



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

**95000075 - Television**

### PLAN DE ESTUDIOS

09TT - Grado En Ingenieria De Tecnologias Y Servicios 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.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	7
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	16
9. Otra información.....	17

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	95000075 - Television
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Cuarto curso
<b>Semestre</b>	Séptimo semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	09TT - Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicacion
<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>
Francisco Moran Burgos (Coordinador/a)	C-320	francisco.moran@upm.es	Sin horario. Concertar cita por correo electrónico.
Carlos Cuevas Rodriguez	C-306	carlos.cuevas@upm.es	Sin horario. Concertar cita por correo electrónico.

Carlos Maria Muñoz Perez	C-323	carlos.munoz@upm.es	Sin horario. Concertar cita por correo electrónico.
--------------------------	-------	---------------------	---

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

## 2.2. Personal investigador en formación o similar

Nombre	Correo electrónico	Profesor responsable
Cortes Sanchez, Carlos	carlos.cs@upm.es	Moran Burgos, Francisco

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Señales Aleatorias
- Tratamiento Digital De Señales
- Herramientas Para La Computacion Y Visualizacion
- Señales Y Sistemas

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

- MATLAB (aportar certificado de curso "on-line" de MathWorks)

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CE-SI1 - Capacidad de construir, explotar y gestionar servicios y aplicaciones de telecomunicaciones, entendidas éstas como sistemas de captación, tratamiento analógico y digital, codificación, transporte, representación, procesado, almacenamiento, reproducción, gestión y presentación de servicios audiovisuales e información multimedia.

CE-SI2 - Capacidad de analizar, especificar, realizar y mantener sistemas, equipos, cabeceras e instalaciones de televisión, audio y vídeo, tanto en entornos fijos como móviles

CE-SI5 - Capacidad para crear, codificar, gestionar, difundir y distribuir contenidos multimedia, atendiendo a criterios de usabilidad y accesibilidad de los servicios audiovisuales, de difusión e interactivos

CG10 - Creatividad

CG12 - Organización y planificación

CG13 - Respeto medioambiental

CG2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio

CG3 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética

CG4 - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado

CG5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía

CG6 - Uso de la lengua inglesa

CG7 - Trabajo en equipo

CG8 - Comunicación oral y escrita

CG9 - Uso de Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA361 - Conocimiento y caracterización de los sistemas de TV digital

RA363 - Conocimiento de las herramientas conceptuales, matemáticas e informáticas que sirven de base para la codificación de señales de TV digital

RA362 - Conocimiento de los problemas prácticos que afectan a los sistemas de TV digital

RA365 - Conocimiento de las técnicas de representación, procesado, almacenamiento, compresión y difusión de señales de TV digital

RA366 - Conocimiento de los sistemas, equipos, cabeceras e instalaciones de TV digital

RA367 - Conocimiento de las técnicas de creación, codificación, difusión y reproducción de señales de TV digital, atendiendo a criterios de usabilidad

RA542 - Conocimiento de las técnicas de captación y presentación de señales audiovisuales

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

El objetivo de esta asignatura es formar a los alumnos en las técnicas y normas empleadas actualmente en codificación y difusión de TV (TeleVisión) digital.

Tras una introducción al sistema visual humano, y a los formatos habituales de color y vídeo, se abordan conceptos genéricos de codificación de señales digitales audiovisuales, para centrarse luego en cómo se implementan dichos conceptos en las normas de codificación de TV digital más usadas en la práctica: MPEG-2 y H.264/AVC para vídeo, y MP3 y AAC para audio. También se describen someramente normas avanzadas de codificación de vídeo (HEVC/H.265), y las normas DVB de difusión de TV digital.

Esta es una asignatura con una clara vocación práctica. Su laboratorio tiene una duración de alrededor de un tercio de la carga docente, y sus prácticas obligatorias, realizadas habitualmente por parejas, cubren todos los aspectos mencionados más arriba. Por otra parte, es necesario resolver problemas de programación (en MATLAB) tanto en la modalidad de evaluación progresiva como en la de evaluación global.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Introducción a la señal de vídeo
  - 1.1. Introducción al sistema visual humano
  - 1.2. Formatos de color: RGB vs. YCrCb, submuestreo croma
  - 1.3. Formatos de vídeo estándar
2. Codificación de señales audiovisuales
  - 2.1. Codificación estadística: Huffman, RLE
  - 2.2. Codificación diferencial intra/inter-cuadro
  - 2.3. Codificación de transformadas: DCT etc.
  - 2.4. Codificación jerárquica/escalable: subbandas etc.
  - 2.5. Estimación y compensación de movimiento
  - 2.6. Esquema híbrido clásico de codificación de vídeo
3. Normas de codificación de TV digital
  - 3.1. H.261
  - 3.2. MPEG-1 Video & Systems
  - 3.3. MPEG-2 Video & Systems (incl. tablas)
  - 3.4. Normas de vídeo avanzadas: AVC/H.264, HEVC/H.265
  - 3.5. Audio en normas MPEG: MP3, AAC
4. Normas de difusión de TV digital
  - 4.1. Normas DVB: generación del flujo binario (incl. tablas DVB)
  - 4.2. Normas DVB: transmisión del flujo binario (codificación de canal)
5. Prácticas de laboratorio (TODAS OBLIGATORIAS)
  - 5.1. Práctica 0: Análisis de imágenes y vídeo en MATLAB
  - 5.2. Práctica 1: Codificación de imágenes: estadística, mediante DCT (sin/con pérdidas) y predictiva intra-cuadro
  - 5.3. Práctica 2: Codificación de vídeo: predictiva inter-cuadro y según esquema híbrido clásico (incl. estimación y compensación de movimiento)
  - 5.4. Práctica 3: Codificación de vídeo con normas MPEG-2 y AVC/H.264: análisis visual y transcodificación

## 5.5. Práctica 4: Transmisión de TV digital con normas DVB: análisis de flujos de transporte reales

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Tema 1</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2		<b>Práctica 0</b> Duración: 03:40 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Examen de práctica 0</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 00:20
3	<b>Tema 2</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	<b>Tema 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 2</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
5		<b>Práctica 1</b> Duración: 03:40 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Examen de práctica 1</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 00:20
6	<b>Tema 2</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 3</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Trabajo 1</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 06:00
7	<b>Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 3</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
8		<b>Práctica 2</b> Duración: 03:40 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Examen de práctica 2</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 00:20

9	<b>Tema 3</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
10	<b>Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 3</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
11		<b>Práctica 3</b> Duración: 03:40 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Examen de práctica 3</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 00:20
12	<b>Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 3</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			<b>Trabajo 2</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 06:00
13	<b>Tema 4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 4</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
14		<b>Práctica 4</b> Duración: 01:40 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Examen de práctica 4</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 00:20
15				
16				
17				<b>Examen final ordinario</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 02:30  <b>Prueba de programación</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación sólo prueba final No presencial Duración: 01:00

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.

## 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
2	Examen de práctica 0	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:20	5%	3.5 / 10	CG9 CG6 CG10 CG12
5	Examen de práctica 1	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:20	5%	3.5 / 10	CG7 CG8 CE-SI2 CE-SI5 CG9 CG5 CG4 CG3 CG2 CG6 CG10 CG12 CE-SI1
6	Trabajo 1	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	06:00	12.5%	3.5 / 10	CG8 CG13 CE-SI2 CE-SI5 CG9 CG5 CG4 CG3 CG2 CG6 CG10 CG12 CE-SI1
8	Examen de práctica 2	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:20	5%	3.5 / 10	CG7 CG8 CE-SI2 CE-SI5 CG9 CG5 CG4 CG3 CG2 CG6

							CG10 CG12 CE-SI1
11	Examen de práctica 3	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:20	5%	3.5 / 10	CG7 CG8 CE-SI2 CE-SI5 CG9 CG5 CG4 CG3 CG2 CG6 CG10 CG12 CE-SI1
12	Trabajo 2	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	06:00	12.5%	3.5 / 10	CG8 CG13 CE-SI2 CE-SI5 CG9 CG5 CG4 CG3 CG2 CG6 CG10 CG12 CE-SI1
14	Examen de práctica 4	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:20	5%	3.5 / 10	CG7 CG8 CE-SI2 CE-SI5 CG9 CG5 CG4 CG3 CG2 CG6 CG10 CG12 CE-SI1
17	Examen final ordinario	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:30	50%	4 / 10	CG8 CG13 CE-SI2 CE-SI5 CG9 CG5 CG4 CG3 CG2 CG6 CG10 CG12

CE-SI1

### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
2	Examen de práctica 0	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:20	5%	3.5 / 10	CG9 CG6 CG10 CG12
5	Examen de práctica 1	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:20	5%	3.5 / 10	CG7 CG8 CE-SI2 CE-SI5 CG9 CG5 CG4 CG3 CG2 CG6 CG10 CG12 CE-SI1
8	Examen de práctica 2	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:20	5%	3.5 / 10	CG7 CG8 CE-SI2 CE-SI5 CG9 CG5 CG4 CG3 CG2 CG6 CG10 CG12 CE-SI1
11	Examen de práctica 3	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:20	5%	3.5 / 10	CG7 CG8 CE-SI2 CE-SI5 CG9 CG5 CG4 CG3 CG2 CG6 CG10 CG12 CE-SI1

14	Examen de práctica 4	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:20	5%	3.5 / 10	CG7 CG8 CE-SI2 CE-SI5 CG9 CG5 CG4 CG3 CG2 CG6 CG10 CG12 CE-SI1
17	Examen final ordinario	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:30	50%	4 / 10	CG8 CG13 CE-SI2 CE-SI5 CG9 CG5 CG4 CG3 CG2 CG6 CG10 CG12 CE-SI1
17	Prueba de programación	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	01:00	5%	4 / 10	CG13 CE-SI2 CE-SI5 CG9 CG5 CG4 CG3 CG2 CG6 CG8 CG10 CG12 CE-SI1

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen final extraordinario	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:30	50%	4 / 10	CG7 CG8 CG13 CE-SI2 CE-SI5 CG9 CG5 CG4 CG3 CG2 CG6 CG10 CG12 CE-SI1
Prueba de programación	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	25%	4 / 10	CG13 CE-SI2 CE-SI5 CG9 CG5 CG4 CG3 CG2 CG6 CG8 CG10 CG12 CE-SI1

## 7.2. Criterios de evaluación

La evaluación comprobará si los estudiantes han adquirido las competencias de la asignatura. Por tanto, la evaluación en la convocatoria extraordinaria usará los mismos tipos de técnicas evaluativas que se usan en la evaluación de la convocatoria ordinaria (EX, ET, TG, etc.).

Se aprobará la asignatura cuando la **NMF (Nota Media Final)**, normalmente comprendida entre 0 y 10, sea superior o igual a 5. **El rango y el cálculo de la NMF dependerán de la convocatoria y del tipo de evaluación elegida** por el alumno, según lo descrito más abajo, **pero en cualquier caso será obligatorio realizar a lo largo del semestre** cinco prácticas de laboratorio y sus exámenes individuales correspondientes, cuyas fechas serán anunciadas al principio del curso. Estas prácticas serán pues **actividades obligatorias no recuperables**, y darán lugar a cinco **NP (Notas de Prácticas: NP0, NP1, NP2, NP3 y NP4)**, todas ellas entre 0 y 10.

### Caso 1: convocatoria ordinaria y evaluación progresiva

La evaluación progresiva consistirá en:

- Dos trabajos de programación en MATLAB, que darán lugar a dos **NT (Notas de Trabajos: NT1 y NT2)**, ambas entre 0 y 10.
- Varias pruebas cortas realizadas durante las clases de teoría, que darán lugar a la **NEC (Nota de Evaluación en Clase)**, entre 0 y 2. Como se entiende fácilmente analizando las fórmulas siguientes, la NEC solo puede contribuir a aumentar la NMF (¡hasta 2 puntos!), pero GAUSS no contempla la posibilidad de que haya notas mayores de 10 que sean luego truncadas, por lo que las pruebas cortas correspondientes no están reflejadas en la sección 7.1.1 de esta guía de aprendizaje.

Por su parte, el examen final ordinario constará de varias preguntas teóricas y ejercicios prácticos, que darán lugar a la **NEF (Nota del Examen Final)**, entre 0 y 10.

En este primer caso, la **NMP (Nota Media de Prácticas)** y la NMF se calcularán así:

- $NMP = (NP0+NP1+NP2+NP3+NP4 + 2,5(NT1+NT2)) / 10$ . Cada trabajo pesará pues dos veces y media lo que cada práctica en la NMP, que variará entre 0 y 10.
- Si NMP y NEF son ambas superiores o iguales a  $N_{min}=4$ ,  $NMF = \min(10, (NMP+NEF)/2 + NEC)$ ; si NMP o NEF son inferiores a  $N_{min}$ ,  $NMF = \min(4, (NMP+NEF)/2)$ .

## Caso 2: convocatoria ordinaria y evaluación global

Los estudiantes que no deseen participar en la evaluación progresiva no tendrán que realizar durante el semestre ni los trabajos de programación ni las pruebas cortas en el aula pero, además del examen final ordinario del caso 1, tendrán que realizar una prueba de programación, que dará lugar a la **NPP (Nota de la Prueba de Programación)**, entre 0 y 10.

En este segundo caso, la NMP se calculará así:  $NMP = (NP0+NP1+NP2+NP3+NP4 + NPP) / 10$ . La prueba de programación pesará pues lo mismo que cada práctica en la NMP, que variará entre 0 y 6.

La NMF se calculará exactamente igual que en el caso 1, pero lógicamente con  $NEC=0$ , y variará entre 0 y 8.

## Caso 3: convocatoria extraordinaria

El examen final extraordinario constará de varias preguntas teóricas y ejercicios prácticos, que darán lugar a la NEF, entre 0 y 10, y de una prueba de programación, que dará lugar a la NPP, entre 0 y 10.

En este tercer caso, la NMP se calculará así:  $NMP = (NP0+NP1+NP2+NP3+NP4 + 5NPP) / 10$ . La prueba de programación pesará pues cinco veces lo que cada práctica en la NMP, que variará entre 0 y 10.

La NMF se calculará exactamente igual que en el caso 1, pero lógicamente con  $NEC=0$ , y variará entre 0 y 10.

## Copias durante pruebas de evaluación

Ver sección 9.1 de esta guía de aprendizaje.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Apuntes de la asignatura	Recursos web	"Transparencias" de la asignatura disponibles en repositorio Moodle UPM
Y. Wang, J. Osterman, Y-Q. Zhang, "Video Processing & Communications", Prentice Hall, 2002	Bibliografía	Libro
R.J. Clarke, "Digital Compression of Still Images and Video", Academic Press, 1995	Bibliografía	Libro disponible en biblioteca ETSIT-UPM
M. Rabbani & P.W. Jones, "Digital Image Compression Techniques", SPIE Optical Engineering Press, 1991	Bibliografía	Libro disponible en biblioteca ETSIT-UPM
K.R Rao & J.J. Hwang, "Techniques and Standards for Image, Video, and Audio Coding", Prentice Hall, 1996	Bibliografía	Libro disponible en biblioteca ETSIT-UPM
U. Reimers, "Digital Video Broadcasting (The International Standard for Digital Television)", Springer Verlag, 2001	Bibliografía	
H. Benoit. "Televisión Digital", Ed. Paraninfo, 1998	Bibliografía	Libro disponible en biblioteca ETSIT-UPM
Laboratorio de señales (A-202-L)	Equipamiento	Sala de trabajo para la realización (por parejas o no) de las prácticas de laboratorio

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

#### Copias durante pruebas de evaluación

La comprobación de copia o acción fraudulenta en cualquier prueba de evaluación implicará la aplicación del artículo 13 de la "Normativa de evaluación del aprendizaje en las titulaciones oficiales de grado y máster universitario de la Universidad Politécnica de Madrid", aprobada por el Consejo de Gobierno de la UPM en su sesión de 26 de mayo de 2022. En particular, "[...] se calificará con la puntuación de cero al estudiante o estudiantes implicados en la calificación final de la convocatoria correspondiente a la celebración de la prueba (ordinaria o extraordinaria). Además, en función de la gravedad del caso, el Tribunal de la asignatura podrá acordar la realización de un examen especial y equivalente para evaluar los resultados de aprendizaje de la asignatura en la siguiente convocatoria oficial."

#### Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Esta asignatura está muy centrada en la codificación **eficiente** de señales audio-visuales, que son las que dan lugar al ochenta por cien del tráfico de datos en Internet. Por lo tanto, está intrínsecamente relacionada con todos los ODS que tienen que ver, de una manera u otra, con:

- la ecología: grupos 7, 11, 12, 13 y 17 (al menos, y quizá también 6, 14 y 15);
- la justicia social: grupos 1, 8, 10 y 17.