



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

93000946 - Técnicas De Tratamiento De Datos Masivos Para Imagen Y Vídeo

### PLAN DE ESTUDIOS

09AT - Master Universitario En Teoria De La Señal Y Comunicaciones

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2024/25 - 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.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	10
9. Otra información.....	12

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	93000946 - Técnicas de Tratamiento de Datos Masivos para Imagen y Vídeo
<b>No de créditos</b>	4 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Segundo semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Inglés/Castellano
<b>Titulación</b>	09AT - Master Universitario en Teoría de la Señal y Comunicaciones
<b>Centro responsable de la titulación</b>	09 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros De Telecomunicacion
<b>Curso académico</b>	2024-25

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías</b> *
Carlos Roberto Del Blanco Adan (Coordinador/a)	C-306	carlosrob.delblanco@upm.es	Sin horario. Appointment arranged by email
Narciso Garcia Santos	C-324	narciso.garcia@upm.es	Sin horario. Appointment arranged by email

Jesus Gutierrez Sanchez	C-307	jesus.gutierrez@upm.es	Sin horario. Appointment arranged by email
-------------------------	-------	------------------------	--

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

### 2.3. Profesorado externo

Nombre	Correo electrónico	Centro de procedencia
Daniel Berjón Díez	daniel.berjon@upm.es	E.T.S. de Ingeniería y Sistemas de Telecomunicación

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

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

El plan de estudios Master Universitario en Teoría de la Señal y Comunicaciones no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

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

- Python programming
- Linear algebra
- Basic probability
- Image Processing and Computer Vision fundamentals
- MATLAB programming
- Basic optimization
- Basic Machine Learning

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. 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

CB07 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CB09 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

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

CE01 - Analizar y aplicar técnicas para el diseño y desarrollo avanzado de equipos y sistemas, basándose en la teoría de la señal y las comunicaciones, en un entorno internacional

CE03 - Valorar y contrastar la utilización de las diferentes técnicas disponibles para la resolución de problemas reales dentro del área de teoría de la señal y comunicaciones.

CT01 - Capacidad para comprender los contenidos de clases magistrales, conferencias y seminarios en lengua inglesa

CT03 - Capacidad para adoptar soluciones creativas que satisfagan adecuadamente las diferentes necesidades planteadas

CT04 - Capacidad para trabajar de forma efectiva como individuo, organizando y planificando su propio trabajo, de forma independiente o como miembro de un equipo

CT05 - Capacidad para gestionar la información, identificando las fuentes necesarias, los principales tipos de documentos técnicos y científicos, de una manera adecuada y eficiente

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA1 - Capacidad para desarrollar técnicas de tratamiento de señal específicas para datos masivos y diseñar aplicaciones sobre señales como: imágenes, señales de video, voz, audio y las procedentes de sensores de diversa naturaleza

RA34 - Capability to develop and evaluate machine-learning techniques and to design big data learning systems

RA7 - Capacidad para desarrollar y evaluar técnicas de aprendizaje automático y diseñar sistemas de aprendizaje para datos masivos

RA32 - Capability for planning, design and implement applications, incorporating signal processing, statistical analysis and machine learning

RA2 - Capacidad para planificar, diseñar y realizar aplicaciones que integren técnicas de tratamiento de señal, análisis estadístico y aprendizaje automático sobre datos masivos.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

This course presents a selection of the most recent and relevant techniques for massively processing images and video. After the introduction of the course goals in the first lesson, the theory of Compressive Sensing is introduced in the second lesson. This is a recent framework for the analysis and reconstructions of massive data that overcomes some challenges related to memory restrictions, computational cost, and the so called "curse of dimensionality". Next, Compressive Sensing framework is applied for the massive processing of image and video signals in the third lesson, and for the efficient sampling of data (it can be significantly more efficient than the famous Shannon-Nyquist sampling theorem under certain assumptions) in the fourth lesson. Next, the fundamental concept of sparsity of the Compressive Sensing framework is used to build efficient sparse representations and dictionaries, which will be applied for the task of object detection and recognition. In the sixth lesson, the Random Projection framework will be introduced, which is focused on the analysis and dimensionality reduction of massive data. The main difference of Random Projections with Compressive Sensing is that the signal reconstruction is unnecessary, relaxing the conditions for applying the Random Projection framework. Lastly, the seventh lesson will present case studies about the practical applications of the Random Projection framework in the field of computer vision and image processing.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Introduction
2. Compressive sensing
3. Compressive sensing for image and video
4. Data acquisition. New sampling perspectives
5. Object detection/recognition: sparse representation and dictionaries
6. Dimensionality reduction: random projections
7. Random projections applied to computer vision applications

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Introduction</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Compressive Sensing</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Compressive Sensing</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	<b>Compressive Sensing</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4		<b>Laboratory session: Compressive sensing</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
5	<b>Compressive sensing for image and video</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Laboratory session: Compressive sensing for image and video</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
6	<b>Exam (theory+lab): Compressive sensing, Compressive sensing for image and video, and Data acquisition</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación	<b>Laboratory session: Compressive sensing for image and video</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Exam (theory+lab): Compressive sensing, Compressive sensing for image and video, and Data acquisition</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:00
7	<b>Data acquisition. New sampling perspectives</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Laboratory session: Data acquisition</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
8		<b>Laboratory session: Data acquisition</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
9	<b>Object detection/recognition: sparse representation and dictionaries</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Laboratory session: Object detection/recognition</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		



10	<b>Exam (theory+lab): Data acquisition and Object detection/recognition</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación	<b>Laboratory session: Object detection/recognition</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Exam (theory+lab): Data acquisition and Object detection/recognition</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:00
11	<b>Dimensionality reduction: random projections</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Random projections applied to vision applications</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
12		<b>Laboratory session: random projections</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
13		<b>Laboratory session: Random projections applied to vision applications</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
14	<b>Exam (theory+lab): Random projections and Random projections applied to vision applications</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación			<b>Exam (theory+lab): Random projections and Random projections applied to vision applications</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:00
15				
16				
17				<b>Final exam for one final examination</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 03:00

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.

## 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
6	Exam (theory+lab): Compressive sensing, Compressive sensing for image and video, and Data acquisition	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	34%	3.5 / 10	CB09 CT01 CB07 CT03 CB06 CT04 CE01 CE03 CT05 CB10
10	Exam (theory+lab): Data acquisition and Object detection/recognition	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	33%	3.5 / 10	CB09 CT01 CB07 CT03 CB06 CT04 CE01 CE03 CT05 CB10
14	Exam (theory+lab): Random projections and Random projections applied to vision applications	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	33%	3.5 / 10	

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Final exam for one final examination	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CT01 CB07 CT03 CB06 CT04 CE01 CE03 CT05 CB09 CB10

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Extraordinary assessment exam	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CB09 CT01 CB07 CT03 CB06 CT04 CE01 CT05 CB10

## 7.2. Criterios de evaluación

Evaluation will assess if students have acquired all the competences of the subject. Thus, both periods of evaluation, ordinary and extraordinary, will be carried out considering the same evaluation techniques (EX, ET, TG, etc.) and will be celebrated in the exam period approved by Junta de Escuela for the current academic semester and year.

For any of the evaluation periods, the passing mark for the subject will be the 50% or higher of the total score.

### Ordinary call

Three partial exams along the course: they have weights of 34%, 33% and 33% for the final score for the partial 1, 2 and 3, respectively. It is required to obtain for every one a minimum score of 3.5 out of 10. Students not attending to the any of the partial exams or not reaching the minimum scores (3.5 out of 10) will be able to perform the (global) final exam (100% of the final score) to pass the course.

Exams will have two parts: 1) a theoretic-practical part (assessing theoretic-practical concepts) and 2) a programmatic part (assessing the student performance in programming theoretic-practical concepts seen in the laboratory sessions).

The precise exam dates will be announced at the beginning of the course.

### Extraordinary call

One final exam: 100% of the final score. It will have two parts: 1) a theoretic-practical part (assessing theoretic-practical concepts) and 2) a programmatic part (assessing the student performance in programming theoretic-practical concepts).

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Lecture notes	Recursos web	Slices prepared for the subject available in a Moodle platform
Y. C. Eldar and G. Kutyniok, Compressed Sensing: Theory and Applications. 2012	Bibliografía	
V. M. Patel, Sparse Representations and Compressive Sensing for Imaging and Vision, vol. XXXIII, no. 2. 2013	Bibliografía	
S. Foucart and H. Rauhut, A mathematical introduction to compressive sensing. New York, NY: Springer New York, 2013	Bibliografía	
E. Candès and M. Wakin, An introduction to compressive sampling, Signal Process. Mag. IEEE, no. March 2008, pp. 21?30, 2008	Bibliografía	

D. L. Donoho, Compressed Sensing, pp. 1234, 2004	Bibliografía	
R. F. Marcia, Compressed sensing for practical optical imaging systems: a tutorial, Opt. Eng., vol. 50, no. 7, p. 072601, Jul. 2011	Bibliografía	
J. Romberg, Imaging via compressive sampling, IEEE Signal Process. Mag., no. March 2008, pp. 14220, 2008	Bibliografía	
J. Haupt and R. Nowak, Signal reconstruction from noisy random projections, IEEE Trans. Inf. Theory, vol. 52, no. 9, pp. 4036-4048, 2006	Bibliografía	
K. Zhang, L. Zhang, and M. Yang, Real-time compressive tracking, Comput. Vision & ECCV 2012, pp. 866-879, 2012	Bibliografía	
E. J. Candès, J. Romberg, and T. Tao, Robust uncertainty principles: Exact signal reconstruction from highly incomplete frequency information? IEEE Trans. Inf. Theory, vol. 52, no. 2, pp. 489-509, 2006	Bibliografía	
E. Candès and J. Romberg, Sparsity and incoherence in compressive sampling, Inverse Probl., vol. 23, no. 3, pp. 969-985, 2007	Equipamiento	
D. L. Donoho and P. B. Stark, Uncertainty Principles and Signal Recovery, SIAM Journal on Applied Mathematics, vol. 49, no. 3, pp. 906-931, 1989	Bibliografía	

Laboratory facilities	Equipamiento	Laboratory equipped with computers to develop the programming projects.
-----------------------	--------------	---

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

This subject involves the SDG 4, 9 y 17:

- Target 4.4: Increase the number of youth and adults who have relevant skills, including technical and vocational skills, for employment, decent jobs and entrepreneurship.
- Target 9.5: Enhance scientific research, upgrade the technological capabilities of industrial sectors in all countries, in particular developing countries.
- Target 17.6: Enhance North-South, South-South and triangular regional and international cooperation on and access to science, technology and innovation and enhance knowledge sharing on mutually agreed terms, including through improved coordination among existing mechanisms, in particular at the United Nations level, and through a global technology facilitation mechanism.
- Target 17.7: Promote the development, transfer, dissemination and diffusion of environmentally sound technologies to developing countries on favourable terms, including on concessional and preferential terms, as mutually agreed.