



Proyecto/Guía docente de la asignatura Adaptada a la Nueva Normalidad

Asignatura	DESARROLLO DE APLICACIONES DISTRIBUIDAS		
Materia	INGENIERÍA DE REDES, SISTEMAS Y SERVICIOS TELEMÁTICOS		
Módulo	MATERIAS ESPECÍFICAS DE TECNOLOGÍAS DE TELECOMUNICACIÓN		
Titulación	GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍAS DE TELECOMUNICACIÓN		
Plan	460	Código	45020
Periodo de impartición	1er CUATRIMESTRE	Tipo/Carácter	OBLIGATORIA
Nivel/Ciclo	GRADO	Curso	3º
Créditos ECTS	6 ECTS		
Lengua en que se imparte	CASTELLANO		
Profesor/es responsable/s	Jaime Gómez Gil		
Datos de contacto (E-mail, teléfono...)	TELÉFONO: 983 185556 E-MAIL: jgomez@tel.uva.es		
Departamento	TEORÍA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES E INGENIERÍA TELEMÁTICA		



1. Situación / Sentido de la Asignatura

1.1 Contextualización

Los ordenadores son capaces de ejecutar aplicaciones que ejecutan en un único ordenador, y que no hacen uso de redes. A estas aplicaciones se las denomina aplicaciones tradicionales o aplicaciones monolíticas. La aparición y generalización de las redes de ordenadores ha dado lugar a la aparición de un nuevo tipo de aplicaciones, denominadas aplicaciones distribuidas. Estas aplicaciones se caracterizan por estar constituidas por varias partes, que se ejecutan en ordenadores diferentes, y que se comunican entre sí a través de una red, normalmente Internet. Ejemplos de aplicaciones distribuidas son, entre otros, (i) el correo electrónico, (ii) la navegación Web, (iii) las aplicaciones para la comunicación a través de Internet mediante texto, sonido o vídeo, (iv) la compartición de ficheros de datos, sonido o vídeo mediante servidores, y (v) la compartición de ficheros en redes entre iguales P2P (*Peer-to-Peer*).

El desarrollo de una aplicación distribuida es normalmente más complejo que el desarrollo de una aplicación tradicional, pues en la aplicación tradicional sólo hay que implementar la lógica de la aplicación, mientras que en la aplicación distribuida hay que implementar la lógica de la aplicación y la comunicación entre las partes que forman la aplicación. La comunicación entre las partes que forman la aplicación se implementa haciendo uso de APIs (*Application Programming Interfaces*), que pueden ser de bajo nivel de abstracción, como el API Sockets de Java, de nivel medio de abstracción, como el API RMI de Java, o de alto nivel de abstracción, como el API JavaBeans de Java.

En esta asignatura (i) se analizarán las principales diferencias entre aplicaciones tradicionales y distribuidas; (ii) se presentarán los diferentes paradigmas o modelos para el desarrollo de aplicaciones distribuidas; (iii) se desarrollarán aplicaciones distribuidas mediante Sockets Java, y (iv) se desarrollarán aplicaciones distribuidas mediante Java RMI.

De forma excepcional para este curso 2020-2021, se disminuye la presencialidad, pasando del 40% establecido en la memoria de verificación a una presencialidad del 35%, con el objetivo de optimizar los espacios seguros disponibles, ajustando su utilización al calendario de actividades lectivas y al tamaño más pequeño de los grupos y buscando la máxima presencialidad del estudiante a nivel del título.

1.2 Relación con otras materias

Esta asignatura se apoya en la asignatura "Programación" de la materia "Informática" del "Bloque de Materias Instrumentales" que se imparte en el primer cuatrimestre del primer curso y en la asignatura de "Ingeniería de Sistemas Software" de la materia "Fundamentos de Sistemas Software" del "Bloque de Materias Básicas de Telecomunicaciones" que se imparte en el segundo cuatrimestre del segundo curso. En dichas asignaturas se proporcionarán los conceptos básicos de programación y desarrollo de sistemas software que facilitarán al alumno la comprensión de otros mostrados en la presente asignatura.



Guía docente de la asignatura

Además, también se utilizarán en esta asignatura conceptos relativos a la capa de transporte y red de la arquitectura de protocolos TCP/IP que han sido introducidos en la asignatura “Arquitectura de Redes, Sistemas y Servicios” de la materia “Fundamentos de Protocolos, Redes y Servicios Telemáticos” del “Bloque de Materias Básicas de Telecomunicaciones”, y que se imparte en el primer cuatrimestre del segundo curso.

1.3 Prerrequisitos

No existen condiciones previas excluyentes para cursar esta asignatura, aunque sí recomendaciones lógicas que el alumno debería tener en cuenta. En concreto, es recomendable haber cursado con anterioridad las asignaturas de “Programación”, “Ingeniería de Sistemas Software”, y “Arquitectura de Redes, Sistemas y Servicios”.

Dado el escenario de "nueva normalidad" y atendiendo a la posible evolución de los acontecimientos, en esta asignatura se utilizan o se podrán utilizar herramientas docentes online para la docencia y la evaluación. El alumno deberá contar con medios informáticos y telemáticos suficientes para interactuar con el Campus Virtual y con los sistemas de videoconferencia.

Para la evaluación del aprendizaje de esta asignatura el alumno acepta utilizar los mecanismos técnicos que constan en esta Guía y aquellos que la Universidad determine y/o facilite.



2. Competencias

2.1 Generales

- GBE3. Capacidad para resolver problemas con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico.
- GC1. Capacidad de organización, planificación y gestión del tiempo.
- GC2. Capacidad para comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas relacionadas con las telecomunicaciones y la electrónica.
- GC3. Trabajar en cualquier contexto, individual o en grupo, de aprendizaje o profesional, local o internacional, desde el respeto a los derechos fundamentales, de igualdad de sexo, raza o religión y los principios de accesibilidad universal, así como la cultura de paz.

2.2 Específicas

- T7 Conocimiento y utilización de los fundamentos de la programación en redes, sistemas y servicios de telecomunicación
- T13. Capacidad de diferenciar los conceptos de redes de acceso y transporte, redes de conmutación de circuitos y de paquetes, redes fijas y móviles, así como los sistemas y aplicaciones de red distribuidos, servicios de voz, datos, audio, vídeo y servicios interactivos y multimedia.
- TEL6. Capacidad de diseñar arquitecturas de redes y servicios telemáticos.
- TEL7. Capacidad de programación de servicios y aplicaciones telemáticas, en red y distribuidas.



3. Objetivos

Al finalizar la asignatura el alumno deberá ser capaz de:

- Describir los objetivos que se persiguen en el desarrollo de aplicaciones distribuidas.
- Comprender la problemática específica asociada al desarrollo de aplicaciones en distribuidas.
- Comprender los conceptos relacionados con el *middleware* como arquitectura básica para el desarrollo de aplicaciones distribuidas.
- Conocer las técnicas básicas sobre las que se basan las aplicaciones distribuidas.
- Diseñar, desarrollar y desplegar aplicaciones distribuidas utilizando una API de acceso a los servicios de transporte de datos.
- Diseñar, desarrollar y desplegar aplicaciones distribuidas utilizando tecnologías basadas en *middleware*.



4. Bloques temáticos

Bloque único: Desarrollo de aplicaciones distribuidas

Carga de trabajo en créditos ECTS:

a. Contextualización y justificación

Véase la contextualización y justificación de la asignatura.

b. Objetivos de aprendizaje

Véanse los objetivos de la asignatura.

c. Contenidos asociados a las clases teórico-prácticas

El temario a impartir en las **clases teórico-prácticas** es el siguiente:

TEMA 1: Introducción a la computación distribuida

- Definiciones
- Historia de la computación distribuida
- Diferentes formas de computación
- Virtudes y limitaciones de la computación distribuida
- Conceptos básicos de sistemas operativos
- Conceptos básicos de redes
- Conceptos básicos de ingeniería del software

TEMA 2 : IPC-Comunicación entre procesos

- Un arquetipo de interfaz de programación para comunicación entre procesos
- Sincronización de eventos
- Temporizadores e hilos de ejecución
- Interbloqueos y temporizadores
- Representación y codificación de datos
- Protocolos basados en texto y protocolos de solicitud-respuesta
- Diagramas de eventos y de secuencia
- Comunicación entre procesos orientada y no orientada a conexión
- Evolución de los paradigmas de comunicación entre procesos

TEMA 3: El API de *sockets*

- Antecedentes
- La metáfora de *sockets* en la comunicación entre procesos
- El API de *sockets* datagrama



Guía docente de la asignatura

Sockets con operaciones de E/S no bloqueantes
El API de *sockets* seguros

TEMA 4: Paradigmas de computación distribuida

Paradigmas y abstracción
Paradigmas para aplicaciones distribuidas
Comparativa

TEMA 5: Nombres en sistemas distribuidos

Nombres, identificadores y direcciones
Nombres planos
Tablas HASH distribuidas
Nombres estructurados

TEMA 6: Objetos distribuidos-Java RMI

Paso de mensajes frente a objetos distribuidos
Una arquitectura típica de objetos distribuidos
Sistemas de objetos distribuidos
Llamadas a procedimientos remotos (RPC)
Invocaciones a Métodos Remotos (RMI)
La arquitectura de Java RMI
El API de Java RMI
Una aplicación RMI de ejemplo
Pasos para construir una aplicación RMI
Comparación entre RMI y el API de *Sockets*

TEMA 7: Sincronización y coordinación en sistemas distribuidos

Relojes físicos
Sincronización de relojes físicos
Relojes lógicos
Relojes vectoriales
Exclusión mutua
Algoritmos de elección
Correspondencia de eventos
Coordinación basada en contagio

TEMA 8: Tolerancia a fallos en sistemas distribuidos

Disponibilidad, confiabilidad, seguridad, mantenimiento y otros conceptos básicos
Modelos de fallos
Disfrazado de fallos por redundancia
Enmascaramiento de fallos y replicación



Guía docente de la asignatura

Consistencia entre máquinas en sistemas distribuidos
Acuerdos en sistemas defectuosos
El problema del acuerdo bizantino

TEMA 9: Servicios Web

Introducción
Desarrollo de un servicio Web mediante JAX-WS, SOAP, WSDL y UDDI
Desarrollo de un servicio Web mediante JAX-RS
Orquestación de servicios BPEL
Comentarios finales sobre servicios Web

Se podrá variar ligeramente el orden de estos temas en caso de que haya que adecuar la teoría con la práctica de la asignatura.

En el laboratorio de la asignatura se llevarán a cabo **casos prácticos guiados** implementados mediante Sockets Java, Java RMI y mediante servicios web desarrollados en Java.

d. Métodos docentes

- Clase magistral participativa.
- Taller de casos prácticos guiados en el laboratorio.



e. Plan de trabajo

Véase el Anexo I.

f. Evaluación

La evaluación de la adquisición de competencias se basará en:

- Una prueba escrita al final del cuatrimestre en la que se evaluarán los conocimientos adquiridos tanto en las clases teórico-prácticas como en el laboratorio. Denominaremos **nota E** al resultado de la calificación de esta prueba escrita.
- Evaluaciones del trabajo del alumno en el laboratorio, con la que se obtendrá una **nota L** asociada al trabajo del alumno en el laboratorio. En esta evaluación se tendrán en cuenta:
 - Los informes escritos del trabajo realizado por el alumno, que supondrán un 25% del valor de la nota L.
 - Las respuestas de los alumnos a las preguntas planteadas por el profesor en el laboratorio, que supondrán un 60% del valor de la nota L.
 - La actitud y proactividad del alumno en el laboratorio, que supondrán un 15% del valor de la nota L.

g Material docente

g.1 Bibliografía básica

Los siguientes son libros básicos que se consideran adecuados para la adquisición de las competencias asociadas a la asignatura por parte del alumno.

- M. L. Liu. *Distributed Computing, principles and applications*. Prentice-Hall 2014.
- A. S. Tanenbaum & M. V. Steen. *Distributed Systems: Principles and Paradigms*, 2nd ed. Pearson-Prentice Hall, 2014.
- P. Deitel & H. Deitel. *Java how to program*, 10th ed. Prentice-Hall, 2015.
- Java API – Oracle Help Center <https://docs.oracle.com/javase/7/docs/api/>

g.2 Bibliografía complementaria

Los siguientes libros resultan útiles para algunas partes concretas de la asignatura.

- K. Sierra & B. Bates. *Head First Java*, 2nd ed. O'Reil, 2005.
- G. F. Coulouris, J. Dollimore & T. Kindberg. *Distributed systems: concepts and design*, 5th ed. Addison-Wesley, 2012.
- W. Emmerich. *Engineering distributed objects*. John Wiley & Sons, 2000.
- B. Eckel. *Piensa en Java*, 4^a edición, Pearson, 2007.

g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)



Guía docente de la asignatura

h. Recursos necesarios

Serán necesarios los siguientes recursos suministrados por la universidad:

- Entorno de trabajo en la plataforma Moodle ubicada en el Campus Virtual de la Universidad de Valladolid u otra plataforma virtual alternativa.
- Laboratorio de prácticas con ordenadores conectados a Internet o ordenador personal PC del alumno con conexión a Internet.

En caso de docencia no presencial, se requerirá que el alumno disponga de un ordenador PC con Windows.

i. Temporización por bloques temáticos

BLOQUE TEMÁTICO	CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
Bloque 1: Desarrollo de aplicaciones distribuidas	6 ECTS	Semanas 1 a 13

5. Métodos docentes y principios metodológicos

Métodos docentes: clases magistrales, resolución de problemas, tutorías personalizadas.

Principios metodológicos: aprendizaje basado en problemas.

6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teórico-prácticas (T/M)	26	Estudio y trabajo autónomo individual asociado a las clases teórico-prácticas	49
Clases prácticas de aula (A)		Estudio y trabajo autónomo grupal asociado a los Laboratorio	49
Laboratorios (L)	26		
Prácticas externas, clínicas o de campo			
Seminarios (S)			
Tutorías grupales (TG)			
Evaluación (fuera del periodo oficial de exámenes)			
Total presencial	52	Total no presencial	98
TOTAL presencial + no presencial			150



7. Sistema de calificaciones

La nota final de los alumnos en la asignatura en la primera convocatoria viene dada por la expresión:

$$Nota\ final = \begin{cases} E & \text{si } E < 5 \\ \text{máximo } \{E, E \cdot 0.7 + L \cdot 0.3\} & \text{si } E \geq 5 \end{cases} \quad (1)$$

siendo:

E la nota que al alumno obtiene en el **Examen Final** de la asignatura,

L la nota que el alumno obtiene en la parte de **laboratorio**.

La nota **E** se caracteriza por ser la asociada al examen final de la asignatura, el cual está asociado tanto a las clases teórico-prácticas como al trabajo en el laboratorio. Este examen se realiza en el día y hora fijado por el centro para la realización del mismo, y consta de dos partes. En la primera parte de este examen no se permite a los alumnos emplear documentación, mientras que en la segunda parte se permite a los alumnos usar un formulario manuscrito de tamaño A4. Las partes se realizan una a continuación de otra, con descansos de 10 minutos entre ellas. La duración de cada una de las partes es típicamente una hora. Cada una de las dos partes contribuye normalmente en un porcentaje similar al valor **E**. Tal y como se deriva de la Expresión (1), los alumnos tienen que obtener un valor mínimo de $E=5$ para aprobar la asignatura.

La nota **L** del laboratorio se compone de (i) la calificación de la actitud del alumno en el laboratorio, o en su casa realizando prácticas de laboratorio, ponderada 10%, (ii) la calificación de la evaluación de los informes que el alumno realiza en su trabajo en el laboratorio, ponderada al 30%, y (iii) la calificación de la evaluación de la presentación que los alumnos hacen de su trabajo en el laboratorio al finalizar algunas de las jornadas del mismo, ponderada al 60%. Tal y como se deriva de la Expresión (1), los alumnos pueden no asistir al laboratorio de la asignatura.

En la segunda convocatoria, o convocatoria extraordinaria, se emplea la misma expresión (1), y las mismas normas, que en la primera convocatoria.

No se guardan ninguna nota de un curso académico para el siguiente.

8. Consideraciones finales

El Anexo I mencionado en la guía, donde se describe la planificación detallada, se entregará al comienzo de la asignatura.



Adenda a la Guía Docente de la asignatura

En esta adenda se detallan los cambios que se puedan derivar de una situación excepcional de docencia no presencial a causa de la crisis sanitaria COVID-19.

A4. Contenidos y/o bloques temáticos

Bloque 1: "Nombre del Bloque"

Carga de trabajo en créditos ECTS:

c. Contenidos Adaptados a formación online

El temario a impartir no variará, siendo por tanto el siguiente:

TEMA 1: Introducción a la computación distribuida

- Definiciones
- Historia de la computación distribuida
- Diferentes formas de computación
- Virtudes y limitaciones de la computación distribuida
- Conceptos básicos de sistemas operativos
- Conceptos básicos de redes
- Conceptos básicos de ingeniería del software

TEMA 2 : IPC-Comunicación entre procesos

- Un arquetipo de interfaz de programación para comunicación entre procesos
- Sincronización de eventos
- Temporizadores e hilos de ejecución
- Interbloqueos y temporizadores
- Representación y codificación de datos
- Protocolos basados en texto y protocolos de solicitud-respuesta
- Diagramas de eventos y de secuencia
- Comunicación entre procesos orientada y no orientada a conexión
- Evolución de los paradigmas de comunicación entre procesos

TEMA 3: El API de *sockets*

- Antecedentes
- La metáfora de *sockets* en la comunicación entre procesos
- El API de *sockets* datagrama
- Sockets* con operaciones de E/S no bloqueantes
- El API de *sockets* seguros



TEMA 4: Paradigmas de computación distribuida

Paradigmas y abstracción
Paradigmas para aplicaciones distribuidas
Comparativa

TEMA 5: Nombres en sistemas distribuidos

Nombres, identificadores y direcciones
Nombres planos
Tablas HASH distribuidas
Nombres estructurados

TEMA 6: Objetos distribuidos-Java RMI

Paso de mensajes frente a objetos distribuidos
Una arquitectura típica de objetos distribuidos
Sistemas de objetos distribuidos
Llamadas a procedimientos remotos (RPC)
Invocaciones a Métodos Remotos (RMI)
La arquitectura de Java RMI
El API de Java RMI
Una aplicación RMI de ejemplo
Pasos para construir una aplicación RMI
Comparación entre RMI y el API de *Sockets*

TEMA 7: Sincronización y coordinación en sistemas distribuidos

Relojes físicos
Sincronización de relojes físicos
Relojes lógicos
Relojes vectoriales
Exclusión mutua
Algoritmos de elección
Correspondencia de eventos
Coordinación basada en contagio

TEMA 8: Tolerancia a fallos en sistemas distribuidos

Disponibilidad, confiabilidad, seguridad, mantenimiento y otros conceptos básicos
Modelos de fallos
Disfrazado de fallos por redundancia
Enmascaramiento de fallos y replicación
Consistencia entre máquinas en sistemas distribuidos
Acuerdos en sistemas defectuosos
El problema del acuerdo bizantino



Guía docente de la asignatura

TEMA 9: Servicios Web

Introducción

Desarrollo de un servicio Web mediante JAX-WS, SOAP, WSDL y UDDI

Desarrollo de un servicio Web mediante JAX-RS

Orquestación de servicios BPEL

Comentarios finales sobre servicios Web

Se podrá variar ligeramente el orden de estos temas en caso de que haya que adecuar la teoría con la práctica de la asignatura.

En el laboratorio de la asignatura se llevarán a cabo **casos prácticos guiados** Implementados mediante Sockets Java, Java RMI y mediante servicios web desarrollados en Java, que el alumno tendrá que realizar en su casa.

d. Métodos docentes online

- Clase magistral participativa mediante videoconferencia.
- Prácticas realizadas por el alumno en su casa con seguimiento a través del campus virtual y a través de videoconferencia.

e. Plan de trabajo online

Véase el Anexo I.

f. Evaluación online

La evaluación de la adquisición de competencias se basará en:

- Un examen, realizado telemáticamente al final del cuatrimestre, en la que se evaluarán los conocimientos adquiridos tanto en las clases teórico-prácticas como en el laboratorio. Denominaremos **nota E** al resultado de la calificación de este examen.
- Evaluaciones puntuales del trabajo del alumno en su trabajo asociado al laboratorio, con la que se obtendrá una **nota L** asociada al trabajo del alumno en el laboratorio. En esta evaluación se tendrán en cuenta:
 - Los informes escritos del trabajo realizado por el alumno a través del campus virtual, que supondrán un 40% del valor de la nota L.
 - Las respuestas de los alumnos a las preguntas planteadas por el profesor en sesiones de seguimiento videoconferencia, que supondrán un 60% del valor de la nota L.

i. Temporalización

BLOQUE TEMÁTICO	CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
Bloque 1: Desarrollo de aplicaciones distribuidas	6 ECTS	Semanas 1 a 13



A5. Métodos docentes y principios metodológicos

Las clases teórico-prácticas se impartirán mediante videoconferencia, compartiéndose una pantalla de PowerPoint en la que se realizan anotaciones con una tableta digitalizadora, recibiendo consultas en tiempo real de los alumnos, y realizándoles también preguntas para captar su atención en el desarrollo de la clase.

En las prácticas semanales de laboratorio, el profesor proporcionará a los alumnos el enunciado de las prácticas antes de la jornada semanal de prácticas. Durante las dos horas correspondientes a cada práctica, el profesor estará en videoconferencia para resolver dudas y para realizar un seguimiento del desarrollo de la práctica.

A6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES A DISTANCIA	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teórico-prácticas (T/M)	26	Estudio y trabajo autónomo individual asociado a las clases teórico-prácticas	45
Clases prácticas de aula (A)		Estudio y trabajo autónomo grupal asociado a los Laboratorio	45
Laboratorios (L)	26		
Prácticas externas, clínicas o de campo			
Seminarios (S)			
Tutorías grupales (TG)			
Evaluación (fuera del periodo oficial de exámenes)			
Total presencial	52	Total no presencial	90
TOTAL presencial + no presencial			142

⁽²⁾ Actividad presencial a distancia es aquella en la que un grupo de alumnos sigue una videoconferencia de forma síncrona a la clase impartida por el profesor.

A7. Sistema y características de la evaluación

Criterio: cuando más del 50% de los días lectivos del cuatrimestre transcurran en situación de contingencia, se asumirán como criterios de evaluación los indicados en la adenda.

La nota final de los alumnos en la asignatura en la primera convocatoria viene dada por la expresión:

$$Nota\ final = \begin{cases} E & \text{si } E < 5 \\ \text{máximo } \{E, E \cdot 0.7 + L \cdot 0.3\} & \text{si } E \geq 5 \end{cases} \quad (1)$$

siendo:

E la nota que al alumno obtiene en el **Examen Final** de la asignatura que en este caso se realizará telemáticamente a través del sistema Moodle del Campus Virtual de la asignatura.

L la nota que el alumno obtiene en la parte de **laboratorio**.



Guía docente de la asignatura

En la segunda convocatoria, o convocatoria extraordinaria, se emplea la misma expresión (1), y las mismas normas, que en la primera convocatoria.

No se guardan ninguna nota de un curso académico para el siguiente.