

### Información del Plan Docente

<b>Año académico</b>	2018/19
<b>Asignatura</b>	60942 - Redes neuronales electrónicas
<b>Centro académico</b>	110 - Escuela de Ingeniería y Arquitectura
<b>Titulación</b>	533 - Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación
<b>Créditos</b>	5.0
<b>Curso</b>	2
<b>Periodo de impartición</b>	Primer Semestre
<b>Clase de asignatura</b>	Optativa
<b>Módulo</b>	---

### 1. Información Básica

#### 1.1. Objetivos de la asignatura

El objetivo fundamental de la asignatura optativa "**Redes neuronales electrónicas**" es formar al alumno en redes neuronales y otras técnicas inteligentes incluidas en el denominado *machine learning*, con especial énfasis en su implementación y aplicación en ambientes inteligentes. Hoy en día estas técnicas se utilizan de forma rutinaria en coches autónomos, teléfonos móviles (p.e., asistentes de voz), servicios de internet (bots, anti spam, reconocimiento de imágenes, publicidad "a medida"), etc. Compañías como Google, Facebook, Apple, Microsoft, Intel, Samsung, LG, Huawei, Bosch, Tesla, etc., están invirtiendo ingentes cantidades de dinero en estos temas.

En la asignatura, en primer lugar se exponen los fundamentos y mecanismos de aprendizaje: las redes neuronales y el *machine learning* se basan en el concepto de **aprendizaje a partir de ejemplos** (learning from data), aprendiendo por sí mismas a reconocer patrones o ajustar modelos. En segundo lugar se aborda la implementación, tanto en forma de programa como su **realización electrónica**. Finalmente se estudian **ejemplos de aplicación**, como reconocimiento de actividades en entornos domóticos (detectar patrones de uso, presencia de intrusos, caídas, etc.), electrodomésticos inteligentes, calidad de servicio en comunicaciones, predicción de demanda de consumo, etc.

El objetivo último es dotar al estudiante de unos conocimientos que le permitan aplicar estas herramientas para incorporar inteligencia a sistemas y dispositivos.

#### 1.2. Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Las redes neuronales artificiales son un conjunto de técnicas de *machine learning* que permiten dotar de inteligencia a sistemas y dispositivos. Se trata de una disciplina de marcado carácter multidisciplinar que puede ser aplicada a problemas muy variados, desde los ambientes inteligentes, a la electrónica de potencia, pasando por las comunicaciones. A modo de ejemplo, los profesores de la asignatura han aplicado redes neuronales artificiales y otras técnicas de *machine learning* al procesamiento de sensores en instalaciones domóticas, visión por computador, seguimiento y evaluación de actividades de personas, calidad de servicio en redes de comunicaciones, reconocimiento de comandos hablados, *smart cooking* (en cocinas de inducción), etc. Son ejemplos de sistemas inteligentes programados en unos casos en un computador y en otros implementados en microcontroladores, DSP, FPGA o haciendo uso de unidades de procesamiento gráfico (GPU).

### 1.3.Recomendaciones para cursar la asignatura

Teniendo en cuenta las titulaciones que dan acceso al Máster, no es necesario ningún conocimiento previo adicional para cursar esta materia.

## 2.Competencias y resultados de aprendizaje

### 2.1.Competencias

**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** Los estudiantes sabrán 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.

**CB9** Los estudiantes sabrán 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.

**CG1** Capacidad para proyectar, calcular y diseñar productos, procesos e instalaciones en todos los ámbitos de la ingeniería de telecomunicación.

**CG4** Capacidad para el modelado matemático, cálculo y simulación en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación, desarrollo e innovación en todos los ámbitos relacionados con la Ingeniería de Telecomunicación y campos multidisciplinares afines.

**CG11** Capacidad para saber comunicar (de forma oral y escrita) las conclusiones- y los conocimientos y razones últimas que las sustentan- a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

**CE12** Capacidad para utilizar dispositivos lógicos programables, así como para diseñar sistemas electrónicos avanzados, tanto analógicos como digitales. Capacidad para diseñar componentes de comunicaciones como por ejemplo encaminadores, conmutadores, concentradores, emisores y receptores en diferentes bandas.

**CE14** Capacidad para desarrollar instrumentación electrónica, así como transductores, actuadores y sensores.

**CE15** Capacidad para la integración de tecnologías y sistemas propios de la Ingeniería de Telecomunicación, con carácter generalista, y en contextos más amplios y multidisciplinares como por ejemplo en bioingeniería, conversión fotovoltaica, nanotecnología, telemedicina.

### 2.2.Resultados de aprendizaje

El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...

**R1.** Aplica redes neuronales artificiales para solucionar problemas en entornos nuevos o con información imprecisa o poco definida.

**R2.** Conoce los fundamentos de las redes neuronales artificiales y de otras técnicas relacionadas.

## 60942 - Redes neuronales electrónicas

**R3.** Es capaz de desarrollar un proyecto basado en redes neuronales y otros sistemas inteligentes, dividiendo el problema en partes, seleccionando la técnica más idónea en cada caso y realizar su simulación en un computador.

**R4.** Es capaz de seleccionar la tecnología electrónica de implementación adecuada en cada caso: ASIC, FPGA, microcontrolador, DSP o computador.

### 2.3.Importancia de los resultados de aprendizaje

Ante la demanda creciente de entornos inteligentes propia de la actual sociedad de la información, técnicas de procesamiento como las redes neuronales artificiales son cada vez más relevantes. Por un lado, permiten mediante su programación en un computador procesar patrones en tiempo real (por ejemplo, de audio o video) o analizar grandes bases de datos, para realizar seguimiento de actividades, extraer información relevante como patrones de uso o calidad de servicio, etc., gracias a su capacidad de aprendizaje y reconocimiento de patrones a partir de ejemplos. Por lo tanto, en este sentido pueden enmarcarse en la capa superior del entorno inteligente.

Por otro lado, y a diferencia de otras herramientas comunmente encuadradas en la inteligencia artificial, las redes neuronales artificiales pueden implementarse en circuitos integrados específicos y FPGAs o programarse en microcontroladores y DSP. Estas implementaciones hardware permiten introducir inteligencia "empotrada" o embebida en dispositivos electrónicos, dotándoles de nuevas funcionalidades de gran valor añadido, como por ejemplo, la adaptación de un dispositivo o electrodoméstico a las particularidades de cada usuario, aprendiendo automáticamente sus costumbres, usos, etc.

Los conocimientos, aptitudes y habilidades adquiridos a través de esta asignatura, junto con los del resto del Máster, deben permitir al estudiante desarrollar las competencias anteriormente expuestas, así como abordar con garantías la realización de una tesis doctoral o desempeñar una labor profesional en los ámbitos mencionados.

## 3.Evaluación

### 3.1.Tipo de pruebas y su valor sobre la nota final y criterios de evaluación para cada prueba

La asignatura se evaluará en la modalidad de **evaluación global** mediante las siguientes actividades:

#### E1. Prueba escrita presencial (30%)

Se realizará a final del curso una prueba tipo test (con penalización por fallos), supondrá el **30%** de la calificación.

#### E2. Evaluación de las prácticas de laboratorio (30%)

Se evaluarán sesión a sesión a partir de la observación de la labor del estudiante en el laboratorio y mediante la entrega de un cuestionario sobre la práctica. Esta actividad supondrá el **30%** de calificación.

Las prácticas son fundamentales, por lo que quien no realice una práctica en la fecha establecida, tendrá que realizarla por su cuenta, entregando un guión en el que se detalle el trabajo realizado; el cuestionario correspondiente a dicha práctica se pasará en la convocatoria oficial de examen.

#### E3. Valoración de los trabajos de asignatura (40%)

## 60942 - Redes neuronales electrónicas

- Se realizarán preferiblemente en grupos de dos estudiantes en alguna de las modalidades siguientes:
  - o **Simulación.** Consiste en la aplicación de RNA a algún problema concreto. En general, la temática la propondrá el alumno.
  - o **Documentación.** Consiste en una búsqueda de referencias sobre la aplicación de RNA en áreas relacionadas con la temática del Máster con elaboración de un informe completo.
- Para aprobar en 1ª convocatoria se deben presentar las propuestas de trabajos en diciembre y entregar la memoria definitiva en enero (las fechas concretas las indicarán los profesores cada año en función del calendario de la EINA). También en enero se realizarán las exposiciones orales de los trabajos.
- Para la 2ª convocatoria, cada año se indicará la fecha de entrega de trabajos en función del calendario de la EINA (se deberá entregar tanto la memoria del trabajo como el fichero Power Point correspondiente a la presentación).

El trabajo de asignatura supondrá el 40% de la calificación, valorándose los siguientes conceptos: dificultad y desarrollo del trabajo, resultados obtenidos, calidad de la memoria, exposición oral y defensa.

### 4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos

#### 4.1. Presentación metodológica general

El proceso de enseñanza se desarrollará en tres niveles: clases de teoría, estudios de casos (aplicaciones) y laboratorio, con creciente participación del estudiante.

- En las clases de teoría se expondrán las bases teóricas de las redes neuronales y otros sistemas inteligentes, así como las distintas formas tecnológicas de realización, programada y en circuito electrónico.
- La asignatura tiene una orientación aplicada, por lo que las clases de teoría se complementarán con el tratamiento detallado de casos de aplicación de redes neuronales y otras tecnologías inteligentes a problemas reales, especialmente relacionados con en el campo de los ambientes inteligentes (análisis de datos de sensores en instalaciones domóticas, visión por computador, reconocimiento de habla, calidad de servicio de telecomunicaciones, inteligencia embebida en electrodomésticos, etc.).
- Se realizarán prácticas de laboratorio en grupos reducidos, en las cuales se utilizará software específico para desarrollar redes neuronales y otros sistemas inteligentes.

#### 4.2. Actividades de aprendizaje

##### Actividades presenciales (1.96 ECTS, 49 horas):

###### A01 Clase magistral (20 horas)

Se expondrán los contenidos fundamentales de la materia; se realizará en el aula de forma presencial, incentivando la participación de los estudiantes. Los materiales que se expondrán en las clases magistrales estarán a disposición de los alumnos en Moodle.

###### A02 Estudio de casos (10 horas)

Se desarrollarán casos representativos ilustrando la aplicación de redes neuronales y otras técnicas inteligentes a problemas reales del campo de la ingeniería (reconocimiento de actividades en una vivienda a partir de datos de sensores, aplicaciones de redes neuronales artificiales en electrodomésticos, predicción de demanda de consumo eléctrico, análisis de propiedades de materiales, visión por computador, reconocimiento de habla, calidad de servicio de telecomunicaciones, etc.). Esta actividad se realizará en el aula de forma presencial.

###### A03 Prácticas de laboratorio (ECTS, 15 horas)

## 60942 - Redes neuronales electrónicas

Las prácticas son un medio para que el estudiante aprenda las herramientas y metodología de desarrollo de sistemas inteligentes basados en redes neuronales y otras técnicas relacionadas. Los enunciados de las prácticas estarán a disposición de los alumnos en Moodle.

### A06 Tutela de trabajos (ECTS, 2 horas)

Tutela personalizada profesor-estudiante para los trabajos docentes.

### A08 Pruebas de evaluación (2 horas)

La actividad de evaluación comprende la realización del examen y la revisión de las calificaciones del examen y de los trabajos.

### **Actividades no presenciales (3.04 ECTS, 76 horas):**

#### A05 Trabajo práctico (51 horas)

Tiempo estimado para que el alumno realice los trabajos de asignatura. Se realizarán preferiblemente en grupos de dos estudiante en alguna de las dos modalidades expuestas. Se pretende que el estudiante afiance las competencias anteriormente expuestas (capacidad de resolución de problemas, adaptación a nuevas tecnologías, comunicación, etc.). Se valorará la dificultad del trabajo, desarrollo, resultados, calidad de la memoria y exposición y defensa oral.

#### A07 Estudio (25 horas)

Esta actividad comprende el estudio personal, la preparación de las prácticas, la preparación del examen y las tutorías.

## **4.3.Programa**

### **Programa de teoría**

Tema 1. Fundamentos de Redes Neuronales y *Machine Learning*

Tema 2. Aprendizaje no supervisado

Tema 3. Aprendizaje supervisado

Tema 4. RBF, SVM y DeepLearning

Tema 5. Implementación electrónica

Tema 6. Realización digital

Tema 7. Desarrollo de aplicaciones

### Programa de las sesiones de prácticas (orientativo)

Práctica 1: Preprocesado y modelos no supervisados

Práctica 2: Modelos supervisados

Práctica 3: Modelos híbridos y sus aplicaciones

Práctica 4: Desarrollo de aplicaciones para clasificación de patrones

Práctica 5: Desarrollo de aplicaciones de ajuste no lineal

### 4.4. Planificación de las actividades de aprendizaje y calendario de fechas clave

Las clases magistrales y de problemas y las sesiones de prácticas en el laboratorio se imparten según horario establecido por el centro (horarios disponibles en su página web). El resto de actividades se planificará en función del número de alumnos y se dará a conocer con la suficiente antelación.

- **Período de clases:** primer cuatrimestre (otoño).
- **Clases de teoría y problemas-casos:** 2 horas de clase semanales en el aula.
- **Sesiones prácticas:** 5 sesiones de laboratorio de 3 horas.
- **Entrega de trabajos:** se informará en clase y en Moodle de las fechas y condiciones de entrega.
- **Examen:** habrá un examen de 1ª convocatoria y otro de 2ª en las fechas que indique el centro.

### 4.5. Bibliografía y recursos recomendados

- **Materiales docentes básicos:**
  - o Disponibles en <http://moodle2.unizar.es>
  - o **Diapositivas:** apuntes de la asignatura.
  - o **Guiones de prácticas.**