



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingeniería y Sistemas  
de Telecomunicación

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

595000321 - Teoria De La Comunicacion

### PLAN DE ESTUDIOS

59SC - Grado En Ingeniería De Sistemas De Telecomunicacion

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2022/23 - 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.....	9
8. Recursos didácticos.....	15
9. Otra información.....	15

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	595000321 - Teoría de la Comunicación
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Segundo curso
<b>Semestre</b>	Tercer semestre Cuarto semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	59SC - Grado en Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación
<b>Centro responsable de la titulación</b>	59 - Escuela Técnica Superior De Ingeniería Y Sistemas De Telecomunicación
<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> *
Pedro Garcia Del Pino (Coordinador/a)	D8210	pedro.gdelpino@upm.es	Sin horario.
Francisco Jose Arques Orobon	D8418	jose.arques@upm.es	Sin horario.

\* 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

- Señales Y Sistemas
- Estadística Y Procesos Estocásticos

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

- Convolución y respuesta en frecuencia de sistemas LTI
- Energía y potencia de señales
- Relaciones trigonométricas
- Análisis de Fourier para señales y sistemas en tiempo continuo
- Variables aleatorias (función de distribución, función densidad de probabilidad)

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CE TEL01 - Capacidad para aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas adecuados para la concepción, el desarrollo o la explotación de sistemas y servicios de telecomunicación.

CE TEL03 - Capacidad para utilizar herramientas informáticas de búsqueda de recursos bibliográficos o de información relacionada con las telecomunicaciones y la electrónica.

CE TEL04 - Capacidad de analizar y especificar los parámetros fundamentales de un sistema de comunicaciones.

CE TEL05 - Capacidad para evaluar las ventajas e inconvenientes de diferentes alternativas tecnológicas de despliegue o implementación de sistemas de comunicaciones, desde el punto de vista del espacio de la señal, las perturbaciones y el ruido y los sistemas de modulación analógica y digital.

CG 02 - Capacidad de búsqueda y selección de información, de razonamiento crítico y de elaboración y defensa de argumentos dentro del área.

CG 04 - Capacidad de abstracción, de análisis y de síntesis y de resolución de problemas.

CG 05 - Capacidad de trabajo en equipo y en entornos multidisciplinares.

CG 09 - Capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas.

CG 11 - Habilidades para la utilización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA163 - Relacionar los aspectos técnicos con el entorno social. Aspectos de mercado, regulatorios, medio ambiente

RA168 - Manejo de la instrumentación y los procedimientos de medida de un laboratorio básico de Sistemas de Comunicaciones, (generador/modulador de RF, osciloscopio y analizador de espectros).

RA166 - Analizar los procesos de modulación y demodulación, analógica y digital

RA167 - Interpretar y caracterizar los parámetros de la señal en términos de potencia, anchos de banda y calidad de los Sistemas de Telecomunicación (relaciones señal a ruido y/o interferencia, distorsión y probabilidades de error)

RA165 - Identificar la estructura, funcionamiento y aplicaciones de los Sistemas de Telecomunicación, y Sistemas Multimedia

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Asignatura de introducción a las modulaciones analógicas y digitales.

En la primera parte se analizan las perturbaciones habituales (ruido y distorsión). A continuación se cubren las modulaciones analógicas clásicas (AM, DBL y FM) donde se describe su ancho de banda, potencias y calidad de las mismas,

En la segunda parte se describe un sistema digital de comunicaciones, desde la digitalización (en particular aplicado a PCM), el ancho de banda necesario para eliminar interferencia intersimbólica, y el modelo de probabilidad de error para sistemas banda base. Finalmente se estudian las modulaciones digitales clásicas (ASK, PSK, QAM y FSK).

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Modelo de sistema de comunicación
2. Caracterización de señales
  - 2.1. Representaciones logarítmicas
  - 2.2. Caracterización Temporal
  - 2.3. Caracterización Espectral
  - 2.4. Señales habituales
3. Ruido térmico
  - 3.1. Caracterización del ruido térmico
  - 3.2. Caracterización del ruido en cuadripolos y dipolos
  - 3.3. Fórmula de Fris
  - 3.4. Modelo de un Analizador de Espectros
4. Distorsión
  - 4.1. Tipos de distorsión
  - 4.2. Distorsión Lineal
  - 4.3. Distorsión No lineal
5. Modulaciones analógicas
  - 5.1. Concepto de Modulación y Tipos
  - 5.2. Modulaciones lineales: AM, DBL
  - 5.3. Modulaciones angulares: FM
  - 5.4. Calidad
6. Conversión A/D y codificación PCM
  - 6.1. Elementos de un sistema de comunicaciones digitales
  - 6.2. Conversión A/D
  - 6.3. Cuantificación uniforme y no uniforme
  - 6.4. Multiplex por División en el Tiempo (TDM)
7. Transmisión digital por canales de ancho de banda limitado
  - 7.1. Modelo de Transmisión Digital

- 7.2. Ancho de banda de señales banda base
- 7.3. Interferencia entre símbolos (ISI)
- 7.4. Criterio de Nyquist
- 7.5. Filtrado en coseno alzado
- 7.6. Diagrama de ojos
- 7.7. Códigos de línea
- 8. Transmisión digital banda base con ruido
  - 8.1. Representación geométrica de señales
  - 8.2. Implementaciones del receptor: correlador, filtro adaptado
  - 8.3. Teoría de la Detección (receptor binario óptimo)
  - 8.4. Probabilidad de error en sistemas binarios
  - 8.5. Ejemplos de expresiones de probabilidad de error para varias señalizaciones binarias
- 9. Modulaciones digitales
  - 9.1. Modulaciones lineales. Fórmulas básicas
  - 9.2. ASK
  - 9.3. PSK
  - 9.4. QAM y APK
  - 9.5. FSK
  - 9.6. Comparación entre modulaciones digitales

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Tema 1. Modelo de sistema de comunicación</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 2. Caracterización de señales</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Tema 2. Problemas</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  <b>Tema 3. Ruido térmico</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Practica 1. Visualización de señales en Matlab</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
3	<b>Tema 3. Ruido térmico</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 3. Problemas</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
4	<b>Tema 4. Distorsión lineal y no lineal</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 4. Problemas</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Practica 2. Análisis de señal y ruido</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
5	<b>Tema 5. Modulaciones analógicas lineales: DBL y AM</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 5. Problemas de modulaciones analógicas lineales</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
6	<b>Tema 5. Modulación FM</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 5. Problemas de modulación FM</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Practica 3: Modulación AM</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		



7	<p><b>Tema 6. Conversión A/D y codificación PCM</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 6. Problemas</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
8	<p><b>Tema 7. Transmisión digital por canales de ancho de banda limitado</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 7. Problemas</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Practica 4. Modulación FM</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Examen de Bloque de Teoría 1</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:30</p>
9	<p><b>Tema 8. Transmisión digital banda base con ruido</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 8. Problemas</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
10	<p><b>Tema 9. Modulaciones lineales</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 9. Problemas sobre modulaciones lineales</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
11	<p><b>Tema 9. Modulaciones lineales</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 9. Problemas sobre modulaciones lineales</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Practica 5. Modulaciones digitales</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
12	<p><b>Tema 9. Modulación FSK</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 9. Comparación entre modulaciones</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 9. Problemas sobre modulación FSK</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
13	<p><b>Tema 9. Problemas</b> Duración: 04:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			

14				
15				
16				
17				<p><b>Examen de Bloque de Teoría 2</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 01:30</p> <p><b>Examen de Bloque de Teoría 1</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 01:30</p> <p><b>Cuestionario online de Laboratorio</b> ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua No presencial Duración: 00:30</p> <p><b>Examen de Laboratorio</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 00:30</p> <p><b>Informe de prácticas de laboratorio</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p> <p><b>Informes de prácticas de laboratorio</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación sólo prueba final No presencial Duración: 00:00</p>

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.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
8	Examen de Bloque de Teoría 1	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	36%	4 / 10	CE TEL01 CE TEL03 CE TEL04 CE TEL05 CG 02 CG 04 CG 09
17	Examen de Bloque de Teoría 2	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	54%	4 / 10	CE TEL05 CG 02 CE TEL01 CE TEL03 CG 04 CG 09
17	Cuestionario online de Laboratorio	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	00:30	5%	4 / 10	CE TEL01 CE TEL04 CE TEL05 CG 04 CG 05 CG 11
17	Informe de prácticas de laboratorio	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	5%	4 / 10	CE TEL01 CE TEL04 CE TEL05 CG 04 CG 05 CG 11

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen de Bloque de Teoría 2	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	54%	4 / 10	CE TEL05 CG 02 CE TEL01 CE TEL03 CG 04 CG 09

17	Examen de Bloque de Teoría 1	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	36%	4 / 10	CE TEL01 CE TEL03 CE TEL05 CG 02 CG 04 CG 09
17	Examen de Laboratorio	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:30	10%	5 / 10	CE TEL01 CE TEL04 CE TEL05 CG 04 CG 05 CG 11
17	Informes de prácticas de laboratorio	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	%	5 / 10	CE TEL01 CE TEL04 CE TEL05 CG 04 CG 05 CG 11

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen de Laboratorio	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:30	10%	5 / 10	CE TEL01 CE TEL05 CG 04 CG 05 CG 11 CE TEL04
Examen de Bloque de Teoría 1	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	36%	4 / 10	CE TEL01 CE TEL03 CE TEL04 CE TEL05 CG 02 CG 04 CG 09
Examen de Bloque de Teoría 2	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	54%	4 / 10	CE TEL01 CE TEL03 CE TEL04 CE TEL05 CG 02 CG 04 CG 09

Informes de prácticas de laboratorio	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	%	5 / 10	CE TEL01 CE TEL04 CE TEL05 CG 04 CG 05 CG 11
--------------------------------------	---	------------	-------	---	--------	---

## 7.2. Criterios de evaluación

La asignatura realiza pruebas de evaluación en cada uno de los siguientes bloques:

- Primer bloque de Teoría. Temas 1 a 5 del temario.
- Segundo bloque de Teoría. Temas 6 a 9 del temario, además de conocimientos básicos sobre el resto del temario.
- Laboratorio. Consta de informes de prácticas y un cuestionario sobre las mismas.

La calificación de la parte de Teoría (TEO) tiene un peso del 90% sobre la nota global de la asignatura. Se calcula con las siguientes ponderaciones.

- Calificación del primer bloque de Teoría (TEO1). 40%.
- Calificación del segundo bloque de Teoría (TEO2). 60%.

Se requiere una nota igual o superior a 4 en cada bloque (TEO1, TEO2). Se requiere una nota igual o superior a 5 puntos en la parte de Teoría (TEO), para superar la asignatura.

La calificación del Laboratorio tiene un peso del 10% sobre la nota global de la asignatura. La nota de laboratorio se calcula como la media entre la nota de los informes de prácticas y la nota del cuestionario, requiriendo una nota igual o superior a 4,0 en ambos casos. Se requiere una nota igual o superior a 5 puntos en el Laboratorio para superar la asignatura, así como para liberarlo.

El primer bloque de Teoría se evalúa en un examen escrito a mitad de semestre. Los alumnos que no hubieran realizado este examen, o hubieran obtenido en el mismo una nota inferior a 4 puntos, podrán evaluarlo en la fecha establecida para la convocatoria ordinaria. El resto de alumnos también podrán evaluarlo nuevamente en la convocatoria ordinaria; en ese caso, la calificación de ese bloque será la mayor de las obtenidas en cualquiera de los dos exámenes.

El segundo bloque de Teoría se evalúa en un examen escrito que se realiza en la fecha fijada para la convocatoria ordinaria.

## Cálculo de la calificación global

Se indica a modo de resumen el método de cálculo de la calificación global.

$TEO = TEO1 * 0,4 + TEO2 * 0,6$ , siempre que:

- TEO1 mayor o igual a 4 puntos.
- TEO2 mayor o igual a 4 puntos.

Si TEO, calculada según la fórmula, es mayor o igual a 5 puntos pero alguna de las dos notas (TEO1, TEO2) es inferior al umbral establecido, se tomará  $TEO = 4,5$  puntos.

Nota global =  $TEO * 0,9 + LAB * 0,1$ , siempre que:

- TEO mayor o igual a 5 puntos.
- LAB mayor o igual a 5 puntos.

Si la nota global, calculada según la fórmula, es mayor o igual a 5 puntos pero alguna de las dos notas (TEO, LAB) es inferior al umbral establecido, la nota global que aparecerá en las actas será 4,5 puntos.

Las calificaciones obtenidas en cada bloque de Teoría (TEO1, TEO2), si superan el umbral de 4 puntos, quedan liberadas hasta la convocatoria extraordinaria. La nota final de laboratorio (LAB), si supera el umbral de 5 puntos, se guarda de manera indefinida.

## Convocatoria extraordinaria

La convocatoria extraordinaria se rige por las mismas normas del examen de la convocatoria ordinaria. Consistirá en:

- Examen de bloque de Teoría 1 (TEO1) y Bloque de Teoría 2 (TEO2).
- Examen escrito sobre las prácticas de laboratorio. Previamente el alumno habrá realizado las prácticas de laboratorio y entregado los informes correspondientes.

Los alumnos que hubieran liberado algún bloque (TEO1, TEO2 o LAB) en la convocatoria ordinaria pueden optar

por realizar únicamente los ejercicios correspondientes a los otros bloques. Pero también pueden ser nuevamente evaluados de alguno de esos bloques ya liberados; en ese caso, la calificación de ese bloque será la mayor de las obtenidas en cualquiera de los dos convocatorias, ordinaria y extraordinaria.

En el cálculo de la calificación, para cada bloque se considerarán los pesos indicados anteriormente para la convocatoria ordinaria.

## Observaciones sobre el Laboratorio

La realización de las cinco prácticas de Laboratorio es obligatoria para todos los alumnos. Esto implica la asistencia a las sesiones de laboratorio y la entrega, al final de las mismas, de un informe de prácticas, que será evaluado por el profesor responsable de su grupo de laboratorio. Se admite como máximo una ausencia a las sesiones de laboratorio; el informe correspondiente a dicha práctica no realizada será calificado con 0 puntos a la hora de calcular la nota media de los informes. Dos o más ausencias se considerarán como laboratorio no cursado.

La nota del Laboratorio se obtiene a partir de las notas de los informes de prácticas, con un peso de 50%, y de la nota del cuestionario de laboratorio, con un peso del 50%. Se requiere una calificación de al menos 4 puntos en ambos casos.

### Alumnos que no hayan asistido a un mínimo de 4 sesiones de laboratorio

Los alumnos que no hubieran asistido al mínimo de 4 sesiones podrán solicitar ser evaluados del Laboratorio una vez concluido el periodo lectivo. También podrán solicitarlo los alumnos que hubieran obtenido una calificación de los informes de prácticas inferior al umbral de 4 puntos. El procedimiento que deberán seguir esos alumnos es el siguiente:

- Comunicación de dicha solicitud al coordinador de la asignatura con al menos 10 días de antelación a la fecha de la convocatoria ordinaria o, en su caso, de la convocatoria extraordinaria. El coordinador facilitará al alumno los parámetros iniciales necesarios para la realización de cada una de las prácticas.
- Realización de las prácticas de manera autónoma. El alumno no dispondrá de ningún tipo de asistencia o tutoría por parte de los profesores de la asignatura.
- Entrega de los informes de prácticas, al menos 5 días antes de la fecha de la convocatoria, ordinaria o extraordinaria, según el caso. Los informes serán revisados y calificados como prácticas superadas / no superadas.
- Realización de un examen escrito sobre las prácticas de laboratorio en la fecha de la convocatoria ordinaria o extraordinaria.

La calificación de Laboratorio de los alumnos que sigan este tipo de evaluación se corresponderá con la nota del examen escrito de laboratorio, siendo necesario obtener una nota igual o superior a 5 puntos.



## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Libro. Sistemas de Comunicación	Bibliografía	S. Haykin. Ed. Willey
Libro. Sistemas de Comunicación: una introducción a las señales y el ruido en las comunicaciones eléctricas	Bibliografía	A. Bruce Carlson. Ed. McGraw-Hill
Libro. Sistemas de Comunicación Digitales y Analógicos	Bibliografía	L.W. Couch. Ed. Pearson
Libro. Comunicaciones Digitales	Bibliografía	A. Artés. Ed. Pearson
Ejercicios Breves	Otros	Listado de mas de 20 ejercicios breves por tema
Libro de Problemas	Otros	Se recogen mas de 600 problemas de examen de convocatorias anteriores, todos ellos resueltos.

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

#### Métodos de enseñanza empleados

CLASES DE TEORÍA: Clase expositiva con todos los alumnos.

CLASES DE PROBLEMAS: Resolución de problemas por parte de los alumnos y/o profesores.

TRABAJOS AUTÓNOMOS: Resolución de problemas. Estudio del temario.

TUTORÍAS: Tutorías individuales/colectivas. Las tutorías se realizan en los horarios establecidos por cada profesor, publicados en la web de la Escuela antes del comienzo del curso. Podrán ser presenciales o telemáticas, en función de la disponibilidad del profesor y/o estudiante.

### **Dedicación de estudio por parte del alumnado**

El ECTS aplicado en la definición de esta asignatura es de 25 horas. La asignatura es de 6 ECTS (teoría +laboratorio), es decir 150 horas. Las horas impartidas totales según aparece en el cronograma es de 62 horas. En consecuencia, es necesario complementar las horas presenciales con 88 horas de trabajo personal del alumnado.