

## **i ASIGNATURA INGENIERÍA NEUROMÓRFICA**

|              |  |
|--------------|--|
| Código       | 1764201  |
| Titulación   | MÁSTER EN INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA DE SIS ... |
| Módulo       | MÓDULO ESPECÍFICO 2                              |
| Materia      | ESPECIALIDAD INVESTIGACIÓN EN COMPUTACIÓN Y ...  |
| Duración     | PRIMER SEMESTRE                                  |
| Tipo         | OPTATIVA   |
| Idioma       | CASTELLANO                                       |
| ECTS         | 6,00   |
| Teoría       | 0  |
| Práctica     | 6  |
| Departamento | C140 - INGENIERIA EN AUTOM, ELEC., ARQ. Y RED.   |

## **✓ REQUISITOS Y RECOMENDACIONES**

### **Requisitos**

No son necesarios requisitos previos

### **Recomendaciones**

Se recomienda poseer conocimientos básicos de electrónica (teoría de circuitos, circuitos analógicos y digitales), matemáticas (resolución de ecuaciones diferenciales) y programación en Python. Así mismo, se aconseja tener conocimientos de inglés.

## MOVILIDAD

- Movilidad internacional: Sí
- Movilidad nacional: Sí

## RESULTADO DEL APRENDIZAJE

| Id. | Resultados   |
|-----|--|
| 1   | Ser capaz de diseñar y comunicar sistemas neuromórficos. Diseñar arquitecturas con sistemas neuronales pulsantes. Aplicar técnicas pulsantes a los sistemas biorrobóticos. |

## CONTENIDOS

### Unidad 1: Introducción

- 1.1. Redes neuronales clásicas
- 1.2. Redes neuronales artificiales
- 1.3. Redes neuronales pulsantes

### Unidad 2: Neuronas biológicas

- 2.1. Introducción
- 2.2. Estructura y morfología de la neurona
- 2.3. El zoo de iones
- 2.4. La sinapsis
- 2.5. El potencial de acción

### Unidad 3: Modelos computacionales

- 3.1. Introducción
- 3.2. Modelo de la membrana pasivo
- 3.3. Modelo Leaky Integrate and Fire
- 3.4. Modelo Hodgkin-Huxley

### 3.5. Adaptive Exponential LIF Model

#### Unidad 4: Simulador de redes neuronales pulsantes

##### 4.1. Brian

#### Unidad 5: Sensores neuromórficos

##### 5.1. Sensores de visión

##### 5.2. Sensores de audio

#### Unidad 6: Plataformas de propósito general

##### 6.1. Plataformas analógicas

###### 6.1.1. ROLLS

###### 6.1.2. Neurogrid

###### 6.1.3. Otros

##### 6.2. Plataformas digitales

###### 6.2.1. SpiNNaker

###### 6.2.2. Neuroflow

###### 6.2.3. AER Node

###### 6.2.4. DINESIM

##### 6.3. Address Event Representation

#### Unidad 7: Learning in Spiking Neural Networks

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

---

### Criterios generales de evaluación

---

- Realización de trabajos individuales y en grupo: estos trabajos serán propuestos durante las sesiones y estarán basados en los conceptos expuestos durante las clases.
- Podrá optarse por un examen final.

## Procedimiento de calificación

---

El procedimiento para la calificación de la asignatura, podrá seguir uno de los siguientes métodos:

### Método 1 (evaluación sumativa)

Cuestionarios: se celebrarán cinco cuestionarios o ejercicios que supondrán el 100% de la nota. Cada una de estas pruebas tendrá un valor correspondiente al 20% de la calificación final. Será necesario obtener al menos un 3,0 en cada uno de estos ejercicios; en caso contrario, se considerará no apto.

Siguiendo este método, la calificación será la media ponderada de cada uno de los cuestionarios/ejercicios propuestos.

Si el alumno no ha superado una de las pruebas, tendrá que acudir al examen final de la asignatura con todo el contenido.

### Método 2

Evaluación Global: siguiendo la normativa de la Universidad de Cádiz, el alumnado podrá solicitar la evaluación global. Este mecanismo proporcionará al alumnado la posibilidad de alcanzar la máxima calificación posible mediante un examen y/o ejercicios de carácter práctico acordados en el momento de la solicitud.

## Procedimientos de evaluación

---

| Tarea/Actividades            | Medios, técnicas e instrumentos   |
|------------------------------|---|
| Realización de cuestionarios | Se propondrán una serie de casos de estudio en función de las explicaciones teóricas. El alumnado tendrá que desarrollar código, resolver modelos matemáticos e interpretar los resultados. Tendrá que entregar la documentación generada |

## PROFESORADO

| Profesorado          | Categoría                  | Coordinador |
|----------------------|----------------------------|-------------|
| PEREZ PEÑA, FERNANDO | PROFESOR CONTRATADO DOCTOR | Sí          |

## ACTIVIDADES FORMATIVAS

| Actividad                                 | Horas  | Detalle  |
|---|--------|--|
| 10 Actividades formativas no presenciales | 146,00 | Estudio de los contenidos y desarrollos de los trabajos. |
| 12 Actividades de evaluación              | 4,00   | Actividades de evaluación                                |

## BIBLIOGRAFÍA

### Bibliografía básica

- [1] Dayan, Peter and Laurence F. Abbott (2001). Theoretical Neuroscience: Computational and Mathematical Modeling of Neural Systems. 6th ed. Computational Neuroscience. Massachusetts Institute of Technology Press.
- [2] Liu, Shih-Chii et al. (2015). Event-Based Neuromorphic Systems. John Wiley & Sons.
- [3] Schutter, Erik De. Computational modeling methods for neuroscientists. The MIT Press, 2009.
- [4] Sterratt, David, et al. Principles of computational modelling in neuroscience. Cambridge University Press, 2011.
- [5] Gerstner, Wulfram and Werner M Kistler (2002). Spiking neuron models: Single neurons, populations, plasticity. Cambridge university press.
- [6] Latash, Mark L (2012). Fundamentals of motor control. Academic Press.

## Bibliografía específica

---

- [1] Haykin, Simon S (2001). Neural networks: a comprehensive foundation. Tsinghua University Press.
- [2] Shadmehr, R. and Steven P. Wise (2005). The computational neurobiology of reaching and pointing: a foundation for motor learning. Massachusetts Institute of Technology Press.
- [3] Kandel, Eric, James H. Schwartz, and Thomas M. Jessell (2000). Principles of Neural Science. 4th ed. McGraw-Hill Medical.

## Bibliografía ampliación

---

- [1] Nelson, Sánchez Camperos Edgar and Alanís García Alma Yolanda (2006). Redes neuronales conceptos fundamentales y aplicaciones a control automático. PearsonPrentice Hall.
- [2] Isaías Viñuela, Pedro and IM Galván León (2004). Redes de neuronas artificiales. Pearson-Prentice Hall.
- [3] Kasabov, Nikola K (2013). Springer Handbook of Bio-/neuro-informatics. Springer Science & Business Media.

## COMENTARIOS

---

Esta asignatura trabajará la competencia en otros valores (de carácter complementario para el desarrollo curricular) "CV8. Desarrollo de competencias idiomáticas, y en especial de las más específicas de la titulación." con 6 créditos ECTS dentro del Programa de Enseñanza Bilingüe (AICLE) de la Escuela Superior de Ingeniería, utilizando como lengua vehicular el inglés

Competencias específicas.

CEM1 -Capacidad para adquirir la comprensión sistemática de campos específicos de estudio y el dominio de las habilidades y los métodos de investigación en la Ingeniería electrónica, automática, robótica y energías renovables o la investigación en Ingeniería biomédica y telemedicina o de la investigación en Ingeniería del software o de la investigación en Computación y Neuro-informática.

CEM2 -Capacidad para realizar análisis crítico, evaluación y síntesis de ideas nuevas y complejas en campos específicos de investigación en la Ingeniería electrónica, automática, robótica y energías renovables o la investigación en Ingeniería biomédica y telemedicina o de la Transformación Digital: Internet de las Cosas y Big Data o de la investigación en Computación y Neuro-informática.

CEM3 -Capacidad de concebir, diseñar, poner en práctica y adoptar un proceso sustancial de investigación en la Ingeniería electrónica, automática, robótica y energías renovables o la investigación en Ingeniería biomédica y telemedicina o de la investigación en Transformación Digital: Internet de las Cosas y Big Data o de la investigación en Computación y Neuro-informática con seriedad académica.

Competencias básicas (RD 861/2010).

CB6 -Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.

CB7 -Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

CB8 -Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

CB9 -Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CB10 -Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Competencias generales.

CG2 -Capacidad para transmitir a la comunidad académica en su conjunto y a la sociedad las investigaciones en los campos de la Ingeniería electrónica, automática, robótica y energías renovables o la investigación en Ingeniería biomédica y telemedicina o de la investigación en Transformación Digital: Internet de las Cosas y Big Data o de la investigación en Computación y Neuro- informática.

CG3 -Capacidad para utilizar recursos de información en campos de investigación

en la Ingeniería electrónica, automática, robótica y energías renovables o la investigación en Ingeniería biomédica y telemedicina o de la investigación en Transformación Digital: Internet de las Cosas y Big Data o de la investigación en Computación y Neuro-informática para fundamentar y contextualizar un trabajo de investigación.

CG4 -Capacidad para gestionar la información haciendo uso de las herramientas apropiadas de información para la investigación.

Competencia transversal

CT -Trabajo en equipo. Capacidad de asumir las labores asignadas dentro de un equipo, así como de integrarse en él y trabajar de forma eficiente con el resto de sus integrantes.

## **MECANISMOS DE CONTROL**

---

Reuniones de seguimiento por parte de la coordinación del máster.

Los previstos en el Sistema de Garantía de Calidad de la Universidad de Cádiz.

---

El presente documento es propiedad de la Universidad de Cádiz y forma parte de su Sistema de Gestión de Calidad Docente.

En aplicación de la Ley 3/2007, de 22 de marzo, para la igualdad efectiva de mujeres y hombres, así como la Ley 12/2007, de 26 de noviembre, para la promoción de la igualdad de género en Andalucía, toda alusión a personas o colectivos incluida en este documento estará haciendo referencia al género gramatical neutro, incluyendo por lo tanto la posibilidad de referirse tanto a mujeres como a hombres.

---