



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS  
DE GRAN CANARIA

GUÍA DOCENTE

CURSO: 2021/22

**51197 - SISTEMAS ELECTRÓNICOS  
PARA IOT Y COMUNICACIONES  
INDUSTRIALES**

**CENTRO:** 415 - IU de Microelectrónica Aplicada

**TITULACIÓN:** 5048 - MU Electrónica y Telecomunicación Aplicadas

**ASIGNATURA:** 51197 - SISTEMAS ELECTRÓNICOS PARA IOT Y COMUNICACIONES INDUSTRIALES

**CÓDIGO ULPGC:** 51197

**CÓDIGO UNESCO:** 0714

**MÓDULO:** MÓDULO DE OPTATIVIDAD **MATERIA:**

**TIPO:** Optativa

**CRÉDITOS ECTS:** 4,5

**CURSO:** 1

**SEMESTRE:** 2º semestre

**LENGUA DE IMPARTICIÓN (Especificar créditos de cada lengua)**

**ESPAÑOL:** 4,5

**INGLÉS:** 0

## SUMMARY

Sistemas electrónicos para IoT y comunicaciones industriales, SE-IIoT  
Electronic System Design for IoT and industrial communications (IIoT), ES-IIoT

This subject brings together key topics from the communications area, the industrial manufacturing and control area, and the electronic systems design area.

The vision provided belongs to a research and development orientation, at the forefront of the technological advances in this domain.

After having covered in detail the main communications protocols (IEC, RFC, Industrial Alliances, 3GPP, IEEE etc standards) in the IoT and the Advanced Communications courses (first semester), SE-IIoT offers the possibility of extending knowledge and design skills into actually building Embedded Electronic Systems for Industrial and General IoT.

This course covers important design techniques for professional IIoT applications, in particular paying due attention to professional issues such as Safety, Security, Third-party code reuse and safe integration, Pattern-based code integration, Mission Critical systems, and Real-Time/Time-oriented systems programming. Task Schedulers, RT Kernels, and Concurrent State Machines are covered. Appropriate attention is paid to bare metal systems, where no operating system is required. Similarly full attention is given to the implementation of complete communication protocol stacks for a broad variety of use cases and problems.

The course takes advantage of several IoT research projects of IUMA, in particular PLATINO project. Many platforms, sensors, actuators, and much software and documentation, are available from these projects for laboratory and course project development. From this point of view the course can be portrayed to some extent as a project-based course.

This course can mix well with other courses offered in this master, either for a telecom major or a electronic systems major specialization.

Learning outcomes are the following:

The student gets to know hardware and software components, elements, platforms, technologies, communications stacks and standards, that build up a smart electronic system over IoT, and that

are able of delivering M2M services, WSN and Edge of Things (EoT) services and solutions, in a professional, safe, secure, and ubiquitous way.

The student identifies, creates and provides solutions, for relevant applications in Electronic Systems for IoT and Industrial IoT, in order to contribute with well defined added value.

The student applies the acquired know-how in design and implementation of electronic systems for IIoT, provides added value, and is able to integrate the systems in wider and multidisciplinary environments, in both telecom and industrial sectors.

## REQUISITOS PREVIOS

Los de acceso al máster.

Ayudará mucho haber superado bien las asignaturas del primer semestre, en particular IoT, Programación Avanzada, y Sistemas Reconfigurables.

En caso de duda consultar con los profesores:

Antonio Núñez, Coordinador, Teléfono 928451230

Despacho: A302, Pabellón A

Raúl Guerra, Teléfono: 928 45 1220

Despacho: L303, Pabellón A, IUMA DSI Research Lab (Pabellón A – Laboratorio 303)

## Plan de Enseñanza (Plan de trabajo del profesorado)

### Contribución de la asignatura al perfil profesional:

Esta asignatura permite desarrollar una especialización en Sistemas electrónicos para IIoT, (IoT e Industrial IoT), a partir de las asignaturas del módulo común obligatorio del primer semestre: C.3 Programación avanzada, C.4 Sistemas de computación reconfigurables, C.5 Internet de las cosas (IoT) y C.6 Sistemas avanzados de comunicaciones; y en especial de la asignatura IoT.

Esta asignatura está relacionada pero se distingue de la optativa O1. Sistemas empujados y de tiempo real por un menor énfasis en los OS y un mayor énfasis en las comunicaciones inalámbricas y por cable, así como su elevado contenido de aplicaciones y el tratamiento específico de los problemas de la IoT Industrial.

Por otro lado esta asignatura junto con la O1 Sistemas empujados y de tiempo real, O3 Integración de sistemas microelectromecánicos, y O4 Computación de altas prestaciones, ofrece la posibilidad de delinear una especialización consistente si el alumno así lo desea.

También puede combinarse esta asignatura con las optativas de otra especialización O.5 Diseño electrónico O.6 Circuitos de radiofrecuencia O.7 Procesamiento de imágenes u O.8 Ciberseguridad en redes, o bien se puede diseñar un mix de optatividad según las preferencias.

Esta asignatura está apoyada en las líneas de investigación del IUMA L1 Equipos y Sistemas de Comunicación (COM) y L2 Diseño de Sistemas Integrados (DSI), y en el proyecto de investigación del IUMA, PLATINO.

Ver:

<http://aplicacionesweb.ulpgc.es/gir/detalle/2741>

La asignatura aporta principalmente el siguiente perfil de conocimientos:

Introducción a los sistemas electrónicos inteligentes en IoT

Sensores y actuadores disponibles de tipo mecánico (incluso motores y máquinas eléctricas), eléctrico, térmico, magnético, óptico, químico, biológico, y técnicas de acondicionamiento de señales

Generación de datos en campo, planta industrial, domótica, edificios inteligentes, transporte, Smart Cities, e-health

Dispositivos disponibles para nodos IoT

Plataformas comerciales de nodos IoT

Plataformas electrónicas integradas de bajo consumo para implementación de redes de sensores en IoT

Plataformas de desarrollo y programación de sistemas electrónicos inteligentes sobre IoT

Ejemplos de sistemas inteligentes en entornos industriales de producción, energía y medio ambiente.

Ejemplos de sistemas electrónicos inteligentes en aplicaciones Smart IoT

Ejemplos de sistemas electrónicos inteligentes en aplicaciones IoT para Wearables

Ejemplos de sistemas inteligentes en el transporte

Sistemas inteligentes para el medio ambiente

### Competencias que tiene asignadas:

COMPETENCIAS QUE SE ADQUIEREN

BÁSICAS

GENERALES

TRANSVERSALES

ESPECÍFICAS

CB6, CB7, CB8, CB9, CB10

CG2

CT1, CT2

CE.O3, (CE.C11)

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.

CG2 - Que los estudiantes conozcan y sean capaces de analizar desde un punto de vista crítico y analítico las técnicas para el diseño de sistemas en el ámbito de la ingeniería electrónica y de telecomunicación avanzada

CT1 - Liderar equipos y organizaciones, promoviendo el libre intercambio de ideas y experiencias, la búsqueda de soluciones originales y el compromiso permanente con la excelencia. CT2 - Impulsar responsablemente todas las formas de conocimiento y de acción que puedan contribuir al enriquecimiento del capital económico, social y cultural de la sociedad en la que el estudiante desarrolla su práctica profesional y en la que ejerce sus derechos y deberes de ciudadanía.

CE.O3 - Ser capaz de identificar aplicaciones relevantes de los sistemas inteligentes sobre IoT, y diseñar e implementar sistemas electrónicos inteligentes sobre IoT, creando valor añadido, e integrarlos en contextos más amplios y multidisciplinarios.

(CE.O1) - Conocer la arquitectura general de los sistemas electrónicos empotrados, incluyendo microcontroladores, unidades de procesamiento de señal, y periféricos. Conocer las interfaces en entornos industriales.

(CE.O2) - Diseñar sistemas empotrados, tanto su contenido hardware como software, y desarrollar aplicaciones y soluciones completas sobre sistemas operativos de tiempo real

(CE.C11) - Conocer los elementos, protocolos, tecnologías y plataformas que componen un sistema de comunicaciones específicas basado en Internet of Things (IoT), y ser capaz de diseñar tales sistemas de comunicaciones proporcionando servicios seguros y ubicuos M2M

## Objetivos:

OBJ-1 El estudiante conoce los elementos, tecnologías y plataformas que componen un sistema electrónico inteligente sobre IoT capaz de proporcionar servicios M2M, redes de sensores y EoT (Edge of Things) ubicuos y seguros

OBJ-2 El estudiante identifica aplicaciones relevantes de los sistemas inteligentes sobre IoT para crear valor añadido

OBJ-3 El estudiante aplica los conocimientos adquiridos en el diseño e implementación de un sistema inteligente sobre IoT, crea valor añadido y los integra en contextos más amplios y multidisciplinarios

## Contenidos:

A) Norma:

Introducción a los sistemas electrónicos inteligentes en IoT

Sensores y actuadores disponibles de tipo mecánico, eléctrico, térmico, magnético, óptico, químico, biológico, y técnicas de acondicionamiento de señales

Generación de datos en campo, planta industrial, domótica, edificios inteligentes, transporte, Smart Cities, e-health

Dispositivos disponibles para nodos IoT

Plataformas comerciales de nodos IoT

Plataformas electrónicas integradas de bajo consumo para implementación de redes de sensores en IoT

Plataformas de desarrollo y programación de sistemas electrónicos inteligentes sobre IoT

Ejemplos de sistemas inteligentes en entornos industriales de producción, energía y medio ambiente.

Ejemplos de sistemas electrónicos inteligentes en aplicaciones Smart IoT

Ejemplos de sistemas electrónicos inteligentes en aplicaciones IoT para Wearables

Ejemplos de sistemas inteligentes en el transporte

Sistemas inteligentes para el medio ambiente

B) Temario

Temario:

Parte I. Conceptos y técnicas SE-IIoT 15h CT, A, + examen

1- Introducción a los sistemas electrónicos profesionales en IoT e IoT Industrial, SE-IIoT 2h

1.1 Diferencias entre microprocesadores, microcontroladores, sistemas empotrados y sistemas integrados con “Sistemas electrónicos IoT” en el ámbito industrial profesional. Diferencias y claves en programación SEQ, CSP, ET, TT. Diferencias y claves en comunicaciones. Diferencias y claves entre RTOSs, RTKernels, Baremetal-Schedulers, y Máquinas de Estados.

1.2 Safety, Security, Requirements, Compliance, Misión crítica, Alta Fiabilidad, Ingeniería de sistemas electrónicos industriales.

1.3 Estándares internacionales y compliance.

1.4 Revisión de comunicaciones industriales y protocolos DDS, ROS, MQTT, OPC UA, CoAP, CAN, CANopen, IndustrialEthernet, (Profibus...), SCADA IEC DNP3. Integración entre protocolos TCP(UDP)/IP, protocolos industriales, protocolos LP y WSN, y protocolos IoT.

1.5 El foco actual en wireless. Opciones Comunicaciones ad hoc, bandas sin licencia, y Comunicaciones telco reguladas (incl. 5G). Protocolos serie: I2C, CAN, FireWire, USB. Paralelo: PCIe, ARM. Protocolos serie inalámbricos: IrDA, Bluetooth, BLE, IEEE 802.3, 802.11, 802.15. Telcos: 3GPP/IETF/ITU, LP-WAN, NB-IoT, LTE-M (CAT-M1), Sigfox

2- Generación de datos y acciones. 2h

2.1 Datos en campo, planta industrial, domótica, edificios inteligentes, transporte, Smart Cities, e-health.

2.2 Características, specs y formatos de datos.

2.3 Catálogo de sensores y actuadores. Búsqueda profesional y suministro.

3- Técnicas para plataformas de desarrollo y programación de sistemas electrónicos sobre IoT y Comunicaciones industriales 10 h

3.1 Plataformas Time Triggered orientadas a control y tiempo, vs Event Triggered, vs Sincronización Secuencial

3.2 Máquinas de Estados y Concurrencia. Bare metal TT Schedulers. RTKernels. eLinux IoT Zephyr

3.3 Técnicas de Interacción con dispositivos, Polling, Buffering, Data Storage, Data Transfers, Interfacing

3.4 Diversidad en control: backup task, background task, diverse tasks. TTC, TTP, TTH (cooperativos, jerárquicos, híbridos). Colas.

3.5 Equilibrado de tareas en el sistema

3.6 Estados, modos y submodos de schedulers

3.7 Schedulers industriales que integran shared clocks (SCS)

- 3.8 Integración segura de código de terceros
  - 3.9 Modelado de TTC y SCS
  - 3.10 Monitorización TTC con POST
  - 3.11 Checking de Sistemas Seguros con monitor y predictor. POST de arranque, BIST periódico, iWDT, eWDC
  - 3.12 Wrappers de sistemas industriales TT
4. Visión final de conjunto, tras la Parte II, de IoT y Sistemas electrónicos para IoT e IIoT. Futuro.  
1h

## Parte II Temario

### 1. Introducción 1h

- 1.1 Ejemplos de sistemas electrónicos inteligentes en aplicaciones IoT (incl. locales)

### 2. Sensores 1h

- 2.1 Tipos de sensores para IoT
- 2.2 Principio de funcionamiento
- 2.3 Tipo de datos adquiridos
- 2.4 Especificaciones técnicas (precisión, resolución, sensibilidad, robustez, etc.)
- 2.5 Puntos fuertes y débiles de las distintas tecnologías

### 3. Actuadores 1h

- 3.1 Tipos de actuadores para IoT
- 3.2 Principio de funcionamiento
- 3.3 Tipos de señales de control y drivers
- 3.4 Especificaciones técnicas
- 3.5 Puntos fuertes y débiles de las distintas tecnologías

### 4. Dispositivos de transmisión 1h

- 4.1 Tipos de transmisiones para IoT (cableadas e inalámbricas)
- 4.2 Conceptos relacionados con la transmisión (frecuencia, ganancia, potencia, etc.)
- 4.3 Dispositivos involucrados en la transmisión (chips, antenas, etc.)
- 4.4 Especificaciones técnicas
- 4.5 Puntos fuertes y débiles de las distintas tecnologías

### 5. Dispositivos de análisis y procesado de información y de toma de decisiones 1h

- 5.1 Plataformas electrónicas integradas de bajo consumo para implementación de redes de sensores en IoT (Raspberry Pi, Arduino, Odroid XU4, Jetson Nano, etc.)
- 5.2 Plataformas de desarrollo y programación de sistemas electrónicos inteligentes sobre IoT (C/C++, Python, Javascript, Java)
- 5.3 Puntos fuertes y débiles de las distintas tecnologías

### 6. Aplicaciones a medida 1h

- 6.1 Planteamiento de aplicaciones que requieran de un sistema IoT
- 6.2 Diseño de la solución en base a las necesidades de la aplicación objetivo
- 6.3 Selección de los dispositivos de acuerdo con las especificaciones técnicas, disponibilidad y presupuesto
- 6.4 Selección del modo de gestión de la información y del modo de actuación óptimos de acuerdo con la aplicación objetivo

### LAB 1: Integración de sistemas (parte 1) 8 h

- Selección, empleo y programación de sensores.
- Los sensores a emplear en los trabajos personales presentan una diversidad muy amplia, permitiendo llevar a cabo, entre otras cosas, medidas del consumo eléctrico (tensión, intensidad, potencia, etc.), medidas de fuerza (peso, empuje, etc.), medidas de las condiciones ambientales (temperatura, humedad, presión, etc.) y medidas de distancia.
- Selección de los sensores que se emplearán en los trabajos personales considerando los datos que se desean obtener, las circunstancias en las que trabajarán los sensores, la precisión, sensibilidad, robustez, fiabilidad, etc. requeridas por la aplicación, la complejidad de integración de los sensores y el presupuesto del que se dispone.
- Integración de los sensores en los sistema IIoT correspondientes a los trabajos personales. Conexiones, alimentación, señales de entrada y salida, drivers, programación, interpretación de sus datos en los dispositivos de control, etc.

#### LAB 2: Integración de sistemas (parte 2) 8h

- Selección, empleo y programación de actuadores.
- Los actuadores a emplear en los trabajos personales están orientados principalmente a la realización de distintos tipos de movimientos (motores eléctricos paso a paso, motores brushless, servo motores, etc.). No obstante, los distintos trabajos también incluyen, en menor medida, otros tipos de actuadores, tales como interruptores electrónicos (relés) , limitadores de tensión, etc.
- Selección de los actuadores que se emplearán en los trabajos personales considerando las acciones que deben realizar, las circunstancias en las que trabajarán, las características de la aplicación, la complejidad de integración de los actuadores y el presupuesto del que se dispone.
- Integración de los actuadores en los sistema IIoT correspondientes a los trabajos personales. Conexiones, alimentación, señales de entrada y salida, drivers, programación, control, etc.

#### LAB 3: Integración de sistemas (parte 3) 8 h

- Selección, empleo y programación de las transmisiones.
- Los trabajos personales involucran distintos tipos de transmisiones, tanto cableadas como inalámbricas, con el objetivo de desarrollar un sistema IIoT completo y útil.
- Selección de los métodos de transmisión más apropiados para los distintos trabajos personales, considerando todas las características de la aplicación: tipo de información a transmitir, distancia, consumo eléctrico, seguridad, tiempo de respuesta máximo, presupuesto, etc.
- Integración de los transeptores y protocolos necesarios. Flujo y almacenamiento de los datos. Seguridad.

#### Prácticas / Trabajos

Los trabajos planteados se realizan en su totalidad con el material que hay en el laboratorio. Se



trata de material que se ha adquirido por el IUMA con el proyecto de investigación PLATINO, por lo que está especialmente orientada a la variada gama de aplicaciones relacionadas con PLATINO (agricultura de precisión, drones, imágenes hiperespectrales, wsn-edge-fog-cloud computing, etc.). Se trata de trabajos que son de gran utilidad si se hacen bien. Cada uno de ellos implica el uso de sensores, actuadores, sistemas de transmisión de datos y procesamiento y análisis de datos, con lo que cada alumno toca en su trabajo todos los aspectos de la asignatura. Los trabajos aportan soluciones novedosas, con lo que podrían ser utilizados como TFM si algún alumno desea profundizar y desarrollarlo más.

En las semanas 5 (asignación) y 6 (arranque), tras haber recibido las principales clases teóricas, se le asigna un trabajo a cada alumno (por parejas si son demasiados). El alumno emplea las horas de práctica para llevar a cabo dichos trabajos, a los que también debe dedicar parte del trabajo personal.

Las horas de teoría de la Parte II, semana 1 a la 15, son clases más demostrativas que las horas de teoría de la Parte I, semana 1 a la 15 (corre en paralelo). Se estudia el uso de herramientas o métodos de programación para los dispositivos que se emplean en las prácticas. También se emplean estas horas de la Parte II para resolver dudas en relación a los trabajos personales que puedan ser de interés para todos los alumnos.

Los profesores se coordinan teniendo como hito intermedio importante el que el alumno esté en condiciones de poder iniciar con eficacia los proyectos en la Semana 6. A este efecto se mantienen frecuentes contactos de coordinación en los despacho del pabellón A, situados en la misma planta (cercanos).

### C) Competencias

Competencia específica principal: CE.O3: Ser capaz de identificar aplicaciones relevantes de los sistemas inteligentes sobre IoT, y diseñar e implementar sistemas electrónicos inteligentes sobre IoT, creando valor añadido, e integrarlos en contextos más amplios y multidisciplinares.

Adicionalmente la asignatura refuerza las competencias ya adquiridas en IoT CE.C11.

Adicionalmente la asignatura refuerza competencias que se adquieren en la optativa Sistemas Empotrados de Tiempo Real CE.O1 y CE.O2 en el caso en que se elija tal asignatura de especialidad.

### D) Planificación del temario

Parte I. Conceptos y técnicas SEpIIoT 15h CT, A, + examen

Planificación: 1 h por semana, 15 semanas todo CT y A

Semana 1 1h

1- Introducción a los sistemas electrónicos profesionales en IoT e IoT Industrial, SEpIIoT 2h

1.1 Diferencias entre microprocesadores, microcontroladores, sistemas empotrados y sistemas integrados con “Sistemas electrónicos IoT” en el ámbito industrial profesional. Diferencias y claves en programación SEQ, CSP, ET, TT. Diferencias y claves en comunicaciones. Diferencias y claves entre RTOSs, RTKernels, Baremetal-Schedulers, y Máquinas de Estados.

1.2 Safety, Security, Requirements, Compliance, Misión crítica, Alta Fiabilidad, Ingeniería de sistemas electrónicos industriales.

1.3 Estándares internacionales y compliance.

Semana 2 1h



1.4 Revisión de comunicaciones industriales y protocolos DDS, ROS, MQTT, OPC UA, CoAP, CAN, CANopen, IndustrialEthernet, (Profibus...), SCADA IEC DNP3. Integración entre protocolos TCP(UDP)/IP, protocolos industriales, protocolos LP y WSN, y protocolos IoT.

1.5 El foco actual en wireless. Opciones Comunicaciones ad hoc, bandas sin licencia, y Comunicaciones telco reguladas (incl. 5G). Protocolos serie: I2C, CAN, FireWire, USB. Paralelo: PCIe, ARM. Protocolos serie inalámbricos: IrDA, Bluetooth, BLE, IEEE 802.3, 802.11, 802.15. Telcos: 3GPP/IETF/ITU, LP-WAN, NB-IoT, LTE-M (CAT-M1), Sigfox

Semana 3 1h

2- Generación de datos y acciones. 2h

2.1 Datos en campo, planta industrial, domótica, edificios inteligentes, transporte, Smart Cities, e-health.

2.2 Características, specs y formatos de datos.

Semana 4 1h

2.3 Catálogo de sensores y actuadores. Búsqueda profesional y suministro.

Semana 5 1h

3- Técnicas para plataformas de desarrollo y programación de sistemas electrónicos sobre IoT y Comunicaciones industriales 10 h

3.1 Plataformas Time Triggered orientadas a control y tiempo, vs Event Triggered, vs Sincronización Secuencial

Semana 6 1h

3.2 Máquinas de Estados y Concurrencia. Bare metal TT Schedulers. RTKernels. eLinux IoT Zephyr

3.3 Técnicas de Interacción con dispositivos, Polling, Buffering, Data Storage, Data Transfers, Interfacing

Semana 7 1h

3.4 Diversidad en control: backup task, background task, diverse tasks. TTC, TTP, TTH (cooperativos, jerárquicos, híbridos). Colas.

Semana 8 1h

3.5 Equilibrado de tareas en el sistema

Semana 9 1h

3.6 Estados, modos y submodos de schedulers

3.7 Schedulers industriales que integran shared clocks (SCS)

Semana 10 1h

3.8 Integración segura de código de terceros

Semana 11 1h

3.9 Modelado de TTC y SCS

Semana 12 1h

3.10 Monitorización TTC con POST

Semana 13 1h

3.11 Checking de Sistemas Seguros. POST de arranque, BIST periódico, iWDT, eWDC

Semana 14 1h

3.12 Wrappers de sistemas industriales TT

Semana 15 1h

4. Visión final de conjunto, tras la Parte II, de IoT y Sistemas electrónicos para IoT e IIoT. Futuro. 1h

-----

Parte II. Aplicaciones de SEpIIoT 30h CT, A, L, + examen

Planificación: 2 h por semana, 15 semanas

Semana 1 2h

CT (1h):

- Dispositivos que integran un sistema IoT de laboratorio, descripción genérica (sensores, actuadores, dispositivo para la transferencia de información cableada y/o inalámbrica, sistemas de análisis o procesado de datos y toma de decisiones)

CT (1h):

- Ejemplos IoT en Canarias. Introducir 4 ejemplos presentes en la isla a los que se hará referencia durante el resto de la asignatura. (Apoyo Logístico Integrado, Orix, H. Dr Negrín, PLATINO – Escuela de Capacitación Agraria)

Semana 2 2h

CT (1h):

- Sensores (Seleccionados de acuerdo con las “aplicaciones ejemplo”). Principio de funcionamiento, tipo de datos que producen. Como se digitalizan los datos analógicos. Drivers.

CT (1h):

- Ejemplos específicos de sensores (especificaciones técnicas, hojas de características, vendedores, etc.)

Semana 3 2h

CT (1h):

- Actuadores (Seleccionados de acuerdo con las “aplicaciones ejemplo”). Principio de funcionamiento, y control. Drivers.

CT (1h):

- Ejemplos específicos de actuadores (especificaciones técnicas, hojas de características, vendedores, etc.)

Semana 4 2h

CT (1h):

- Dispositivos para la comunicación (Seleccionados de acuerdo con las “aplicaciones ejemplo”). Ventajas e inconvenientes de cada tipo.

- Dispositivos auxiliares que pueden ser necesarios (amplificadores de señal, conversores analógico / digital, etc.)

CT (1h):

- Ejemplos específicos de dispositivos de comunicación utilizados (especificaciones técnicas, hojas de características, vendedores, etc.)

Semana 5 2h

CT (1h):

- Dispositivos para el análisis y procesado de los datos, para la toma de decisiones y el control de los actuadores. (Odroid, Jetson Nano, Raspberry Pi, Arduino, etc.)

CT (1h):

- Planteamiento de las prácticas y/o trabajos y realización de los grupos: Lab1, Lab2, Lab3

-----

Semana 6 2h Arranque de proyectos

T (1h):

- Tutoría presencial para que cada alumno sepa como “arrancar” en su práctica y/o trabajo

CT (1h):

- Explicación detallada (con ejemplos prácticos) del uso de un dispositivo concreto que pueda ser de utilidad para las prácticas y/o trabajos. (Idealmente seleccionado en base a los problemas discutidos anteriormente en relación a las prácticas y/o trabajos individuales)

- Especificaciones técnicas de las alternativas

- Modo de empleo, programación, herramientas disponibles para su utilización, etc.

- Puntos fuertes y debilidades

## Semana 7 2h

### CT (2h):

- Puesta en común de los “problemas” encontrados en las prácticas y/o trabajos individuales y posibles alternativas para solucionarlos.
- Explicación detallada (con ejemplos prácticos) del uso de un dispositivo concreto que pueda ser de utilidad para las prácticas y/o trabajos (Idealmente seleccionado en base a los problemas discutidos anteriormente en relación a las prácticas y/o trabajos individuales).
- Especificaciones técnicas de las alternativas
- Modo de empleo, programación, herramientas disponibles para su utilización, etc.
- Puntos fuertes y debilidades

## Semana 8 2h

### CT (1h):

- Explicación detallada (con ejemplos prácticos) del uso de un dispositivo concreto que pueda ser de utilidad para las prácticas y/o trabajos (Idealmente seleccionado en base a los problemas discutidos anteriormente en relación a las prácticas y/o trabajos individuales).
- Especificaciones técnicas de las alternativas
- Modo de empleo, programación, herramientas disponibles para su utilización, etc.
- Puntos fuertes y debilidades

### CL o CPA (1h):

- Trabajo individual en las prácticas y/o trabajos asignados

## Semana 9 2h

### CT (2h):

- Puesta en común de los “problemas” encontrados en las prácticas y/o trabajos individuales y posibles alternativas para solucionarlos.
- Explicación detallada (con ejemplos prácticos) del uso de un dispositivo concreto que pueda ser de utilidad para las prácticas y/o trabajos (Idealmente seleccionado en base a los problemas discutidos anteriormente en relación a las prácticas y/o trabajos individuales).
- Especificaciones técnicas de las alternativas
- Modo de empleo, programación, herramientas disponibles para su utilización, etc.
- Puntos fuertes y debilidades

... Igual hasta la semana 15 (semanas 9 a 15)

## Tabla resumen

Sem	CT	CL o CPA	T	ET	TT	TP	Profesor
1	3 (1+2)	0	0	2	2	0	
2	3 (1+2)	0	0	2	2	0	
3	3 (1+2)	0	0	2	2	0	
4	3 (1+2)	0	0	2	2	0	
5	3 (1+2)	0	0	2	2	1	
6	1	1	1	1.5	2	2	
7	2	1	0	1.5	2	2	
8	1	2	0	1.5	2	2	
9	2	1	0	1	2	2	
10	1	2	0	1	2	2	
11	2	1	0	1	2	2	
12	1	2	0	1	2	2	
13	2	1	0	1	2	2	

14 1 2 0 1 2 2  
 15 2 0 1  
 Tot 30 13 2 67.5  
 15 CT-A, 13 CL o CPA, 2 T

Profesor AN: Parte I, 15 CT-A; Profesor RG: Parte II,

## Metodología:

### ACTIVIDADES FORMATIVAS

ACT	H-ECTS	METODOLOGÍAS	COMPETENCIAS
AF1	28 2.8	MD1, MD3	CG2, CB6-10, CT2, CE.O3, (CE.C11, CE.O1-02)
AF2	13 1.3	MD2	CG2, CB6-10, CT2, CE.O3 (CE.C11, CE.O1-02)
AF3	2 0.2	MD2	CG2, CB6-7, CE.O3
AF4	2 0.2	MD5	CG2, CB6-7, CE.O3
SUM AF	45 4.5		
AF5	67.5	MD4	CG2, CB6-10, CT1-T2, CE.O3, (CE.C11, CE.O1-2)

### Norma:

AF1 Clases de teoría. Clase presencial en la que se explican fundamentos teóricos y metodológicos mediante el uso de presentaciones con proyector o pantalla pizarra. 28h 100p presencial

AF2 Prácticas de aula, seminarios, talleres y trabajos dirigidos. Ejercicios y actividades presenciales de carácter eminentemente práctico, para contextualizar el aprendizaje teórico a través de su aplicación en casos prácticos del ámbito de la electrónica y la telecomunicación aplicadas. 13h 100p

AF3 Tutorías presenciales. Destinadas a resolver de las dudas, asesorar y corregir las tareas realizadas por los alumnos. 2h 100p

AF4 Actividades de evaluación. Destinadas a valorar el grado de adquisición de las competencias por parte del estudiante haciendo uso de los sistemas previstos en la presente memoria. 2h 100p

AF5 Trabajo autónomo. Actividad nopresencial que requiere en primer lugar el estudio por parte del alumno, y en segundo lugar que el alumno, de manera individual o en grupo, se aplique a la comprensión de los contenidos, la búsqueda de información, la realización de tareas, la redacción, presentación y exposición de trabajos, y la preparación de exámenes, cuestionarios y pruebas 67.50 h

---

Las partes I y II corren en paralelo, lo que permite utilizar conocimientos de una en otra según la planificación sincronizada planteada.

### Prácticas / Trabajos

Los trabajos planteados en la Parte II se realizan en su totalidad con el material que hay en el laboratorio. Se trata de material que se ha adquirido por el IUMA con el proyecto de investigación PLATINO, por lo que está especialmente orientada a la variada gama de aplicaciones relacionadas con PLATINO (agricultura de precisión, drones, imágenes hiperespectrales, wsn-edge-fog-cloud computing, etc.). Se trata de trabajos que son de gran utilidad si se hacen bien. Cada uno de ellos implica el uso de sensores, actuadores, sistemas de transmisión de datos y procesamiento y análisis de datos, con lo que cada alumno toca en su trabajo todos los aspectos de la asignatura. Los trabajos aportan soluciones novedosas, con lo que podrían ser utilizados como TFM si algún alumno desea profundizar y desarrollarlo más.

En la semana 6, tras haber recibido las principales clases teóricas, se le asigna un trabajo a cada alumno (por parejas si son demasiados). El alumno emplea las horas de práctica para llevar a cabo dichos trabajos, a los que también debe dedicar parte del trabajo personal.

Las horas de teoría de la Parte II, semana 1 a la 15, son clases más demostrativas que las horas de teoría de la Parte I, semana 1 a la 15 (corre en paralelo). Se estudia el uso de herramientas o métodos de programación para los dispositivos que se emplean en las prácticas. También se emplean estas horas de la Parte II para resolver dudas en relación a los trabajos personales que puedan ser de interés para todos los alumnos.

AF1 Clases de teoría. Clase presencial en la que se explican fundamentos teóricos y metodológicos mediante el uso de presentaciones con proyector o pantalla y pizarra.

AF2 Prácticas de aula, seminarios, talleres y trabajos dirigidos. Ejercicios y actividades presenciales de carácter eminentemente práctico, para contextualizar el aprendizaje teórico a través de su aplicación en casos prácticos del ámbito de la electrónica y la telecomunicación aplicadas.

AF3 Tutorías presenciales. Destinadas a resolver de las dudas, asesorar y corregir las tareas realizadas por los alumnos.

AF4 Actividades de evaluación. Destinadas a valorar el grado de adquisición de las competencias por parte del estudiante haciendo uso de los sistemas previstos en la presente memoria.

AF5 Trabajo autónomo. Actividad no presencial que requiere en primer lugar el estudio por parte del alumno, y en segundo lugar que el alumno, de manera individual o en grupo, se aplique a la comprensión de los contenidos, la búsqueda de información, la realización de tareas, la redacción, presentación y exposición de trabajos, y la preparación de exámenes, cuestionarios y pruebas.

AF6 Prácticas de laboratorio y/o prácticas con ordenadores. Destinadas a poner en práctica los conocimientos adquiridos, con especial énfasis en la realización en laboratorios de implementación y validación de diseños

MD1 Método expositivo/Lección magistral. Enseñanza directa expositiva y demostrativa para aquellos contenidos esenciales y/o que requieran una explicación detallada por parte del profesor.

MD2 Actividades prácticas. Actividades presenciales que requieren la transferencia de conocimientos conceptuales con los procedimentales, favoreciendo la autonomía y la capacidad de reflexión de los estudiantes, así como fomentando las habilidades personales, y las interpersonales mediante el trabajo en equipo.

MD3 Trabajos, proyectos y memorias. Realización y/o exposición individual o en grupo de trabajos monográficos sobre la asignatura.

MD4 Actividades no presenciales: destinadas al fomento del estudio y al desarrollo por parte del alumno de las competencias de trabajo autónomo y de autoaprendizaje.

MD5 Exámenes. Realización de exámenes parciales y/o finales correspondientes a las distintas asignaturas del plan de estudios.

## Evaluación:

### Criterios de evaluación

-----

Descripción justificativa del sistema en relación con la evaluación de la adquisición de competencias:

Los sistemas de evaluación para adquirir las competencias han sido justificados en la Norma que rige el título. Son los SE1 a SE5 ya expuestos. Por lo demás, son los sistemas reconocidos en todas partes en los centros universitarios de ingeniería, también reconocidos por la ULPGC en Estatutos y Reglamentos.

Competencias evaluadas en cada actividad:

Las competencias evaluadas en cada actividad han sido justificadas en la Norma que rige el título. Son las CG2, CB6-10, CT1, CT2, CE.O3 y (CE.C11). La correspondencia con cada actividad AF1-AF5 se indican en la sección anterior. Y la correspondencia con los sistemas de evaluación se dan en la sección que sigue a la presente.

### Sistemas de evaluación

-----

#### SISTEMAS DE EVALUACIÓN

SISTEMA	PESO MÍNIMO	PESO MÁXIMO	PESO	COMPETENCIAS EVALUADAS
SE1	30%	50%	40%	CB1, CB2, CB5, CG2, CE.O3
SE2	25%	40%	33%	CB2, CB3, CG2, CT1, CEO.3
SE3	10%	25%	17%	CB4, CT1, CT2, CE.O3
SE4	5%	10%	10%	CB4

Norma: Exámenes escritos u orales orientados a evaluar las competencias adquiridas por los alumnos.30.0/50.0. Trabajos, proyectos y memorias escritas realizadas por el estudiante de manera individual o en grupo.25.0/40.0 Exposición de trabajos, proyectos y memorias realizados por el estudiante de manera individual o en grupo.10.0/25.0 Actitud y participación activa del estudiante durante las actividades presenciales.5.0/10.0

SE1 Exámenes escritos u orales orientados a evaluar las competencias adquiridas por los alumnos.

SE2 Trabajos, proyectos y memorias escritas realizadas por el estudiante de manera individual o en grupo.

SE3 Exposición de trabajos, proyectos y memorias realizados por el estudiante de manera individual o en grupo.

SE4 Actitud y participación activa del estudiante durante las actividades presenciales.

SE5 Realización de las actividades pautadas en las prácticas de laboratorio y/o prácticas con ordenadores

SE6 Realización, exposición y defensa pública ante un tribunal de un trabajo de investigación en el campo de la Electrónica y la Telecomunicación Aplicadas

### Criterios de calificación

-----

#### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

SISTEMA	PESO	PARTE I	PARTE II	COMPETENCIAS EVALUADAS
---------	------	---------	----------	------------------------





los proyectos personales y se concierta el reparto de materiales y hardware para su montaje en casa. El seguimiento individual de cada alumno, permite garantizar la adquisición de las competencias establecidas CB2, CB3, CB4, CG2, CT1, CT2 y CEO.3.

3)

3.1 Parte I. No hay prácticas esenciales.

a) Convocatoria ordinaria.

Se mantiene lo establecido en el sistema de evaluación y criterios de evaluación excepto que se cambia el examen final de valor un 50% del 30% de esta parte de exámenes SE1, por la media de los mini-exámenes adicionales que se realicen desde el paso a online. El criterio SE2 de pequeño trabajo personal fin de asignatura por valor 1% se sustituye por un mini-examen más. El criterio SE4 de asistencia y participación en clase se mide en este caso como asistencia y participación en las clases virtuales que están todas documentadas.

b) Convocatoria extraordinaria.

Consistirá en hacer un trabajo de curso equivalente a los mini-exámenes requeridos a los alumnos en evaluación continuada, de los que hay ejemplos en el campus virtual. En la fecha del examen se dará el trabajo a las 9:00 horas y se deberá entregar antes de 24 horas. Los profesores podrán requerir la defensa de algún punto del trabajo de forma telemática por ejemplo usando Zoom o videoconferencia, de duración inferior a 20 minutos. Esta conexión ocurrirá en su caso a las 9:00 horas, dos días después de la fecha del examen.

3.2 Parte II. Hay prácticas esenciales por más del 50% del peso de la asignatura.

a) Convocatoria ordinaria.

Esta Parte II está programada con unas clases introductorias de los proyectos prácticos personales y dura 6 semanas. Luego continúa con los proyectos personales. No hay dificultad en cubrir telemáticamente esas 6 semanas como se ha indicado. Los alumnos han recibido la elección y asignación de su proyecto personal, así como todos o parte de los materiales de laboratorio y plataformas hardware e IDE software para realizarlas. A partir de la semana 7 se continúa con el desarrollo de los proyectos personales con tutorías y clases y desde el paso a online, por medios telemáticos. Los alumnos continúan entregando los exámenes planteados. Por lo tanto, en el criterio SE1, se mantiene lo establecido en el sistema de evaluación y criterios de evaluación excepto que se cambia el examen final de valor un 50% del 10% de esta parte de exámenes SE1, por la media de los mini-exámenes adicionales que se realizan desde el paso a online. El criterio SE4 de asistencia y participación en clase se mide en este caso como asistencia y participación en las clases virtuales que están todas documentadas. Finalmente, el criterio SE2 de realizar el proyecto personal (32% de esta parte) y el SE3 de presentarlo (17% de esta parte) se modifica manteniendo sus pesos, de la siguiente manera. Se pedirá que hagan un documento del proyecto con la información relacionada con el trabajo personal (SE2), y que tras su entrega lo expongan y defiendan (SE3) por medios telemáticos para que respondan preguntas y justifiquen las decisiones que han tomado en el diseño y desarrollo del sistema.

Las presentaciones las subirán usando herramientas gratuitas disponibles que permiten grabar la pantalla del PC a la vez que el audio, con lo que se puede hacer una presentación de forma sencilla. Siguiendo este método, en la fecha asignada al examen de convocatoria, cada uno hará una presentación de su trabajo de 15 minutos, la colgará en el campus junto al documento pdf del proyecto, y los profesores y el resto de compañeros harán preguntas a través del campus virtual sobre la presentación.

En caso de solicitud de revisión de calificación, se hará mediante el mismo procedimiento de Zoom o videoconferencia en el que el alumno recibirá previamente el proyecto y defensa calificados.

Competencias adquiridas. El nuevo procedimiento es muy próximo al original planteado, y es posible por su naturaleza realizarlo en casa, una vez lanzados los proyectos personales con especificaciones, hojas de componentes, materiales, y hardware y software. El seguimiento individual de cada alumno, y el sistema de evaluación definido, permiten garantizar la adquisición de las competencias establecidas CB2, CB3, CB4, CG2, CT1, CT2 y CEO.3.



Hablar en público durante una hora, sin más ayuda que un pequeño esquema de ideas en papel, sobre temas académicos o profesionales.

Todos los instrumentos de laboratorio y de campo habituales de las titulaciones de acceso.

Los computadores y sus sistemas operativos.

Los paquetes de tipo Office o similares (incl. Word, Excel, Access, Power Point, PDF etc)

Algunos paquetes gráficos y de dibujo.

Herramientas de escritura de ecuaciones matemáticas.

Lenguajes de programación, al menos C/C++, Python, Java, JS (y sus compiladores y utilidades, en su caso)

Matlab

Simuladores

IDEs

ICEs

Campus virtual ULPGC

Bibliotecas

MOOCs web

Webinars de fabricantes y proveedores

Webs de proveedores

Webs de fabricantes y data-sheets

Webs de organismos internacionales de estandarización

Cursos en youtube y similar

Periódicos digitales de la profesión, EETimes, eeNews, etc

Editoriales de revistas científicas, en particular acceso a IEEEXplore, ACM, Elsevier y Springer

Acceso a alguna editorial de libros electrónicos como (Packt...)

etc

## **Resultados de aprendizaje que tendrá que alcanzar al finalizar las distintas tareas.**

Los resultados de aprendizaje indicados en las tareas de contenidos se miden con el sistema de evaluación indicado antes.

Norma:

- El estudiante conoce los elementos, tecnologías y plataformas que componen un sistema electrónico inteligente sobre IoT capaz de proporcionar servicios M2M, redes de sensores y EoT (Edge of Things) ubicuos y seguros
- El estudiante identifica aplicaciones relevantes de los sistemas inteligentes sobre IoT para crear valor añadido
- El estudiante aplica los conocimientos adquiridos en el diseño e implementación de un sistema inteligente sobre IoT, crea valor añadido y los integra en contextos más amplios y multidisciplinares

## **Plan Tutorial**

## Atención presencial individualizada (incluir las acciones dirigidas a estudiantes en 5ª, 6ª y 7ª convocatoria)

La atención personal individualizada se hace en los horarios de tutorías publicados. Se aconseja para un mejor orden solicitar por email cita previa dentro de ese horario.

## Atención presencial a grupos de trabajo

La atención en grupo es exclusivamente la indicada en las clases en aula o en laboratorio.

## Atención telefónica

No se recomienda solicitar atención telefónica. Se recomienda atención presencial. Los teléfonos de los despachos constan en este proyecto docente para casos de urgencia o situaciones sobrevenidas. Además del email, se recomienda también el uso del campus virtual para las comunicaciones con huella de evidencia.

## Atención virtual (on-line)

La titulación es presencial.

No hay atención on-line.

## Datos identificativos del profesorado que la imparte.

### Datos identificativos del profesorado que la imparte

<b>Dr./Dra. Antonio Núñez Ordóñez</b>	(COORDINADOR)
<b>Departamento:</b> 237 - INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA	
<b>Ámbito:</b> 785 - Tecnología Electrónica	
<b>Área:</b> 785 - Tecnología Electrónica	
<b>Despacho:</b> INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA	
<b>Teléfono:</b> 928451230	<b>Correo Electrónico:</b> antonio.nunez@ulpgc.es

## Bibliografía

### [1 Básico] Python 3. Curso Práctico

*Alberto Cuevas Álvarez*

*Ra-Ma - (2016)*

*ISBN 10: 8499646581 ISBN 13: 9788499646589*

### [2 Básico] Android Things Projects

*Francesco Azzola*

*Packt - (2017)*

*978178289246*

### [3 Básico] Programming embedded systems: an introduction to Time-Oriented Programming: version 4.0

*Frank Vahid, Tony Givargis, Bailey Miller.*

*UniWorld Publishing,, Lake Forest (California) : (2012)*

*9780982962657*

---

**[4 Básico] Internet of Things with Raspberry Pi 3**

*Maneesh Rao*  
*Packt - (2018)*  
*9781788627405*

---

**[5 Básico] The Engineering of Reliable Embedded Systems (Second Edition)**

*Michael J. Pont*  
*SafeTTY Systems - (2017)*  
*ISBN: 978-0-9930355-4-8*

---

**[6 Básico] Python 3**

*Priya Sen*  
*Tutorialspoint - ([http://www.tutorialspoint.com/python3/python\\_tutorial.pdf](http://www.tutorialspoint.com/python3/python_tutorial.pdf) gratuito)*  
*ISBN 978-0-321-68056-3*

---

**[7 Básico] Referencias a contenidos y desarrollos del proyecto PLATINO del IUMA, en aspectos abiertos**

*Se suministra acceso en el campus virtual*  
*Derechos ULPGC (IUMA) - (2018-2021)*

---

**[8 Básico] Referencias de estándares, sensores y plataformas etc en la web**

*Se suministran en campus virtual*  
*Varios*

---

**[9 Básico] Ubuntu Manual Project**

*vva Linux-Debian*  
*<https://ubuntu-manual.org/downloads> - (Descarga gratuita. )*