



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Ficha de Trabajo Fin de Grado

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

Objetivos:

El objetivo general del trabajo que el alumno obtenga una visión integral de un fotodiodo, conectando la física del dispositivo con el diseño electrónico analógico para la extracción óptima de la fotocorriente.

Objetivos Específicos:

Física del dispositivo: Entender y 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.

Traducir el comportamiento físico del fotodiodo a un modelo circuital que integre elementos parásitos y fuentes de ruido intrínseco.

Metodología:

- 1.- Revisión bibliográfica: Estudio de la física del sensor y del estado del arte en topologías de acondicionamiento.
- 2.- Simulación mediante LTspice: Modelado de diferentes tipologías de amplificadores de transimpedancia,
- 3.- Validación: Se exigirá una parte experimental en la que el alumno monte un circuito de medida para un fotodiodo comercial.

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.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Ficha de Trabajo Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	Modelización y análisis físico del impulso nervioso mediante sistemas dinámicos no lineales: energía, disipación y dinámica fuera del equilibrio.
Title:	Modeling and Physical Analysis of the Nerve Impulse Using Nonlinear Dynamical Systems: Energy, Dissipation, and Nonequilibrium Dynamics
Tutor/es:	Sagrario Muñoz San Martín/V. María Barragán García
E-mail tutor/es:	smsm@ucm.es/vmabarra@ucm.es
Número de plazas	1
Asignación de TFG:	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/> Asignación por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

El objetivo general del trabajo es estudiar el impulso nervioso desde un punto de vista físico mediante su modelización como sistema dinámico no lineal, analizando su comportamiento, su carácter disipativo y su relación con procesos fuera del equilibrio.

Metodología:

El trabajo se desarrollará mediante un enfoque teórico-computacional basado en la modelización matemática y la simulación numérica.

En primer lugar, se hará un estudio de los modelos de sistemas dinámicos no lineales existentes en la literatura para describir la evolución del potencial de membrana neuronal.

Una vez seleccionado el modelo/s a estudiar, se resolverán las ecuaciones utilizando el software adecuado.

Posteriormente, se realiza un análisis de las soluciones obtenidas, centrándose en la aparición de potenciales de acción, su dependencia con los parámetros del sistema y el comportamiento dinámico del modelo en diferentes regímenes.

A partir de los resultados de la simulación, se analizará cómo introducir magnitudes físicas efectivas como la energía asociada al potencial de membrana y una medida fenomenológica de la producción de entropía basada en la disipación energética.

Finalmente, se estudiará la relación entre la actividad del sistema y la producción de entropía, interpretando el impulso nervioso como un proceso fuera del equilibrio termodinámico

Bibliografía:

-Hodgkin, A. L., & Huxley, A. F. (1952).

A quantitative description of membrane current and its application to conduction and excitation in nerve.

Journal of Physiology, 117(4), 500–544.

-Izhikevich, E. M. (2007).

Dynamical Systems in Neuroscience. MIT Press.

- Katchalsky, A., Curran, P.F. Non Equilibrium thermodynamics in Biophysics, Harvard University Press, Cambridge, 1967.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Ficha de Trabajo Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	Aprendiendo las fuerzas entre partículas activas
Title:	Learning forces between active particles
Tutor/es:	CHANTAL VALERIANI
E-mail tutor/es:	CVALERIANI@UCM.ES
Número de plazas	1
Asignación de TFG:	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/> Asignación por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

La materia activa abarca una amplia gama de escalas temporales y espaciales, desde grupos de células y partículas sintéticas autopropulsadas hasta bancos de peces, bandadas de aves o incluso multitudes humanas. [1,2,3]

El marco teórico que describe estos sistemas ha demostrado un éxito rotundo en la búsqueda de una fenomenología universal. Sin embargo, el progreso se ve a menudo obstaculizado por la dificultad de determinar las fuerzas que controlan la dinámica de los elementos individuales dentro de cada sistema.

En este trabajo, utilizaremos un modelo de machine learning, basado en un Graph Neural network [4], que utiliza el movimiento colectivo del sistema para aprender las fuerzas activas y de dos cuerpos que controlan la dinámica individual de las partículas.

Verificamos nuestro enfoque mediante simulaciones numéricas de partículas brownianas activas, considerando diferentes potenciales de interacción y niveles de actividad.

Metodología:

Se realizará un estudio bibliográfico para familiarizarse con sistemas activos y las herramientas teóricas para estudiarlos.

Se profundizará en las simulaciones numéricas y el análisis de datos mediante la Graph Neural Network que será proporcionado por la tutora.

Con tal de lograr estos objetivos, la tutora y el alumno se reunirán periódicamente para discutir resultados, resolver dudas o orientar dicho trabajo

Bibliografía:

- [1] S. Ramaswamy, The mechanics and statistics of active matter, *Annu. Rev. Condens. Matter Phys.* 1, 323 (2010).
- [2] T. Vicsek and A. Zafeiris, Collective motion, *Phys. Rep.* 517, 71 (2012).
- [3] M. C. Marchetti, J.-F. Joanny, S. Ramaswamy, T. B. Liverpool, J. Prost, M. Rao, and R. A. Simha, Hydrodynamics of soft active matter, *Rev. Mod. Phys.* 85, 1143 (2013).
- [4] Miguel Ruiz-Garcia, C. Miguel Barriuso, Lachlan C. Alexander, Dirk G. A. L. Aarts, Luca M. Ghiringhelli and Chantal Valeriani, *Phys. Rev. E* 109, 064611, 2024



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Ficha de Trabajo Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	El aprendizaje automático como sistema físico fuera del equilibrio
Title:	Out-of-equilibrium machine learning
Tutor/es:	Miguel Ruiz García
E-mail tutor/es:	miguel.ruiz.garcia@ucm.es
Número de plazas	1
Asignación de TFG:	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/> Asignación por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

El trabajo se centrará inicialmente en profundizar en el estudio de sistemas de aprendizaje automático y tratarlos como sistemas físicos fuera del equilibrio. En particular el estudio se focalizará en las funciones de pérdida dinámicas y en el olvido catastrófico. Idealmente el estudiante realizará sus propias simulaciones y desarrollos analíticos.

Metodología:

Se iniciará con una revisión de la literatura existente para fundamentar teóricamente el proyecto y delimitar el campo de estudio. Seguidamente, se procederá al diseño de los experimentos numéricos, empleando diferentes paquetes de Python especializados en IA. Posteriormente, se realizará un análisis detallado de los resultados numéricos obtenidos, comparándolos con resultados analíticos previos para evaluar la consistencia y la innovación de los hallazgos. Finalmente, se evaluarán los resultados obtenidos, contextualizándolos dentro del estado actual del arte, con el fin de destacar contribuciones significativas y posibles áreas para investigaciones futuras.

Bibliografía:

- [1] Ruiz-Garcia, M., Liu, A. J. and Katifori, E., Tuning and jamming reduced to their minima, Phys. Rev. E 100, 052608 (2019)
- [2] Ruiz-Garcia, M., Zhang, G., Schoenholz, S. S., and Liu, A. J., Tilting the playing field: Dynamical loss functions for machine learning, International Conference on Machine Learning, PMLR, 9157 (2021)
- [3] Ruiz-Garcia, M., Model architecture can transform catastrophic forgetting into positive transfer, Scientific Reports, 10736 (2022)



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Ficha de Trabajo Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	Metamateriales fluidos
Title:	Fluidic metamaterials
Tutor/es:	Miguel Ruiz García
E-mail tutor/es:	miguel.ruiz.garcia@ucm.es
Número de plazas	1
Asignación de TFG:	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/> Asignación por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

El trabajo se centrará inicialmente en profundizar en el estudio de sistemas que combinan fluidos, válvulas blandas y elementos activos que generen corrientes. En concreto, estamos interesados en efectos colectivos emergentes. El trabajo se focalizará en sistemas que presentan una respuesta no lineal a la diferencia de presión. Idealmente el estudiante realizará sus propias simulaciones y desarrollos analíticos.

Metodología:

Se iniciará con una revisión de la literatura existente para fundamentar teóricamente el proyecto y delimitar el campo de estudio. Seguidamente, se procederá al diseño de los experimentos numéricos, empleando diferentes paquetes de Python especializados en fluidos y elasticidad. Posteriormente, se realizará un análisis detallado de los resultados numéricos obtenidos, comparándolos con resultados analíticos previos para evaluar la consistencia y la innovación de los hallazgos. Finalmente, se evaluarán los resultados obtenidos, contextualizándolos dentro del estado actual del arte, con el fin de destacar contribuciones significativas y posibles áreas para investigaciones futuras.

Bibliografía:

- [1] Martínez-Calvo, A., Biviano, M. D., Christensen, A. H., Katifori, E., Jensen, K. H., & Ruiz-García, M. (2024). The fluidic memristor as a collective phenomenon in elastohydrodynamic networks. *Nature Communications*, 15(1), 3121.
- [2] Ruiz-García, M., & Katifori, E. (2021). Emergent dynamics in excitable flow systems. *Physical Review E*, 103(6), 062301.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Ficha de Trabajo Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
Título:	Información y termodinámica en sistemas cuánticos	
Title:	Information and thermodynamics in quantum systems	
Tutor/es:	Juan Manuel Rodríguez Parrondo	
E-mail tutor/es:	parrondo@ucm.es	
Número de plazas	1	
Asignación de TFG:	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/>	Asignación por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

1. Entender y cuantificar la relación entre información y entropía en sistemas clásicos y cuánticos.
2. Describir la dinámica de sistemas cuánticos abiertos.
3. Realizar una simulación de un sistema cuántico abierto sencillo en el que se realice un proceso termodinámico que dependa de la información adquirida en una medida (proceso con retro-alimentación).

Metodología:

1. Revisión de la literatura sobre sistemas cuánticos abiertos y sobre la relación entre entropía e información.
2. Simulación numérica de ecuaciones de Lindblad para sistemas cuánticos abiertos.

Bibliografía:

1. H.-P. Breuer y F. Petruccione, The theory of open quantum systems. 2002, Oxford ; New York: Oxford University Press.
2. . Sagawa y M. Ueda, Second law of thermodynamics with discrete quantum feedback control. Physical Review Letters 100, (2008).
3. J.M.R. Parrondo, J.M. Horowitz y T. Sagawa, Thermodynamics of information. Nature Physics



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Ficha de Trabajo Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
Título:	Ecuaciones diferenciales estocásticas: movimiento browniano y fenómenos colectivos	
Title:	Stochastic differential equations: Brownian motion and collective phenomena.	
Tutor/es:	Juan Manuel Rodríguez Parrondo	
E-mail tutor/es:	parrondo@ucm.es	
Número de plazas	1	
Asignación de TFG:	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/>	Asignación por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

1. Entender la teoría de ecuaciones diferenciales estocásticas y las interpretaciones de Ito y Stratonovich.
2. Simular el comportamiento de partículas brownianas en potenciales armónicos.
3. Estudiar fenómenos colectivos en sistemas estocásticos de muchos grados de libertad.

Metodología:

1. Revisión de la literatura sobre ecuaciones diferenciales estocásticas y movimiento browniano.
2. Simulación de partículas brownianas en potenciales confinantes.
3. Simulación de sistemas estocásticos con muchos grados de libertad en redes complejas.

Bibliografía:

1. Toral, R., Colet, P. Stochastic Numerical Methods: An Introduction for Students and Scientists. Wiley, 2014.
2. Van den Broeck, C., Parrondo, J. M., Toral, R. (1994). Noise-induced nonequilibrium phase transition. Physical review letters, 73(25), 3395.
3. Zhao, A., Ermolaeva, A., Ullner, E., Kurths, J., Gordleeva, S., & Zaikin, A. (2022). Noise-induced artificial intelligence. Physical Review Research, 4(4), 043069.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Ficha de Trabajo Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	Estudio de viabilidad técnico-económica y normativa de la integración de sistemas fotovoltaicos en fachada y cubierta de la Facultad de Ciencias Físicas de la UCM
Title:	Feasibility study of photovoltaic systems integration on façade and rooftop of the Faculty of Physics (UCM) under technical and heritage constraints
Tutor/es:	David Pastor Pastor
E-mail tutor/es:	dpastor@ucm.es
Número de plazas	1
Asignación de TFG:	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/> Asignación por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

La integración de energías renovables en edificios existentes es un elemento clave en la transición energética, especialmente en entornos urbanos y académicos. La energía solar fotovoltaica constituye una solución madura, aunque su implementación en edificios con valor arquitectónico presenta limitaciones técnicas y normativas.

El presente Trabajo de Fin de Grado tiene como objetivo analizar la viabilidad de instalar sistemas fotovoltaicos tanto en la cubierta como en la fachada de la Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Complutense de Madrid, evaluando ambas soluciones desde el punto de vista ingenieril, económico y normativo.

Objetivos principales:

1. Analizar las características geométricas, constructivas y de orientación del edificio.
2. Evaluar el potencial solar del emplazamiento considerando irradiación y sombras.
3. Diseñar una instalación fotovoltaica en cubierta optimizada.
4. Diseñar una solución fotovoltaica en fachada (integración arquitectónica o sistema añadido).
5. Comparar el rendimiento energético de ambas soluciones.
6. Realizar un análisis económico (costes, ahorro energético y retorno de inversión).
7. Evaluar las restricciones normativas derivadas de la protección del edificio.
8. Determinar la solución más viable globalmente y proponer recomendaciones de implementación.

Metodología:

1. Análisis del edificio: estudio de geometría, orientación y superficies disponibles.
2. Evaluación de limitaciones estructurales y arquitectónicas.
3. Estudio del recurso solar mediante datos de irradiación en Madrid.
4. Análisis de sombras utilizando herramientas de simulación.
5. Diseño de la instalación fotovoltaica en cubierta.
6. Selección de módulos y definición de inclinación óptima.
7. Cálculo de potencia instalada en cubierta.
8. Diseño de la instalación fotovoltaica en fachada.
9. Evaluación de soluciones de integración ((Building integrated Photovoltaics (BIPV) o estructura añadida).
10. Análisis del impacto de la orientación vertical en el rendimiento.
11. Simulación energética de ambas soluciones con software especializado.
12. Estimación de la producción energética anual.
13. Evaluación de pérdidas del sistema.
14. Análisis económico: costes, ahorro y periodo de retorno.
15. Estudio de la normativa aplicable y restricciones patrimoniales.
16. Comparación técnico-económica y normativa de ambas soluciones.
17. Selección de la solución óptima y elaboración de conclusiones.

Bibliografía:

1. Gobierno de España, Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica, Boletín Oficial del Estado, 2019. [Online]. Disponible: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2019/04/05/244>
2. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, Código Técnico de la Edificación (CTE). [Online]. Disponible: <https://www.codigotecnico.org>
3. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT), 2002. [Online]. Disponible: <https://www.boe.es>
4. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), Guía profesional de tramitación del autoconsumo, 2024. [Online]. Disponible: <https://www.idae.es>
5. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), Guía de autoconsumo colectivo, 2023. [Online]. Disponible: <https://www.idae.es>
6. J. A. Duffie and W. A. Beckman, Solar Engineering of Thermal Processes, 4th ed. Hoboken, NJ, USA: Wiley, 2013.
7. M. A. Green, Solar Cells: Operating Principles, Technology and System Applications. Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice Hall, 2003.
8. O. Perpiñán, Energía solar fotovoltaica, 2019. [Online]. Disponible: <https://oscarperpinan.github.io/esf/ESF.pdf>
9. E. Elguezabal Esnarrizaga, Integración de sistemas fotovoltaicos en envolventes arquitectónicas (BIPV), Tesis doctoral, Univ. del País Vasco, 2021. [Online]. Disponible: <https://addi.ehu.es>
10. J. Peng, L. Lu, and H. Yang, "Review on life cycle assessment of energy payback and greenhouse gas emission of solar photovoltaic systems," Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 19, pp. 255–274



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Ficha de Trabajo Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	Radiación electromagnética: del determinismo de Maxwell a la descripción termodinámica emergente
Title:	Electromagnetic Radiation: From Maxwell's Determinism to Emergent Thermodynamic Description
Tutor/es:	Vicenta María Barragán García/Sagrario Muñoz San Martin
E-mail tutor/es:	vmabarra@ucm.es/smsm@ucm.es
Número de plazas	1
Asignación de TFG:	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/> Asignación por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

El objetivo general del trabajo analizar cómo una descripción completamente determinista de la radiación electromagnética puede reinterpretarse de forma macroscópica, introduciendo de manera conceptual ideas propias de la termodinámica como consecuencia del cambio de nivel de descripción y la pérdida de información microscópica.

Metodología:

La metodología consiste en pasar progresivamente de una descripción determinista del campo electromagnético a una interpretación macroscópica basada en el comportamiento colectivo de múltiples modos, estableciendo analogías con la termodinámica.

El desarrollo se apoya en la consulta y análisis de bibliografía estándar de electromagnetismo, física estadística y termodinámica, utilizada para fundamentar los conceptos físicos introducidos y garantizar la coherencia del enfoque.

Bibliografía:

- David J. Griffiths. Introduction to Electrodynamics. Prentice Hall, 1999.
- Daniel V. Schroeder, An Introduction to Thermal Physics, Pearson new international edition, 2014.
- J. D. Jackson, Classical Electrodynamics, Wiley, 2021.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Ficha de Trabajo Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
Título:	Física aplicada a la Arquitectura y a la Ingeniería Civil	
Title:	Physics of Architecture and Civil Engineering	
Tutor/es:	Francisco Javier Cao García	
E-mail tutor/es:	franco@ucm.es	
Número de plazas	1	
Asignación de TFG:	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/>	Asignación por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

- Comprender las bases físicas de un aspecto (o varios) de la Arquitectura o de la Ingeniería Civil (involucrado en el diseño de construcciones entendido en un sentido amplio: edificios, infraestructuras, ciudades). El aspecto y la orientación la elige el alumno. La orientación puede ser mecánica, termodinámica, o cualquier otra relacionada con la Física.

Metodología:

- El alumno buscará la bibliografía necesaria para adquirir los conocimientos complementarios que necesite para realizar el trabajo específico que haya elegido.
- El alumno puede optar por abordar en su trabajo el estudio de un aspecto de la construcción, o de varios aspectos de un tipo de construcción.
Este trabajo está recomendado para estudiantes de cualquiera de las orientaciones del Grado en Física.

Bibliografía:

El alumno tendrá que buscar y elegir la bibliografía más relevante para el tema y enfoque que elija.

Algunos ejemplos de temas y referencias iniciales:

Los rascacielos y sus amortiguadores de masa

- "Tuned Mass Dampers in Skyscrapers — Practical Engineering." Accessed April 28, 2021. <https://practical.engineering/blog/2016/2/14/tuned-mass-dampers-in-skyscrapers>.

La cúpula geodésica (propiedades matemáticas y físicas, ventajas y desventajas)

- "Geodesic Dome - Wikipedia." Accessed April 28, 2021. https://en.wikipedia.org/wiki/Geodesic_dome.

Balances de fuerzas en las construcciones

- “How Buildings Work: The Science of Forces and Static Structures.” Accessed April 28, 2021. <https://www.explainthatstuff.com/howbuildingswork.html>.

Eficiencia energética en la arquitectura tradicional y moderna

- “Applying Physics to Energy-Efficient Building Design | MIT News | Massachusetts Institute of Technology.” Accessed April 28, 2021. <https://news.mit.edu/2018/mit-architecture-christoph-reinhart-using-physics-to-design-energy-efficient-buildings-0116>.
- “Masdar City | Architecture Projects | Foster + Partners.” Accessed April 28, 2021. <https://www.fosterandpartners.com/projects/masdar-city/>.
- Chandel, S.S., Vandna Sharma, and Bhanu M. Marwah. 2016. “Review of Energy Efficient Features in Vernacular Architecture for Improving Indoor Thermal Comfort Conditions.” *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 65 (November): 459–77. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.07.038>.
- Vefik Alp, Ahmet. 1991. “Vernacular Climate Control in Desert Architecture.” *Energy and Buildings* 16 (3–4): 809–15. [https://doi.org/10.1016/0378-7788\(91\)90076-F](https://doi.org/10.1016/0378-7788(91)90076-F).

Física de los puentes

- “How Bridges Work - Explain That Stuff.” n.d. Accessed April 28, 2021. <https://www.explainthatstuff.com/bridges.html>.
- “How It Works: Engineering Bridges to Handle Stress.” n.d. Accessed April 28, 2021. <https://bridgemastersinc.com/engineering-bridges-handle-stress/>



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Ficha de Trabajo Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
Título:	Física aplicada al deporte	
Title:	Physics of Sport	
Tutor/es:	Francisco Javier Cao García	
E-mail tutor/es:	franco@ucm.es	
Número de plazas	1	
Asignación de TFG:	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/>	Asignación por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

- Comprender las bases físicas de uno o varios deportes elegidos por el alumno. (La orientación la elige el alumno, y puede ser biofísica, mecánica, o cualquier otra relacionada con la Física.)

Metodología:

- El alumno buscará la bibliografía necesaria para adquirir los conocimientos complementarios que necesite para realizar el trabajo específico que haya elegido.
- El alumno puede optar por abordar en su trabajo el estudio de varios deportes o centrarse en uno particular.
Este trabajo está recomendado para estudiantes de cualquiera de las orientaciones del Grado en Física.

Bibliografía:

El alumno tendrá que buscar y elegir la bibliografía más relevante para el tema y enfoque que elija.

Algunos ejemplos de temas se pueden encontrar en las siguientes referencias:

- Physicsworld 25, págs 20 y siguientes (2012)
http://www.if.ufrj.br/~coelho/PW_July2012_PhysicsAndSport.pdf
- The Physics of Sports, <http://www.real-world-physics-problems.com/physics-of-sports.html>



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Ficha de Trabajo Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
Título:	Física de las células solares: contactos pasivantes selectivos.
Title:	Physics of solar cells: passivating selective contacts.
Tutor/es:	Enrique San Andrés / María Luisa Lucía
E-mail tutor/es:	esas@ucm.es / mllucia@ucm.es
Número de plazas	1
Asignación de TFG:	Asignación Directa <input checked="" type="checkbox"/> Asignación por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

Los sistemas fotovoltaicos son de gran actualidad dada la grave crisis climática. España es uno de los países con mayor crecimiento fotovoltaico, dado nuestro excelente recurso solar y la reciente eliminación de gran parte de las trabas regulatorias.

En el marco de este campo, en este trabajo fin de grado se pretende que el alumno se introduzca en el campo de la física y tecnología de las células fotovoltaicas.

Los objetivos particulares de este TFG son:

1. Estudiar el efecto fotovoltaico desde el punto de vista de los principios físicos fundamentales.
2. Conocer las tendencias tecnológicas en la investigación actual sobre células fotovoltaicas con contactos selectivos pasivantes.
3. Realizar una simulación básica de una célula fotovoltaica con software gratuito (PC1D o similar), que permita afianzar el conocimiento de los fundamentos físicos del funcionamiento de las células fotovoltaicas.

Metodología:

- 1.- Estudio de libros y publicaciones sobre células fotovoltaicas.
- 2.- Realización de una síntesis de la física de las células fotovoltaicas.
- 3.- Una vez adquiridos los conocimientos básicos necesarios, simulación de una

célula fotovoltaica que permita comprobar los principios físicos del efecto fotovoltaico.

Este trabajo es recomendable para estudiantes con una vocación hacia la física aplicada, con interés tanto en la electrónica física como en la física y tecnología de los dispositivos electrónicos. Por eso es muy recomendable cursar o haber cursado estas asignaturas.

Bibliografía:

1.-U. Würfel, A. Cuevas y P. Würfel, "Charge Carrier Separation in Solar Cells" IEEE Journal of Photovoltaics, 5(1), pp. 461-469, 2015, 10.1109/JPHOTOV.2014.2363550.

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

3.-T. Markvart, L. Castañer "Practical handbook of photovoltaics: fundamentals and applications". Elsevier, 2003.

4.-T. Allen, J. Bullock, X. Yant, et al. "Passivating contacts for crystalline silicon solar cells". Nature Energy, 4(11), pp. 914-928, 2019. 10.1038/s41560-019-0463-6.

5.-Wei Li, Zhiyuan Xu, Yu Yan, et al. "Passivating Contacts for Crystalline Silicon Solar Cells: An Overview of the Current Advances and Future Perspectives". Advanced Energy Materials 2024. 10.1002/aenm.202304338



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Ficha de Trabajo Fin de Grado

Departamento:	Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	
Título:	Actualidad y expectativas de la tecnología fotovoltaica	
Title:	Photovoltaic technology current affairs and expectations	
Tutor/es:	Ignacio Mártil de la Plaza/ Eric García Hemme	
E-mail tutor/es:	imartil@ucm.es eric.garcia@ucm.es	
Número de plazas	2	
Asignación de TFG:	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.

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.

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

El otro TFG se dedicará a los dispositivos tándem de silicio y perovskita, uno de los campos que mayor expectativa está generando en este sector

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)

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)