



# GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2026-27

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
<b>Título:</b>	Fotodiodos: Principios físicos y circuitos de acondicionamiento
<b>Title:</b>	Photodiodes: Physical Principles and Signal Conditioning Circuits
<b>Tutor/es:</b>	Rodrigo García Hernansanz
<b>E-mail tutor/es:</b>	rodgar01@ucm.es
<b>Número de plazas</b>	1
<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>	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/> Asignación por expediente <input type="checkbox"/>

### OBJETIVOS:

El objetivo general del trabajo que el/la estudiante obtenga una visión integral de los fotodiodos, conectando la física del dispositivo con el diseño electrónico analógico para la extracción óptima de la fotocorriente.

#### Objetivos Específicos:

Física del dispositivo: Analizar los mecanismos de absorción y generación de portadores. Se evaluará la eficiencia cuántica, la responsividad, la avalancha y el efecto túnel en uniones altamente dopadas

Estado del arte: Comparar las tecnologías actuales de fotodetectores (PIN, APD, SPAD y perovskitas) evaluando sus figuras de mérito críticas: ancho de banda, corriente de oscuridad y detectividad.

Simulación y circuitos de acondicionamiento de la señal: Traducir el comportamiento físico del sensor a un modelo circuital que integre elementos parásitos y fuentes de ruido intrínseco (térmico, shot noise,  $1/f$ ). A partir de este modelo, el/la estudiante simulará amplificadores de transimpedancia (TIA), optimizando la relación señal-ruido (SNR) y garantizando la estabilidad del lazo de realimentación.

### METODOLOGÍA:

1.- Revisión bibliográfica: Estudio de la física del sensor y del estado del arte en topologías de acondicionamiento.

2.- Simulación mediante LTspice: Modelado del amplificador, evaluando analíticamente la estabilidad y el ruido electrónico.

3.- Validación: Se exigirá una parte experimental en la que el/la estudiante monte un circuito de medida para un fotodiodo comercial.

**ACTIVIDADES FORMATIVAS:**

-

**BIBLIOGRAFÍA:**

- Sze, S.M. Physics of Semiconductor Devices. Wiley, 2006.
- Neil Storey "Electronics. A systems approach" Pearson 2009
- M. A. Pérez García. Instrumentación electrónica. Editorial Paraninfo, 2014.



# GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2026-27

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
<b>Título:</b>	Fuente de tensión portable para experimentos científicos
<b>Title:</b>	Portable voltage source for scientific research
<b>Tutor/es:</b>	Francisco Javier Franco Peláez
<b>E-mail tutor/es:</b>	fjfranco@fis.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>	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/> Asignación por expediente <input type="checkbox"/>

### OBJETIVOS:

La validación de componentes electrónicos para espacio requiere realizar tests en instalaciones científicas muy específicas, de las que apenas hay dos o tres en Europa. Eso exige desplazarse con todo el instrumental científico necesario, siendo muy sensato disponer de material de poco peso y con modificaciones de interés.

En este trabajo se espera que el/la estudiante desarrolle una fuente de tensión funcional con las siguientes características de salida. En primer lugar, debe proporcionar salidas fijas de 1.8, 2.5, 3.3 (x2) y 5 V, así como una fuente bipolar variable entre 0 y 15 V. Cada salida debe proporcionar al menos 200 mA. Es necesario que el sistema mida de forma continua el consumo de corriente de cada salida y que pueda desactivar las salidas en caso de detectarse sobreconsumo.

La fuente debe ser controlada a través del puerto USB de un ordenador personal. Se debe elaborar una interfaz gráfica de control que permita fijar valores máximos de corriente y activar salidas y registrar el consumo en algún fichero de texto junto con la hora de medida. Este software debe elaborarse preferentemente con lenguajes de código abierto y que permita el uso a largo plazo independientemente de las licencias disponibles.

### METODOLOGÍA:

Se plantea el trabajo en las siguientes fases:

- 1.- Definición de objetivos
- 2.- Desarrollo del sistema electrónico
- 3.- Diseño de la placa de circuito impreso.
- 4.- Fabricación y montaje.
- 5.- Elaboración del software de control

6.- Elaboración del software de interfaz con el usuario.

7.- Elaboración de la memoria.

Este trabajo está especialmente dirigido a aquellos/as estudiantes que deseen trabajar en las instalaciones de la facultad, con posibilidad de teletrabajo. Debe tenerse en cuenta que algunos plazos (fabricación de placas, compra de componentes) pueden introducir retrasos que deben tenerse en cuenta al realizar la organización temporal.

**ACTIVIDADES FORMATIVAS:**

Reuniones periódicas con el tutor del trabajo y asistencia a laboratorio.

**BIBLIOGRAFÍA:**

Apuntes de Instrumentación Electrónica,  
<https://hdl.handle.net/20.500.14352/65879>

SINGLE EVENT EFFECTS TEST METHOD AND GUIDELINES ESCC Basic Specification No. 25100, <https://escies.org/download/webDocumentFile?id=62690>

I. Chatterjee, EDHPC 2023 Tutorial,  
[https://indico.esa.int/event/445/contributions/8593/attachments/5591/9511/EDHP\\_C2023\\_SEE\\_Tutorial\\_Basic\\_Mechanisms\\_for\\_public\\_release.pdf](https://indico.esa.int/event/445/contributions/8593/attachments/5591/9511/EDHP_C2023_SEE_Tutorial_Basic_Mechanisms_for_public_release.pdf)



# GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2026-27

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
<b>Título:</b>	Unidad portable para medida de temperatura para experimentos científicos
<b>Title:</b>	Portable temperature measurement unit for scientific research
<b>Tutor/es:</b>	Francisco Javier Franco Peláez
<b>E-mail tutor/es:</b>	fjfranco@fis.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>	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/> Asignación por expediente <input type="checkbox"/>

### OBJETIVOS:

La validación de componentes electrónicos para espacio requiere realizar tests en instalaciones científicas muy específicas, de las que apenas hay dos o tres en Europa. Eso exige desplazarse con todo el instrumental científico necesario, siendo muy sensato disponer de material de poco peso y con modificaciones de interés.

En este trabajo se espera que el/la estudiante desarrolle un sistema de acondicionamiento de la señal para medir la temperatura de sensores tipo RTD (PT100) y termopar. En particular, se exige que se puedan medir al menos dos sensores de cada tipo, primando que la medida se haga a larga distancia (2-10 m) en detrimento de la precisión. Se aplicarán los conocimientos adquiridos en la asignatura "Instrumentación Electrónica".

La unidad debe ser controlada a través del puerto USB de un ordenador personal. Se debe elaborar una interfaz gráfica de control que permita seleccionar los canales que se desean medir y registrar la temperatura marcada en algún fichero de texto junto con la hora de medida. Este software debe elaborarse preferentemente con lenguajes de código abierto y que permita el uso a largo plazo independientemente de las licencias disponibles.

### METODOLOGÍA:

Se plantea el trabajo en las siguientes fases:

- 1.- Definición de objetivos
- 2.- Desarrollo del sistema electrónico
- 3.- Diseño de la placa de circuito impreso.
- 4.- Fabricación y montaje.

- 5.- Elaboración del software de control
- 6.- Elaboración del software de interfaz con el usuario.
- 7.- Elaboración de la memoria.

Este trabajo está especialmente dirigido a aquellos/as estudiantes que deseen trabajar en las instalaciones de la facultad, con posibilidad de teletrabajo. Debe tenerse en cuenta que algunos plazos (fabricación de placas, compra de componentes) pueden introducir retrasos que deben tenerse en cuenta al realizar la organización temporal.

**ACTIVIDADES FORMATIVAS:**

Reuniones periódicas con el tutor del trabajo y asistencia a laboratorio.

**BIBLIOGRAFÍA:**

Apuntes de Instrumentación Electrónica,  
<https://hdl.handle.net/20.500.14352/65879>

SINGLE EVENT EFFECTS TEST METHOD AND GUIDELINES ESCC Basic Specification No. 25100, <https://escies.org/download/webDocumentFile?id=62690>

I. Chatterjee, EDHPC 2023 Tutorial,  
[https://indico.esa.int/event/445/contributions/8593/attachments/5591/9511/EDHP\\_C2023\\_SEE\\_Tutorial\\_Basic\\_Mechanisms\\_for\\_public\\_release.pdf](https://indico.esa.int/event/445/contributions/8593/attachments/5591/9511/EDHP_C2023_SEE_Tutorial_Basic_Mechanisms_for_public_release.pdf)



# GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2026-27

## 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 módulos electrónicos para un sistema radar en banda X
<b>Title:</b>	Contribution to the design and test of electronic modules for an X-band radar system
<b>Tutor/es:</b>	Pedro Antoranz Canales y Luis Ángel Tejedor Álvarez
<b>E-mail tutor/es:</b>	antoranz@ucm.es, 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 checked="" type="checkbox"/>
<b>Asignación de TFG:</b>	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/> Asignación 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 diferentes módulos para un radar pulsado o de onda continua en banda X. 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
- Diseño y construcción del receptor
- Medidas con el radar

### METODOLOGÍA:

Estudio de la bibliografía propuesta por los supervisores.

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 los supervisores que proponen 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
- C.A. Balanis, "Antenna Theory, Analysis and Design", 3ª ed, Wiley, 2005
- A. Cardama, Ll Jofre, JM Rius, J. Romeu, S. Blanch, M. Ferrando, "Antenas", Ediciones UPC 2ª ed, 2005



# GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2026-27

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
<b>Título:</b>	Implementación y prueba de modulaciones en sistemas RFSoc
<b>Title:</b>	Implementation and testing of modulations on RFSoc systems
<b>Tutor/es:</b>	Luis Ángel Tejedor Álvarez
<b>E-mail tutor/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 checked="" type="checkbox"/>
<b>Asignación de TFG:</b>	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/> Asignación por expediente <input type="checkbox"/>

### OBJETIVOS:

Desde hace tiempo la radio definida por software (SDR) ha ido sustituyendo partes analógicas de los sistemas de comunicaciones por procesamiento de señales digitalizadas en microprocesadores (CPU), en procesadores digitales de señales especializados (DSP), o en circuitos programables (FPGA). En los últimos años la evolución de las FPGA ha ido integrando otras funciones, hasta el punto de integrar en un mismo chip los recursos lógicos de las FPGA, microcontroladores y memoria, definiendo nuevos dispositivos conocidos como Systems on Chip (SoC). Pensando en el campo de la RF, han aparecido dispositivos que, a la funcionalidad de la FPGA, el microcontrolador y la memoria, han añadido conversores digitales analógicos (DAC) y analógico digitales (ADC) de alta velocidad, permitiendo integrar toda la cadena modulación, emisión y recepción de radiofrecuencia en un único chip (RFSoc), capaz de llegar sin elementos adicionales a frecuencias hasta 1 GHz.

El objetivo de este TFG es explorar las capacidades de un RFSoc para implementar moduladores y demoduladores de señales básicos. Algunos de los esquemas de moduladores o demoduladores que se podrían implementar serían:

- AM
- FM
- FSK
- BPSK
- QPSK

Se probarían más o menos algoritmos según el tiempo disponible.

Para ello se dispondrá de una placa entrenadora y el/la estudiante deberá

familiarizarse con la plataforma de desarrollo para generar los bloques de software y firmware necesarios para controlar el hardware, adquirir las señales digitalizadas y ejecutar los algoritmos correspondientes a cada caso.

**METODOLOGÍA:**

Estudio de las principales referencias bibliográficas.

Familiarización con la plataforma de desarrollo y ejecución de tutoriales.

Adaptación de esquemas de modulación a procesado digital.

Desarrollo de firmware implementando las modulaciones elegidas en la placa de desarrollo.

Despliegue en la placa de desarrollo de los módulos de firmware implementados.

Caracterización de las señales generadas, correspondientes a señales moduladas o demoduladas.

Se recomienda haber cursado Diseño de Sistemas Digitales.

**ACTIVIDADES FORMATIVAS:**

Reuniones periódicas con el tutor del TFG.

Lectura de documentación.

Realización de tutoriales.

Simulaciones de los algoritmos en la plataforma de desarrollo.

Caracterización de las señales moduladas y demoduladas mediante instrumentación de laboratorio.

**BIBLIOGRAFÍA:**

- L.H. Crockett, D. Northcote, R. W. Stewart (Editors), Software Defined Radio with Zynq UltraScale+ RFSoc, First Edition, Strathclyde Academic Media, 2023. <https://www.RFSocbook.com>

- R. G. Lyons, Understanding digital signal processing, 3rd ed. Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education International, 2011.

- J.G. Proakis, Digital Communications, 4th ed. Boston: McGraw-Hill, 2001

- C. R. Johnson, Jr, W. A. Sethares, and A. G. Klein, Software Receiver Design: Build Your Own Digital Communication System in Five Easy Steps. Cambridge: Cambridge University Press, 2011.

- AMD, Zynq UltraScale+ RFSoc Data Sheet: DC and AC Switching Characteristics (DS926) <https://docs.amd.com/r/en-US/ds926-zynq-ultrascale-plus-rfsoc>

- AMD, Zynq UltraScale+ RFSoc RF Data Converter v2.6 Gen 1/2/3/DFE LogiCORE IP Product Guide (PG269) <https://docs.amd.com/r/en-US/pg269-rf-data-converter>

- AMD, CORDIC v6.0 LogiCORE IP Product Guide, (PG105), 2021 <https://docs.amd.com/v/u/en-US/pg105-cordic>



# GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2026-27

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
<b>Título:</b>	Diseño de módulos electrónicos para un sistema de comunicación PMR446
<b>Title:</b>	Design of electronic modules for a PMR446 communication system
<b>Tutor/es:</b>	Luis Ángel Tejedor Álvarez
<b>E-mail tutor/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 checked="" type="checkbox"/>
<b>Asignación de TFG:</b>	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/> Asignación por expediente <input type="checkbox"/>

### OBJETIVOS:

La banda de 446 a 446,2 MHz tiene la consideración de uso libre y se utiliza habitualmente sin licencia en sistemas de comunicaciones de corto alcance (cientos de metros).

El objetivo del TFG es el diseño, fabricación y pruebas de diferentes módulos útiles para implementar un sistema de comunicación siguiendo las recomendaciones del estándar PMR446. Algunos de los módulos que se podrían desarrollar son:

- Antena
- Red de adaptación de antena
- Amplificador de radiofrecuencia
- Filtro de radiofrecuencia
- Filtro de frecuencia intermedia
- Sintetizador de frecuencias
- Control automático de ganancia
- Demodulador FM

Cada uno de los módulos diseñados se fabricará y se caracterizará para comprobar su utilidad dentro de la cadena emisora o receptora.

### METODOLOGÍA:

En primer lugar, se estudiarán las recomendaciones del estándar PMR446 para utilizar las modulaciones, canalización y alcance definidos por este.

A continuación se diseñará el diagrama de bloques del emisor y receptor, lo que

permitirá especificar cada uno de sus módulos en términos de ganancia o pérdidas, figura de ruido, punto de saturación y punto de intercepción de tercer orden.

Se diseñarán algunos módulos específicos mediante el software Altium Designer, y se fabricarán PCBs

Se caracterizarán exhaustivamente los módulos diseñados con generadores de RF, osciloscopio, analizador de espectros y analizador vectorial de redes.

Se probará el enlace extremo a extremo con los módulos diseñados.

#### **ACTIVIDADES FORMATIVAS:**

Reuniones periódicas con el tutor del TFG.

Búsqueda bibliográfica.

Diseño de placas de circuito impreso con Altium Designer.

Medidas de circuitos electrónicos de alta frecuencia.

#### **BIBLIOGRAFÍA:**

- Conferencia Europea de Administraciones de Correos y Comunicaciones, ECC Decision (15)05. "The harmonised frequency range 446.0-446.2 MHz technical characteristics, exemption from individual licensing and free carriage and use of analogue and digital PMR446 applications." 2018.  
<https://docdb.cept.org/download/1491>

- ETSI standard EN 303 405 "Land Mobile Service; Analogue and Digital PMR446 Equipment; Harmonised Standard covering the essential requirements of article 3.2 of Directive 2014/53/EU", 1017  
[https://www.etsi.org/deliver/etsi\\_en/303400\\_303499/303405/01.01.01\\_60/en\\_303405v010101p.pdf](https://www.etsi.org/deliver/etsi_en/303400_303499/303405/01.01.01_60/en_303405v010101p.pdf)

- M. Sierra Pérez, B. Galocha Iragüen, J.L. Fernández Jambrina, M. Sierra Castañer. "Electrónica de Comunicaciones". Pearson Educación, 2010

- J. M. Hernando Rábanos. "Transmisión por Radio". Editorial Centro de Estudios Ramón Areces, S.A., 2021

- D. M. Pozar, "Microwave Engineering", Wiley, 2012

- R. E. Collin, "Foundations for Microwave Engineering", IEEE Wiley-interscience, 2001

- J.M. Miranda, J.L. Sebastián, M. Sierra, J.Margineda "Ingeniería de Microondas. Técnicas Experimentales", Prentice Hall, 2002



# GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2026-27

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
<b>Título:</b>	Diseño, simulación y medida de componentes en guía de onda mediante impresión 3D
<b>Title:</b>	Design, simulation and measurement of waveguide components using 3D printing
<b>Tutor/es:</b>	Sagrario Muñoz San Martín / Pedro Antoranz Canales
<b>E-mail tutor/es:</b>	smsm@ucm.es / antoranz@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>	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/> Asignación por expediente <input type="checkbox"/>

### OBJETIVOS:

En este trabajo se pretende explorar la viabilidad del uso de impresoras 3D convencionales en la fabricación de componentes en guía de onda. La posibilidad de implementar estos elementos de un modo sencillo, autónomo y sobre todo económico podría abrir la puerta a su utilización en prácticas de laboratorio de las asignaturas del área de Electromagnetismo sin necesidad de realizar grandes inversiones.

Para ello se realizará un estudio y revisión de las características mecánicas y eléctricas de los plásticos utilizados en estas impresoras, así como de las posibles técnicas de metalización de los mismos para confeccionar elementos en guía de ondas.

Se revisarán los fundamentos teóricos de las líneas de transmisión y de las guías de onda, poniendo especial relevancia en factores como las posibles pérdidas debidas a una moderada conductividad de las paredes de las guías obtenidas por la metalización del plástico.

Se simularán los diseños con el software ANSYS / HFSS, partiendo de las secciones de guía ya disponibles para la validación de los modelos y su posterior aplicación a los diseños generados. Se compararán los resultados del diseño experimental con el modelo simulado.

### METODOLOGÍA:

- Lectura de la bibliografía para una correcta comprensión de las técnicas utilizadas en el trabajo.
- Diseño de los modelos de componentes en guía de ondas.

- Aprendizaje de la utilización de software CAD de diseño de elementos 3D y su fabricación con la impresora.
- Adquisición de destreza en el manejo de la instrumentación necesaria para la implementación de las técnicas.
- Aprendizaje de la utilización del software de simulación.
- Elaboración de la memoria e informe de resultados.

**ACTIVIDADES FORMATIVAS:**

- Explicación y demostraciones de la utilización del software de simulación.
- Introducción en el manejo de los analizadores vectoriales de redes e impedancias y en el modelado y la impresión 3D de los componentes simulados.
- Reuniones periódicas con los supervisores del trabajo.

**BIBLIOGRAFÍA:**

Puesto que una de las partes fundamentales de la metodología que se pretende seguir es la búsqueda bibliográfica, en principio se le recomienda al alumno las siguientes referencias a modo informativo:

- "Microwave Engineering". Third Edition David M. Pozar. John Wiley and Sons.
- "Foundations for Microwave Engineering". Second Edition. Robert E. Collin. Wiley-InterScience.



# GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2026-27

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
<b>Título:</b>	Optimización del diseño de antenas microstrip para aplicaciones en biofísica en el rango de radiofrecuencia
<b>Title:</b>	Optimization of microstrip antenna design for biophysics applications in the radiofrequency range
<b>Tutor/es:</b>	Pedro Antoranz Canales / Sagrario Muñoz San Martín
<b>E-mail tutor/es:</b>	antoranz@ucm.es / smsm@ucm.es
<b>Número de plazas</b>	2
<b>Tipo de TFG</b>	Experimental <input checked="" type="checkbox"/> Bibliográfico <input type="checkbox"/> Simulación <input checked="" type="checkbox"/>
<b>Asignación de TFG:</b>	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/> Asignación por expediente <input type="checkbox"/>

### OBJETIVOS:

El objetivo de este trabajo es optimizar el diseño de antenas microstrip para aplicaciones en biofísica, que requieren transmisión y recepción eficiente de señales en el rango de radiofrecuencia (RF).

Se revisan los fundamentos teóricos del diseño de antenas en microstrip, se identifican los requisitos técnicos para aplicaciones biofísicas que requieren una radiación uniforme en el tejido biológico optimizando la distancia a la que se obtendrían valores de intensidad de campo dentro de la normativa vigente.

Se simularán los diseños iniciales con el software ANSYS / HFSS, para confirmar los diseños que muestran mejores resultados que serán posteriormente fabricados.

Se compararán los resultados del diseño experimental con el modelo simulado.

Cada estudiante desarrollará su trabajo en un rango de frecuencias diferente.

### 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 los modelos de antenas.
- Elaboración de la memoria e informe de resultados.

### ACTIVIDADES FORMATIVAS:

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

**BIBLIOGRAFÍA:**

Puesto que una de las partes fundamentales de la metodología que se pretende seguir es la búsqueda bibliográfica, en principio se le recomienda al alumno o alumna las siguientes referencias a modo informativo:

- “Microwave Engineering”. Third Edition David M. Pozar. John Wiley and Sons.
- “Foundations for Microwave Engineering”. Second Edition. Robert E. Collin. Wiley-InterScience.



# GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2026-27

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
<b>Título:</b>	Fundamentos de la imagen nuclear
<b>Title:</b>	Fundamentals of nuclear imaging
<b>Tutor/es:</b>	Paula Beatriz Ibáñez García, José Manuel Udías Moinelo
<b>E-mail tutor/es:</b>	pbibanez@ucm.es, jmudiasm@ucm.es
<b>Número de plazas</b>	2
<b>Tipo de TFG</b>	Experimental <input checked="" type="checkbox"/> Bibliográfico <input checked="" type="checkbox"/> Simulación <input type="checkbox"/>
<b>Asignación de TFG:</b>	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/> Asignación por expediente <input type="checkbox"/>

### OBJETIVOS:

El objetivo general de estos Trabajos de Fin de Grado será introducir al/la estudiante en los fundamentos físicos y tecnológicos de la imagen nuclear, abarcando desde la detección de la radiación hasta los principios básicos de formación y análisis de imagen. Se busca proporcionar una visión general de la instrumentación empleada en este ámbito y de su aplicación en entornos experimentales. Dentro de esta línea temática se ofertarán dos trabajos, uno orientado a la calibración y caracterización de los sistemas de imagen médica PET/gamma-cámaras y el otro al hardware y firmware de estos sistemas.

### METODOLOGÍA:

La metodología combinará una parte teórica y una parte práctica. En la parte teórica se abordarán los conceptos básicos relacionados con la interacción de la radiación con la materia, los detectores de radiación y los principios generales de adquisición y formación de imagen en sistemas de imagen nuclear. En la parte práctica, el/la estudiante participará en tareas experimentales de laboratorio relacionadas con el sistema concreto objeto del trabajo, aplicando de forma general los conocimientos adquiridos durante el desarrollo del TFG. Finalmente, se interpretarán los resultados obtenidos relacionándolos con los fundamentos teóricos previamente revisados.

### ACTIVIDADES FORMATIVAS:

Las actividades formativas incluirán la búsqueda y estudio de bibliografía especializada, la revisión de los fundamentos de la imagen nuclear y de la instrumentación asociada, la familiarización con técnicas y procedimientos experimentales del laboratorio y la realización de tareas prácticas relacionadas con el análisis, caracterización o desarrollo de sistemas de imagen. Asimismo, se trabajará en la interpretación de resultados y en la elaboración de la memoria final del trabajo.

**BIBLIOGRAFÍA:**

1. Cherry, S. R.; Sorenson, J. A.; Phelps, M. E.  
*Physics in Nuclear Medicine*. Elsevier.
2. Saha, G. B.  
*Basics of PET Imaging*. Springer.



# GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2026-27

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
<b>Título:</b>	Programación de aplicaciones en el campo de los semiconductores y la microelectrónica
<b>Title:</b>	Development of Applications in the field of semiconductors and microelectronics
<b>Tutor/es:</b>	Javier Olea Ariza
<b>E-mail tutor/es:</b>	oleaariz@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>	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/> Asignación por expediente <input type="checkbox"/>

### OBJETIVOS:

Desarrollo de aplicaciones en el campo de los semiconductores y la microelectrónica.

Ejemplos de aplicaciones objetivo:

- Estimación del coeficiente de absorción, espesor y bandgap de un material a partir de las medidas de transmitancia y reflectancia mediante el uso de modelos publicados como el modelo de Maley.
- Estimación de la transmitancia, la absorbancia y la absorción de una multicapa a partir de la simulación de las propiedades de los diferentes materiales.
- Procesado de medidas de resistividad y efecto Hall en función de la temperatura.
- Ajuste de medidas de curvas IV. Ajuste de medidas TLM y Cox&Strack.

### METODOLOGÍA:

- Programación de las diferentes herramientas/aplicaciones.
- Prueba de las herramientas mediante el uso de datos experimentales.
- Optimización de las diferentes herramientas.
- Elaboración de manuales de uso. Se analizará la opción de que las herramientas estén disponibles online para el uso de público, mediante el uso de una web institucional preferiblemente.

### ACTIVIDADES FORMATIVAS:

Reuniones/tutorías con profesores expertos de Grupo de Láminas Delgadas y Microelectrónica de la UCM.

### BIBLIOGRAFÍA:

- N. Maley, "Critical investigation of the infrared-transmission-data analysis of hydrogenated amorphous silicon alloys", PHYSICAL REVIEW B 46, 2078 (1992).
- L. J. van der Pauw, "A method of measuring the resistivity and Hall coefficient on lamellae of arbitrary shape", Phillips Technical Review 26, 220 (1958).
- M. van Rijnbach, "On the Accuracy of the Cox–Strack Equation and Method for Contact Resistivity Determination", IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES 67, (2020).
- T. Fiducia and Z. Holman, "Correcting Overestimates in TLM-based Contact Resistivity Measurements", IEEE 52nd Photovoltaic Specialist Conference (2024).



# GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2026-27

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
<b>Título:</b>	Diseño y simulación de un sistema fotovoltaico realista
<b>Title:</b>	Design and simulation of a realistic photovoltaic system
<b>Tutor/es:</b>	Enrique San Andrés
<b>E-mail tutor/es:</b>	esas@ucm.es
<b>Número de plazas</b>	2
<b>Tipo de TFG</b>	Experimental <input type="checkbox"/> Bibliográfico <input checked="" type="checkbox"/> Simulación <input checked="" type="checkbox"/>
<b>Asignación de TFG:</b>	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/> Asignación 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, agravada por la crisis de suministro de combustibles fósiles. Este contexto actual, 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 eliminación de gran parte de las trabas regulatorias.

En este trabajo fin de grado se pretende que el/la estudiante 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/la estudiante 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 básico 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, PVLib, SAM, SISIFO 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 dada una determinada hipótesis de trabajo (localización, necesidades energéticas, evaluación de tecnologías, etc.) definida por cada estudiante de acuerdo con el profesor.

#### **ACTIVIDADES FORMATIVAS:**

1.- Los/las 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.- REN21 “Renewables Global Status Report” (recurso online).

Sobre energía solar fotovoltaica en general:

1.- O. Perpiñán, M. Castro, A. Colmenar “Energía Solar Fotovoltaica”. Disponible bajo licencia creative commons en <https://github.com/oscarperpinan/esf>.

2.- M. Victoria "Fundamentals of Solar Cells and Photovoltaic Systems Engineering". Academic Press, 2024.

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

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

5.- 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.

Normativa:

1.- Reglamento electrotécnico de baja tensión e ITC.

2.- Instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica - Pliego de condiciones técnicas de Instalaciones conectadas a Red (IDAE).

3.- Documento Básico HE Ahorro de Energía (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana).

4.- Normas IEC 62458, 60269



# GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2026-27

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
<b>Título:</b>	Control del movimiento browniano con información limitada
<b>Title:</b>	Control of brownian motion with limited information
<b>Tutor/es:</b>	Francisco Javier Cao García
<b>E-mail tutor/es:</b>	franco@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>	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/> Asignación por expediente <input type="checkbox"/>

### OBJETIVOS:

- Implementar numéricamente un movimiento browniano
- Aplicar los conocimientos de control a un sistema con comportamiento aleatorio (una partícula con movimiento browniano) con información limitada del estado.

Opcionales experimentales:

- Implementar experimentalmente el procedimiento.

### METODOLOGÍA:

Aplicar procedimientos de control con acción Proporcional (P), Integral (I) y/o Derivativa (D), para controlar la posición de una partícula browniana de la que se tiene información limitada.

Parte experimental opcional (Observación por microscopio, procesamiento de imagen y actuación).

### ACTIVIDADES FORMATIVAS:

Simulación en Matlab o Python de movimientos brownianos y proceso de control con información limitada.

Opcionalmente parte experimental: observación al microscopio y procesado de imagen. Implementación del protocolo. (Programación en Python o Matlab).

### BIBLIOGRAFÍA:

- K. Ogata. Ingeniería de Control Moderna. Prentice Hall, 2007
- Introductory notes to Brownian motion and its numerical implementation.

Complementaria:

- C.W.Gardiner, Handbook of Stochastic Methods, Springer, 2003



# GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2026-27

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
<b>Título:</b>	Convertidores DC-DC
<b>Title:</b>	DC-DC converters
<b>Tutor/es:</b>	Álvaro del Prado Millán
<b>E-mail tutor/es:</b>	alvarop@ucm.es
<b>Número de plazas</b>	2
<b>Tipo de TFG</b>	Experimental <input checked="" type="checkbox"/> Bibliográfico <input type="checkbox"/> Simulación <input checked="" type="checkbox"/>
<b>Asignación de TFG:</b>	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/> Asignación por expediente <input type="checkbox"/>

### OBJETIVOS:

Diseño detallado de un convertidor DC-DC.

Simulación del diseño en PSpice, atendiendo a todos los efectos reales que sea posible.

Montaje del convertidor en placa de entrenador (alternativamente en placa de circuito impreso), análisis de su funcionamiento y comparativa con la simulación.

El objetivo principal es el conocimiento y desarrollo de un proceso de diseño completo, más que la fabricación de un convertidor con altas prestaciones.

En caso de que el TFG se asigne a más de un/una estudiante, cada estudiante realizará el diseño de un convertidor diferente, de forma independiente, con distintas características y especificaciones.

Inicialmente se plantean estas posibilidades, pero el TFG está abierto a otras opciones:

1. Convertidor buck realimentado para proporcionar una corriente de salida constante.
2. Convertidor boost con control en modo de corriente para proporcionar una tensión de salida constante.
3. Convertidor de medio puente con control en modo de tensión para proporcionar una tensión de salida constante.

### METODOLOGÍA:

Al comienzo del TFG se definirá el tipo de convertidor y sus especificaciones. Cada estudiante que realice el TFG tendrá una especificación diferente e independiente. Todos los diseños requerirán realimentación.

El desarrollo del TFG seguirá los siguientes pasos:

1. Elección de un circuito de control de anchura de pulsos y elección de los demás componentes de acuerdo con las especificaciones. La elección se realizará a partir del análisis teórico del convertidor y atendiendo a las especificaciones de los componentes facilitadas por los fabricantes.
2. Diseño de la realimentación o red de compensación necesaria para el control a partir del análisis de la función de transferencia del sistema.
3. Simulación mediante PSpice del circuito y análisis de su rendimiento.
4. Montaje real del convertidor, comprobación de su funcionamiento y caracterización experimental del rendimiento. El montaje se realizará preferentemente en una placa de entrenador, lo cual se tendrá en cuenta en el diseño.

**ACTIVIDADES FORMATIVAS:**

1. Reunión inicial con el supervisor para concretar los detalles del trabajo.
2. Reuniones periódicas con el supervisor para resolver las dudas que puedan surgir, especialmente durante la fase de diseño y simulación del convertidor.
3. Revisión con el supervisor del funcionamiento del convertidor.
4. Orientación por parte del supervisor de cara a redactar la memoria y a 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 Wiley and Sons, 2003.
3. Documentación técnica de los fabricantes de circuitos integrados (datasheets, application notes).
4. A. del Prado. "Apuntes de Electrónica de Potencia". Docta Complutense, 2023. <https://hdl.handle.net/20.500.14352/87221>



# GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2026-27

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
<b>Título:</b>	Caracterización funcional de la Default Mode Network utilizando datos de magnetoencefalografía (MEG)
<b>Title:</b>	Functional Characterization of the Default Mode Network Using Magnetoencephalography (MEG) Data
<b>Tutor/es:</b>	Gianluca Susi
<b>E-mail tutor/es:</b>	gsusi@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>	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/> Asignación por expediente <input type="checkbox"/>

### OBJETIVOS:

Implementar un pipeline de procesamiento de datos de magnetoencefalografía (MEG) para extraer y reconstruir la actividad de la default mode network (DMN) a partir de registros reales, con el fin de caracterizar sus principales patrones temporales y de sincronización.

### METODOLOGÍA:

Se utilizarán registros MEG reales de 30 sujetos sanos, a los que se aplicarán etapas de preprocesado que incluirán filtrado en banda, eliminación de artefactos, segmentación temporal y extracción de la actividad asociada a la DMN.

Posteriormente, se analizarán propiedades dinámicas de la red, como su organización temporal y sus patrones de sincronización.

Todo el trabajo se llevará a cabo mediante programas libres y de código abierto (p.ej., Brainstorm o Fieldtrip).

Se usarán datos reales previamente adquiridos en el Laboratorio de Neurociencia Cognitiva y Computacional (C3N) de la Universidad Complutense de Madrid (UCM)

### ACTIVIDADES FORMATIVAS:

- Jornadas de aprendizaje en el Laboratorio de Neurociencia Cognitiva y Computacional (C3N) de la Universidad Complutense de Madrid (UCM);
- Reuniones con el tutor para la configuración del sistema de análisis, la definición del pipeline y el seguimiento del trabajo.

### BIBLIOGRAFÍA:

Baillet, S. Magnetoencephalography for brain electrophysiology and imaging. Nat Neurosci 20, 327–339 (2017).

Tadel, F., Baillet, S., Mosher, J., Pantazis, D., Leahy, R., Brainstorm: A User-Friendly

Application for MEG/EEG Analysis, Computational Intelligence and Neuroscience, 13 (2011).

Menon, V. (2023). 20 years of the default mode network: a review and synthesis. Trends in Cognitive Sciences.



# GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2026-27

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
<b>Título:</b>	Biompedancia y análisis de composición corporal
<b>Title:</b>	Bioimpedance and body composition analysis
<b>Tutor/es:</b>	José Miguel Miranda Pantoja
<b>E-mail tutor/es:</b>	miranda@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>	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/> Asignación por expediente <input type="checkbox"/>

### OBJETIVOS:

Familiarizarse con las técnicas de medida de bioimpedancia utilizando la instrumentación disponible. Construir un equipo de Bioimpedancia avanzado utilizando un analizador LCR

### METODOLOGÍA:

Revisión bibliográfica -> desarrollo de software de control del LCR -> Construcción de un sistema de conmutación para medidas de bioimpedancia de extremidades -> Campaña de medidas contrastando LCR con equipos comerciales -> Construcción del equipo

### ACTIVIDADES FORMATIVAS:

Formación en propiedades eléctricas de los tejidos biológicos, seguridad eléctrica, técnicas de medida de 4 puntas y efectos parásitos de contactos electrodo conductor-piel humana.

### BIBLIOGRAFÍA:

[1] C. Beudart, O. Bruyere, A. Geerinck, M. Hajaoui, A. Scafoglieri, S. Perkisas, I. Bautmans, E. Gielen, J.-Y. Reginster, F. Buckinx, On behalf of the Belgian Aging Muscle Society (BAMS), Equation models developed with bioelectric impedance analysis tools to assess muscle mass: A systematic review, Clinical Nutrition ESPEN, vol 35(1), pgs. 47-62(2020), <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2019.09.012>

[2] B. Fu, T. J. Freeborn, Residual impedance effect on emulated bioimpedance measurements using



# GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2026-27

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
<b>Título:</b>	Simulación en SPICE de reguladores de tensión en paralelo
<b>Title:</b>	SPICE simulation of shunt voltage regulators
<b>Tutor/es:</b>	Francisco Javier Franco Peláez
<b>E-mail tutor/es:</b>	fjfranco@fis.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>	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/> Asignación por expediente <input type="checkbox"/>

### OBJETIVOS:

La transferencia de energía en circuitos electrónicos se realiza bien con convertidores, bien con reguladores lineales de tensión. Dentro de esta última categoría, caracterizada por una salida limpia de ruido e interferencias, pero también por una menor eficiencia, encontraremos los reguladores lineales de tipo serie, que son los habituales, y los de tipo deriva/paralelo. Este trabajo se centrará en estos últimos. Son especialmente interesantes porque permiten trabajar con tensiones de entradas muy altas, más allá de los valores que admiten los reguladores de tipo serie.

Estos reguladores pueden equivaler con algunos matices a diodos tipo Zener, al menos los modelos más sencillos. Algunos fabricantes como Texas Instruments proporcionan valiosa información acerca de la estructura interna de los dispositivos, lo que a priori permite el desarrollo de un micromodelo SPICE que puede utilizarse para estudiar el comportamiento de estos dispositivos en una red compleja y estudiar el efecto de parámetros como la temperatura, carga, aparición de transitorios, etc. Debe tenerse en cuenta que el macromodelo SPICE que puedan proporcionar los fabricantes suele incluir elementos ideales en aras de simplificar el modelo y acelerar la simulación, y que no son válidos para determinados estudios.

Esta simulación se llevará a cabo usando herramientas de uso libre como NgSpice o Xyce.

### METODOLOGÍA:

Se plantea el trabajo en las siguientes fases:

- 1.- Definición de objetivos
- 2.- Implementación del modelo SPICE

- 3.- Verificación del modelo y comparación de parámetros con los de la hoja de características.
- 4.- Estudio de redes típicas.
- 5- Efectos de la temperatura y carga.
- 6.- Estudio de transitorios.
- 7.- Elaboración de la memoria.

Este trabajo está especialmente dirigido a aquellos/as estudiantes que deseen trabajar desde su domicilio, al no ser necesaria una asistencia regular al laboratorio.

**ACTIVIDADES FORMATIVAS:**

Reuniones periódicas con el tutor del trabajo.

**BIBLIOGRAFÍA:**

\* TL431 (Hoja de características): <https://www.ti.com/product/TL431>

\* LM385 (Hoja de características): <https://www.ti.com/product/LM385-2.5>

\* F. J. Franco, C. Palomar, J. G. Izquierdo and J. A. Agapito, "SPICE Simulations of Single Event Transients in Bipolar Analog Integrated Circuits Using Public Information and Free Open Source Tools," in IEEE Transactions on Nuclear Science, vol. 62, no. 4, pp. 1625-1633, Aug. 2015 (<https://hdl.handle.net/20.500.14352/22995>)



# GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2026-27

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
<b>Título:</b>	Diseño y prototipado de un sistema de monitorización para pequeñas instalaciones fotovoltaicas.
<b>Title:</b>	Design and prototyping of a monitoring system for small scale photovoltaic installations.
<b>Tutor/es:</b>	Enrique San Andrés, Francisco Javier Franco
<b>E-mail tutor/es:</b>	esas@ucm.es, fjfranco@fis.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>	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/> Asignación 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 presente, agravada por la crisis de suministro de combustibles fósiles. Este contexto, 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 eliminación de gran parte de las trabas regulatorias.

En este trabajo fin de grado se pretende que el/la estudiante aplique los conocimientos adquiridos durante el grado, para introducirse en el campo de la energía solar fotovoltaica. En particular, se propone el prototipado de un sistema de monitorización de pequeños sistemas fotovoltaicos.

Para ello se propone un camino con varios hitos: primero el/la estudiante realizará una revisión del estado actual del modelo energético, para después centrarse en la tecnología fotovoltaica. Estudiará 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 prototipo de sistema de monitorización. En este apartado, aportará los conocimientos que habrá adquirido para medir sensores básicos, comunicación por redes a través de un microcontrolador ESP2, etc.

El detalle concreto de los objetivos de este prototipo es el siguiente:

1.- Diseñar un sistema de adquisición de datos basado en microcontroladores para

medir en tiempo real las variables críticas de un panel ( $V$ ,  $I$ ,  $T^{\text{a}}$ ).

- 2.- Implementar protocolos de comunicación inalámbrica para el envío de datos a una plataforma en la nube o servidor local.
- 3.- Desarrollar una interfaz de visualización que permita analizar el rendimiento del sistema en tiempo real.

**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.
- 2.-Una vez adquiridos los conocimientos básicos necesarios, construcción de un prototipo de sistema de monitorización para sistemas fotovoltaicos de pequeña potencia.

**ACTIVIDADES FORMATIVAS:**

El/la estudiante mantendrán reuniones periódicas para resolver las dudas que la realización del trabajo le plantee con los supervisores del trabajo.

**BIBLIOGRAFÍA:**

Descripción del modelo energético mundial en la actualidad.

- 1.- REN21 "Renewables Global Status Report" (recurso online).

Sobre energía solar fotovoltaica en general:

- 1.- M. Victoria "Fundamentals of Solar Cells and Photovoltaic Systems Engineering". Academic Press, 2024.

- 2.- R. A. Messenger, J. Ventre. "Photovoltaic Systems Engineering". 3rd ed. CRC Press.

Normativa:

- 1.- Reglamento electrotécnico de baja tensión e ITC.

- 2.- Instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica - Pliego de condiciones técnicas de Instalaciones conectadas a Red (IDAE).

- 3.- Documento Básico HE Ahorro de Energía (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana).

- 4.- Normas IEC 62458, 60269

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 2026-27

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
<b>Título:</b>	Electrónica para medidas de coincidencias temporales
<b>Title:</b>	Electronics for Time-coincidence measurements
<b>Tutor/es:</b>	José Manuel Udías
<b>E-mail tutor/es:</b>	jmudiasm@ucm.es
<b>Número de plazas</b>	1
<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>	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/> Asignación por expediente <input type="checkbox"/>

### OBJETIVOS:

Familiarizarse con las mediciones de coincidencia temporal de alto rendimiento, presentes hoy en día en LIDAR, RADAR, imagen médica, especialmente en modalidades relacionadas con la tomografía por emisión de positrones con tiempo de vuelo (ToF-PET) o la medida de la vida media de positronio, y para experimentos en física nuclear y de partículas.

Realizar medidas básicas en el laboratorio y presentar los resultados de sistemas diseñados y construidos en el laboratorio del Grupo de Física Nuclear de la Facultad de Ciencias Físicas de la UCM (GFN), contra sistemas comerciales. Esta caracterización incluye calibrar y caracterizar tiempo, medir el rendimiento en cuentas por segundo, probar las mejoras con diferentes tipos de detectores y señales.

### METODOLOGÍA:

Se revisarán los trabajos publicados por el GFN en este campo, así como los de carácter más genérico.

Se utilizará el simulador de respuesta de TAC desarrollado en el GFN, y se realizarán mediciones de coincidencias de tiempo tanto con las tarjetas de TDC o digitalizadores comerciales disponibles en el laboratorio del GFN, como con las tarjetas desarrolladas en el GFN.

Se extraerán conclusiones sobre las limitaciones y posibles mejoras y, eventualmente se aplicarán dichas mejoras a las tarjetas, o se realizará un nuevo diseño de las mismas, y se evaluarán las mejoras obtenidas.

### ACTIVIDADES FORMATIVAS:

El/la estudiante participará en actividades en el laboratorio del GFN para familiarizarse con los detectores y tarjetas DAQ de adquisición de radiación, más allá de las que los/las estudiantes realizan en la asignatura de Bioingeniería. Recibirá varios briefings ordenados sobre detección de radiación nuclear y la adquisición de datos, sus aplicaciones en múltiples campos, y más específicamente en la problemática sobre la medida de tiempo.

**BIBLIOGRAFÍA:**

Perez García, Instrumentación Electrónica  
(<https://ucm.on.worldcat.org/oclc/1026117205>)

Knoll, Radiation Detection and Measurement,  
<https://www.wiley.com/en-us/Radiation+Detection+and+Measurement%2C+4th+Edition-p-9780470131480>



# GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2026-27

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
<b>Título:</b>	Detección de impactos de rayos atmosféricos
<b>Title:</b>	Lightning strike detectors
<b>Tutor/es:</b>	José Miguel Miranda
<b>E-mail tutor/es:</b>	miranda@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>	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/> Asignación por expediente <input type="checkbox"/>

### OBJETIVOS:

El objetivo del TFG es el diseño, construcción y validación experimental de un sensor capaz de detectar descargas atmosféricas

### METODOLOGÍA:

El trabajo se desarrollará en varias fases:

1. Estudio del fenómeno físico.
2. Diseño y construcción del prototipo, incluyendo antena, amplificador etapa de filtrado, detección y sistema de adquisición.
3. Diseño y construcción del banco de ensayos
4. Integración y validación en laboratorio

### ACTIVIDADES FORMATIVAS:

El/la estudiante desarrollará su formación via seminarios online en:

- Física de rayos atmosféricos
- Diseño de antenas de banda ancha
- Amplificación y filtrado analógico
- Generación eléctrica de transitorios y adquisición de datos

### BIBLIOGRAFÍA:

[1] Rakov, V. A. – Lightning Physics and Effects (materiales y papers del autor)  
<https://lightning.ece.ufl.edu/>

[2] Cummins, K. L., Murphy, M. J. – An Overview of Lightning Locating Systems  
<https://doi.org/10.1175/BAMS-D-09-00173.1>

[3] NOAA – Lightning Detection and Ranging (LDAR) overview  
<https://www.noaa.gov/>

[4] NASA – Lightning and Atmospheric Electricity Research  
<https://science.nasa.gov/earth/earth-science/atmosphere/lightning/>

[5] VLF/LF Radio Atmospheric Signals (Stanford VLF group) <http://vlf.stanford.edu/>

[6] Open Lightning Detection Network (DIY / Open Source)  
<https://www.blitzortung.org/>



# GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2026-27

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
<b>Título:</b>	Diseño de un circuito integrado de modulación por ancho de pulsos (PWM)
<b>Title:</b>	Design of a pulse width modulation (PWM) integrated circuit
<b>Tutor/es:</b>	Álvaro del Prado
<b>E-mail tutor/es:</b>	alvarop@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>	Asignación Directa <input type="checkbox"/> Asignación por expediente <input checked="" type="checkbox"/>

### OBJETIVOS:

1. Diseño, a nivel de transistores, de un circuito integrado de modulación por ancho de pulsos para aplicación en el control de convertidores DC-DC. El circuito deberá incluir como mínimo amplificador de error, oscilador, comparador y driver de salida.
2. Especificación de las dimensiones del canal de los transistores para una tecnología dada.
3. Simulación del diseño mediante PSpice o una herramienta similar.

### METODOLOGÍA:

Se fijarán especificaciones para el diseño, en cuanto a niveles de alimentación del circuito integrado y niveles de señal que debe proporcionar.

Se diseñarán los distintos bloques funcionales del circuito integrado basándose en una tecnología existente. En principio se considerará una tecnología CMOS.

La funcionalidad y el diseño se comprobarán mediante simulación con PSpice. Dado que el diseño se hará a nivel de transistores, se debe considerar un modelo para los transistores que tenga en cuenta las dimensiones del canal, movilidad, capacidad de óxido de puerta, tensión umbral y capacidades parásitas. Se proporcionarán datos de modelos PSpice de fabricantes de circuitos integrados.

Se deberán aplicar los conocimientos de las distintas asignaturas cursadas en el Grado para diseñar los módulos.

### ACTIVIDADES FORMATIVAS:

1. Reunión inicial con el supervisor para concretar los detalles del trabajo.
2. Reuniones periódicas con el supervisor para resolver las dudas que puedan surgir, especialmente durante la fase de diseño y simulación del circuito integrado.

3. Revisión con el supervisor de la simulación del circuito.
4. Orientación por parte del supervisor de cara a redactar la memoria y a preparar la defensa del TFG.

**BIBLIOGRAFÍA:**

1. N. Mohan. "Power Electronics: A First Course". Wiley, 2012.
2. Documentación técnica de los fabricantes de circuitos integrados (datasheets, application notes).
3. A. del Prado. "Apuntes de Electrónica de Potencia". Docta Complutense, 2023. <https://hdl.handle.net/20.500.14352/87221>
4. A. S. Sedra, K.C. Smith. "Microelectronic circuits". Oxford University Press, 2011.
5. P. R. Gray, P. J. Hurst, S. H. Lewis, R. G. Meyer. "Analysis and design of analog integrated circuits". John Willey and Sons, 2010.
6. S. M. Kang, Y. Leblebici, Chulwoo Kim. "CMOS Digital Integrated Circuits, Analysis and Design". Mc-Graw Hill, 2014.



# GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2026-27

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
<b>Título:</b>	Actualidad y expectativas de la tecnología fotovoltaica
<b>Title:</b>	Photovoltaic technology: current affairs and expectations
<b>Tutor/es:</b>	Ignacio Mártel de la Plaza / Eric García Hemme
<b>E-mail tutor/es:</b>	imartil@ucm.es eric.garcia@ucm.es
<b>Número de plazas</b>	1
<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>	Asignación Directa <input type="checkbox"/> Asignación por expediente <input checked="" 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 fotovoltaicas 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 sencillas.

El detalle concreto de los objetivos es el siguiente:

- 1.- Conocer la situación actual 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.
- 3.- Introducirse en las simulaciones de los dispositivos caracterizados con el programa PC1D.

### 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.
- 3.- Realización de simulaciones de los dispositivos caracterizados con el programa PC1D

El TFG se centrará en los dispositivos fotovoltaicos basados en silicio, la tecnología hegemónica en el mercado fotovoltaico en la actualidad

### ACTIVIDADES FORMATIVAS:

Reuniones periódicas con los tutores.

**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.- Fuhua Hou, Xiaoqi Ren, Haikuo Guo, Xuli Ning, Yulong Wang, Tiantian Li, Chengjun Zhu, Ying Zhao and Xiaodan Zhang, "Monolithic perovskite/silicon tandem solar cells: A review of the present status and solutions toward commercial application", Nano Energy, 124, 109476 (2024)

4.- Haocheng Wang, Wenjie Lin, YongQian Wang, Kaifu Qiu and Xuegong Yu, "Perovskite/silicon tandem solar cells: a comprehensive review of recent strategies and progress", Semiconductor Science and Technology, 40, 023001 (2025)

5.- 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

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



# GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2026-27

## Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>Departamento:</b>	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
<b>Título:</b>	Análisis tecno-económico de una instalación fotovoltaica conectada a la red.
<b>Title:</b>	Techno-economic analysis of a grid-connected photovoltaic facility.
<b>Tutor/es:</b>	Enrique San Andrés, María Luisa Lucía
<b>E-mail tutor/es:</b>	esas@ucm.es, mllucia@ucm.es
<b>Número de plazas</b>	1
<b>Tipo de TFG</b>	Experimental <input type="checkbox"/> Bibliográfico <input checked="" type="checkbox"/> Simulación <input checked="" type="checkbox"/>
<b>Asignación de TFG:</b>	Asignación Directa <input type="checkbox"/> Asignación por expediente <input checked="" 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 presente, agravada por la crisis de suministro de combustibles fósiles. Este contexto actual, 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 eliminación de gran parte de las trabas regulatorias.

En este trabajo fin de grado se pretende que el/la estudiante aplique los conocimientos adquiridos durante el grado, para introducirse en el campo de la energía solar fotovoltaica.

En particular, se propone análisis técnico y económico de un sistema fotovoltaico conectado a red con potencia en el rango de los MW.

Los objetivos particulares serían los siguientes:

1. Análisis del mercado eléctrico: Comprender el mecanismo de formación de precios en el mercado mayorista (pool) y el papel de las energías renovables en la curva de oferta.
2. Análisis técnico del sistema de producción energética y la interconexión: Estudiar los elementos del sistema fotovoltaico, que puede incluir almacenamiento, así como los elementos críticos de la evacuación de energía en media y alta tensión, incluyendo la función de los Transformadores de Potencia y las protecciones específicas (ACB, seccionadores, etc.).
3. Modelado Económico: Desarrollar una herramienta de cálculo para determinar indicadores financieros clave como el LCOE (Coste Nivelado de la Energía), el VAN y

la TIR, considerando escenarios de precios de mercado y contratos PPA (Power Purchase Agreements).

4. Normativa de Red: Asimilar los procedimientos de acceso y conexión según el Real Decreto 1183/2020 y los códigos de red europeos.

#### **METODOLOGÍA:**

1. Revisión del Estado del Arte: Estudio del modelo energético actual y la normativa técnica de seguridad en instalaciones de alta tensión.

2. Dimensionado de la Infraestructura de Evacuación: Selección técnica de inversores centrales o de cadena, centros de transformación y subestación de intemperie si procede.

3. Simulación Energética: Uso de software profesional (como PVLib, SAM, SISIFO o PVSyst) para obtener la producción energética anual considerando pérdidas por temperatura, cableado y transformación.

4. Simulación del Retorno Económico: Aplicación de modelos matemáticos para predecir los ingresos basados en el mercado diario español y los costes de operación y mantenimiento (O&M).

#### **ACTIVIDADES FORMATIVAS:**

1.- El/la estudiante mantendrá reuniones periódicas para resolver las dudas que la realización del trabajo le plantee con los tutores del trabajo.

#### **BIBLIOGRAFÍA:**

Descripción del modelo energético mundial en la actualidad.

1.- REN21 "Renewables Global Status Report" (recurso online).

Sobre energía solar fotovoltaica y almacenamiento:

1.- M. Victoria "Fundamentals of Solar Cells and Photovoltaic Systems Engineering". Academic Press, 2024.

2.- R. A. Messenger, J. Ventre. "Photovoltaic Systems Engineering". 3rd ed. CRC Press.

3.-D. Lebowitz, S. Daly, S. Sundaram. "The BESS book: a cell to grid guide to utility-scale battery energy storage systems". 2024.

Normativa:

1.- Reglamento electrotécnico de baja tensión e ITC.

2.- Instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica - Pliego de condiciones técnicas de Instalaciones conectadas a Red (IDAE).

3.- Documento Básico HE Ahorro de Energía (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana).

4.- Normas IEC 62458, 60269

5.- OMIE (Operador del Mercado Ibérico de Energía): Guías de acceso al Mercado Diario e Intradiario. [www.omie.es](http://www.omie.es) 6.- REE (Red Eléctrica de España): Procedimientos de Operación del Sistema.

<https://www.ree.es/es/conocenos/marco-regulatorio/procedimientos-de-operacion>

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.