

## PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA

Curso académico: 2025/2026

| Identificación y características de la asignatura                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                              |          |   |                                                      |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------|---|------------------------------------------------------|---|
| Código                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 401801                                                       |          |   |                                                      |   |
| Denominación (español)                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Comunicaciones inalámbricas                                  |          |   |                                                      |   |
| Denominación (inglés)                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Wireless communications                                      |          |   |                                                      |   |
| Titulaciones                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Máster Universitario en Gestión de la Innovación Tecnológica |          |   |                                                      |   |
| Centro                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Centro Universitario de Mérida                               |          |   |                                                      |   |
| Módulo                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Tecnologías emergentes                                       |          |   |                                                      |   |
| Materia                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Internet de las Cosas                                        |          |   |                                                      |   |
| Carácter                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Optativa                                                     | ECTS     | 6 | Semestre                                             | 2 |
| Profesorado                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                              |          |   |                                                      |   |
| Nombre                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                              | Despacho |   | Correo-e                                             |   |
| Javier Carmona Murillo                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                              | 42       |   | <a href="mailto:jcarmur@unex.es">jcarmur@unex.es</a> |   |
| Área de conocimiento                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Ingeniería Telemática                                        |          |   |                                                      |   |
| Departamento                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Ingeniería de Sistemas Informáticos y Telemáticos            |          |   |                                                      |   |
| Profesor/a coordinador/a <sup>1</sup><br>(si hay más de uno)                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                              |          |   |                                                      |   |
| Competencias / Resultados de aprendizaje                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                              |          |   |                                                      |   |
| Competencias básicas                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                              |          |   |                                                      |   |
| 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                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                              |          |   |                                                      |   |

<sup>1</sup> En el caso de asignaturas intercentro, debe rellenarse el nombre del responsable intercentro de cada asignatura.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CG1 - Conocer las posibilidades que ofrece la Innovación Tecnológica para el desarrollo profesional y el impacto económico.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| CG2 - Desarrollar capacidad para aunar emprendimiento y tecnología para la creación de nuevos modelos de negocio.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| CG3 - Dirigir y coordinar proyectos, grupos de trabajo y organizaciones en el campo de la Innovación Tecnológica en el ámbito internacional.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Competencias específicas</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| CEO23 - Conocer los diferentes elementos, estructura y modo de funcionamiento de las redes inalámbricas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| CEO24 - Saber elegir el sistema de comunicaciones que mejor se adapte a un problema particular.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| CEO25 - Conocer el consumo energético de una red inalámbrica y saber cómo minimizar su coste.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Competencias transversales</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| CT3 – Tomar decisiones                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| CT11 - Capacidad de aplicar los conocimientos a la práctica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Contenidos</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Descripción general del contenido: Elementos de una infraestructura de red inalámbrica. Protocolos de comunicación de datos y redes WLAN, PAN y WSN: Bluetooth, Xbee, RFID. Topologías básicas y Enrutamiento. Organización de redes MESH y clúster. Eficiencia energética de las comunicaciones 6LowPAN.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Temario</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <p>Denominación del tema 1: Introducción</p> <p>Contenido del tema 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evolución de las comunicaciones</li> <li>• Conceptos generales de las comunicaciones inalámbricas.</li> <li>• Elementos de una infraestructura de red inalámbrica.</li> </ul> <p>Denominación del tema 2: Tecnologías inalámbricas en IoT.</p> <p>Contenidos del tema 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La importancia de las comunicaciones inalámbricas en IoT.</li> <li>• ZigBee</li> <li>• Bluetooth Low Energy</li> <li>• Low Power Wi-Fi</li> <li>• Low Power WAN</li> <li>• Redes inalámbricas de próxima generación para IoT</li> </ul> <p>Denominación del tema 3: Redes de sensores inalámbricas (WSN).</p> <p>Contenidos del tema 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción a las WSN</li> <li>• Características y elementos de una WSN</li> </ul> |

- Encaminamiento en WSN
- Aplicaciones WSN

Denominación del tema 4: Protocolos de comunicaciones para IoT

Contenidos del tema 4:

- 6LowPAN
- CoAP
- MQTT

#### Programa de prácticas:

- Denominación de la práctica 1: Comunicaciones serie
- Denominación de la práctica 2: Simulación de redes de sensores
- Denominación de la práctica 3: Comunicación M2M: MQTT.
- Denominación de la práctica 4: Elaboración de un proyecto de Investigación, Desarrollo e Innovación en Comunicaciones Inalámbricas

### Actividades formativas

|                   |            | Actividades Virtuales (AV) |     |     |     |    |    |
|-------------------|------------|----------------------------|-----|-----|-----|----|----|
| TEMA              | TOTAL      | CST                        | CSP | CAT | CAP | TP | TA |
| 1                 | 27         | 1                          | 3   | 15  | 0   | 0  | 2  |
| 2                 | 40         | 2                          | 3   | 15  | 0   | 0  | 20 |
| 3                 | 40         | 2                          | 3   | 15  | 0   | 0  | 20 |
| 4                 | 40         | 1                          | 3   | 17  | 0   | 0  | 20 |
| <b>Evaluación</b> | 3          | 0                          | 3   | 0   | 0   | 0  | 5  |
| <b>Totales</b>    | <b>150</b> | 6                          | 15  | 62  | 0   | 0  | 67 |

#### Actividades Virtuales (AV)

Actividades que no se desarrollan en un espacio físico común. Pueden ser síncronas (implican interacción estudiante / docente) o asíncronas:

- CST: Clase síncrona teórica.
- CSP: Clase síncrona práctica.
- CAT: Clase asíncrona teórica.
- CAP: Clase asíncrona práctica.
- TP: Tutorías Programadas (seguimiento docente, tutorías ECTS).
- TA: Trabajo autónomo del estudiante.

### Metodologías docentes

La metodología que se utilizará para lograr la adquisición de competencias por parte del estudiante es la que se comenta a continuación.

- Aprendizaje a través del aula virtual. Uso de herramientas virtuales de comunicación entre profesor y estudiante para exposición de contenidos teóricos. Esta metodología se aplicará mediante videotutoriales o cualquier otra herramienta asíncrona

- Enseñanza práctica: Trabajos prácticos en laboratorios remotos y/o virtuales.
- Tutorización: Actividad de seguimiento para tutela de trabajos dirigidos, consultas de dudas y asesoría individual o colectiva. Esta metodología se aplicará haciendo uso de despachos virtuales, foros y herramientas de comunicación síncronas.
- Actividad autónoma mediante el análisis de documentos escritos, la elaboración de memorias, el estudio de la materia impartida, desarrollo de los supuestos prácticos planteados y tareas propuestas evaluables.

Los aspectos teóricos que se vayan planteando en las sesiones a través del Campus Virtual tendrán una correspondencia temporal y de contenidos con las actividades prácticas de laboratorio, de forma que los estudiantes puedan comprender y practicar acerca de los conceptos y tecnologías de comunicaciones para la adquisición de las habilidades que se indican en las competencias. Trabajar tanto en las sesiones de teoría como en las actividades de laboratorio sobre los mismos conceptos ayudará a lograr los resultados de aprendizaje planteados. La finalidad de este método es facilitar al estudiante la comprensión global de los distintos conocimientos que están de una u otra forma relacionados entre sí.

### Sistemas de evaluación <sup>7</sup>

#### Modalidad de evaluación continua

La evaluación de cada estudiante se realizará mediante evaluación continua a través de actividades teóricas y prácticas desarrolladas a lo largo del semestre. Estas actividades son las que aparecen en la siguiente tabla, con los pesos de cada una de ellas en la nota final:

| Sistemas de evaluación                                                         | Porcentaje |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Realización de actividades prácticas virtuales y/o remotas                     | 50         |
| Exposición de trabajos mediante videoconferencia y/o videgrabaciones.          | 25         |
| Participación en foros planteados para la resolución de problemas específicos. | 10         |
| Pruebas y cuestionarios en línea                                               | 15         |

Cada una de las tareas planteadas en la asignatura se considerará superada si se obtiene una nota mayor o igual a 5. Para que el estudiante pueda aprobar la asignatura siguiendo la evaluación continua, todos los trabajos dirigidos deben estar superados.

#### Modalidad de evaluación global

Aunque la asignatura se recomienda realizarla siguiendo la evaluación continua, atendiendo al artículo 4.1 de la “Normativa de evaluación de las titulaciones oficiales de grado y máster de la Universidad de Extremadura” (DOE 3/11/2020), existe la posibilidad de superarla a través de una prueba final que engloba todos los contenidos de la asignatura y que se realizará en la fecha oficial de cada convocatoria.

Según se indica también en el artículo 4.2 de dicha normativa, “la elección de la modalidad de evaluación global corresponde a los estudiantes, que podrán llevarla a cabo, durante los plazos establecidos”, para cada una de las convocatorias de la asignatura. En el caso de ausencia de solicitud expresa por parte del estudiante, la modalidad asignada será la de evaluación continua.

Los plazos para la elección de la modalidad de evaluación son los siguientes:

- Para las asignaturas con docencia en el primer semestre, durante el primer cuarto del periodo de impartición de las mismas.
- Para las asignaturas con docencia en el segundo semestre, durante el primer cuarto del periodo de impartición de las mismas o hasta el último día del periodo de ampliación de matrícula si este acaba después de ese periodo.

La nota máxima que puede alcanzar el estudiante siguiendo este sistema de evaluación es del 100%. Por tanto, siguiendo este modelo de evaluación, la prueba final de carácter global constará de dos partes: un examen de certificación y una prueba para comprobar que se han adquirido las competencias que se han trabajado en las actividades dirigidas.

### **Resultados de aprendizaje**

- Identificar las plataformas IoT, y estar capacitado para publicar los datos provenientes de distintos sensores en plataformas IoT, incluso desarrollando aplicaciones cliente para consumir los datos publicados.
- Conocer los elementos clave para el funcionamiento de una red inalámbrica, distinguiendo sus distintos modos de funcionamiento, en especial, en lo tocante a la compartición del medio y a los métodos de evitar colisiones.
- Estar capacitado para elegir la tecnología más adecuada para la consecución de un objetivo concreto en cuanto a comunicación inalámbrica se refiere.
- Analizar los requerimientos energéticos de los distintos tipos de redes inalámbricas y evaluar los consumos previstos para su correcto diseño, especialmente en el caso de redes de sensores.

### **Bibliografía (básica y complementaria)**

#### **Bibliografía básica**

- S. Glisih, “Advanced Wireless Networks: Technology and business models, 3rd Edition. Wiley, 2016.
- I. Akyildiz, M. Can Vuran, “Wireless Sensor Networks”, Wiley, 2010.

#### **Bibliografía complementaria**

- C. Bell, "Beginning sensor networks with Arduino and Raspberry Pi". Apress, 2014.
- Allan, and K. Bradford, "Distributed Network Data: From Hardware to Data to Visualization." O'Reilly Media, Inc., 2013.
- R. Faludi, "Building wireless sensor networks: with ZigBee, XBee, arduino, and processing". O'Reilly Media, Inc., 2011.
- K. Townsend, and C. Cufi, Akiba, and Robert Davison, "Getting Started with Bluetooth Low Energy." O'Reilly Media, Inc., 2014.

- M. Schwartz, "Internet of Things with ESP8266". Packt Publishing Ltd., 2016.
- A. Allan, "Learning ESP8266". O'Reilly Media, Inc., 2017.
- K. Sohraby, D. Minoli, T. Znati, "Wireless Sensor Networks: Technology, Protocols, and Applications", Wiley, 2007.
- H. Karl, A. Willig, "Protocols and Architectures for Wireless Sensor Networks", Wiley, 2007.
- W. Dargie, C. Poellabauer, "Fundamentals of Wireless Sensor Networks: Theory and Practice", Wiley, 2010.
- IoT Fundamentals: Networking Technologies, Protocols, and Use Cases for the Internet of Things. Cisco Press, 2017.
- Interconnecting Smart Objects with IP: The Next Internet. Morgan Kaufmann, 2010.
- 6LoWPAN: The Wireless Embedded Internet. John Wiley & Sons, 2009.
- MQTT Essentials - A Lightweight IoT Protocol. Packt Publishing, 2017.
- Internet of Things with Python. Packt Publishing, 2016.

#### **Otros recursos y materiales docentes complementarios**

- Documentación elaborada por el profesor disponible a través del Campus Virtual de la UEx.