



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

**93000968 - Señales Biomédicas**

### PLAN DE ESTUDIOS

09AU - Master Universitario En Ingenieria Biomedica

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - 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.....	4
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	13
9. Otra información.....	14

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	93000968 - Señales Biomédicas
<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>	Inglés/Castellano
<b>Titulación</b>	09AU - Master Universitario en Ingeniería Biomedica
<b>Centro responsable de la titulación</b>	09 - E.T.S. De Ingenieros De Telecomunicacion
<b>Curso académico</b>	2025-26

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Ignacio Oropesa Garcia (Coordinador/a)	D-213	i.oropesa@upm.es	J - 10:00 - 11:00 It is necessary first to schedule an appointment via email.
Bryan Strange	CTB	bryan.strange@upm.es	M - 10:00 - 11:00 It is necessary first to schedule an appointment via email.

Giulia Varotto		giulia.varotto@upm.es	Sin horario. It is necessary first to schedule an appointment via email.
----------------	--	-----------------------	--

\* 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

El plan de estudios Master Universitario en Ingeniería Biomedica no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

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

- Notions on signals, systems and statistics are desired.
- Students should be comfortable using MATLAB, or else should learn how to use it during the course.

### 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

CB08 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios

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.

CE-MIB08 - Identificar y utilizar los métodos y técnicas actuales en el procesamiento de señal para el análisis y diseño de sistemas avanzados de procesamiento de señales biomédicas

CG-MIB01 - Resolver problemas e integrar conocimiento en temas nuevos o escasamente definidos y en entornos multidisciplinares del área de la Ingeniería Biomédica

CG-MIB02 - Analizar y aplicar la reglamentación correspondiente a la sensibilidad social y ética en los ámbitos de operación que pueden darse en Ingeniería Biomédica

CG-MIB03 - Utilizar la filosofía, el método científico y el método experimental para la búsqueda de innovación, la curiosidad científica y el desarrollo de actitudes creativas

CG-MIB04 - Utilizar las tecnologías de la información y la comunicación para la búsqueda de información, datos bibliográficos y adquisición de nuevo conocimiento para la formación permanente y el trabajo autónomo

CG-MIB05 - Utilizar técnicas de expresión oral y escrita para comunicar trabajos y conclusiones a comunidades de iguales o divulgación científica, elaboración de artículos, manuales de estilo y herramientas de edición para fomentar la capacidad de comunicación y diseminación de resultados

CG-MIB06 - Aplicar técnicas de trabajo colaborativo en equipos multidisciplinares internacionales y liderazgo, así como utilizar métodos para asumir la responsabilidad de orientar y dirigir trabajos científicos en el ámbito de la ingeniería Biomédica

CG-MIB07 - Utilizar la lengua inglesa como herramienta de trabajo

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA19 - Ser capaz de analizar y aplicar las técnicas más avanzadas en procesamiento, modelado y simulación de señales biomédicas, y su aplicación en señales biomédicas.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

The main goal of this course is to provide the student with the tools and competences (1) to identify and interpret the main biomedical signals of the human body and (2) to process said signals to aid in their analysis.

The course is divided in two main blocks:

**BLOCK 1: Biomedical signals.** In this block, the student will study the underlying physiological principles and the means to acquire the most important biomedical signals, as well as to interpret and characterise them.

- Unit 1: Biomedical signals: EEG, evoked potentials, EMG, ECG.

**BLOCK 2: Processing of biomedical signals.** In this block, the student will learn and apply different algorithms for processing biomedical signals.

- Unit 2: Signal processing fundamentals - signals, systems and stochastic processes
- Unit 3: Noise filtering - Time domain filters, frequency domain filters, separation of mixed signals, etc.
- Unit 4: Spectral analysis - periodogram analysis
  
- Unit 5: Time-frequency analysis - STFT, wavelet analysis
- Unit 6: Connectivity

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Biomedical signals
2. Signal processing fundamentals
3. Noise filtering
4. Spectral analysis
5. Time-frequency analysis
6. Connectivity

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p><b>Course presentation and introduction to biomedical signals</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Unit 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Attendance &amp; participation</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00</p>
2	<p><b>Unit 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Unit 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
3	<p><b>Unit 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Unit 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
4	<p><b>Unit 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Unit 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
5		<p><b>Practical session 1</b> Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
6	<p><b>Unit 4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Unit 5</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Practical session 1 - Report</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:00</p>
7	<p><b>Unit 6</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Practical session 2</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		

8				<b>Practical session 2 - Report</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:00
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				<b>Exam</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00  <b>Exam</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 02:00  <b>Practical session reports</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Global No presencial Duración: 00:00

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
1	Attendance & participation	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	5%	0 / 10	CG-MIB05 CG-MIB07 CB08 CB09 CB10 CE-MIB08
6	Practical session 1 - Report	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	40%	0 / 10	CG-MIB06 CG-MIB05 CG-MIB03 CG-MIB04 CG-MIB07 CG-MIB01 CB06 CB07 CB08 CB09 CB10 CE-MIB08
8	Practical session 2 - Report	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	30%	0 / 10	CG-MIB03 CG-MIB04 CG-MIB05 CG-MIB06 CG-MIB07 CG-MIB01 CB06 CB07 CB08 CB09 CB10 CE-MIB08
17	Exam	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	30%	3 / 10	CG-MIB07 CG-MIB01 CG-MIB02 CB06 CB07 CB09 CE-MIB08

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Exam	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	70%	5 / 10	CG-MIB07 CG-MIB01 CG-MIB02 CB06 CB07 CB09 CE-MIB08
17	Practical session reports	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	30%	0 / 10	CG-MIB03 CG-MIB04 CG-MIB05 CG-MIB06 CG-MIB07 CG-MIB01 CB06 CB07 CB08 CB09 CB10 CE-MIB08

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Exam	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	90%	4 / 10	CG-MIB02 CB06 CB07 CB09 CE-MIB08 CG-MIB07 CG-MIB01
Practical session reports	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	10%	0 / 10	CG-MIB03 CG-MIB04 CG-MIB05 CG-MIB06 CG-MIB07 CG-MIB01 CB06 CB07



Individual work will be assessed with a final exam carrying a weight of 30% on the final score. Minimum score is set to 3/10.

Passing score for the whole course is 5/10.

Participation may be used by teachers to provide a bonus on the final score. This item will be assessed by means of short tests/questions during the course (eg: using resources such as Wooclap or Kahoot), participation in Moodle discussion boards, participation in class, etc. This bonus will not in any case surpass a 5% weight of the total assessment. Maximum score in the course is 10/10.

### **Global assessment**

Students will have the chance to complete the course practical sessions on their own and with their own means, before the end of the course. These will be taken into account as part of the assessment and have a weight of 30%.

They will have to complete an exam, with a weight of 70% over the final score. Students will need to attain a score of 5 or above to pass the course.

### **Extraordinary call**

Extraordinary assessment is based mainly on an exam. Minimum score is set to 4/10.

The weight of the practical session reports will be the same as that applied to each individual student during the regular teaching period (70% or 30%). Students who did not hand in any of the assignments during the regular teaching period will be required to do it for the extraordinary call. In these cases, the weight of the assignments on the final score will be of 10%, and 90% for the exam.

### **Block release**

Practical session reports are kept: (a) for the extraordinary call (see above); (b) between academic years unless otherwise stated by the course coordinator. Nevertheless, students will always have the chance to repeat them in case they want to aim for better scores.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Rangayyan RM. Biomedical signal analysis. 2nd ed. IEEE Press - Wiley; 2015	Bibliografía	Reference book for the course.
Sörnmo L, Laguna P. Bioelectrical signal processing in cardiac and neurological applications. Elsevier Inc. / Academic Press; 2005	Bibliografía	Advanced book on biomedical signal processing.
Oppenheim AV, Willsky A. Signals and Systems, Prentice Hall; 1997	Bibliografía	Classic treaty on signals and systems. Recommended for students with no background on signal processing.
Oppenheim AV, Schafer RW. Discrete-Time Signal Processing, 3rd Ed., Prentice Hall; 2019	Bibliografía	Basic treaty on digital signal processing.
Roberts MJ. Signals and Systems Analysis Using Transform Methods and MATLAB®, 2nd Ed, McGraw-Hill; 2012	Bibliografía	
Bronzino JD. The Biomedical Engineering Handbook (2nd ed), Bronzino JD. (ed), CRC Press LLC; 2000	Bibliografía	
MATLAB + EEGLAB	Otros	Software to carry out the course's practical sessions.

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

It is recommended that students bring their own laptops to practical sessions, with Matlab R2022 or higher running on them, as well as EEGLAB (available at <https://sccn.ucsd.edu/eeglab/download.php>) and Singal Processing and Wavelets toolbox (available from Matlab add-ons).

This course is related with Sustainable Development Goals **SDG3** (Good health and well-being: ensure healthy lives and promote well-being for all at all ages) and **SDG4** (Quality education: Ensure inclusive and equitable quality education and promote lifelong learning opportunities for all).