

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2022-23

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica		
TÍTULO:	Convertidores DC-DC y aplicación para carga de baterías		
TITLE:	DC-DC converters and battery charge application		
SUPERVISOR/ES:	Álvaro del Prado Millán		
E-MAIL SUPERVISOR/ES:	alvarop@ucm.es		
NÚMERO DE PLAZAS:	1		
TIPO DE TFG:	Experimental <input checked="" type="checkbox"/>	Bibliográfico <input type="checkbox"/>	Simulación <input checked="" type="checkbox"/>
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>	

OBJETIVOS:

Revisión de las posibilidades de circuitos integrados comerciales para la realización de circuitos convertidores DC-DC sin aislamiento galvánico.

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

Diseño de otro convertidor que opere con corriente de salida constante y límite de tensión de salida y simulación en Pspice.

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

METODOLOGÍA:

Para realizar la revisión de las posibilidades comerciales, se revisará la oferta de circuitos integrados de distribuidores y fabricantes, de acuerdo con la información que faciliten en sus páginas web. El objetivo básico es, ante la necesidad de realizar un diseño, evaluar qué posibilidades de circuitos integrados existen.

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. En el caso del convertidor con corriente de salida constante, se probará su aplicación para carga de baterías.

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 convertidor.

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. J. G. Kassakian, M. F. Schlecht, G. C. Verghese "Principles of Power Electronics". Pearson (Addison-Wesley), 1991.
4. Documentación técnica de los fabricantes de circuitos integrados (*datasheets, application notes*).



GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2022-23

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	EMFTEL		
TÍTULO:	Diseño y construcción de un amplificador de audio clase A		
TITLE:	Class A audio amplifier. Design and implementation		
SUPERVISOR/ES:	Germán González Díaz		
E-MAIL SUPERVISOR/ES:	germang@ucm.es		
NÚMERO DE PLAZAS:	1		
TIPO DE TFG:	Experimental <input checked="" type="checkbox"/>	Bibliográfico <input type="checkbox"/>	Simulación <input type="checkbox"/>
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>		Selección por expediente <input type="checkbox"/>

OBJETIVOS:

Construir un amplificador de audio de clase A modificando sustancialmente un diseño realizado ya en TFGs anteriores.

METODOLOGÍA:

El alumno deberá estudiar el diseño previo y realizar modificaciones que se supone que van a mejorar las prestaciones. Una vez simulado el diseño con PSPICE se pasará a su realización y verificación de sus características, particularmente la distorsión que se analizará mediante la transformada de Fourier

ACTIVIDADES FORMATIVAS:

Este proyecto se relaciona de forma muy directa con la asignatura de Electrónica Analógica y el alumno profundizará en su conocimiento sobre el funcionamiento preciso de los transistores y de la realimentación

BIBLIOGRAFÍA:

Audio Power Amplifiers. Design Handbook. Douglas Self. Quinta edición. Elsevier 29009
Design Audio Power Amplifiers. Bob Cordell. McGraw Hill 2011



GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2022-23

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	EMFTEL		
TÍTULO:	Diseño e implementación de un radar de efecto Doppler.		
TITLE:	Design and implementation of a Doppler effect radar.		
SUPERVISOR/ES:	Pedro Antoranz Canales		
E-MAIL SUPERVISOR/ES:	antoranz@ucm.es		
NÚMERO DE PLAZAS:	1		
TIPO DE TFG:	Experimental <input checked="" type="checkbox"/>	Bibliográfico <input type="checkbox"/>	Simulación <input type="checkbox"/>
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>	

OBJETIVOS:

Estudio, diseño y construcción de un sistema de radar de efecto Doppler capaz de realizar la caracterización de la velocidad de diferentes objetivos.

METODOLOGÍA:

Estudio de la bibliografía proporcionada.

Análisis de los requisitos y condicionantes para el diseño del radar (selección de frecuencia de operación, márgenes de detección, aplicaciones...)

Estudio de los diferentes componentes del sistema de radar. Modelado, construcción y test de los mismos.

ACTIVIDADES FORMATIVAS:

Reuniones y tutorías con los supervisores.

BIBLIOGRAFÍA:

Apuntes de la asignatura "Sistemas Radiantes"

Pozar, David M. Microwave Engineering. Hoboken, NJ :Wiley, 2012

C. A. Balanis, "Antenna Theory, Analysis and Design", 3ª ed, Wiley, 2005.



A. Cardama, IJofre, JM Rius, J Romeu, S Blanch, M Ferrando, "Antenas", Ediciones UPC, 2ª ed (reimpresión), 2005.

Joseph Carr, George Hippisley, "The practical antenna handbook", 5ª ed, McGrawHill, 2011.

W.L. Stutzman, G.A. Thiele, "Antenna Theory and Design", Wiley, 3ª ed., 2013



GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2022-23

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica		
TÍTULO:	Diseño y optimización de líneas de transmisión para RF		
TITLE:	Design and optimization for RF transmission lines		
SUPERVISOR/ES:	Sagrario Muñoz, Pedro Antoranz		
E-MAIL SUPERVISOR/ES:	smsm@ucm.es , antoranz@ucm.es		
NÚMERO DE PLAZAS:	1		
TIPO DE TFG:	Experimental <input checked="" type="checkbox"/>	Bibliográfico <input type="checkbox"/>	Simulación <input checked="" type="checkbox"/>
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>	

OBJETIVOS:

Se diseñarán tres líneas de transmisión: placas paralelas, microstrip y coaxial y se analizará su comportamiento en frecuencia. Se analizará el sistema que presenta el mayor ancho de banda en el rango de radiofrecuencias con el objetivo de conseguir un diseño optimizado

METODOLOGÍA:

Estudio de la bibliografía proporcionada.

Se empleará el analizador vectorial para analizar el ancho de banda de los distintos sistemas.

ACTIVIDADES FORMATIVAS:

Reuniones y tutorías con los supervisores.

Aprender el manejo del analizador vectorial de impedancias y entender el comportamiento en frecuencia de distintos sistemas guiados.

BIBLIOGRAFÍA:

- “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 2022-23

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica		
TÍTULO:	Diseño, construcción y medida de un array de antenas reconfigurable.		
TITLE:	Design, manufacture, and measurement of a reconfigurable antenna array.		
SUPERVISOR/ES:	Luis Ángel Tejedor Álvarez		
E-MAIL SUPERVISOR/ES:	latejedo@ucm.es		
NÚMERO DE PLAZAS:	1		
TIPO DE TFG:	Experimental <input checked="" type="checkbox"/>	Bibliográfico <input type="checkbox"/>	Simulación <input type="checkbox"/>
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>	

OBJETIVOS:

Los arrays de antenas permiten modificar sus diagramas de radiación controlando la ganancia y el desfase de las señales que se introducen a cada elemento del array. Esto los hace especialmente útiles para aplicaciones en las que una antena de haz pincel debe apuntar a un objetivo móvil, como pueden ser el radar o las comunicaciones móviles.

Contando con el diseño previo de una red de divisores, atenuadores y desfasadores controlables, el objetivo de este trabajo es diseñar, construir y medir el diagrama de radiación del array completo. Además, como objetivos intermedios habrá que diseñar:

- Drivers que permitan controlar los atenuadores y desfasadores.
- Los elementos radiantes individuales.

METODOLOGÍA:

- Lectura de bibliografía que permita elegir los diseños más adecuados.
- Diseño de los circuitos de control necesarios.
- Simulación en Pspice
- Diseño y simulación electromagnética de las antenas individuales.
- Construcción de prototipos de alta y baja frecuencia



- Medida de prototipos con la instrumentación necesaria según el caso.
- Medida del diagrama de radiación del array completo.

ACTIVIDADES FORMATIVAS

Reuniones periódicas con el tutor que propone el trabajo.

BIBLIOGRAFÍA:

- 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 (reimpresión), 2005
- Joseph Carr, George Hippisley, "The practical antenna handbook", 5ª ed, McGraw-Hill, 2011
- Robert J. Mailloux, "Phased array antenna handbook". Artech House, 2018



GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2022-23

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica		
TÍTULO:	Diseño de un medidor de distancias		
TITLE:	Design of a distance measurement tool		
SUPERVISOR/ES:	Luis Ángel Tejedor Álvarez		
E-MAIL SUPERVISOR/ES:	latejedo@ucm.es		
NÚMERO DE PLAZAS:	1		
TIPO DE TFG:	Experimental <input checked="" type="checkbox"/>	Bibliográfico <input type="checkbox"/>	Simulación <input type="checkbox"/>
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>	

OBJETIVOS:

Los medidores de distancias pueden realizarse mediante diferentes tecnologías (ultrasonidos, láser, radiofrecuencia) y tener múltiples aplicaciones. Entre sus usos podemos incluir el radar, los sensores de aparcamiento, o los detectores de presencia, por ejemplo. Este trabajo pretende analizar las diferentes alternativas tecnológicas, diseñar un medidor basado en ultrasonidos, y poner las bases para el diseño de un medidor basado en radiofrecuencia.

METODOLOGÍA:

- Lectura de bibliografía que permita analizar las principales alternativas tecnológicas.
- Diseño de los circuitos necesarios para un medidor de distancias basado en ultrasonidos.
- Simulación con Pspice de los circuitos necesarios.
- Construcción de prototipos.
- Medida de prototipos.

ACTIVIDADES FORMATIVAS:

Reuniones periódicas con el tutor que propone el trabajo.



BIBLIOGRAFÍA:

- Sergio Franco, "Design with operational amplifiers and analog integrated circuits". McGraw-Hill, 2002
- O'Gorman, P., Knipe, H. "Distance measurement". Reference article, Radiopaedia.org. [DOI: 10.53347/rID-46916](https://doi.org/10.53347/rID-46916)
- Martín Abreu, J.M., Ceres, R. and Freire, T. (1992), "Ultrasonic Ranging: Envelope Analysis Gives Improved Accuracy", Sensor Review, Vol. 12 No. 1, pp. 17-21. [DOI: 10.1108/eb007866](https://doi.org/10.1108/eb007866)
- Md. Shamsul Arefin, T. Mollick, "Design of an Ultrasonic Distance Meter" International Journal of Scientific and Engineering Research, vol. 4, issue 3, March 2013. ISSN 2229-5518



GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2022-23

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica		
TÍTULO:	Diseño de un generador de pulsos digitales en tiempos aleatorios siguiendo una distribución de Poisson.		
TITLE:	Design of a random-time digital pulse generator following a Poisson distribution.		
SUPERVISOR/ES:	Luis Ángel Tejedor Álvarez		
E-MAIL SUPERVISOR/ES:	latejedo@ucm.es		
NÚMERO DE PLAZAS:	1		
TIPO DE TFG:	Experimental <input checked="" type="checkbox"/>	Bibliográfico <input type="checkbox"/>	Simulación <input type="checkbox"/>
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>	

OBJETIVOS:

Existen múltiples fenómenos naturales y artificiales cuya ocurrencia puede modelarse mediante una variable aleatoria cuya función densidad de probabilidad sigue una distribución de Poisson. Por ejemplo, el número de vehículos que pasan por una autopista, las peticiones que un servidor web tiene que atender, las descomposiciones atómicas, o los rayos cósmicos que se detectan en un cierto periodo de tiempo, siguen distribuciones de Poisson.

Cuando se diseña un sistema que debe atender en tiempo real eventos que ocurren en instantes aleatorios, es importante poder probarlos en laboratorio en condiciones realistas. Por ello, el objetivo principal de este TFG es diseñar un generador de pulsos que sigan una distribución de Poisson, y que permita controlar parámetros como la frecuencia de ocurrencia o el ancho de los pulsos.

Los diseños que aparecen en la literatura se suelen basar en la generación de números aleatorios por lo que, como objetivo secundario, se estudiarán estos generadores, con importantes utilidades en simulación o en criptografía.

**METODOLOGÍA:**

- Lectura de bibliografía que permita elegir los diseños más adecuados.
- Diseño de firmware en VHDL en la plataforma Quartus de Intel/Altera.
- Pruebas del firmware diseñado en la placa entrenadora Terasic Cyclone V GX.
- Análisis estadístico de los pulsos generados.

ACTIVIDADES FORMATIVAS:

Reuniones periódicas con el tutor que propone el trabajo.

BIBLIOGRAFÍA:

- Volodymyr Maksymovych, Oleh Harasymchuk, Yuriy Kostiv. "Poisson Sequence Generators Based Upon Modified GEFGE Generators". Technical Transactions on Automatic Control, 3-AC/2013
- Jing Zhong and Jon C. Muzio "An Investigation of Non-linear Machines as PRPGs in BIST". Proceedings of the International Conference on VLSI, VLSI '04, June 21-24, 2004, Las Vegas, Nevada, USA
- Meltem Doganer Özgan "A New Nonlinear Combination Generator "MYBOUN"" Master Thesis in Electrical and Electronics Engineering, Bogaziçi University, 2003
- Peter J Ashenden "The designer's guide to VHDL" Morgan Kaufmann Publishers, 2008
- Andrew Rushton "VHDL for Logic Synthesis". John Wiley & Sons, 2011.



GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2022-23

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica		
TÍTULO:	Física y Tecnología de Dispositivos Fotovoltaicos		
TITLE:	Physics and Technology of Photovoltaic Devices		
SUPERVISOR/ES:	Margarita Sánchez Balmaseda/Ignacio Mártil de la Plaza		
E-MAIL SUPERVISOR/ES:	msb@ucm.es ; imartil@ucm.es		
NÚMERO DE PLAZAS:	2		
TIPO DE TFG:	Experimental <input type="checkbox"/>	Bibliográfico <input type="checkbox"/>	Simulación <input type="checkbox"/>
ASIGNACIÓN DE TFG:	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 éste 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 las mismas 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 2022-23

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:	esas@ucm.es		
NÚMERO DE PLAZAS:	1		
TIPO DE TFG:	Experimental <input type="checkbox"/>	Bibliográfico X	Simulación X
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa X		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, incluyendo su simulación mediante herramientas informáticas de aplicación industrial (tales como PVSyst, SAM, Archelios Pro u otras análogas) y su análisis económico.

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 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.
- 2.- Si las circunstancias lo permiten se podrá realizar una visita a la sección de Sistemas Fotovoltaicos del CIEMAT.

BIBLIOGRAFÍA:

Descripción del modelo energético mundial en la actualidad.

- 1.- “Renewables 2021 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* 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 2022-23

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	EMFTEL		
TÍTULO:	Dispositivos de monitorización de actividad muscular		
TITLE:	Electromyography Monitors		
SUPERVISOR/ES:	Jose Miguel Miranda		
E-MAIL SUPERVISOR/ES:	miranda@ucm.es		
NÚMERO DE PLAZAS:	1		
TIPO DE TFG:	Experimental <input checked="" type="checkbox"/>	Bibliográfico <input type="checkbox"/>	Simulación <input type="checkbox"/>
.ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>		Selección por expediente

OBJETIVOS:

1. Conocer los fundamentos mecánicos y eléctricos de la función muscular
2. Familiarizarse con el principio de funcionamiento de los electromiógrafos y sus aplicaciones como herramienta de diagnosis médica y análisis de rendimiento deportivo.
3. Diseñar, construir y probar un electromiógrafo basado en Arduino, analizando las fuentes de ruido y los factores que afectan a la calidad de los contactos.

METODOLOGÍA:

Este trabajo se desarrollará a lo largo de cuatro fases de dificultad creciente:

- I. Estudio de bibliografía,
- II. Manejo de las herramientas software y hardware,
- III. Campaña de medidas,
- IV. Diseño final.

Al término de cada fase se realizará una entrevista con el tutor para hacer un seguimiento de los progresos. Se facilitarán las referencias que no sean de acceso libre.

ACTIVIDADES FORMATIVAS:

- o Seminario de manejo de bibliografía



BIBLIOGRAFÍA:

- [1] Whittaker RG, "The fundamentals of electromyography", Practical Neurology 2012;12:187-194. <https://pn.bmj.com/content/12/3/187>
- [2] N. Agnihotri, "Designing an Arduino-based EMG monitor", <https://www.engineersgarage.com/arduino-based-emg-monitor-ad8226/>



GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2022-23

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	EMFTEL		
TÍTULO:	Técnicas de Radares de Prospección Geofísica		
TITLE:	Ground Penetrating Radar Techniques		
SUPERVISOR/ES:	Pedro Antoranz, Jose Miguel Miranda		
E-MAIL SUPERVISOR/ES:	antoranz@ucm.es , miranda@ucm.es		
NÚMERO DE PLAZAS:	1		
TIPO DE TFG:	Experimental <input checked="" type="checkbox"/>	Bibliográfico <input type="checkbox"/>	Simulación <input type="checkbox"/>
.ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>		Selección por expediente

OBJETIVOS:

1. Familiarizarse con las técnicas de radar aplicadas a la prospección geofísica.
2. Caracterizar experimentalmente una antena de radar de prospección geofísica.
3. Diseñar una antena de radar multifrecuencia
4. Realizar medidas de campo.

METODOLOGÍA:

Este trabajo se desarrollará a lo largo de cuatro fases de dificultad creciente:

- I. Estudio de bibliografía,
- II. Manejo de las herramientas software y hardware,
- III. Campaña de medidas,
- IV. Diseño final.

Al término de cada fase se realizará una entrevista con el tutor para hacer un seguimiento de los progresos. Se facilitarán las referencias que no sean de acceso libre.

ACTIVIDADES FORMATIVAS:

- Seminario de manejo de bibliografía
- Seminario de Sistemas GPR.
- Visita guiada a una empresa del sector



BIBLIOGRAFÍA:

- [1] "How Ground Penetrating Radar Works". Tech27.
<https://tech27.com/resources/ground-penetrating-radar/>

- [2] X.L. Travassos et al., "A Review of Ground Penetrating Radar Antenna Design and Optimization", J. Microw. Optoelectron. Electromagn. Appl. vol.17 no.3 São Caetano do Sul July/Sept. 2018
https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2179-10742018000300385&lng=en&nrm=iso&tlng=en

- [3] Karthikeyan. R, Chandramouli. A, G. Srivatsun, "Ground Penetrating Radar (GPR) Antenna Design: A Comparative Study", International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT), Volume-8, Issue-2S, December 2018
<https://www.ijeat.org/wp-content/uploads/papers/v8i2s/B10421282S18.pdf>



GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2022-23

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	EMFTEL		
TÍTULO:	Dispositivos de medida de pulso cardiaco		
TITLE:	Heart Rate Monitors		
SUPERVISOR/ES:	Jose Miguel Miranda		
E-MAIL SUPERVISOR/ES:	miranda@ucm.es		
NÚMERO DE PLAZAS:	1		
TIPO DE TFG:	Experimental <input checked="" type="checkbox"/>	Bibliográfico <input type="checkbox"/>	Simulación <input type="checkbox"/>
.ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>		Selección por expediente

OBJETIVOS:

1. Familiarizarse con los sensores de medida de pulso cardiaco, contrastando uno basado en medidas eléctricas con otro basado en medidas ópticas.
2. Caracterizar experimentalmente dos sensores, incluyendo un análisis de las señales Bluetooth, limitaciones de alcance y robustez frente a interferencias radiadas.
3. Diseñar y construir un sensor wearable basado en Arduino.

METODOLOGÍA:

Este trabajo se desarrollará a lo largo de cuatro fases de dificultad creciente:

- I. Estudio de bibliografía,
- II. Manejo de las herramientas software y hardware,
- III. Campaña de medidas,
- IV. Diseño final.

Al término de cada fase se realizará una entrevista con el tutor para hacer un seguimiento de los progresos. Se facilitarán las referencias que no sean de acceso libre.

ACTIVIDADES FORMATIVAS:

- o Seminario de manejo de bibliografía



- Seminario de sensores.

BIBLIOGRAFÍA:

- [1] "MATLAB Bluetooth Communication",
es.mathworks.com/help/matlab/bluetooth-communication.html
- [2] "Basics | Bluetooth Technology Website", 23 May 2010,
www.bluetooth.com
- [3] D. Castaneda et al., "A review on wearable photoplethysmography sensors and their potential future applications in health care", Int J Biosens Bioelectron. 2018; 4(4): 195–202, www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6426305/



GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2022-23

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica		
TÍTULO:	Control de temperatura en un laboratorio científico		
TITLE:	Control of temperature in a research laboratory		
SUPERVISOR/ES:	Francisco Javier Franco Peláez y Carmen García Payo		
E-MAIL SUPERVISOR/ES:	fjfranco@fis.ucm.es , mcgpayo@ucm.es		
NÚMERO DE PLAZAS:	1		
TIPO DE TFG:	Experimental <input checked="" type="checkbox"/>	Bibliográfico <input type="checkbox"/>	Simulación <input type="checkbox"/>
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>	

OBJETIVOS:

Se pretende la construcción de un dispositivo de control de temperatura para su uso en un laboratorio científico. El objetivo de este trabajo es implementar un control de temperatura tipo PID a un sistema de calefacción/refrigeración que tiene las siguientes características:

- Medida de temperatura en cuatro puntos distintos por medio de Pt100 y comunicación de datos a ordenador.
- Termostatos y criostatos conectados a la red eléctrica general.
- Selección de temperatura por usuario.

El estudiante diseñará un nuevo módulo controlable por ordenador con las siguientes características:

1. Control de la energía transferida a los termostatos/criostatos con un sistema electrónico controlable digitalmente.
2. Diseño e implementación de un PID que controle la potencia transferida al termostato/criostato y que así permita fijar la temperatura del sistema según las indicaciones del usuario.
3. Programa con interfaz gráfica que permita seleccionar de forma amigable la temperatura deseada en un ordenador.

**METODOLOGÍA:**

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

1. Diseño del sistema de control de la potencia transferida a los termostatos/criostatos utilizando los conocimientos adquiridos en la titulación.
2. Diseño y montaje de la placa de circuito impreso con el esquema anterior.
3. Escritura, prueba y depurado del software ejecutado en el microcontrolador.
4. 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:

- Pérez García, M.A. *Instrumentación electrónica*. 2014 Madrid: Paraninfo. (<https://ucm.on.worldcat.org/oclc/1026117205>)
- K. Ogata. *Ingeniería de Control Moderna*. Prentice Hall. 7ª Edición. 2007
- “Power Electronics: A First Course”. N. Mohan. Wiley, 2012



GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2022-23

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica		
TÍTULO:	Medidor de CO ₂ de bajo coste para aviso de ventilación		
TITLE:	Low-cost CO ₂ measurement unit for ventilation warning		
SUPERVISOR/ES:	Francisco J. Franco Peláez		
E-MAIL SUPERVISOR/ES:	fjfranco@fis.ucm.es		
NÚMERO DE PLAZAS:	1		
TIPO DE TFG:	Experimental <input checked="" type="checkbox"/>	Bibliográfico <input type="checkbox"/>	Simulación <input type="checkbox"/>
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>	

OBJETIVOS:

Durante la pandemia derivada de la COVID-19, se constató que los contagios disminuían si se ventilaban regularmente recintos cerrados. El problema estaba en que era necesario llegar a un compromiso entre renovación del aire y temperatura confortable, especialmente durante lo más crudo del invierno. Se pensó entonces que un buen indicador del momento de iniciar la ventilación era la concentración de CO₂ en el aire. De sobrepasarse un determinado nivel, se debía realizar ventilación de la sala. Es posible construir sistemas de este tipo con sensores de bajo coste y kits de desarrollo de microcontroladores que, con módulos adecuados, pueden comunicarse con teléfonos móviles. Buscaremos, por tanto, construir un sistema de medida de la concentración de dióxido de carbono conectado a una placa tipo Nucleo-64, Arduino o similar y que transmita por Bluetooth al teléfono móvil del usuario la concentración instantánea de dióxido de carbono. Asimismo, también se pretende medir otros posibles parámetros de interés como la temperatura y humedad ambiental, partículas microscópicas suspendidas en el aire, etc. Se buscará en todo momento minimizar el coste del diseño para permitir una posible producción por particulares.

METODOLOGÍA:

Se plantea el trabajo en las siguientes fases:

1. Selección de componentes electrónicos (sensores, controladores, acondicionamiento de la señal, módulo Bluetooth, etc.)



2. Diseño de placa de circuito impreso para inserción de componentes.
3. Elaboración del software de medida y comunicación ejecutado en el microcontrolador.
4. Desarrollo de una aplicación Android para la lectura de datos.
5. Difusión de la información como iniciativa Open Hardware.

ACTIVIDADES FORMATIVAS:

Reuniones periódicas con el tutor del trabajo.

BIBLIOGRAFÍA:

1. María Cruz Minguillón, Xavier Querol, José Manuel Felisi y Tomás Garrido, "Guía de Ventilación en las Aulas", Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua, IDAEA-CSIC Mesura
(https://www.ciencia.gob.es/stfls/MICINN/Ministerio/FICHEROS/Guia_para_ventilacion_en_aulas_CSIC_v4.pdf)
2. Hoja de características del sensor de CO2 MH-Z19b (https://www.winsensor.com/d/files/infrared-gas-sensor/mh-z19b-co2-ver1_0.pdf)
3. Hoja de características del sensor de humedad y temperatura DHT22/AM2302
(<https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf>)
4. MIT App Inventor (<http://appinventor.mit.edu/>)



GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2022-23

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica		
TÍTULO:	Aplicaciones DDS		
TITLE:	DDS applications		
SUPERVISOR/ES:	Javier Olea Ariza, Germán González Díaz		
E-MAIL SUPERVISOR/ES:	oleaariz@ucm.es , germang@ucm.es		
NÚMERO DE PLAZAS:	1		
TIPO DE TFG:	Experimental <input checked="" type="checkbox"/>	Bibliográfico <input type="checkbox"/>	Simulación <input type="checkbox"/>
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>	

OBJETIVOS:

Los sistemas de comunicaciones actuales tienden cada vez más a usar dispositivos DDS (Direct Digital Synthesis), debido a su versatilidad, precisión, bajo ruido, velocidad, etc, frente a opciones más tradicionales, por lo que es fundamental que los estudiantes conozcan esta tecnología. El alumno diseñará y montará aplicaciones basadas en un chip DDS, tales como un generador de señal o un modulador. El chip propuesto inicialmente es el AD9833.

METODOLOGÍA:

- Lectura de la bibliografía recomendada y propuesta de los diferentes circuitos a montar.
- 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, así como la hoja de datos del DDS a usar. En particular:

- Richard Poisel, "RF electronics for electronic warfare", Artech House, Boston (MA), 2019. ISBN: 9781630817060.



- 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 2022-23

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica		
TÍTULO:	Comunicaciones inalámbricas de alta velocidad		
TITLE:	High rate wireless communications		
SUPERVISOR/ES:	Javier Olea Ariza		
E-MAIL SUPERVISOR/ES:	oleaariz@ucm.es		
NÚMERO DE PLAZAS:	1		
TIPO DE TFG:	Experimental <input type="checkbox"/>	Bibliográfico <input checked="" type="checkbox"/>	Simulación <input type="checkbox"/>
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>	

OBJETIVOS:

Debido a la necesidad de transmisión de información mediante comunicaciones inalámbricas de alta velocidad (5G, realidad virtual, drones, video 4K/8K, etc), resulta de interés el análisis de las tecnologías involucradas, actuales y futuras. El alumno deberá analizar aplicaciones y servicios, además de parámetros de importancia tanto económicos (compañías, inversiones, costes, etc), como tecnológicos (velocidades, tecnologías, latencia, modulaciones, etc). Como resultado, el alumno desarrollará un informe del estado actual de este concepto, incluyendo el impacto social y económico, además de previsiones futuras, retos tecnológicos y posibles soluciones.

METODOLOGÍA:

El alumno deberá analizar la bibliografía disponible sobre el tema, principalmente en internet (artículos científicos, artículos de divulgación, publicaciones de organismos oficiales, hojas de datos de fabricantes, etc). Además, el alumno podrá realizar contactos y entrevistas con grupos de investigación y empresas del sector: empresas tecnológicas, operadoras de telefonía móvil, etc.

ACTIVIDADES FORMATIVAS:

Reuniones/tutorías con profesores expertos en comunicaciones y electrónica.

BIBLIOGRAFÍA:

<https://www.thalesgroup.com/en/markets/digital-identity-and-security/mobile/inspired/5G>
<https://www.cnet.com/news/5g-and-face-tracking-the-weird-future-of-vr-ar-headsets-like-oculus-quest-and-hololens/>
<https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2019-07-23-gartner-identifies-the-top-10-wireless-technology-tre>
<https://www.businesswire.com/news/home/20191217005612/en/Global-Wireless-Display-Market-2020-2024-Rising-Popularity>
<https://phys.org/news/2019-07-drone-transmits-uncompressed-4k-video.html>





GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2022-23

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica		
TÍTULO:	Sistema de comunicaciones inalámbricas		
TITLE:	Wireless communication system		
SUPERVISOR/ES:	Javier Olea Ariza		
E-MAIL SUPERVISOR/ES:	oleaariz@ucm.es		
NÚMERO DE PLAZAS:	1		
TIPO DE TFG:	Experimental <input checked="" type="checkbox"/>	Bibliográfico <input type="checkbox"/>	Simulación <input type="checkbox"/>
ASIGNACIÓN DE TFG:	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 2022-23

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica		
TÍTULO:	Diseño y desarrollo de Biosensores		
TITLE:	Design and development of Biosensors		
SUPERVISOR/ES:	Samuel España Palomares		
E-MAIL SUPERVISOR/ES:	sespana@ucm.es		
NÚMERO DE PLAZAS:	1		
TIPO DE TFG:	Experimental <input checked="" type="checkbox"/>	Bibliográfico <input type="checkbox"/>	Simulación <input type="checkbox"/>
ASIGNACIÓN DE TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>	

OBJETIVOS: Diseño y desarrollo de un biosensor (ECG, EEG, pulsioxímetro, tensiómetro o estetoscopio digital) incluyendo la calibración y validación de los resultados y la interfaz de usuario.

METODOLOGÍA: Diseño de circuito correspondiente, Programación de controladores, Diseño de piezas CAD, Procesado de señales.

ACTIVIDADES FORMATIVAS: asistencia a seminarios dentro del grupo donde se imparten seminarios de aplicaciones médica de la física y la ingeniería y cursos sobre programación, análisis de datos entre otros.

BIBLIOGRAFÍA: Denis Enderle, Joseph D. Bronzino, Introduction to Biomedical Engineering, Elsevier 2012 5. Jeong-Yeol Yoon, Introduction to Biosensors, Springer 2013 6. Diaz Lantada, A. Handbook on Advanced Design and Manufacturing Technologies for Biomedical Devices, Springer 2013.