espectroscopía de impedancias.

Para ello se diseñarán y fabricarán las celdas, soportes y conectores necesarios para realizar medidas con analizadores vectoriales de redes y de impedancias. Se realizarán medidas en los rangos de frecuencia de interés y se analizarán los resultados obtenidos.

Mediante software de simulación (COMSOL Multiphysics) se propondrán modelos para las celdas y las muestras que permitan interpretar y confirmar la validez de los resultados.

### METODOLOGÍA:

- Lectura de la bibliografía para una correcta comprensión de las técnicas utilizadas en el trabajo.
- Adquisición de destreza en el manejo de la instrumentación necesaria para la implementación de las técnicas.
- Aprendizaje de la utilización del software de simulación.
- Diseño de las celdas de medida necesarias
- Elaboración de la memoria e informe de resultados

**ACTIVIDADES FORMATIVAS:**

- Introducción en el manejo de los analizadores vectoriales de redes e impedancias
- Explicación y demostraciones de la utilización del software de simulación
- Reuniones periódicas con los supervisores del trabajo.

**BIBLIOGRAFÍA:**

- “Microwave Engineering”. Third Edition David M. Pozar. John Wiley and Sons.
- “Foundations for Microwave Engineering”. Second Edition. Robert E. Collin. Wiley-InterScience.
- “Impedance Spectroscopy: Applications to Electrochemical and Dielectric Phenomena 1st Edición”. V. F. Lvovich. Wiley



# GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2023-24

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

|                              |  |  |   |
|------------------------------|--|--|---|
| <b>DEPARTAMENTO:</b>         | Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica   |  |   |
| <b>TÍTULO:</b>               | Diseño, fabricación y pruebas de un dispositivo de diatermia por radiofrecuencia de bajo coste |  |   |
| <b>TITLE:</b>                | Design, manufacture and test of a low-cost RF diathermy device                                 |  |   |
| <b>SUPERVISOR/ES:</b>        | Luis Ángel Tejedor Álvarez   |  |   |
| <b>E-MAIL SUPERVISOR/ES:</b> | latejedo@ucm.es  |  |   |
| <b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>     | 1  |  |   |
| <b>TIPO DE TFG:</b>          | Experimental <input checked="" type="checkbox"/>   | Bibliográfico <input type="checkbox"/> | Simulación <input type="checkbox"/>               |
| <b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>    | Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>  |  | Selección por expediente <input type="checkbox"/> |

### OBJETIVOS:

La diatermia por radiofrecuencia es una técnica empleada en fisioterapia para tratar diferentes tipos de lesiones. Consiste en aplicar en aplicar energía electromagnética de radiofrecuencia para aumentar la temperatura de una zona localizada del cuerpo. El objetivo de este trabajo de fin de grado es, en primer lugar, revisar el estado del arte de esta técnica y, posteriormente diseñar, construir y probar un dispositivo de diatermia de bajo coste.

### METODOLOGÍA:

Estudio bibliográfico del estado del arte.

Diseño de circuitos electrónicos.

Diseño de placas de circuito impreso con Altium Designer.

Simulaciones eléctricas y electromagnéticas mediante Pspice, AWR Design Environment o Ansys Electronics Desktop.

Construcción de prototipos.

Medida de prototipos.

### ACTIVIDADES FORMATIVAS:

Reuniones periódicas con el tutor del TFG.



#### **BIBLIOGRAFÍA:**

J.M. Miranda, J.L. Sebastián, M. Sierra, J. Margineda *“Ingeniería de Microondas. Técnicas experimentales”*. Prentice Hall, 2002.

J.-C Chiao et al. *“Applications of Microwaves in Medicine”* IEEE Journal of Microwaves, vol. 3, Issue 1, January 2023. DOI:[10.1109/JMW.2022.3223301](https://doi.org/10.1109/JMW.2022.3223301)

A.W. Guy *“History of Biological Effects and Medical Applications of Microwave Energy”*. IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, vol. 32, issue 9, September 1984 DOI: [https://10.1109/TMTT.1984.1132830](https://doi.org/10.1109/TMTT.1984.1132830)

J.M. Rodríguez Martín *“Electroterapia en Fisioterapia”* Panamericana, cop.2014, 3ª ed.

A. Corres-Matamoros, E. Martínez-Guerrero, J. E. Rayas Sánchez *“Design and validation of a portable radio-frequency diathermy prototype”*. 2017 International Caribbean Conference on Devices, Circuits and Systems (ICDCS), Cozumel, México, 2017, pp.93-96 doi:[10.1109/ICDCS.2017.7959710](https://doi.org/10.1109/ICDCS.2017.7959710)



# GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2023-24

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

|                              |  |  |   |
|------------------------------|--|--|---|
| <b>DEPARTAMENTO:</b>         | Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica |  |   |
| <b>TÍTULO:</b>               | Sistema de comunicaciones inalámbricas                 |  |   |
| <b>TITLE:</b>                | Wireless communication system                          |  |   |
| <b>SUPERVISOR/ES:</b>        | Javier Olea Ariza                                      |  |   |
| <b>E-MAIL SUPERVISOR/ES:</b> | <a href="mailto:oleaariz@ucm.es">oleaariz@ucm.es</a>   |  |   |
| <b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>     | 1  |  |   |
| <b>TIPO DE TFG:</b>          | Experimental <input checked="" type="checkbox"/>       | Bibliográfico <input type="checkbox"/> | Simulación <input type="checkbox"/>               |
| <b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>    | Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>  |  | Selección por expediente <input type="checkbox"/> |

### OBJETIVOS:

Se propone el diseño, montaje y puesta a punto de un sistema de comunicaciones inalámbrico. El alumno deberá proponer un diseño optimizado en cuanto a complejidad y coste, eligiendo el tipo de modulación, frecuencia de transmisión y en general todos los aspectos relacionados con el diseño. El sistema deberá funcionar al menos a una distancia de unos 20 m.

### METODOLOGÍA:

- Lectura de la bibliografía recomendada. En particular será vital aclarar cuáles son los requisitos legales de potencia y frecuencia para un sistema de comunicaciones sin licencia.
- Simulación de los diferentes circuitos en Pspice o simulador similar. Obtención de los parámetros y restricciones de los diferentes diseños.
- Fabricación y montaje de los diferentes circuitos.

Prueba de los circuitos fabricados y optimización de los mismos.

### ACTIVIDADES FORMATIVAS:

Reuniones/tutorías con profesores expertos en electrónica y comunicaciones.

### BIBLIOGRAFÍA:

Apuntes de las asignaturas de electrónica y de comunicaciones y la bibliografía incluida en ellas. En particular:

- M. Sierra Pérez, et al, "Electrónica de Comunicaciones", Pearson Educación, Prentice Hall, 1ª edición, España, 2003. ISBN: 8420536741, 9788420536743.
- Louis E. Frenzel Jr., "Principles of Electronic Communication Systems", McGraw Hill Education, 4ª edición, New York, 2016. ISBN: 978-1-259-25502-1.



# GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2023-24

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

|                              |   |  |   |
|------------------------------|---|--|---|
| <b>DEPARTAMENTO:</b>         | Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica    |  |   |
| <b>TÍTULO:</b>               | Puesta en marcha de un sistema de tomografía fotoacústica |  |   |
| <b>TITLE:</b>                | Implementation of a photoacoustic tomography system       |  |   |
| <b>SUPERVISOR/ES:</b>        | Mailyn Pérez Liva   |  |   |
| <b>E-MAIL SUPERVISOR/ES:</b> | mailyn01@ucm.es   |  |   |
| <b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>     | 1   |  |   |
| <b>TIPO DE TFG:</b>          | Experimental <input checked="" type="checkbox"/>          | Bibliográfico <input type="checkbox"/> | Simulación <input checked="" type="checkbox"/>    |
| <b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>    | Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>     |  | Selección por expediente <input type="checkbox"/> |

### OBJETIVOS:

El objetivo de este proyecto es la puesta en marcha de un sistema de fotoacústica de bajo coste empleando paneles de diodos laser y un array ultrasónico. Además de colaborar con el montaje del sistema, el/la estudiante se implicará en la implementación de los métodos de reconstrucción de imágenes para dicho sistema.

### METODOLOGÍA:

Se trabajará en el montaje electrónico, estudiando diferentes opciones de drivers de diodos laser para lograr pulsos de luz en el orden de los cientos de nanosegundos y diferentes geometrías del panel de diodos laser. Se trabajará con simulaciones de la propagación de la onda fotoacústica para diseñar los programas de reconstrucción de imágenes con los que alcanzar una adecuada calidad de imagen y una rápida reconstrucción de las mismas.

### ACTIVIDADES FORMATIVAS:

El trabajo se desarrollará en colaboración con el Instituto de Tecnologías Físicas y de la Información "Leonardo Torres Quevedo" (ITEFI), donde el/la estudiante recibirá una formación en el trabajo con sistemas acústicos de adquisición de imagen. De igual manera, en el grupo de física nuclear, se desarrollará una formación en el trabajo con diodos laser y drivers así como también con simuladores fotoacústicos.

### BIBLIOGRAFÍA:

[1] Zhong, H., Duan, T., Lan, H., Zhou, M., & Gao, F. (2018). Review of low-cost photoacoustic sensing and imaging based on laser diode and light-emitting diode. *Sensors*, 18(7), 2264.



- [2] Erfanzadeh, M., Kumavor, P. D., & Zhu, Q. (2018). Laser scanning laser diode photoacoustic microscopy system. *Photoacoustics*, 9, 1-9.
- [3] Treeby, B. E., & Cox, B. T. (2010). k-Wave: MATLAB toolbox for the simulation and reconstruction of photoacoustic wave fields. *Journal of biomedical optics*, 15(2), 021314-021314.



# GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2023-24

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

|                              |   |  |   |
|------------------------------|---|--|---|
| <b>DEPARTAMENTO:</b>         | Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica  |  |   |
| <b>TÍTULO:</b>               | Contribución al desarrollo y prueba de un sistema radar   |  |   |
| <b>TITLE:</b>                | Contribution to the design and test of a radar system   |  |   |
| <b>SUPERVISOR/ES:</b>        | Luis Ángel Tejedor Álvarez y Pedro Antoranz Canales   |  |   |
| <b>E-MAIL SUPERVISOR/ES:</b> | <a href="mailto:latejedo@ucm.es">latejedo@ucm.es</a> , <a href="mailto:antoranz@ucm.es">antoranz@ucm.es</a> |  |   |
| <b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>     | 1   |  |   |
| <b>TIPO DE TFG:</b>          | Experimental <input checked="" type="checkbox"/>  | Bibliográfico <input type="checkbox"/> | Simulación <input type="checkbox"/>               |
| <b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>    | Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>   |  | Selección por expediente <input type="checkbox"/> |

### OBJETIVOS:

El radar es una importante aplicación de la tecnología de microondas, útil para detectar la posición y velocidad de objetos como aviones, automóviles, misiles, etc. además de nubes y precipitaciones. El objetivo principal de este TFG es diseñar, construir y probar un radar pulsado. Ello implica varios objetivos más pequeños:

- Diseño y construcción de la antena
- Diseño y construcción del generador y la red de alimentación de RF
- Diseño y construcción del sistema de control digital
- Medidas con el radar

### METODOLOGÍA:

Selección de componentes electrónicos adecuados y estudio de sus hojas de características.

Diseño de placas de circuito impreso con Altium Designer.

Simulación del comportamiento de los circuitos diseñados mediante AWR Design Environment o Ansys Electronics Desktop.

Construcción de prototipos.

Medida de prototipos.

### ACTIVIDADES FORMATIVAS:

Reuniones periódicas con el supervisor que propone el trabajo.



**BIBLIOGRAFÍA:**

J.M. Miranda, J.L. Sebastián, M. Sierra, J. Margineda *“Ingeniería de Microondas. Técnicas Experimentales”*. Prentice Hall, 2002

M.I. Skolnik *“Introduction to Radar Systems”* McGraw Hill, 2000

D.R. Wehner, B. Barnes *“High Resolution Radar”* Artech House, 1994

M.I. Skolnik *“Radar Handbook”* McGraw Hill, 1989

D.M Pozar *“Microwave Engineering”* Wiley, 2012



# GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2023-24

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

|                              |   |  |   |
|------------------------------|---|--|---|
| <b>DEPARTAMENTO:</b>         | DACYA y EMFTEL  |  |   |
| <b>TÍTULO:</b>               | Monitorización online de un sistema de refrigeración de los equipos de un laboratorio de investigación                  |  |   |
| <b>TITLE:</b>                | Online monitoring of a refrigeration system for the equipment in a research laboratory                                  |  |   |
| <b>SUPERVISOR/ES:</b>        | Carlos García Sánchez, Javier Olea Ariza  |  |   |
| <b>E-MAIL SUPERVISOR/ES:</b> | <a href="mailto:garsanca@dacya.ucm.es">garsanca@dacya.ucm.es</a> , <a href="mailto:oleaariz@ucm.es">oleaariz@ucm.es</a> |  |   |
| <b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>     | 1   |  |   |
| <b>TIPO DE TFG:</b>          | Experimental <input checked="" type="checkbox"/>  | Bibliográfico <input type="checkbox"/> | Simulación <input type="checkbox"/>               |
| <b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>    | Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>   |  | Selección por expediente <input type="checkbox"/> |

### OBJETIVOS:

Se propone el diseño, montaje y programación un dispositivo de monitorización de un sistema de refrigeración por agua de los equipos de un laboratorio de investigación. El sistema dispone de 4 medidores de flujo y una electroválvula, conectados a dos compresores asociados a dos criostatos, además de la fuente de alimentación de un electroimán. Actualmente el sistema está controlado in-situ mediante un dispositivo Arduino. El objetivo principal de este trabajo es ampliar su funcionalidad actual permitiendo la monitorización y control remoto a través de Internet externamente. El concepto de IoT o dispositivos conectados a la red permite desarrollar este cometido, dotando al diseño actual de la capacidad de publicación del estado del sistema de refrigeración en un dashboard web. Además, el estudiante completará el diseño añadiendo la capacidad de interacción exterior que permita no solo monitorizar el estado del sistema refrigerado sino controlar o accionar actuadores de forma remota mediante un cliente ejecutado en un smartphone.

### METODOLOGÍA:

- Lectura de la bibliografía recomendada.
- Elección de los equipos y módulos necesarios para ampliar la funcionalidad del sistema: microcontrolador, tarjeta de comunicaciones, servidor online, servicios de dashboard para IoT, aplicación móvil, etc.
- Diseño, simulación, montaje y programación de los diferentes módulos.
- Testeo de los circuitos fabricados y evaluación de la funcionalidad.

**ACTIVIDADES FORMATIVAS:**

Reuniones/tutorías con profesores expertos en electrónica, comunicaciones y programación.

**BIBLIOGRAFÍA:**

- David Hanes, Gonzalo Salgueiro, Patrick Grossetete, Rob Barton, Jerome Henry. "IoT Fundamentals: Networking Technologies, Protocols, and Use Cases for the Internet of Things". Cisco Press, 2017