



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

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

93001086 - Simulación De Redes De Comunicaciones

### PLAN DE ESTUDIOS

09BA - Master Universitario En Ingeniería De Redes Y Servicios Telemáticos

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2022/23 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

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

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

|  |  |
|--|--|
| <b>Nombre de la asignatura</b>             | 93001086 - Simulación de Redes de Comunicaciones                           |
| <b>No de créditos</b>                      | 3 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>                          | 09BA - Master Universitario en Ingeniería de Redes y Servicios Telemáticos |
| <b>Centro responsable de la titulación</b> | 09 - Escuela Tecnica Superior De Ingenieros De Telecomunicacion            |
| <b>Curso académico</b>                     | 2022-23  |

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

| <b>Nombre</b>                            | <b>Despacho</b> | <b>Correo electrónico</b> | <b>Horario de tutorías *</b>                         |
|--|-----------------|---------------------------|--|
| Enrique Vazquez Gallo<br>(Coordinador/a) | B.202           | enrique.vazquez@upm.es    | Sin horario.<br>Concertar por<br>correo electrónico. |

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

## 3. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 3.1. Competencias

CB06 - 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

### 3.2. Resultados del aprendizaje

RA41 - Conocer las técnicas de simulación de eventos discretos; saber modelar protocolos y elementos de las redes de comunicaciones para poder evaluar sus prestaciones; conocer, manejar y saber evaluar distintos tipos de entornos y herramientas de simulación; conocer y aplicar métodos estadísticos para el análisis de resultados de simulación.

## 4. Descripción de la asignatura y temario

---

### 4.1. Descripción de la asignatura

En esta asignatura se estudian técnicas y herramientas de simulación de eventos discretos, aplicadas a la evaluación de prestaciones de nodos y redes de comunicaciones. La evaluación de la asignatura se basa en la participación en las clases, resolución de ejercicios prácticos y presentación de trabajos.

### 4.2. Temario de la asignatura

1. Introducción
  - 1.1. El método de simulación
  - 1.2. Modelos continuos y discretos
  - 1.3. Estructura de un simulador y opciones de implementación
  - 1.4. Ejecución de las simulaciones y credibilidad de los resultados
2. Modelos de simulación de eventos discretos
  - 2.1. Tipos de modelos
  - 2.2. Simulación orientada a sucesos
  - 2.3. Simulación orientada a procesos y recursos

### 3. Análisis de resultados

#### 3.1. Diseño de experimentos

#### 3.2. Caracterización de la precisión de la simulación

#### 3.3. Planificación de experimentos

### 4. Implementación de simuladores

#### 4.1. Opciones para simular y criterios de elección

#### 4.2. Entornos de simulación.

#### 4.3. Lenguajes específicos para simulación.

#### 4.4. Simulación con lenguajes de programación de propósito general.

## 5. Cronograma

### 5.1. Cronograma de la asignatura \*

| Sem | Actividad en aula   | Actividad en laboratorio | Tele-enseñanza | Actividades de evaluación   |
|-----|---|--------------------------|----------------|---|
| 1   | <b>Tema 1</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral  |                          |                |   |
| 2   | <b>Tema 2</b><br>Duración: 01:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral<br><br><b>Tema 2</b><br>Duración: 01:00<br>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas |                          |                |   |
| 3   | <b>Tema 2</b><br>Duración: 01:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral<br><br><b>Tema 2</b><br>Duración: 01:00<br>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas |                          |                |   |
| 4   | <b>Tema 2</b><br>Duración: 01:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral<br><br><b>Tema 2</b><br>Duración: 01:00<br>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas |                          |                |   |
| 5   | <b>Tema 3</b><br>Duración: 01:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral<br><br><b>Tema 3</b><br>Duración: 01:00<br>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas |                          |                |   |
| 6   | <b>Tema 3</b><br>Duración: 01:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral<br><br><b>Tema 3</b><br>Duración: 01:00<br>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas |                          |                | <b>Entrega de ejercicios de evaluación de los temas 1 y 2</b><br>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual<br>Evaluación continua<br>No presencial<br>Duración: 00:00 |
| 7   | <b>Tema 4</b><br>Duración: 01:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral<br><br><b>Tema 4</b><br>Duración: 01:00<br>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas |                          |                |   |

|    |   |  |  |   |
|----|---|--|--|---|
| 8  | <p><b>Tema 4</b><br/>Duración: 01:00<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 4</b><br/>Duración: 01:00<br/>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>                                |  |  | <p><b>Entrega de ejercicios de evaluación del tema 3</b><br/>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual<br/>Evaluación continua<br/>No presencial<br/>Duración: 00:00</p>  |
| 9  | <p><b>Tema 4</b><br/>Duración: 01:00<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 4</b><br/>Duración: 01:00<br/>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>                                |  |  |   |
| 10 | <p><b>Tema 4</b><br/>Duración: 01:00<br/>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 4. Presentación de las prácticas</b><br/>Duración: 01:00<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> |  |  |   |
| 11 |   |  | <p><b>Tema 4. Prácticas de simulación en C++</b><br/>Duración: 02:00<br/>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> |   |
| 12 |   |  | <p><b>Tema 4. Prácticas de simulación en C++</b><br/>Duración: 02:00<br/>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> | <p><b>Entrega de trabajos</b><br/>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual<br/>Evaluación continua<br/>No presencial<br/>Duración: 00:00</p>   |
| 13 |   |  |  | <p><b>Entrega de informes de prácticas</b><br/>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual<br/>Evaluación continua<br/>No presencial<br/>Duración: 00:00</p> <p><b>Presentación oral de trabajos de la asignatura</b><br/>PI: Técnica del tipo Presentación Individual<br/>Evaluación continua<br/>Presencial<br/>Duración: 02:00</p>   |
| 14 |   |  |  |   |
| 15 |   |  |  |   |
| 16 |   |  |  |   |
| 17 |   |  |  | <p><b>Entrega de ejercicios de evaluación de los temas 1, 2 y 3</b><br/>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual<br/>Evaluación sólo prueba final<br/>No presencial<br/>Duración: 00:00</p> <p><b>Entrega de trabajos</b><br/>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual<br/>Evaluación sólo prueba final<br/>No presencial<br/>Duración: 00:00</p> <p><b>Entrega de informes de prácticas</b><br/>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual<br/>Evaluación sólo prueba final</p> |

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  | No presencial<br>Duración: 00:00<br><br><b>Presentación oral de trabajos de la asignatura</b><br>PI: Técnica del tipo Presentación Individual<br>Evaluación sólo prueba final<br>Presencial<br>Duración: 02:00<br><br><b>Resolución de ejercicios</b><br>EX: Técnica del tipo Examen Escrito<br>Evaluación continua y sólo prueba final<br>Presencial<br>Duración: 02:00 |
|--|--|--|--|--|

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

## 6. Actividades y criterios de evaluación

### 6.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 6.1.1. Evaluación (progresiva)

| Sem. | Descripción  | Modalidad                                    | Tipo          | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas |
|------|--|--|---------------|----------|-----------------|-------------|------------------------|
| 6    | Entrega de ejercicios de evaluación de los temas 1 y 2 | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual      | No Presencial | 00:00    | 20%             | 4 / 10      | CB06                   |
| 8    | Entrega de ejercicios de evaluación del tema 3         | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual      | No Presencial | 00:00    | 10%             | 4 / 10      | CB06                   |
| 12   | Entrega de trabajos                                    | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual      | No Presencial | 00:00    | 10%             | 4 / 10      | CB06                   |
| 13   | Entrega de informes de prácticas                       | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual      | No Presencial | 00:00    | 25%             | 4 / 10      | CB06                   |
| 13   | Presentación oral de trabajos de la asignatura         | PI: Técnica del tipo Presentación Individual | Presencial    | 02:00    | 15%             | 4 / 10      | CB06                   |
| 17   | Resolución de ejercicios                               | EX: Técnica del tipo Examen Escrito          | Presencial    | 02:00    | 20%             | 4 / 10      | CB06                   |

#### 6.1.2. Prueba evaluación global

| Sem | Descripción   | Modalidad                               | Tipo          | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas |
|-----|---|---|---------------|----------|-----------------|-------------|------------------------|
| 17  | Entrega de ejercicios de evaluación de los temas 1, 2 y 3 | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | No Presencial | 00:00    | 30%             | 4 / 10      | CB06                   |

|    |  |  |               |       |     |        |      |
|----|--|--|---------------|-------|-----|--------|------|
| 17 | Entrega de trabajos                            | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual      | No Presencial | 00:00 | 10% | 4 / 10 | CB06 |
| 17 | Entrega de informes de prácticas               | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual      | No Presencial | 00:00 | 25% | 4 / 10 | CB06 |
| 17 | Presentación oral de trabajos de la asignatura | PI: Técnica del tipo Presentación Individual | Presencial    | 02:00 | 15% | 4 / 10 | CB06 |
| 17 | Resolución de ejercicios                       | EX: Técnica del tipo Examen Escrito          | Presencial    | 02:00 | 20% | 4 / 10 | CB06 |

### 6.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

| Descripción   | Modalidad                                    | Tipo          | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas |
|---|--|---------------|----------|-----------------|-------------|------------------------|
| Entrega de ejercicios de evaluación de los temas 1, 2 y 3 | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual      | No Presencial | 00:00    | 30%             | 4 / 10      | CB06                   |
| Entrega de trabajos                                       | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual      | No Presencial | 00:00    | 10%             | 4 / 10      | CB06                   |
| Entrega de informes de prácticas                          | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual      | No Presencial | 00:00    | 25%             | 4 / 10      | CB06                   |
| Presentación oral de trabajos de la asignatura            | PI: Técnica del tipo Presentación Individual | Presencial    | 02:00    | 15%             | 4 / 10      | CB06                   |
| Resolución de ejercicios                                  | EX: Técnica del tipo Examen Escrito          | Presencial    | 02:00    | 20%             | 4 / 10      | CB06                   |

## 6.2. Criterios de evaluación

El sistema de evaluación de la asignatura incluye pruebas de evaluación progresiva durante el periodo docente y pruebas globales en los periodos de exámenes. Todas las pruebas son individuales. Se valorará la corrección de los ejercicios resueltos por los alumnos y de los resultados de prácticas, la calidad de los trabajos entregados (nivel técnico, originalidad, calidad de la redacción) y de las exposiciones orales (capacidad de síntesis, claridad de la exposición, respuesta adecuada a las cuestiones planteadas).

### Convocatoria ordinaria

Se espera que todos los estudiantes sigan la evaluación progresiva. Para superar la asignatura se debe obtener una nota global mayor o igual que 5 puntos sobre 10, calculada como suma ponderada de las calificaciones de las diferentes actividades, aplicando los pesos y notas mínimas indicadas en el apartado anterior. Para las actividades "entrega de ejercicios de evaluación de los temas 1 y 2" y "entrega de ejercicios de evaluación del tema 3" previstas en las semanas 6 y 8 respectivamente, el requisito de nota mínima se aplicará a la nota media de la dos actividades, no a cada una por separado. La actividad "resolución de ejercicios" consta en el apartado anterior como un examen escrito en la última semana, pero se podrá sustituir, a criterio de los profesores, por el control de asistencia y participación del estudiante en las clases de teoría y problemas programadas a lo largo del periodo docente.

En la evaluación global se podrán recuperar las actividades en las que no se haya alcanzado la nota mínima indicada.

### Convocatoria extraordinaria

Se aplicarán las pruebas de evaluación global y los mismos criterios que en la convocatoria ordinaria. Para las pruebas que no haga en esta convocatoria se aplicarán las notas obtenidas previamente en la convocatoria ordinaria del mismo curso.

## 7. Recursos didácticos

---

### 7.1. Recursos didácticos de la asignatura

| Nombre   | Tipo         | Observaciones  |
|--|--------------|--|
| Página Moodle de la asignatura                                 | Recursos web | Transparencias de la asignatura, ejercicios y soluciones de los temas 1 a 4, manual de prácticas de laboratorio. Disponible en <a href="https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales/">https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales/</a> |
| Software de simulación   | Recursos web | Software libre y programas desarrollados en el DIT.  |
| Enlaces a libros, revistas y artículos disponibles en Internet | Recursos web |  |
| Terminal móvil   | Equipamiento | Cada alumno deberá disponer de un ordenador portátil o un smartphone para rellenar cuestionarios online en las clases presenciales que se indique.   |

## 8. Otra información

---

### 8.1. Otra información sobre la asignatura

Esta asignatura estudia técnicas de simulación aplicadas a la evaluación y mejora de prestaciones de las redes de comunicaciones. En cuanto a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de Naciones Unidas, la asignatura se relaciona con el ODS4 y el ODS9 en los siguientes aspectos: aumento del número de personas con competencias técnicas y profesionales (meta ODS4.4), desarrollo de infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad (meta ODS9.1) y aumento de la investigación científica y la capacidad tecnológica de los sectores industriales (meta ODS9.5).

El cronograma de actividades previsto en esta guía puede modificarse durante el curso por causas justificadas. En

particular, **si la situación sanitaria obliga a suspender clases o pruebas de evaluación presenciales, estas se sustituirán por clases o pruebas a distancia utilizando la herramienta Microsoft Teams** y manteniendo el horario previsto en la medida de lo posible. Los cambios se anunciarían con antelación en la página Moodle de la asignatura.