



GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2021-22

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica Física de la Tierra y Astrofísica		
TÍTULO:	Sistema de Instrumentación de bajo coste basado en Raspberry Pi para tomografía eléctrica de suelos		
TITLE:	Low-cost Raspberry Pi-based instrumentation system for ground electric tomography		
SUPERVISOR/ES:	Francisco J. Franco Peláez y Fátima Martín Hernández		
E-MAIL SUPERVISOR/ES:	fjfranco@fis.ucm.es , fatima@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:

La tomografía eléctrica de suelos es una herramienta crucial para la geofísica con aplicaciones en el estudio de contaminantes, búsqueda de agua o estudios de arqueología. En general, puede requerir el uso de material de instrumentación bastante caro y por eso se han publicado recientemente soluciones de bajo coste basadas en dispositivos comerciales de uso extendido. El objetivo de este trabajo es la creación de un sistema de instrumentación de este tipo.

Para ello, la persona encargada tendrá que diseñar una fuente de corriente con salida controlable de unos pocos miliamperios y cuya tensión de salida pueda alcanzar valores de varios cientos de voltio utilizando convertidores DC-DC tipo *boost*. Esta fuente se utilizará para polarizar un sistema a cuatro puntas con multiplexado, variación de la clásica estructura de cuatro hilos, realizándose la medida con un convertor A/D de resolución suficiente. El sistema requiere que se pueda realizar multiplexado entre varios electrodos para realizar una mejor caracterización del suelo en estudio.

Finalmente, todo el sistema estará gobernado por una Raspberry Pi Model 3 o equivalente que se encargará de controlar la configuración, tomar y corregir los datos, actuar como pasarela de comunicación con el usuario, etc.



GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2021-22

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica		
TÍTULO:	Medida y control de temperatura con PT-100 en un laboratorio científico		
TITLE:	PT-100 based temperature measurement and its control in a scientific laboratory		
SUPERVISOR/ES:	Francisco Javier Franco Peláez y Carmen García Payo		
E-MAIL SUPERVISOR/ES:	fifranco@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 sistema de medida de temperatura de bajo coste y fácil mantenimiento para uso en un laboratorio científico. El sistema debe cumplir los siguientes requerimientos:

- Presencia de 4 sensores de temperatura de tipo PT-100
- Control con placas de desarrollo de microcontroladores de tipo Arduino, Nucleo-64, etc.
- Opcionalmente, control de temperatura por medio de reostatos.
- Interfaz gráfica en PC para visualización de datos, registro de datos y, si fuera posible, parámetros definitorios de la temperatura deseada.

METODOLOGÍA:

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

1. Diseño del sistema de acondicionamiento de la señal para medida a cuatro hilos de los sensores de temperatura.
2. Diseño y montaje de placa de circuito impreso con el esquema anterior.
3. Escritura, prueba y depurado del software ejecutado en el microcontrolador.
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>)
- W. Kester et al., *Sensor Signal Conditioning*, Analog Devices' Handbook, (<https://www.analog.com/media/en/training-seminars/design-handbooks/Op-Amp-Applications/Section4.pdf>)
- Joseph Wu, A basic guide to RTD measurements, Texas Instruments' Application Report (<https://www.ti.com/lit/an/sbaa275/sbaa275.pdf>)



GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2021-22

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica		
TÍTULO:	Desarrollo de un sistema de control de temperatura para caracterización de células solares en plataforma tipo Arduino		
TITLE:	Temperature controller development for solar cells characterization in Arduino based platforms		
SUPERVISOR/ES:	Eric García Hemme		
E-MAIL SUPERVISOR/ES:	Eric.garcia@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:

El control de temperatura y disipación de calor en aplicaciones electrónicas es de vital importancia para el correcto funcionamiento de los dispositivos electrónicos. Asimismo, un sistema de control de temperatura es deseable para realizar una completa caracterización optoelectrónica de células solares y otros dispositivos electrónicos. Se pretende que el alumno que elija este trabajo se familiarice con alguna de las técnicas de control de temperatura, programación asociada en diferentes plataformas como Arduino o similar y montaje experimental. El detalle concreto de los objetivos es el siguiente:

- 1.- Aprendizaje de las técnicas habituales de control de temperatura con los dispositivos correspondientes (células Peltier, termopares, disipadores, etc.)
- 2.- Aprendizaje de protocolos de comunicación con equipos electrónicos como fuentes de corriente, y programación en microcontroladores tipo Arduino para la comunicación y control de los diferentes dispositivos.
- 3.- Introducirse en la caracterización eléctrica de células solares.



METODOLOGÍA:

- 1.- Diseño y realización práctica del montaje experimental para control de temperatura de células solares usando microprocesadores tipo Arduino, células Peltier y disipadores.
- 2.- Programación del sistema para control de temperatura utilizando la plataforma tipo Arduino. Como entorno de programación se podrá utilizar LabView u otros.
- 3.- Medida de la característica J-V de una célula solar en oscuridad y dependiente de la temperatura como comprobación y aplicación del sistema desarrollado.

ACTIVIDADES FORMATIVAS:

- Aprendizaje de programación usando plataforma Arduino y lenguajes de programación LabView u otros. Se utilizarán funciones como el PID (proportional, integrative, derivative) para el control de la temperatura.
- Aprendizaje del funcionamiento de células Peltier.
- Introducción a la caracterización de células solares y de la dependencia de sus parámetros básicos en función de la temperatura.

BIBLIOGRAFÍA:

- 1.- <http://www.pveducation.org/pvcdrom/>. Capítulos 3 y 4
- 2.- 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
- 3.- Arduino: <https://www.arduino.cc/>
- 4.- LabView: <https://www.ni.com/en-us/shop/labview/select-edition.html> y Toolkit para Arduino: http://www.ni.com/gate/gb/GB_EVALTLKTLVARDIO/US



GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2021-22

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@uclm.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 a la que nos enfrentaremos en un futuro cercano de no corregir la tendencia actual. Esta posibilidad de crisis junto a 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 alumno aplique los conocimientos adquiridos durante el grado, para introducirse en el campo de la energía 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. 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 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, u otras análogas) y su análisis económico.

METODOLOGÍA:

- 1.-Lectura crítica de informes técnicos, libros y publicaciones 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 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:

- 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.- "Renewables 2019 Global Status Report". REN21.
- 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.
- 6.- P. Würfel, U. Würfel. "Physics of solar cells. From Principles to New Concepts". 3ª edición. Wiley, 2016.



Esta es una bibliografía inicial que se podrá actualizar y ampliar durante el desarrollo del trabajo.



GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES

Curso 2021-22

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica		
TÍTULO:	Dispositivos de medida de pulso cardiaco		
TITLE:	Heart Rate Monitors		
SUPERVISOR/ES:	José 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 type="checkbox"/>	Selección por expediente <input checked="" type="checkbox"/>	

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 un sensor básico

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] "What is the range of Bluetooth® technology?", 21 March 2021,
www.bluetooth.com
- [4] 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 2021-22

Ficha de Trabajo Fin de Grado

DEPARTAMENTO:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica		
TÍTULO:	Técnicas de Radares de Prospección Geofísica		
TITLE:	Ground Penetrating Radar Techniques		
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 type="checkbox"/>	Selección por expediente <input checked="" type="checkbox"/>	

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>



METODOLOGÍA:

Se plantea el trabajo en las siguientes fases:

1. Diseño del sistema de potencia, del de multiplexado y de toma de datos.
2. Selección de componentes electrónicos apropiados.
3. Diseño de una placa de expansión para Raspberry Pi con el diseño elegido.
4. Creación del software de control y de toma de datos.
5. Creación del software de tratamiento, representación y comunicación de datos.
6. Elaboración de documentación para su uso por otros usuarios.
7. Difusión de la información como iniciativa Open Hardware.

ACTIVIDADES FORMATIVAS:

Reuniones periódicas con el tutor del trabajo.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Rémi Clement, Yannick Fargier, Vivien Dubois, Julien Gance, Emile Gros, Nicolas Forquet, "*OhmPi: An open source data logger for dedicated applications of electrical resistivity imaging at the small and laboratory scale,*" HardwareX, Volume 8, 2020, e00122, <https://doi.org/10.1016/j.ohx.2020.e00122>.
2. D. Diaz Fatahillah and N. Nuryani, "*Low-cost multi electrode resistivity meter based on microcontroller for electric resistivity tomography purpose,*" Journal of Physics: Conference Series, Volume 1153, 1-4. 9th International Conference on Physics and Its Applications (ICOPIA) 14 August 2018, Surakarta, Indonesia, <https://10.1088/1742-6596/1153/1/012022>.
3. Pérez García, M.A. *Instrumentación electrónica*. 2014 Madrid: Paraninfo. (<https://ucm.on.worldcat.org/oclc/1026117205>)
4. Keithley, "*Low Level Measurements Handbook - 7th Edition Precision DC Current, Voltage, and Resistance Measurements,*" https://download.tek.com/document/LowLevelHandbook_7Ed.pdf