

**ANX-PR/CL/001-01**  
**GUÍA DE APRENDIZAJE**

**ASIGNATURA**

Sistemas distribuidos

**CURSO ACADÉMICO - SEMESTRE**

2016-17 - Primer semestre

## Datos Descriptivos

---

<b>Nombre de la Asignatura</b>	Sistemas distribuidos
<b>Titulación</b>	61AC - Master Universitario en Software de Sistemas Distribuidos y Empotrados
<b>Centro responsable de la titulación</b>	Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sistemas Informáticos
<b>Semestre/s de impartición</b>	Primer semestre
<b>Materias</b>	Sistemas distribuidos
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Código UPM</b>	613000036
<b>Nombre en inglés</b>	Sistemas distribuidos

## Datos Generales

---

<b>Créditos</b>	6	<b>Curso</b>	1
<b>Curso Académico</b>	2016-17	<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano	<b>Otros idiomas de impartición</b>	

## Requisitos Previos Obligatorios

---

### Asignaturas Previas Requeridas

El plan de estudios Master Universitario en Software de Sistemas Distribuidos y Empotrados no tiene definidas asignaturas previas superadas para esta asignatura.

### Otros Requisitos

El plan de estudios Master Universitario en Software de Sistemas Distribuidos y Empotrados no tiene definidos otros requisitos para esta asignatura.

## Conocimientos Previos

---

### Asignaturas Previas Recomendadas

El coordinador de la asignatura no ha definido asignaturas previas recomendadas.

### Otros Conocimientos Previos Recomendados

Programación.

Sistemas Operativos.

Redes de Computadores

## Competencias

---

- CE3 - Capacidad para modelar, diseñar, definir la arquitectura, implantar, gestionar, operar, administrar y mantener aplicaciones, redes, sistemas y servicios en el ámbito de los Sistemas Distribuidos y Empotrados
- CE4 - Capacidad de comprender y saber aplicar el funcionamiento y organización de Internet, las tecnologías y protocolos de redes de nueva generación, los modelos de componentes, software intermediario y los servicios.
- CE5 - Capacidad para diseñar, desarrollar, gestionar y evaluar mecanismos de garantía de seguridad en el tratamiento y acceso a la información en un sistema de procesamiento local o distribuido.
- CE6 - Capacidad para diseñar y evaluar aplicaciones y sistemas basados en computación distribuida y para implantar sistemas operativos y servidores
- CE7 - Capacidad de diseñar y desarrollar aplicaciones y servicios informáticos en sistemas móviles, de tiempo real, empotrados y ubicuos.
- CG10 - Resolución de problemas.
- CG12 - Aprendizaje autónomo, adaptación a nuevas situaciones y motivación por el desarrollo profesional permanente.

## Resultados de Aprendizaje

---

- RA39 - Construye sistemas de ficheros distribuidos
- RA38 - Construye middlewares basados tanto en comunicación directa (RPC, ...) como en comunicación indirecta (multienvío, ...).
- RA40 - Diseña algoritmos de sincronización y coordinación distribuidos.
- RA43 - Construye soluciones distribuidas flexibles y escalables de calidad
- RA36 - Identifica y comprende los modelos y arquitecturas actuales de los sistemas distribuidos
- RA86 - Trabajando en equipo, propone y construye soluciones a problemas en diferentes campos desde una perspectiva global
- RA89 - Integrar diversas teorías o modelos (de una disciplina) haciendo una síntesis personal y creativa adaptada a las propias necesidades profesionales.

## Profesorado

---

### Profesorado

Nombre	Despacho	e-mail	Tutorías
Arevalo Viñuales, Sergio	4413	sergio.arevalo@upm.es	J - 16:30 - 18:30
Muñoz Fernandez, Maria Isabel ( <b>Coordinador/a</b> )	4414	isabel.munoz@upm.es	J - 16:30 - 18:30

**Nota.-** Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

## Descripción de la Asignatura

---

El software que coordina un grupo de computadores conectados entre sí con redes de comunicación para obtener un objetivo concreto se denomina Sistema Distribuido. La mayoría de las aplicaciones y sistemas software que se usan actualmente son por tanto distribuidos.

En esta asignatura estudiaremos paradigmas de procesamiento distribuido muy actuales y comunes en Internet de las cosas (IoT), Cloud Computing y Big Data. Presentaremos primero al alumno los modelos y las arquitecturas de los sistemas distribuidos modernos. Después estudiaremos las diferentes formas en que los procesos y objetos se comunican en estos sistemas, tanto de forma directa como de forma indirecta (RPCs, RMI, Publisher/Subscriber, Multicast). A continuación, pasaremos a analizar las transacciones distribuidas como ejemplo de coordinación de procesos en el acceso a bases de datos. Finalmente, se hablará del "stream processing" como otra forma de abordar el tratamiento de los datos distribuidos.

## Temario

---

1. Tema 1. Introduction. System Models
  - 1.1. Motivation
  - 1.2. Distributed Abstractions
  - 1.3. Examples
  - 1.4. Model
  - 1.5. Cloud computing. A distributed system architecture
2. Tema 2. Direct Communication. Remote Method Invocation
  - 2.1. Remote Procedure Calling
  - 2.2. Remote Method Invocation

3. Tema 3. Indirect Communication. Publishers/subscribers. Group Communication (Multicast)

- 3.1. Definition of Publish/Subscribe Systems
- 3.2. Examples of Publish/Subscribe Systems
- 3.3. Properties of Publish/Subscribe Systems
- 3.4. Programming Model of Publish/Subscribe Systems
- 3.5. Implementation of Publish/Subscribe Systems
- 3.6. QoS of Multicast
- 3.7. Layer Architecture of Multicast
- 3.8. Multicast Delivery Guarantees
- 3.9. Multicast Order Delivery Guarantees
- 3.10. Group Membership Service

4. Tema 4. Distributed Transactions

- 4.1. Definition
- 4.2. Properties
- 4.3. Concurrency Control Algorithms
- 4.4. Transaction recovery Algorithms

5. Tema 5. Stream processing

- 5.1. Definition
- 5.2. Properties
- 5.3. Examples of use

6. Laboratory. Zookeeper Programming

- 6.1. Introduction. Installing and configuring a Zookeeper service.
- 6.2. Using Command Interface.
- 6.3. Configuring a Quorum Zookeeper Service.
- 6.4. Java Programming of a Zookeeper Clients.

## Cronograma

**Horas totales:** 73 horas y 30 minutos

**Horas presenciales:** 61 horas y 30 minutos (39.4%)

**Peso total de actividades de evaluación continua:**  
100%

**Peso total de actividades de evaluación sólo prueba final:**  
100%

Semana	Actividad Presencial en Aula	Actividad Presencial en Laboratorio	Otra Actividad Presencial	Actividades Evaluación
Semana 1	<p><b>Tema 1.</b> Duración: 05:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Practica Zookeeper</b> Duración: 05:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Resolución de problemas (RA36, RA38, RA40)</b> Duración: 00:15 OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Actividad presencial</p> <p><b>Estudio de Zookeeper a través de libros y de documentación online (RA38, RA43)</b> Duración: 02:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad no presencial</p>
Semana 2	<p><b>Tema 2.</b> Duración: 05:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Practica Zookeeper</b> Duración: 05:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Resolución de problemas (RA36, RA38, RA40)</b> Duración: 00:15 OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Actividad presencial</p> <p><b>Estudio de Zookeeper a través de libros y de documentación online (RA38, RA43)</b> Duración: 02:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad no presencial</p>
Semana 3	<p><b>Tema 3.</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Practica Zookeeper</b> Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Examen parcial de teoría.(RA36, RA38, RA40)</b> Duración: 01:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Actividad presencial</p> <p><b>Examen parcial de prácticas(RA38, RA43)</b> Duración: 01:00 EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Actividad presencial</p> <p><b>Resolución de problemas (RA36, RA38, RA40)</b> Duración: 00:15 OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Actividad presencial</p> <p><b>Estudio de Zookeeper a través de libros y de documentación online (RA38, RA43)</b> Duración: 02:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad no presencial</p>

Semana 4	<p><b>Tema 3.</b> Duración: 05:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Practica Zookeeper</b> Duración: 05:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Resolución de problemas (RA36, RA38, RA40)</b> Duración: 00:15 OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Actividad presencial <b>Estudio de Zookeeper a través de libros y de documentación online</b> Duración: 02:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad no presencial</p>
Semana 5	<p><b>Tema 4.</b> Duración: 05:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Practica Zookeeper</b> Duración: 05:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Resolución de problemas (RA36, RA38, RA40)</b> Duración: 00:15 OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Actividad presencial <b>Estudio de Zookeeper a través de libros y de documentación online</b> Duración: 02:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad no presencial</p>
Semana 6	<p><b>Tema 5.</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Practica Zookeeper</b> Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Examen parcial de prácticas. (RA38, RA43)</b> Duración: 01:00 EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Actividad presencial <b>Examen parcial de teoría. (RA36, RA38, RA40)</b> Duración: 01:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Actividad presencial <b>Resolución de problemas (RA36, RA38, RA40)</b> Duración: 00:15 OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Actividad presencial <b>Estudio de Zookeeper a través de libros y de documentación online (RA38, RA43)</b> Duración: 02:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad no presencial</p>
Semana 7				
Semana 8				
Semana 9				
Semana 10				
Semana 11				
Semana 12				
Semana 13				
Semana 14				
Semana 15				



Semana 16				
Semana 17				<p><b>Examen final de teoría. (RA36, RA38, RA40)</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>EX: Técnica del tipo Examen Escrito</p> <p>Evaluación sólo prueba final</p> <p>Actividad presencial</p> <p><b>Examen parcial de prácticas.(RA38, RA43)</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas</p> <p>Evaluación sólo prueba final</p> <p>Actividad presencial</p>

**Nota.-** El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura que puede sufrir modificaciones durante el curso.

**Nota 2.-** Para poder calcular correctamente la dedicación de un alumno, la duración de las actividades que se repiten en el tiempo (por ejemplo, subgrupos de prácticas") únicamente se indican la primera vez que se definen.

## Actividades de Evaluación

Semana	Descripción	Duración	Tipo evaluación	Técnica evaluativa	Presencial	Peso	Nota mínima	Competencias evaluadas
1	Resolución de problemas (RA36, RA38, RA40)	00:15	Evaluación continua	OT: Otras técnicas evaluativas	Sí	1%		CG10
1	Estudio de Zookeeper a través de libros y de documentación online (RA38, RA43)	02:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	1%		CG12
2	Resolución de problemas (RA36, RA38, RA40)	00:15	Evaluación continua	OT: Otras técnicas evaluativas	Sí	1%		CG10
2	Estudio de Zookeeper a través de libros y de documentación online (RA38, RA43)	02:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	1%		CG12
3	Examen parcial de teoría.(RA36, RA38, RA40)	01:00	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	22%	4 / 10	
3	Examen parcial de prácticas(RA38, RA43)	01:00	Evaluación continua	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Sí	22%	4 / 10	CG12
3	Resolución de problemas (RA36, RA38, RA40)	00:15	Evaluación continua	OT: Otras técnicas evaluativas	Sí	1%		CG10
3	Estudio de Zookeeper a través de libros y de documentación online (RA38, RA43)	02:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	1%		CG12
4	Resolución de problemas (RA36, RA38, RA40)	00:15	Evaluación continua	OT: Otras técnicas evaluativas	Sí	1%		CG10
4	Estudio de Zookeeper a través de libros y de documentación online	02:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	1%		CG12
5	Resolución de problemas (RA36, RA38, RA40)	00:15	Evaluación continua	OT: Otras técnicas evaluativas	Sí	1%		CG10
5	Estudio de Zookeeper a través de libros y de documentación online	02:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	1%		CG12
6	Examen parcial de teoría.(RA36, RA38, RA40)	01:00	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	22%	4 / 10	CE3, CG10, CE4
6	Examen parcial de prácticas. (RA38, RA43)	01:00	Evaluación continua	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Sí	22%	4 / 10	CE7, CE5, CE6
6	Resolución de problemas (RA36, RA38, RA40)	00:15	Evaluación continua	OT: Otras técnicas evaluativas	Sí	1%		CG10
6	Estudio de Zookeeper a través de libros y de documentación online (RA38, RA43)	02:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	1%		CG12
17	Examen final de teoría. (RA36, RA38, RA40)	01:00	Evaluación sólo prueba final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	50%	5 / 10	CE3, CG10, CE4
17	Examen parcial de prácticas.(RA38, RA43)	01:00	Evaluación sólo prueba final	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Sí	50%	5 / 10	CE7, CE5, CE6

## Criterios de Evaluación

### Evaluación continua de la asignatura:

- Bloque I. Teoría. (44%) Dos pruebas parciales escritas.
- Bloque II. Prácticas. (44%) Dos pruebas parciales.
- Bloque III. Competencias transversales:  
Aprendizaje autónomo. 6%  
Resolución de problemas. 6%

Solo se podrá aprobar si se obtiene al menos un 4 sobre 10 en cada uno de los bloques anteriores.

Los alumnos que deseen acogerse a la evaluación final, deberán notificarlo como máximo al final de la segunda semana de clase de la asignatura.

Evaluación de la asignatura en el periodo extraordinario.

El examen extraordinario de julio constará de 2 bloques de evaluación distintos: teoría y prácticas. Los alumnos que en evaluación continua hayan superado alguno de estos bloques, no tendrán que examinarse de ellos de nuevo. Las actividades de evaluación previstas son:

- Bloque I. Teoría. Prueba escrita (50%)
- Bloque II. Prácticas. (50%) Solo se podrá aprobar si se obtiene un 4 sobre 10 en cada uno de los bloques anteriores.

## Recursos Didácticos

Descripción	Tipo	Observaciones
Distributed Systems, concepts and design, 4th Edition. G. Coulouris. J. Dollimore, T. Kindberg, G. Blair. Addison Wesley, 2012.	Bibliografía	
Introduction to Reliable and Secure Distributed Programming Authors: Cachin, Christian, Guerraoui, Rachid, Rodrigues, Luís. Springer (2011)	Bibliografía	
Communication and Agreement Abstractions for Fault Tolerant Asynchronous Distributed Systems. Michel Raynal. Morgan & Claypool Publishers 2010	Bibliografía	
ZooKeeper: Distributed Process Coordination. Flavio Junqueira, Benjamin Reed. O'Reilly, 2013.	Bibliografía	
Making Sense of Stream Processing. By Martin Kleppmann Publisher: O'Reilly Released: May 2016	Bibliografía	
Moodle de la asignatura.	Recursos web	
Laboratorio de ordenadores con sistema operativo tipo Unix.	Equipamiento	

## Otra Información

En esta asignatura se cubren las competencias genéricas de Resolución de Problemas (CG10) y Trabajo Autónomo (CG12). En cuanto a la resolución de problemas se trabajará todas las semanas durante una sesión presencial de 15 m, donde los alumnos realizarán problemas. Respecto a la competencia de Trabajo Autónomo, se trabajará la competencia durante la realización de las prácticas de la asignatura. En cada sesión se les dará una orientación de cómo buscar documentación on-line de calidad de las herramientas software a utilizar en las prácticas presenciales.

El peso de la evaluación en la nota final de la asignatura de cada una de las competencias será del 6% .