



POLITÉCNICA

CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de  
Telecomunicacion

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**93000908 - Sistemas distribuidos y computación en la nube**

### PLAN DE ESTUDIOS

09AS - Master Universitario en Ingeniería de Redes y Servicios Telematicos

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2017-18 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos .....	1
2. Profesorado .....	1
3. Conocimientos previos recomendados .....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje .....	2
5. Descripción de la asignatura y temario .....	3
6. Cronograma .....	6
7. Actividades y criterios de evaluación .....	8
8. Recursos didácticos .....	10

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1 Datos de la asignatura

<b>Nombre de la Asignatura</b>	93000908 - Sistemas distribuidos y computación en la nube
<b>Nº de Créditos</b>	4.5 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Primer semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	09AS - Master Universitario en Ingeniería de Redes y Servicios Telematicos
<b>Centro en el que se imparte</b>	Escuela Tecnica Superior de Ingenieros de Telecomunicacion
<b>Curso Académico</b>	2017-18

## 2. Profesorado

---

### 2.1 Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías*</b>
Alejandro Antonio Alonso Muñoz (Coordinador/a)	B-319	alejandro.alonso@upm.es	--
Diego Martin De Andres	B205-I	diego.martin.de.andres@upm.es	--

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

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

### 3.1 Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

El plan de estudios Master Universitario en Ingeniería de Redes y Servicios Telemáticos no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

### 3.2 Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Análisis, diseño y programación de software
- Conocimientos básicos de sistemas operativos
- Conocimientos básicos de redes de comunicación

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1 Competencias que adquiere el estudiante al cursar la asignatura

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

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

## 4.2 Resultados del aprendizaje al cursar la asignatura

RA11 - Adquisición de competencias sobre tecnologías novedosas y de interés profesional.

RA19 - Conocer los mecanismos de gestión de estados globales coherentes

RA16 - Entender los modelos de servicio utilizados en la computación en la nube y su aplicación práctica

RA20 - Conocer los protocolos de gestión de instantáneas

RA21 - Conocer algoritmos distribuidos como los de consenso, elección de principal o multienvío

RA17 - Conocer tipos de algoritmos distribuidos que se emplean para implementar los sistemas de computación en la nube

RA15 - Conocer las características fundamentales de los sistemas distribuidos y la computación en la nube

RA22 - Conocer los tipos y arquitecturas de replicación de servicios

RA23 - Implementar servicios replicados y distribuidos

RA10 - Adquisición de competencias complementarias y avanzadas de las competencias adquiridas en asignaturas obligatorias del Máster

RA18 - Conocer las características fundamentales de los sistemas de ficheros distribuidos

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1 Descripción de la asignatura

La computación en la nube permite ofrecer complejos servicios y aplicaciones a través de la red de forma segura, eficiente, fiable y altamente escalable. Para ofrecer estos servicios, se requiere el uso de múltiples tecnologías, tradicionales y novedosas, que permiten coordinar el uso de grandes infraestructuras de computación, almacenamiento y red localizados en centros de datos. Una de las tecnologías claves en la evolución de la computación en la nube son los sistemas distribuidos. La implementación de los mecanismos necesarios para poder proporcionar servicios en la nube requiere de algoritmos distribuidos que permitan la

comunicación fiable y ordenada, replicación de servicios, exclusión mutua distribuida, detección de fallos o acuerdo entre procesos cooperantes. La teoría de sistemas distribuidos lleva muchos años investigando sobre estos temas y proporciona un conjunto de técnicas y algoritmos distribuidos para resolver estos problemas,

La asignatura aborda el estudio de las tecnologías sobre las que se asienta la denominada computación en la nube, centrándose en:

- Las características fundamentales de los sistemas distribuidos y la computación en la nube
- Los algoritmos básicos utilizados en las aplicaciones distribuidas utilizados en la nube.
- Las arquitecturas, componentes básicos y modelos de servicio utilizados.

El curso incluye múltiples prácticas de laboratorio, en las que los alumnos experimentarán directamente con las tecnologías presentadas durante el curso

## 5.2 Temario de la asignatura

1. Introducción: Sistemas distribuidos y computación en la nube
2. Comunicación en sistemas distribuidos
  - 2.1. Comunicación directa
  - 2.2. Editor/Suscriptor
  - 2.3. Paso de mensajes
  - 2.4. Sistemas de gestión de grupos
3. Estados globales coherentes en sistemas distribuidos
  - 3.1. Modelos de computación distribuida
  - 3.2. Causalidad potencial, relojes lógicos y relojes vectoriales
  - 3.3. Estados globales coherentes y observadores
  - 3.4. Protocolos para la gestión de instantáneas
4. Coordinación y acuerdo
  - 4.1. Algoritmos de acuerdo
  - 4.2. Algoritmos de consenso
  - 4.3. Coordinación en comunicación de grupos
5. Replicación
  - 5.1. Tolerancia de fallos en servicios distribuidos
  - 5.2. Alta disponibilidad en servicios distribuidos
6. Paradigmas para la computación de nube
  - 6.1. Sistemas de coordinación
  - 6.2. Tablas hash distribuidas
7. Infraestructura y despliegue en la nube

## 6. Cronograma

### 6.1 Cronograma de la asignatura\*

Semana	Actividad Presencial en Aula	Actividad Presencial en Laboratorio	Otra Actividad Presencial	Actividades de Evaluación
1	<b>Tema 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 1</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas		
2	<b>Tema 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 2</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas		
3	<b>Tema 3</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 3</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas		
4	<b>Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 1</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
5	<b>Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 1</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
6	<b>Tema 4</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 4</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas		
7	<b>Tema 4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 2</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
8	<b>Tema 4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 2</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
9	<b>Tema 5</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica final</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Temas presentados hasta el final de la semana 7</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 01:30
10	<b>Tema 5</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica final</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
11	<b>Tema 6</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 3</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		

12	<b>Tema 6</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 3</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
13	<b>Tema 7</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 4</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
14	<b>Tema 7</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 4</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
15	<b>Tema 7</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica final</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
16				<p><b>Temas presentados a partir de la semana 8</b></p> <p>EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 01:30</p> <p><b>Prácticas dirigidas</b></p> <p>EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Duración: 01:30</p> <p><b>Práctica final</b></p> <p>EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Duración: 01:00</p>
17				<p><b>Todos los temas</b></p> <p>EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Duración: 01:30</p> <p><b>Todas las prácticas</b></p> <p>EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación sólo prueba final Duración: 01:30</p>

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1 Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1 Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
9	Temas presentados hasta el final de la semana 7	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	15%	3 / 10	CB10 CB6
16	Temas presentados a partir de la semana 8	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	15%	3 / 10	CB10 CB6
16	Prácticas dirigidas	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:30	20%	3 / 10	CB10 CB6
16	Práctica final	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	50%	3 / 10	CB10 CB6

#### 7.1.2 Evaluación sólo prueba final

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Todos los temas	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	30%	3 / 10	CB10 CB6
17	Todas las prácticas	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:30	70%	3 / 10	CB10 CB6

#### 7.1.3 Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Todos los temas	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	30%	3 / 10	CB10 CB6
Todas las prácticas	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:30	70%	3 / 10	CB10 CB6

## 7.2 Criterios de Evaluación

La asignatura se aprobará cuando se obtenga una calificación mayor o igual a 5 puntos sobre un total de 10, según las normas que se indican en este apartado.

La evaluación continua de la asignatura constará de tres partes con los siguientes pesos y esquema:

- Exámenes escritos: 30% (2 calificaciones \* 15%). El primer parcial se celebrará sobre la semana novena y el segundo al final de la asignatura.
- Exámenes orales de prácticas dirigidas: 20% (4 calificaciones \* 5%). La evaluación se hará cuando se completa la práctica o al final de la asignatura.
- Examen oral de la práctica final: 50%. La evaluación se celebrará al final de la asignatura.

Los estudiantes serán evaluados, por defecto, mediante evaluación continua. El estudiante que desee renunciar a la evaluación continua y optar a la evaluación por prueba final (formada por una o más actividades de evaluación global de la asignatura), deberá comunicarlo por escrito a través de correo al coordinador de la asignatura antes de la fecha 20 de octubre de 2017 (final de la semana séptima del semestre).

La evaluación comprobará si los estudiantes han adquirido las competencias de la asignatura. Por tanto, la evaluación mediante prueba final usará los mismos tipos de técnicas evaluativas que se usan en la

evaluación continua (EX, ET, TG, etc.), y se realizarán en las fechas y horas de evaluación final aprobadas por la Junta de Escuela para el presente curso y semestre, salvo aquellas actividades de evaluación de resultados del aprendizaje de difícil calificación en una prueba final. En este caso, se podrán realizar dichas actividades de evaluación a lo largo del curso.

Todos los exámenes y trabajos que se realicen deben ser fruto del trabajo personal del alumno. En cualquier caso se fomentará la discusión y el trabajo en grupo para ayudar a entender mejor los problemas que se intentan resolver. La copia de exámenes o trabajos prácticos supondrá el suspenso de la asignatura de forma automática, tanto para quien copia como para quien se deja copiar. En el caso de que en el desarrollo de las pruebas de evaluación se aprecie el incumplimiento de los deberes como estudiante universitario, el coordinador de la asignatura podrá ponerlo en conocimiento del Director o Decano del Centro, que de acuerdo con lo establecido en el artículo 74 (n) de los Estatutos de la UPM tiene competencias para "Proponer la iniciación del procedimiento disciplinario a cualquier miembro de la Escuela o Facultad, por propia iniciativa o a instancia de la Comisión de Gobierno" al Rector, en los términos previstos en los estatutos y normas de aplicación.

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1 Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
G. F. Coulouris, J. Dollimore, T. Kindberg, and G. Blair. Distributed Systems. Concepts and Design. Fifth Edition. Addison Wesley. May 2011.	Bibliografía	

O. Babaoglu, K. Marzullo. "Consistent Global States of Distributed Systems: Fundamental Concepts and Mechanisms". Technical Report UBLCS-93-1. January 1993. Laboratory for Computer Science. University of Bologna. Bologna (Italy).	Bibliografía	
Dan C. Marinescu, Cloud Computing: Theory and Practice, Morgan Kaufmann, may de 2013	Bibliografía	
Kenneth Birman, Guide to Reliable Distributed Systems: Building High-Assurance Applications and Cloud-Hosted Services, Springer, 2014	Bibliografía	
Andrew S. Tanenbaum, Maarten van Steen, Distributed Systems: Principles and Paradigms, Prentice Hall, 2014	Bibliografía	
K. Jamsa, "Cloud Computing", Jones & Bartlett Learning, 2012.	Bibliografía	
Robert Cope, Amin Naserpour, Thomas Erl, Cloud Computing Design Patterns, Pearson Education, 2015	Bibliografía	
Laboratorios docentes del Dpto. de Ingeniería de Sistemas Telemáticos	Equipamiento	Utilizados para la realización de las prácticas, aunque también se ofrecerá la posibilidad de realizarlas en los ordenadores personales de los alumnos siempre que sea posible.
JGroups	Recursos web	Documentación sobre el sistemas de gestión de grupos JGroups
Herramienta Virtual Networks over linux (VNX)	Otros	Utilizada para crear algunos de los escenarios de red virtuales utilizados en las prácticas de laboratorio. La herramienta ha sido desarrollada en el propio departamento (vnx.dit.upm.es) y es utilizada en varias

asignaturas de redes.