



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Arquitectura de Computadores y Automática	
Título:	Creación de Simulaciones Físicas Interactivas con Easy JavaScript Simulations	
Title:	Building Interactive Physics Simulations with Easy JavaScript Simulations	
Supervisor/es:	Jesús Chacón Sombría	
E-mail supervisor/es	jeschaco@ucm.es	
Número de plazas:	3	
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

El objetivo principal del trabajo es implementar una simulación interactiva de un sistema dinámico, con la ayuda de la herramienta *Easy JavaScript Simulations* (EJSS).

El sistema a modelar se elegirá entre los que se sugieren a continuación o una propuesta propia del alumno.

Al finalizar el trabajo, el alumno ha de ser capaz de:

- Comprender el proceso de modelización de un fenómeno físico.
- Realizar simulaciones del modelo mediante métodos numéricos.
- Proporcionar una interfaz gráfica interactiva para observar los resultados de la simulación del modelo.

Las simulaciones por computador facilitan la comprensión y estudio de modelos físicos complejos. Para obtener el máximo beneficio, es interesante dotarlas de interactividad y facilidad de uso [1]. La herramienta EJSS simplifica el proceso de creación, ocultando al desarrollador la programación de bajo nivel y permitiéndole centrar todos sus esfuerzos tanto en el modelado como en la visualización de resultados y la interacción con el modelo.

Existen muchos ejemplos de aplicación de EJSS. Algunos incluso van más allá de la simulación y permiten interactuar con sistemas reales, ya sea aprovechando los sensores y capacidades de los smartphones, o mediante la creación de laboratorios remotos que permiten acceder a sistemas experimentales a través de Internet [2]. En Internet existen números ejemplos de simulaciones realizadas con EJSS. Algunas de ellas, organizadas por temática, son:

(Astronomía) <https://www.compadre.org/osp/items/detail.cfm?ID=14326>

(Física cuántica) <https://www.compadre.org/osp/items/detail.cfm?ID=13753>

(Control Automático) <https://unilabs.dia.uned.es/blog/index.php?entryid=3>

(Oscilaciones) <https://www.compadre.org/osp/items/detail.cfm?ID=14158>

Los ejemplos que se sugieren son:

- Un sistema de brazo flexible. <https://www.quanser.com/products/rotary-flexible-link/>
- Un sistema cuatrirrotor. <https://www.quanser.com/products/3-dof-hover/>
- Un sistema ventilador y plato. <http://www.kri.com.sg/fan.html>
- Vehículos autónomos.
- Un sistema de carro y cadena.
- Un brazo robótico.

Metodología:

1. Selección del fenómeno físico a estudiar, motivación y justificación del beneficio de utilizar una simulación interactiva.
2. Obtención del modelo físico y de una representación adecuada para su implementación en una simulación por computador.
3. Identificación de las interacciones entre el usuario y el modelo de simulación, y especificación de la interfaz gráfica.
4. Implementación de la simulación utilizando la herramienta EJSS.

Bibliografía:

[1] W. Christian, F. Esquembre, "Modeling physics with easy java simulations", Phys. Teacher, vol. 45, no. 8, pp. 475-480, 2007.

[2] R. Heradio, L. de la Torre, and S. Dormido, "Virtual and remote labs in control education: A survey", Annual Reviews in Control, vol. 42, pp. 1–10, 2016.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Arquitectura de Computadores y Automática	
Título:	Sistema de lectura para personas con dificultades visuales	
Title:	Reading system for visually impaired people	
Supervisor/es:	Sandra Catalán Pallarés	
E-mail supervisor/es	scatalan@ucm.es	
Número de plazas:	1	
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

Desarrollar una aplicación capaz de reconocer un texto escrito y reproducir su contenido mediante voz en un dispositivo de bajo consumo.

A lo largo del trabajo el estudiante deberá:

- Utilizar herramientas apropiadas para el reconocimiento de texto.
- Ser capaz de transformar el texto en voz.
- Analizar el comportamiento de la implementación en una plataforma de bajo consumo.
- Presentar los resultados finales obtenidos.

Metodología:

El/la estudiante, mediante herramientas adecuadas (por ejemplo, OpenCV [1]), desarrollará una aplicación capaz de reconocer texto escrito para su reproducción mediante audio. La aplicación resultante será analizada para garantizar un correcto funcionamiento en una plataforma de bajo consumo (por ejemplo, Raspberry Pi [2]) y optimizar su rendimiento.

Bibliografía:

- [1] Bradski G. The OpenCV Library. Dr Dobb's Journal of Software Tools. 2000;
[2] <https://www.raspberrypi.org/>



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Arquitectura de Computadores y Automática	
Título:	Desarrollo de un conjunto de reglas de ubicación de electrodos en estimulación transcraneal directa	
Title:	Development of guidelines for the optimal placement of electrodes in transcranial direct current stimulation	
Supervisor/es:	José L. Ayala	
E-mail supervisor/es	jayala@ucm.es	
Número de plazas:	1	
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:



La estimulación transcraneal directa (tDCS) y la estimulación transcraneal magnética (TMS) son dos técnicas muy novedosas en el área de la neurociencia que, mediante la aplicación de campos eléctricos o magnéticos en el cráneo, permiten modular la actividad neuronal y tratar un variado número de síntomas asociados a enfermedades neurológicas, psiquiátricas y sistémicas como : depresión, ansiedad, dolor crónico, fatiga, migraña, ictus, demencia, etc. Para ello, es fundamental realizar una

ubicación precisa de los electrodos (tDCS) o el coil (TMS), de forma que el campo generado module la actividad eléctrica en la región cerebral de interés.

En este proyecto, se realizará un modelo de correlación entre las regiones de estimulación seleccionadas (dadas por el conocimiento neurológico) y la simulación de campo eléctrico/magnético en corteza cerebral, que permita conocer la disposición óptima del estimulador para tratar un conjunto de patologías.

Metodología:

1. Estudio de la técnica de estimulación cerebral no invasiva: fundamentos físicos y clínicos

2. Aprendizaje experimental de un protocolo de estimulación asistido por personal clínico (neuróloga) en dependencias UCM.
3. Evaluación del flujo de ejecución de un software de simulación de estimulación cerebral no invasiva
4. Definición de casos de interés
5. Parametrización de las regiones de estimulación cerebral sobre atlas AAL
6. Realización de las simulaciones: búsqueda de patrón de ubicación de electrodos para cada uno de los casos de interés
7. Generación de un conjunto de reglas
8. Validación experimental de la técnica propuesta

Bibliografía:

- Simnibs Tutorial
- Fregni F, et al.; Neuromodulation Center Working Group (2020). Evidence-based guidelines and secondary meta-analysis for the use of transcranial direct current stimulation (tDCS) in neurological and psychiatric disorders. *Int J Neuropsychopharmacol.* pyaa051. Advance online publication. <https://doi.org/10.1093/ijnp/pyaa051>
- Masina, F., et al. (2021). Neurophysiological and behavioural effects of conventional and high definition tDCS. *Scientific reports*, 11(1), 7659. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-87371-z>
- Antonenko, D., et al. (2021). Inter-individual and age-dependent variability in simulated electric fields induced by conventional transcranial electrical stimulation. *NeuroImage*, 224, 117413. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2020.117413>
- Kalloch, B., et al. (2020). A flexible workflow for simulating transcranial electric stimulation in healthy and lesioned brains. *PloS one*, 15(5), e0228119. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228119>
- Wang, H., et al. (2019). Simultaneous stimulation using rTMS and tDCS produces the most effective modulation of motor cortical excitability in healthy subjects: A pilot study. *Neuroscience letters*, 694, 46–50.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Arquitectura de Computadores y Automática	
Título:	Generación de energía con una turbina eólica flotante	
Title:	Energy generation with a floating offshore wind turbine	
Supervisor/es:	Matilde Santos	
E-mail supervisor/es	msantos@ucm.es	
Número de plazas:	3	
Asignación de TFG:	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>

Objetivos:

Las turbinas eólicas flotantes plantean unos retos difíciles desde el punto de vista de la ingeniería de sistemas y del control. Esto es debido fundamentalmente a que son elementos que soportan fuertes cargas, debido a las olas, las corrientes, y el viento, lo que genera vibraciones estructurales significativas. Es necesario incorporar estas perturbaciones en los modelos para poder analizarlas y contrarrestarlas mediante propuestas y diseños de control.

Metodología:

Se utilizará el programa Matlab/Simulink para implementación de controladores y el software open access FAST para el modelo de la turbina, así como para incorporar la simulación del viento, las olas, y la dinámica del sistema.

Bibliografía:

Tomás-Rodríguez, M., & Santos, M. (2019). Modelado y control de turbinas eólicas marinas flotantes. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática industrial*, 16(4), 381-390.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Arquitectura de Computadores y Automática	
Título:	Control de sistemas multiagente y sus aplicaciones	
Title:	Control of multi-agent systems and their applications	
Supervisor/es:	Héctor García de Marina / Juan Jiménez	
E-mail supervisor/es	hgarciad@ucm.es / juan.jimenez@fis.ucm.es	
Número de plazas:	4	
Asignación de TFG:	Selección directa <input type="checkbox"/>	Selección por expediente <input checked="" type="checkbox"/>

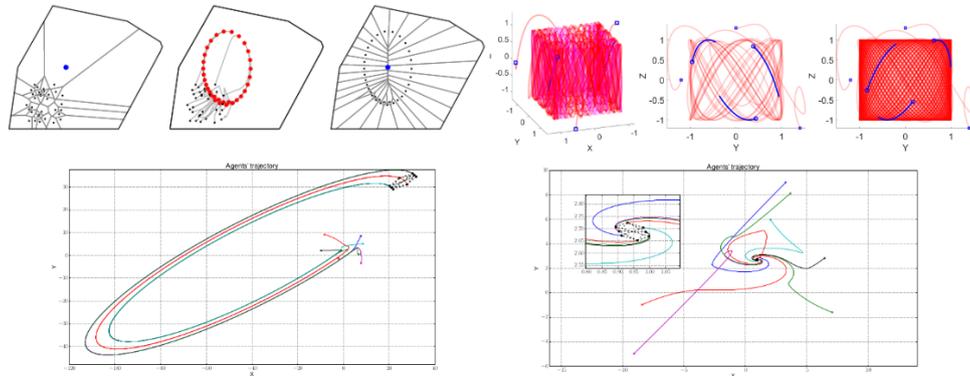
OBJETIVOS:

El objetivo principal del trabajo es introducirse al estudio de los sistemas dinámicos multiagente con su aplicación en el control distribuido de enjambres. Entre otras muchas aplicaciones, estos sistemas se pueden explotar para caracterizar campos escalares (por ejemplo, para la búsqueda y confinamiento de fuentes de contaminación), para barrer grandes volúmenes en operaciones de búsqueda y rescate, o para coordinar robots en tareas de vigilancia.

La propuesta de este TFG se centra en confeccionar algoritmos fundamentales (ver bibliografía) en multiagentes para alguna de las aplicaciones arriba nombradas. En particular, la adaptación se hará de manera informada; es decir, explotando las garantías y propiedades matemáticas de los algoritmos. Estas decisiones incluyen qué topología escoger para el grafo del enjambre, o que información local han de compartir o medir los agentes. Finalmente, analizar los pros y contras a la hora de implementar el algoritmo para alcanzar el objetivo de la aplicación.

Sobre el aspecto técnico, este TFG requiere que el alumno se centre en dos componentes principales. Primero, sobre la teoría de grafos (mayormente álgebra lineal) que describe las interacciones locales entre los agentes. Segundo, sobre ecuaciones diferenciales ya que los agentes son dinámicos y sus estados evolucionan en el tiempo. En particular, los agentes evolucionan al tomar decisiones principalmente basadas en los estados relativos con sus vecinos en el grafo. La combinación de estas dos componentes se aborda en la asignatura *Sistemas*

dinámicos y realimentados de cuarto año en el grado de física y doble grado de física y matemáticas, aunque cursarla **no** es un requisito necesario para realizar el TFG. Se utilizará Python/Matlab para validaciones numéricas.



Diferentes ilustraciones de algoritmos en sistemas multiagente para el control y coordinación de agentes móviles.

Metodología:

1. Estudio, guiado por los supervisores, de la bibliografía en algoritmos para el control distribuido de enjambres.
2. Modelado matemático de la aplicación/problema, y selección de un algoritmo para su adaptación a medida conforme a la aplicación seleccionada.
3. Análisis de resultados y validación de garantías matemáticas en la solución proporcionada por el algoritmo.

Bibliografía:

- [1] J Cortes, S Martinez, T Karatas, F Bullo. **Coverage control for mobile sensing networks**. IEEE Transactions on robotics and Automation, 2004, 20 (2), 243-255.
<https://arxiv.org/abs/math/0212212>
- [2] Lara Briñón-Arranz, Alessandro Renzaglia, Luca Schenato. **Multi-Robot Symmetric Formations for Gradient and Hessian Estimation with Application to Source Seeking**. IEEE Transactions on Robotics, 2019, 35 (3), pp.782-789.
<https://hal.inria.fr/hal-01991153>
- [3] HG de Marina. **Distributed formation maneuver control by manipulating the complex Laplacian**. To appear in Automatica, 2021.
<https://arxiv.org/abs/2009.07625>
- [4] HG de Marina, J Jiménez, W Yao. **Leaderless collective motions in affine formation control**. Submitted to Conference on Decision and Control (CDC) 2021.
<https://arxiv.org/abs/2104.03412>

[5] HG de Marina. ***Maneuvering and robustness issues in undirected displacement-consensus-based formation control.*** IEEE Transactions on Automatic Control, 2021.

<https://arxiv.org/abs/2008.03544>

[6] W Yao, HG de Marina, Z Sun, M Cao. ***Distributed coordinated path following using guiding vector fields*** . To be published in the proceedings IEEE International conference on Robotics and Automation (ICRA) 2021.

<https://arxiv.org/abs/2103.12372>



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS



GRADO EN FÍSICA curso 2021-22

Ficha de Trabajo de Fin de Grado

Departamento:	Arquitectura de Computadores y Automática	
Título:	Revisión de sensor/actuador para nano-satélites	
Title:	Sensor/actuador for Nano-Satellites review	
Supervisor/es:	Segundo Esteban San Román	
E-mail supervisor/es	segundo@dacya.ucm.es	
Número de plazas:	3	
Asignación de TFG:	Selección directa <input type="checkbox"/>	Selección por expediente <input checked="" type="checkbox"/>

Objetivos:

Se debe realizar una revisión del estado del arte y tendencias en los sensores y actuadores que se pueden utilizar a bordo de pequeños satélites. Cada alumno puede centrarse en un tipo de sensor o actuador, como pueden ser: sensor solar, sensor magnético, sensor estelar, sensor de horizonte, propulsor iónico, propulsor de plasma, propulsor láser; rueda de inercia, rueda de reacción, arrastre electrodinámico, vela solar, etc.

Metodología:

Primero se acordará con el profesor un tipo de sensor o actuador a estudiar. Después se realizará una revisión del estado del arte en este tipo de tecnología. Posteriormente se propondrá un sensor/actuador candidato que pueda ser integrado en misiones de pequeños satélites. Si existe un producto comercial, el alumno deberá plantear su integración en la misión mediante simulación. Si no existe un producto comercial, el alumno podrá plantear una solución que escale esa tecnología para poder ser utilizada en este tipo de misiones.

Bibliografía:

<https://alen.space/es/guia-basica-nanosatelites/>

<https://www.cubesat.org/>

El profesor iniciará al alumno en la búsqueda de documentación relacionada con el sensor o actuador elegido.