



Guía docente de la asignatura

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		
Horario de tutorías	Véase <a href="http://www.uva.es">www.uva.es</a> → Centros → Campus de Valladolid → Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación → Tutorías		
Departamento	TEORÍA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES E INGENIERÍA TELEMÁTICA		



## 1. Situación / Sentido de la Asignatura

### 1.1 Contextualización

La aparición y generalización de las redes de ordenadores ha dado lugar a la aparición de dos nuevos tipos de aplicaciones: las aplicaciones en red y las aplicaciones distribuidas. Estas aplicaciones se caracterizan por estar constituidas por varias partes que se pueden ejecutar en diferentes ordenadores. La coordinación entre estas partes se lleva a cabo mediante el intercambio de información a través de la red.

El desarrollo de una aplicación en red supone un esfuerzo superior al de una aplicación centralizada, ya que el desarrollador debe considerar todas las tareas de bajo nivel necesarias para el envío y recepción de información a través de la red y la gestión de los errores que puedan surgir durante esta comunicación. El desarrollo de las aplicaciones en red se basa en el uso de una API (interfaz de programación de aplicaciones) de acceso a los servicios de transporte de datos proporcionados por el sistema operativo. Esta API permite la solicitud de operaciones de bajo nivel relacionadas con el uso de la red (establecimiento y liberación de conexiones, envío y recepción de paquetes, etc.)

Para simplificar el desarrollo de las aplicaciones en red, de forma que la complejidad sea similar a la del desarrollo de una aplicación centralizada, surge el concepto de *middleware* o software intermediario. El *middleware* es, básicamente, una capa de software situada entre el sistema operativo y la aplicación a desarrollar, y que permite a la aplicación usar funciones de alto nivel (ejecución de una función en un ordenador remoto) sin necesidad de usar explícitamente las funciones de bajo nivel necesarias para la interacción con la red de comunicación. La aparición del *middleware* ha hecho surgir un nuevo tipo de aplicaciones, las aplicaciones distribuidas, que básicamente se diferencian de las aplicaciones en red en que el desarrollador no necesita incluir código para acceder a las funciones de bajo nivel relacionadas con la red (las operaciones sobre la red necesarias para acceder a un recurso remoto se realizan implícitamente mediante el software intermediario). En este concepto de *middleware* se basan las tecnologías para el desarrollo de aplicaciones distribuidas utilizadas mayoritariamente en la actualidad, como pueden ser *enterprise java beans*, *.Net* o *servicios web*.

La situación actual con redes ubicuas y de relativamente altas prestaciones ha dado lugar a un gran número de aplicaciones que necesitan usar una red de comunicaciones para proporcionar las funciones para las que han sido diseñadas. Por este motivo, resulta necesario en la actualidad formar profesionales que comprendan los principales problemas inherentes al desarrollo de aplicaciones en red y distribuidas y conozcan las principales tecnologías disponibles para desarrollar este tipo de aplicaciones de forma eficiente.

En esta asignatura se analizarán las principales diferencias entre aplicaciones centralizadas, en red y distribuidas y se explicará e ilustrará con ejemplos el proceso de desarrollo de aplicaciones en red y distribuidas siguiendo distintas tecnologías ampliamente usadas en la actualidad y que están basadas en los distintos tipos de *middleware* previamente presentados.



## 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.

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".



## 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. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teórico-prácticas (T/M)	30	Estudio y trabajo autónomo individual	45
Clases prácticas de aula (A)	0	Estudio y trabajo autónomo grupal	45
Laboratorios (L)	30		
Prácticas externas, clínicas o de campo	0		
Seminarios (S)	0		
Tutorías grupales (TG)			
Evaluación (fuera del periodo oficial de exámenes)	0		
<b>Total presencial</b>	<b>60</b>	<b>Total no presencial</b>	<b>90</b>



## 5. Bloques temáticos

### Bloque 1: Desarrollo de aplicaciones distribuidas

Carga de trabajo en créditos ECTS: 6

#### a. Contextualización y justificación

Véase el apartado 1.1.

#### b. Objetivos de aprendizaje

Véase el apartado 3.

#### c. Contenidos

El temario a impartir en las clases teóricas es el siguiente:

##### TEMA 1: Introducción a los Sistemas Distribuidos

- 1.1 Definición de un Sistema Distribuido
- 1.2 Objetivos que persiguen los Sistemas Distribuidos
- 1.3 Tipos de Sistemas Distribuidos

##### TEMA 2: Arquitecturas de los Sistemas Distribuidos

- 2.1 Estilos de arquitecturas de los Sistemas Distribuidos
- 2.2 Arquitecturas del sistema
- 2.3 Arquitecturas versus Middleware
- 2.4 Auto-manejo en Sistemas Distribuidos

##### TEMA 3: Comunicación en Sistemas Distribuidos

- 3.1 Fundamentos
- 3.2 Llamadas a procedimientos remotos (RPCs)
- 3.3 Comunicación orientada a mensajes
- 3.4 Comunicación orientada a flujos
- 3.5 Comunicación multicast

##### TEMA 4: Identificación en Sistemas Distribuidos

- 4.1 Nombres, identificadores y direcciones
- 4.2 Identificación sin estructura
- 4.3 Identificación estructurada
- 4.4 Identificación basada en atributos



### **TEMA 5: Sincronización en Sistemas Distribuidos**

- 5.1 Sincronización de relojes
- 5.2 Relojes lógicos
- 5.3 Exclusión mutua
- 5.4 Posicionamiento global de nodos
- 5.5 Elección de algoritmos

### **TEMA 6: Consistencia y replicación en Sistemas Distribuidos**

- 6.1 Modelos de consistencia centrados en los datos
- 6.2 Modelos de consistencia centrados en los clientes
- 6.3 Manejo de réplicas
- 6.4 Consistencia de protocolos

### **TEMA 7: Tolerancia a fallos en Sistemas Distribuidos**

- 7.1 Introducción a la tolerancia a fallos
- 7.2 Recuperación de procesos
- 7.3 Comunicación confiable cliente-servidor
- 7.4 Comunicación confiable entre grupos
- 7.5 Acometida distribuida
- 7.6 Recuperación

### **TEMA 8: Seguridad en Sistemas Distribuidos**

- 8.1 Introducción a la seguridad
- 8.2 Canales seguros
- 8.3 Control de acceso
- 8.4 Gestión de la seguridad

### **TEMA 9: Sistemas distribuidos basados en objetos**

- 9.1 Arquitectura
- 9.2 Procesos
- 9.3 Comunicación; ejemplo con Java RMI
- 9.4 Identificación
- 9.5 Sincronización
- 9.6 Consistencia y replicación
- 9.7 Tolerancia a fallos; ejemplo con CORBA
- 9.8 Seguridad

### **TEMA 10: Sistemas distribuidos basados en web**

- 10.1 Arquitectura
- 10.2 Procesos
- 10.3 Comunicación



## Guía docente de la asignatura

---

- 10.4 Identificación
- 10.5 Sincronización
- 10.6 Consistencia y replicación
- 10.7 Tolerancia a fallos
- 10.8 Seguridad

El laboratorio constará de cuatro prácticas. Una primera práctica destinada al repaso de la programación en lenguaje Java. Una segunda práctica en la que se diseñarán e implementarán aplicaciones distribuidas empleando sockets. Y una tercera práctica en la que se diseñarán e implementarán aplicaciones distribuidas mediante Java RMI. Y una cuarta práctica en la que se diseñarán e implementarán aplicaciones distribuidas mediante tecnología REST. Las prácticas podrán ser divididas en varias partes, para realizar cada una de estas partes en una jornada de laboratorio.

**PRÁCTICA 1:** Repaso de la programación en lenguaje Java (2 jornadas de laboratorio).

**PRÁCTICA 2:** Diseño e implementación de aplicaciones distribuidas empleando Sockets (3 jornadas de laboratorio).

**PRÁCTICA 3:** Diseño e implementación de aplicaciones distribuidas empleando Java RMI (5 jornadas de laboratorio).

**PRÁCTICA 4:** Diseño e implementación de aplicaciones distribuidas empleando tecnología REST (5 jornadas de laboratorio).

### d. Métodos docentes

---

- Clase magistral participativa.
- Taller de prácticas guiadas 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.
- Evaluaciones del trabajo del alumno en el laboratorio, que se realizará mediante la valoración de:
  - Los informes escritos del trabajo realizado por el alumno
  - Las respuestas de los alumnos a las preguntas planteadas por el profesor en el laboratorio.
  - La actitud, trabajo y esfuerzo del alumno en el laboratorio.





### g. Bibliografía básica

- A.S.Tananbaum & M.V. Steen. *Distributed Systems: Principles and Paradigms*, 2<sup>nd</sup> ed. Pearson-Prentice Hall, 2007.
- P. Deitel & H. Deitel. *Java how to program*, 9<sup>th</sup> ed. Prentice-Hall, 2012.

### h. Bibliografía complementaria

- G. F. Coulouris, J. Dollimore & T. Kindberg. *Distributed systems: concepts and design*, 5<sup>th</sup> ed. Addison-Wesley, 2012.
- K. Sierra & B. Bates. *Head First Java*, 2<sup>nd</sup> ed. O'Reil, 2005.
- R. W. Stevens. *Unix Network Programming. Networking APIs: sockets and XTI*, 2<sup>a</sup> ed. Prentice-Hall, 1998.
- W. Emmerich. *Engineering distributed objects*. John Wiley & Sons, 2000.
- C. Szyperski. *Component software: beyond object oriented programming*. Addison Wesley, 1999.
- G. Alonso, F. Casati, H. Kuno & V. Machiraju. *Web Services: Concepts, Architectures and Applications*. Springer, 2004.
- L. Richardson, S. Ruby & D. H. Hansson. *RESTful web services*. O'Reilly, 2007.
- P. Deitel & H. Deite. *Java, how to program, ninth edition*. Prentice Hall. 2012.
- J. Pritchard. *COM and CORBA side by side: architectures, strategies, and implementations*. Addison-Wesley, 1999.
- G. Suresh Raj. *A Detailed Comparison of CORBA, DCOM and Java/RMI*. 2000.  
<http://my.execpc.com/~gopalan/misc/compare.html>
- Oracle: *Java Platform, Standard Edition 7 API Specification*. 2011.  
<http://java.sun.com/javase/7/docs/api/>
- Oracle: *Java Platform, Enterprise Edition (Java EE). Documentation home page*.  
<http://java.sun.com/j2ee>
- Oracle: *The java tutorials: RMI*. 2012.  
<http://download.oracle.com/javase/tutorial/rmi/index.html>
- Oracle: *Dynamic code downloading using RMI*. 2003.  
<http://download.oracle.com/javase/1.4.2/docs/guide/rmi/codebase.html>
- Oracle: *Java SE documentation: Java Remote Method Invocation (Java RMI)*. 2011.  
<http://download.oracle.com/javase/7/docs/technotes/guides/rmi/index.html>
- Oracle: *Java SE documentation: Java RMI over IIOP*. 2011.  
<http://download.oracle.com/javase/7/docs/technotes/guides/rmi-iiop/index.html>
- *The java tutorials: Java Naming and Directory Interface*. 2012.  
<http://download.oracle.com/javase/tutorial/ndi/index.html>
- Oracle: *Java SE Documentation. Java IDL (CORBA)*. 2011.  
<http://java.sun.com/javase/6/docs/technotes/guides/idl/>
- *Microsoft Component Object Model Technologies*. 2012.  
<http://www.microsoft.com/com/default.msp>
- E. Roman, S. Ambler, & T. Jewell, *Mastering Enterprise JavaBeans*, 2.a ed. Wiley, 2002.
- D. Sevilla, *Tutorial de CCM*. <http://ditec.um.es/~dsevilla/ccm/#CCMtutorial>
- D. C. Schmidt, *Página web de Douglas C. Schmidt sobre CCM*.  
<http://www.cs.wustl.edu/~schmidt/corba.html>



---

## Guía docente de la asignatura

---

- G. Suresh Raj, *Component Engineering Cornucopia*.. <http://my.execpc.com/~gopalan/>
- Object Management Group: Tutorial sobre CCM.  
[http://www.omg.org/news/meetings/workshops/RT\\_2003\\_Manual/Tutorials/T3\\_CCM\\_Wang-Rodrigues.pdf](http://www.omg.org/news/meetings/workshops/RT_2003_Manual/Tutorials/T3_CCM_Wang-Rodrigues.pdf)
- Microsoft: *Microsoft .NET*. <http://www.microsoft.com/net>
- Codeguru: *The .NET Architecture*. [http://www.codeguru.com/csharp/sample\\_chapter/article.php/c8245](http://www.codeguru.com/csharp/sample_chapter/article.php/c8245)
- W3C: *Web of services*. 2012. <http://www.w3.org/standards/webofservices/>
- W3C: *Web Services Activity*. 2011. <http://www.w3.org/2002/ws>

### i. Recursos necesarios

---

- Documentación de apoyo
- 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 al menos un ordenador para cada dos alumnos, para las sesiones de laboratorio.



## 6. Temporalización (por bloques temáticos)

BLOQUE TEMÁTICO	CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
Bloque 1: Desarrollo de aplicaciones distribuidas	6 ECTS	Semanas 1 a 15

## 7. Sistema de calificaciones – Tabla resumen

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Examen final escrito sobre los conocimientos adquiridos tanto en las clases teórico-prácticas como en el laboratorio.	60%	Es condición necesaria (pero no suficiente) para superar la asignatura alcanzar una calificación igual o superior a 5 sobre 10 puntos en este examen. Si el alumno supera el mínimo de laboratorio pero no el del examen final escrito, su nota será la del examen final escrito.
Evaluación del trabajo de alumno en el laboratorio.	40%	Es condición necesaria (pero no suficiente) para superar la asignatura alcanzar una calificación igual o superior a 5 sobre 10 puntos en la nota total de laboratorio. Si el alumno supera el mínimo del examen final escrito pero no el mínimo de laboratorio, su nota será la de laboratorio.

En el caso de la convocatoria extraordinaria:

- Se mantiene la calificación obtenida en cada instrumento de la tabla anterior siempre que dicha calificación sea igual o superior a 5 puntos sobre 10.
- El alumno deberá realizar de nuevo el examen final escrito sobre los conocimientos adquiridos tanto en las clases teórico-prácticas como en el laboratorio si la nota obtenida en él para la convocatoria ordinaria es inferior a 5 sobre 10 puntos.
- El alumno deberá realizar un examen específico de laboratorio para la convocatoria extraordinaria si su nota de trabajo en el laboratorio en la convocatoria ordinaria es inferior a 5 sobre 10 puntos. Este examen específico de laboratorio sustituirá a la evaluación del trabajo del alumno en el laboratorio realizada mediante informes escritos del trabajo realizado por el alumno, las respuestas de los alumnos a las preguntas planteadas por el profesor en el laboratorio, y la valoración realizada por el profesor de la actitud, trabajo y esfuerzo del alumno en el laboratorio.

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

## Consideraciones finales

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