



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

**595300021 - Teoría de la Comunicación**

### PLAN DE ESTUDIOS

59ET - Doble Grado En Ing. Electrónica De Comunicaciones Y En Ing. Telemática

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2019/20 - Segundo semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	7
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	13
9. Otra información.....	14

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	595300021 - Teoría de la Comunicación
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Tercero curso
<b>Semestre</b>	Sexto semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	59ET - Doble Grado En Ing.electrónica De Comunicaciones Y En Ing.telemática
<b>Centro responsable de la titulación</b>	59 - Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Sistemas de Telecomunicación
<b>Curso académico</b>	2019-20

## 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 García Del Pino (Coordinador/a)	D8210	pedro.gdelpino@upm.es	Sin horario.
Elena Blanco Martín	D8205	elena.blanco@upm.es	Sin horario.
Antonio Pérez Yuste	D8304	antonio.perez@upm.es	Sin horario.

Juan Anton Moreno Garcia-Loygorri	D8418	juan.moreno.garcia-loygorri@upm.es	Sin horario.
Juan Carlos Gonzalez De Sande	A7005	juancarlos.gonzalez@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

- Estadística Y Procesos Estocásticos
- Señales Y Sistemas

#### 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

RA127 - Relacionar los aspectos técnicos con el entorno social. Aspectos de mercado, regulatorios, medio ambiente.

RA128 - Analizar los procesos de modulación y demodulación, analógica y digital.

RA131 - 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).

RA132 - Analizar la estructura, funcionamiento y aplicaciones de los Sistemas de Telecomunicación.

RA126 - 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).

RA129 - Caracterizar elementos y tecnologías de las Redes de Tránsito, de distribución, de acceso y de usuario.

RA130 - Comprender y manejar las señales en banda base y moduladas.

## 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. 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. Modulación Digital
  - 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 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 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Practica 1. Introduccion a Matlab</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Tema 2. Problemas</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
3	<b>Tema 3</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</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Practica 2: Análisis de Señal y Ruido</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Tema 4. Problemas</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
5	<b>Tema 5. Modulaciones Lineales</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Tema 5: Problemas de Modulaciones Lineales</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
6	<b>Tema 5. Modulaciones Lineales</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 5. Modulaciones Angulares</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Practica 3: Modulación lineal AM</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Tema 5: Problemas de Modulaciones Angulares</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
7	<b>Tema 5. Modulaciones Angulares</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Tema 5. Problemas</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
8	<b>Tema 6</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Practica 4: Modulación angular FM</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Tema 6. Problemas</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
9	<b>Tema 7</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Tema 6. Problemas</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Evaluación de Bloque de Teoría 1</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 01:30
10	<b>Tema 8</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Tema 8. Problemas</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	

11	<b>Tema 9. Introducción y modulaciones lineales</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Tema 8. Problemas</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
12	<b>Tema 9. Modulaciones lineales</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Practica 5: Modulaciones Digitales</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Tema 9. Problemas Modulaciones Lineales</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
13	<b>Tema 9. Modulaciones FSK</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 9. Comparación entre modulaciones</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Tema 9. Problemas Modulaciones FSK</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
14			<b>Tema 9. Problemas Modulaciones Lineales y No Lineales</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
15				
16				
17				<b>Evaluación de Bloque de Teoría 2</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 01:30  <b>Examen de Laboratorio</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua y sólo prueba final Duración: 00:35  <b>Examen Final de Teoría</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Duración: 03:00

Las horas de actividades formativas no presenciales son aquellas que el estudiante debe dedicar al estudio o al trabajo personal.

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.

## 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	Evaluación de Bloque de Teoría 1	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	36%	3 / 10	CG 04 CG 02 CG 09 CE TEL01 CE TEL03 CE TEL04 CE TEL05
17	Evaluación de Bloque de Teoría 2	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	54%	3 / 10	CG 04 CG 02 CG 09 CE TEL01 CE TEL03 CE TEL04 CE TEL05
17	Examen de Laboratorio	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:35	10%	5 / 10	CG 04 CG 05 CG 11 CE TEL01 CE TEL04 CE TEL05

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen de Laboratorio	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:35	10%	5 / 10	CG 04 CG 05 CG 11 CE TEL01 CE TEL04 CE TEL05
17	Examen Final de Teoría	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	90%	5 / 10	CE TEL05 CG 04 CG 02 CG 09 CE TEL01 CE TEL03 CE TEL04

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen de Laboratorio	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:35	10%	5 / 10	CG 04 CG 05 CG 09 CE TEL01 CE TEL04 CE TEL05
Examen Final de Teoría	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	90%	5 / 10	CG 04 CG 02 CG 09 CE TEL01 CE TEL03 CE TEL04

## 7.2. Criterios de evaluación

Independientemente de la modalidad elegida (evaluación continua o solo prueba final) la asignatura realiza pruebas de evaluación en cada uno de los siguientes bloques:

- Bloque de Teoría 1 (TEO1). Temas 1 a 5 del temario.
- Bloque de Teoría 2 (TEO2). Temas 6 a 9 del temario principalmente, además de conocimientos básicos sobre el resto del temario.
- Laboratorio (LAB). Consta de informes de prácticas y un examen escrito.

La parte de Teoría (TEO) tiene un peso del 90% sobre la nota global de la asignatura. Comprende los bloques TEO1 (peso del 40% sobre TEO, 36% sobre la nota global) y TEO2 (peso del 60% sobre TEO, 54% sobre la nota final). Se requiere una nota igual o superior a 5,0 puntos en el bloque TEO para superar la asignatura.

El Laboratorio (LAB) 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 examen escrito de laboratorio. Se requiere una nota igual o superior a 5,0 puntos en el bloque de laboratorio para superar la asignatura.

El alumno podrá optar por la modalidad de evaluación continua o solo prueba final. No es necesario solicitar la evaluación mediante solo prueba final: se entenderá que el alumno que no haya realizado la evaluación de TEO1 opta por esta modalidad. Cualquier alumno que se hubiera presentado a la evaluación de TEO1 puede optar por realizar el examen final en lugar de examinarse únicamente de TEO2; en ese caso se descarta la nota obtenida en

TEO1.

---

## Evaluación continua

La modalidad de evaluación continua consiste en:

- Examen de Bloque de Teoría 1 (TEO1). Se realiza a mitad de semestre.
- Examen de Bloque de Teoría 2 (TEO2). Se realiza en la fecha fijada para la convocatoria ordinaria.
- Realización de las prácticas de laboratorio, con la entrega de los informes correspondientes.
- Examen escrito sobre las prácticas de laboratorio. Se realiza en la fecha fijada para la convocatoria ordinaria.

La calificación de los alumnos de evaluación continua se calcula de la siguiente manera:  $\text{Nota\_TEO1} * 0,36 + \text{Nota\_TEO2} * 0,54 + \text{Nota\_LAB} * 0,10$ , siempre que:

- Nota\_TEO1 mayor o igual a 3,0 puntos sobre 10.
- Nota\_TEO2 mayor o igual a 3,0 puntos sobre 10.
- Nota\_TEO (calculada como  $\text{Nota\_TEO1} * 0,40 + \text{Nota\_TEO2} * 0,60$ ) mayor o igual a 5,0 puntos sobre 10.
- Nota\_LAB mayor o igual a 5,0 puntos sobre 10.

Si alguna de las notas es inferior al umbral establecido, la calificación global será la menor de las tres notas.

Para superar la asignatura es necesario obtener una nota igual o superior a 5,0 puntos.

Las calificaciones obtenidas en ambos Bloques de Teoría (Nota\_TEO1 y Nota\_TEO2), así como la nota final de laboratorio (Nota\_LAB), si superan el umbral de 5,0 puntos, se guardan hasta la convocatoria extraordinaria.

---

## Evaluación solo prueba final

La modalidad de evaluación solo prueba final consiste en:

- Examen de Bloque de Teoría 1 (TEO1) y Bloque de Teoría 2 (TEO2) en la fecha fijada para la convocatoria ordinaria.
- Realización de las prácticas de laboratorio, con la entrega de los informes correspondientes.
- Examen escrito sobre las prácticas de laboratorio. Se realiza en la fecha fijada para la convocatoria ordinaria.

La calificación de Teoría se calcula como:  $\text{Nota\_TEO} = \text{Nota\_TEO1} * 0,40 + \text{Nota\_TEO2} * 0,60$

La calificación de los alumnos en la modalidad de examen final se calcula de la siguiente manera:  $\text{Nota\_TEO} * 0,90 + \text{Nota\_LAB} * 0,10$ , siempre que:

- Nota\_TEO mayor o igual a 5,0 puntos sobre 10.
- Nota\_LAB mayor o igual a 5,0 puntos sobre 10.

Si alguna de las notas es inferior al umbral establecido, la calificación global será la menor de las dos notas.

Para superar la asignatura es necesario obtener una nota igual o superior a 5,0 puntos.

Las calificaciones obtenidas en ambos Bloques de Teoría (Nota\_TEO1 y Nota\_TEO2), así como la nota final de laboratorio (Nota\_LAB), si superan el umbral de 5,0 puntos, se guardan hasta la convocatoria extraordinaria.

---

### Convocatoria extraordinaria

La convocatoria extraordinaria se registrará por las mismas normas del examen de la convocatoria ordinaria. En general, consistirá en:

- Examen de Bloque de Teoría 1 (TEO1) y Bloque de Teoría 2 (TEO2)
- Examen escrito sobre las prácticas de laboratorio .

No obstante, 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.

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

---

### Observaciones sobre las prácticas de laboratorio

La asistencia a las prácticas de laboratorio es obligatoria para todos los alumnos, independientemente de la modalidad de evaluación elegida (continua o solo prueba final). A la finalización de cada práctica el alumno

entregará un informe de prácticas, que será corregido y evaluado por el profesor.

Se admite como máxima una ausencia a las sesiones de laboratorio. El informe correspondiente a dicha práctica 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, por lo que no procederá el cálculo de la nota de laboratorio.

La nota del laboratorio se obtiene a partir de las notas de los informes de prácticas (con el mínimo establecido de 4 informes entregados), con un peso de 50%, y de la nota del examen de laboratorio, con un peso del 50%.

---

### Otras observaciones

Una vez aprobado el laboratorio (Nota\_LAB mayor o igual a 5,0) queda liberado de forma indefinida.

Las notas de los bloques de Teoría de la convocatoria ordinaria (Nota\_TEO1, Nota\_TEO2), si superan el umbral de 5,0, se guardan hasta la convocatoria extraordinaria del mismo curso, no para cursos posteriores.

---

## 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

#### 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 segun aparece en el cronograma es de 64 horas. En consecuencia, es necesario complementar las horas presenciales con 86 horas de trabajo personal del alumnado.