

## RECURSOS MATERIALES

El título se imparte en la Escuela Politécnica Superior. En ésta hay un total de 30 aulas, dotadas en su mayor parte de equipamiento informático y audiovisual (reproductores de vídeo y DVD, ordenadores con acceso a Internet, cañón de proyección, retroproyector, etc.). Además, existen los siguientes equipamientos docentes y espacios comunes:

- Cuatro aulas de informática, con un total de 104 equipos.
- Acceso inalámbrico a Internet.
- Servicio de reprografía.
- Cafetería.
- Espacio propio para la Delegación de Alumnos.
- Espacios de administración y conserjería, y salas de reuniones, que pueden emplearse para actividades docentes.
- Despachos del profesorado, en los que pueden desarrollarse algunas de las tutorías.

En concreto el título de Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación se viene impartiendo, en los grupos de teoría, en las aulas SA5B y SA5A para los grupos correspondientes a 1º y 2º curso respectivamente. Estas aulas están dotadas de mobiliario configurable para atender a las distintas metodologías docentes, como trabajo en grupo, presentaciones, debates, etc.

Los departamentos involucrados en la docencia del Grado en Ingeniería en Sistemas de Telecomunicación disponen de diversos laboratorios docentes. La tabla siguiente muestra una relación entre el aula de laboratorio con las asignaturas que en él se imparten. Seguidamente a la tabla se ofrece una descripción pormenorizada del equipamiento de cada laboratorio, relacionándolo con la docencia de las distintas asignaturas que en ellos se imparten. Debe tenerse en cuenta que este equipamiento es actualizado regularmente, con las dotaciones económicas que la Universidad dispone al efecto.

| Laboratorios | Asignaturas   |
|--------------|---|
| EL4          | Software para Aplicaciones Aeroespaciales                                   |
| EL5          | Sistemas Operativos   |
| EL7          | Arquitectura de Computadores.<br>Ingeniería en Sistemas Aeroespaciales.     |
| EL8          | Sistemas Avanzados de Asistencia a la Conducción<br>Vehículos Inteligentes. |
| EL10         | Diseño de Redes y Seguridad<br>Redes Inalámbricas                           |
| EL11         | Redes de Distribución de Contenidos   |
| EL12         | Computación en Red.<br>Ciberseguridad                                       |
| SL7          | Comunicaciones Digitales de Alta Capacidad.                                 |

|      |  |
|------|--|
|      | Tratamiento Digital de Señales en Comunicaciones.<br>Técnicas de Procesado de Señal en Entornos Inteligentes<br>Tratamiento Digital de Señales |
| SL12 | Comunicaciones Digitales   |
| PL14 | Sistemas de Radiocomunicación y Radiodeterminación.<br>Tecnologías de Alta Frecuencia.<br>Teledetección: Tecnologías y Aplicaciones.           |
| PL15 | Sistemas de Radiocomunicación y Radiodeterminación<br>Tecnologías de Alta Frecuencia.  |
| OL1  | Complementos de Subsistemas Electrónicos   |
| OL2  | Instrumentación Electrónica.<br>Tecnología Fotónica.<br>Diseño de Circuitos Electrónicos para Comunicaciones.                                  |
| OL5  | Complementos de Sistemas Electrónicos Digitales Avanzados.<br>Complementos de Diseño Electrónico.  |
| OL10 | Tecnología Microelectrónica  |
| OL21 | Guiado de Vehículos no Tripulados  |

## **Laboratorio EL4: Laboratorio de Software para aplicaciones aeroespaciales**

**Puestos de laboratorio: 12**

### **Laboratorio de Software para aplicaciones aeroespaciales.**

Los estudiantes realizan sesiones prácticas en grupos de un máximo de 24 estudiantes. El total de horas de laboratorio durante el curso será de 15. El laboratorio donde se realizan las sesiones está equipado con 12 ordenadores donde se ha instalado una máquina virtual Linux con el entorno de desarrollo basado en Eclipse, en el que se dispone de un compilador para el procesador LEON (procesador de referencia de la agencia espacial europea) necesario para la realización de las prácticas.

Además se dispone de 5 tarjetas A3P, que cuenta con el mismo procesador LEON, para poder realizar las pruebas de despliegue en placa con el software desarrollado. Igualmente el alumno se descargará y ejecutará distintos sistemas de planificación utilizando el lenguaje de planificación PDDL. El profesor dispone de un ordenador, pizarra y proyector para la exposición de conceptos teóricos y ejercicios prácticos. Las prácticas realizadas en el laboratorio capacitan a los estudiantes para desarrollar software en un entorno de referencia utilizado en las misiones de la agencia espacial europea.

## **Laboratorio EL5: Laboratorio de Sistemas Operativos.**

**Puestos de laboratorio: 24**

### **Laboratorio de Sistemas Operativos**

Los estudiantes realizan sesiones prácticas de 1 hora semanal en grupos de un máximo de 25 estudiantes. El laboratorio donde se realizan las sesiones está equipado con 24 ordenadores (Ram: 2 Gb, disco duro: 60Gb, microprocesador Intel Pentium Dual a 1.80 GHz) donde se ha instalado Linux junto con sus herramientas de desarrollo necesarios para la realización de las prácticas. Además dispone de un ordenador para el profesor, pizarra y proyector para la exposición de conceptos teóricos y ejercicios prácticos. Las prácticas realizadas en el laboratorio capacitan a los estudiantes para dominar la programación con llamadas al sistema UNIX/Linux relacionadas con el trabajo de archivos, procesos, sincronización y manejo de hilos.

## **Laboratorio EL7: Laboratorio de Arquitectura de Computadores, Laboratorio de Ingeniería en Sistemas Aeroespaciales**

**Puestos de laboratorio: 15**

### **Laboratorio de Arquitectura de Computadores**

Los puestos de trabajo en los laboratorios constan de ordenadores conectados a Internet en los que se desarrollan prácticas de la asignatura Arquitectura de Computadores utilizando el Sistema Operativo LINUX y máquinas virtuales con VMWare, para realizar prácticas de programación y simulación de arquitectura de computadores.

### **Laboratorio de Ingeniería en Sistemas Aeroespaciales**

Los puestos de trabajo en los laboratorios constan de ordenadores conectados a Internet en los que se desarrollan prácticas de la asignatura Ingeniería en Sistemas Aeroespaciales utilizando el Sistema Operativo LINUX y WINDOWS. Se desarrollan trabajos de programación de proyectos con Microsoft Project. Conectándose a la web de la ESA se hace uso de las utilidades disponibles para la realización de ofertas de proyectos y su optimización. También se utilizan aplicaciones de ingeniería aeroespacial, por ejemplo las relativas a la especificación, cálculo y simulación de órbitas de satélites.

## **Laboratorio EL8: Laboratorio de Sistemas Avanzados de Asistencia a la Conducción, Laboratorio de Vehículos Inteligentes**

**Puestos de laboratorio: 24**

### **Laboratorio de Sistemas Avanzados de Asistencia a la Conducción**

El laboratorio de Programación (EL8) consta de **24 puestos** totalmente operativos, con PC, monitor, teclado y ratón. El procesador de los PCs es un Pentium Dual-Core E-6500 de 3GHz, con 2GB de RAM. El sistema operativo utilizado es Linux (Ubuntu 12.04 actualmente, con kernel 2.6.3.2). El compilador utilizado es GCC en su versión 4.4 y existen diversos entornos de desarrollo como Eclipse o QtDesigner, así como diversos editores de texto adaptados para editar código en C tales como Gedit, Emacs o Vi. Para depurar código se dispone de los depuradores GDB, DDD y el incorporado en el entorno de desarrollo Eclipse. Para el desarrollo de las prácticas se dispone de las librerías open CV 2.4.9.

## **Laboratorio de Vehículos Inteligentes**

El laboratorio de Programación (EL8) consta **de 24 puestos** totalmente operativos, con PC, monitor, teclado y ratón. El procesador de los PCs es un Pentium Dual-Core E-6500 de 3GHz, con 2GB de RAM. El sistema operativo utilizado es Linux (Ubuntu 12.04 actualmente, con kernel 2.6.3.2). El compilador utilizado es GCC en su versión 4.4 y existen diversos entornos de desarrollo como Eclipse o QtDesigner, así como diversos editores de texto adaptados para editar código en C tales como Gedit, Emacs o Vi. Para depurar código se dispone de los depuradores GDB, DDD y el incorporado en el entorno de desarrollo Eclipse. Para el desarrollo de las prácticas se dispone de las librerías open CV 2.4.9 y el simulador TORCS 1.3.5.

## **Laboratorio EL10: Laboratorio de Diseño de Redes y Seguridad, Laboratorio de Redes Inalámbricas.**

**Puestos de laboratorio: 16**

### **Laboratorio de Diseño de Redes y Seguridad**

Los puestos de trabajo en los laboratorios constan de ordenadores conectados a Internet en los que se desarrollan prácticas de la asignatura "Diseño de redes y seguridad" utilizando las siguientes herramientas:

- Wireshark para análisis de protocolos de comunicación.
- Editor gedit para desarrollar aplicaciones.
- Simulador Packet Tracer para la simulación de redes.
- Acceso a servicios como http, ftp y correo electrónico para analizar los protocolos de aplicación y la seguridad.

### **Laboratorio de Redes Inalámbricas**

Los puestos de trabajo en los laboratorios constan de ordenadores conectados a Internet en los que se desarrollan prácticas de la asignatura "Redes inalámbricas" utilizando las siguientes herramientas:

- Sistema operativo Linux Ubuntu.
- Analizador de Protocolos de Red Wireshark.
- Simulador de Red Packet Tracer 6.0.1 de Cisco.

## **Laboratorio EL11: Laboratorio de Redes de Distribución de Contenidos**

**Puestos de laboratorio: 16**

### **Laboratorio de Redes de Distribución de Contenidos**

Los puestos de trabajo en los laboratorios constan de ordenadores conectados a Internet en los que se desarrollan prácticas de la asignatura "Redes de distribución de contenidos" utilizando las siguientes herramientas:

- Wireshark para análisis de protocolos de comunicación.
- Editor gedit para desarrollar aplicaciones.
- Entorno de desarrollo Java para desarrollar aplicaciones.
- Máquinas virtuales VMware para simular entornos y GNS3 para cargar S.O.
- Acceso a Internet.

## **Laboratorio EL12: Laboratorio de Computación en Red, Laboratorio de Ciberseguridad**

**Puestos de laboratorio: 16**

### **Laboratorio de Computación en Red**

Los puestos de trabajo en los laboratorios constan de ordenadores conectados a Internet en los que se desarrollan prácticas de la asignatura Computación en Red utilizando el Sistema Operativo LINUX y máquinas virtuales con VMWare, para realizar prácticas de programación de servicios web.

### **Laboratorio de Ciberseguridad**

Los puestos de trabajo en los laboratorios constan de ordenadores conectados a Internet en los que se desarrollan prácticas de la asignatura Ciberseguridad utilizando el Sistema Operativo LINUX y el entorno de virtualización de redes VNX, para realizar prácticas de configuración y auditoría de seguridad en redes y sistemas.

## **Laboratorio SL7: Laboratorio de Tratamiento Digital de Señales en Comunicaciones. Laboratorio de Técnicas de Procesado de Señal en Entornos Inteligentes. Laboratorio de Comunicaciones Digitales de Alta Capacidad.**

**Puestos de laboratorio: 12**

El laboratorio S-L7, el cual está dotado de 12 ordenadores de última generación con MATLAB instalado.

### **Laboratorio de Tratamiento Digital de Señales en Comunicaciones**

El S.O. es Ubuntu Studio 14.04 además de Windows 8. El software empleado es GIMP para la manipulación de imágenes y Avidemux para la manipulación de vídeos. Así mismo, cada puesto cuenta con una cámara usb para la grabación y procesado de imágenes en directo. Las prácticas no relacionadas directamente con procesado de imagen o vídeo se realizan en MATLAB usando las toolboxes necesarias en cada caso.

### **Laboratorio de Técnicas de Procesado de Señal en Entornos Inteligentes**

Para las prácticas de Técnicas de Procesado de Señal en Entornos Inteligentes se empleará el programa de MATLAB instalado, incluyendo las toolbox de: "Optimization and Neural Network", y "Image Processing". Se emplean además: bases de datos para evaluar sistemas de reconocimiento de patrones (algunas extraídas del repositorio UCI Machine Learning) y de detección y seguimiento de objetos, suministradas por los profesores de la asignatura. Éstas serán utilizadas por los alumnos para realizar las prácticas y los proyectos de la asignatura.

## **Laboratorio SL7: Laboratorio de Comunicaciones Digitales de Alta Capacidad.**

**Laboratorio de Comunicaciones Digitales de Alta Capacidad**

En este laboratorio los alumnos deberán trabajar individualmente (o en parejas, según el número de matriculados) para el desarrollo de algoritmos que permiten aplicar los conceptos teóricos para la resolución de problemas reales, mediante un ordenador y un entorno de computación, programación y visualización. Las prácticas también están basadas en la implementación de una serie de simulaciones. Para su realización se requiere que en los ordenadores se encuentre instalado el programa matemático MATLAB.

### **Laboratorio SL12: Laboratorio de Comunicaciones Digitales.**

#### **Puestos de laboratorio: 12**

El laboratorio SL12 que dispone de 12 puestos de tipo PC con el software precisado por cada laboratorio concreto. Dispone además de proyector y ordenador de profesor.

Para el desarrollo del contenido práctico de la asignatura de Comunicaciones Digitales se emplean ordenadores personales de propósito general, con sistema operativo Windows y Linux y en el que se encuentra instalado el programa matemático Matlab, con las Toolboxes necesarias, y con la herramienta Simulink.

### **Laboratorio OPL14: Laboratorio de Sistemas de Radiocomunicación y Radiodeterminación. Laboratorio de Teledetección: Tecnologías y Aplicaciones.**

#### **Puestos de laboratorio: 10**

#### **Laboratorio de Sistemas de Radiocomunicación y Radiodeterminación**

El contenido práctico de la asignatura de Sistemas de Radiocomunicación y Radiodeterminación se lleva a cabo mediante una serie de prácticas basadas en herramientas de simulación que permiten el trabajo simultáneo de 10 grupos de alumnos. A cada grupo se le asignará un ordenador que llevará instalado el software necesario para el desarrollo correcto de las prácticas: Matlab, Programa de simulación de onda de superficie, GRWAVE (GW87PC) y SIMFADING.

#### **Laboratorio de Teledetección: Tecnologías y Aplicaciones**

En el laboratorio de Teledetección los alumnos realizarán prácticas de simulación en los lenguajes de Python y Matlab, estando relacionada su temática con las diferentes bandas de frecuencias (ópticas, infrarrojas, microondas, etc.) y tipos de sensores, tanto a bordo de satélites, como de estaciones en tierra, que se cubren a lo largo del curso.

### **Laboratorio OPL14-OPL15: Laboratorio de Tecnologías de Alta Frecuencia.**

#### **Puestos de ordenadores: 10**

En el laboratorio OPL15 se dispone del siguiente equipamiento: Analizadores de Redes empleados en la realización de la práctica de medida y caracterización, dispositivos RF en tecnología microstrip; El Analizador de Espectros, el Medidor de potencia y el Generadores de Señal son empleados en la práctica de caracterización de líneas y dispositivos en guía de onda. Todas estas medidas se llevan a cabo en el laboratorio OPL15. Del mismo modo, los alumnos realizan prácticas de simulación en el laboratorio OPL14, el cual se encuentra comunicado con

el OPL15 mediante una puerta. Para ello se cuenta con 10 puestos de trabajo, con ordenadores de sobremesa, trabajándose con el simulador electromagnético CST STUDIO SUITE.

## **Laboratorio OL1: Laboratorio de Complementos de Subsistemas Electrónicos**

### **Puestos de laboratorio: 12**

Cada puesto de trabajo del laboratorio en el que se imparte la asignatura Complementos de Subsistemas Electrónicos está equipado con un ordenador con procesador INTEL-Core2DUO E8400, 4 GB-DDR2 de memoria RAM y un disco duro sólido. El laboratorio dispone, además, de autómatas de Omron CJ1M, autómatas de Schneider Modicon M340, sistemas de visión de Omron F150, variadores-motores Omron 3G3JV y variadores-motores Schneider Altivar71. Cada puesto dispone además de un osciloscopio Tektronix Agilent DSO1070b, un generador de funciones Digimess, un multímetro CMD 250, una fuente de alimentación Promax, una placa ARM mini DK2 y un motor con encoder. Para la realización de las distintas prácticas, en cada ordenador se han instalado los siguientes programas: CX ONE (Ver 4.0), Matlab 2009 Windows, Keil 4,72a, Magic 7,65, Orcad 9.2 y Visual Studio 2010.

## **Laboratorio OL2: Laboratorio de Instrumentación Electrónica, Tecnología Fotónica y Diseño de Circuitos Electrónicos para Comunicaciones**

### **Puestos de laboratorio: 15**

Cada puesto de trabajo del laboratorio en el que se imparte las asignaturas de Instrumentación Electrónica, Tecnología Fotónica y Diseño de Circuitos Electrónicos está equipado con un ordenador con procesador INTEL-i5 3450S, 8 GB-DDR3 de memoria RAM y un disco duro sólido. Cada puesto dispone además de un osciloscopio Tektronix TDS350, un generador de funciones CFG250, un multímetro Fluke 45, una fuente de alimentación CPS250 y una tarjeta de adquisición NI PCIe-6321. Para la realización de las distintas prácticas, en cada ordenador se han instalado los siguientes programas: LabWindows CVI 2009, LabView 2010, NI-DAQmx 9.8, APLAC 8.10 Student., Matlab 2009, Visual Studio 2010, VirtualBox, Ubuntu9.10\_RM, Orcad 9.2, Keil 4.72, Bricx Commander Center 3.3

## **Laboratorio OL5: Complementos de Sistemas Electrónicos Digitales Avanzados y Complementos de Diseño Electrónico**

### **Puestos de laboratorio: 15**

Cada puesto de trabajo del laboratorio en el que se imparten las asignaturas Complementos de Sistemas Electrónicos Digitales Avanzados y Complementos de Diseño Electrónico está equipado con un ordenador con procesador INTEL-i5 4670, 8 GB-DDR3 de memoria RAM y un disco duro de 500GB. El laboratorio dispone además de un grabador de EPROM All-11 y un borrador SE1T U-V ERASER. Cada puesto dispone además de un osciloscopio Agilent DSO1072B, un generador de funciones SDG1010, un multímetro ISOTECH IDM201, una fuente de alimentación CPS250 y una placa ARM mini DK2. Para la realización de las distintas prácticas, en cada ordenador se han instalado los siguientes programas: APLAC 8.10, Flash Magic 5.70, FSCapture, Keil Microvision 4.72, Matlab 2009 y Orcad 9.2.

## **Laboratorio OL10: Laboratorio de Tecnología Microelectrónica**

### **Puestos de laboratorio: 12**

Cada puesto de trabajo del laboratorio en el que se imparte la asignatura Tecnología Microelectrónica está equipado con un ordenador con procesador INTEL-i5 750, 4 GB-DDR3 de memoria RAM, un disco duro de 120GB y una tarjeta de adquisición PCI-6013. El laboratorio dispone además de un trazador de curvas HamegHM6042. Cada puesto dispone además de un osciloscopio Tektronix TDS-210, un generador de funciones CFG250, un multímetro Promax MD200, una fuente de alimentación FAC662B. Para la realización de las distintas prácticas, en cada ordenador se han instalado los siguientes programas: Visual Studio 2010 sp1, LabWindows 2009, LabView2010, NI-DAQmx ver9.9, Matlab 2009 y Orcad 9.2.

## **Laboratorio OPL21: Laboratorio de Guiado de Vehículos no Tripulados**

### **Puestos de laboratorio: 12**

Cada puesto de trabajo del laboratorio en el que se imparte la asignatura Guiado de Vehículos no Tripulados está equipado con un ordenador con procesador INTEL Core 2 Duo E6850, 4 GB-DDR2 de memoria RAM y un disco duro sólido. Cada puesto dispone además de un Autómata S300, un robot Amigobot, un multímetro y una fuente de alimentación CPS250. Para la realización de las distintas prácticas, en cada ordenador se han instalado los siguientes programas: RobotStudio, Matlab 2009, VirtualBox, Ubuntu9.10\_RM, Step 7 y WinCC. Además el Laboratorio dispone de 1 Brazo Robot de la marca ABB, modelo IRB-120 conectado a red.