



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

95000320 - Señales Biomédicas

PLAN DE ESTUDIOS

09BM - Grado En Ingenieria Biomedica

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2023/24 - 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.....	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

Nombre de la asignatura	95000320 - Señales Biomédicas
No de créditos	6 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Tercero curso
Semestre	Quinto semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	09BM - Grado en Ingeniería Biomedica
Centro responsable de la titulación	09 - Escuela Tecnica Superior De Ingenieros De Telecomunicacion
Curso académico	2023-24

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Bryan Strange	CTB	bryan.strange@upm.es	M - 10:00 - 11:00 Es necesario concertar cita previamente por correo.
Ignacio Oropesa Garcia (Coordinador/a)	D-213	i.oropesa@upm.es	J - 10:00 - 11:00 Es necesario concertar cita previamente por correo.

Miguel Angel Muriel Fernandez	B-118	m.muriel@upm.es	L - 13:00 - 14:00 Es necesario concertar cita previamente por correo.
Alexander Peter Seiffert		ap.seiffert@upm.es	Sin horario. Es necesario concertar cita previamente por correo.

* 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

- Sistemas Y Señales
- Estadística

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- El alumno deberá tener experiencia en MATLAB o adquirirla durante el curso, por ejemplo a través de MATLAB Onramp: <https://matlabacademy.mathworks.com/es/details/matlab-onramp/gettingstarted>

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CE11 - Calcular y representar gráficamente los parámetros más relevantes de un experimento utilizando funciones matemáticas.

CE12 - Saber buscar, obtener e interpretar la información de las principales bases de datos biomédicas y bibliográficos.

CE38 - Conocer los principios y las técnicas de medida de las magnitudes más relevantes en Ingeniería Biomédica.

CE40 - Conocer los principales tipos de dispositivos terapéuticos empleados en ingeniería biomédica.

CE42 - Conocer técnicas de muestreo y procesado de señales e imágenes para diversas aplicaciones en relación con la Ingeniería Biomédica.

CE43 - Capacidad de análisis e interpretación de señales e imágenes biomédicas.

CG01 - Desarrollar las habilidades de aprendizaje necesarias para emprender actividades o estudios posteriores de forma autónoma y con confianza.

CG06 - Adoptar una actitud ante los problemas de su competencia que considere que su papel no es exclusivamente aportar soluciones sino, siempre que sea posible, participar además en la propia identificación u definición de dichos problemas

CG09 - Tener capacidad de descripción, cuantificación, análisis y evaluación de resultados experimentales.

CG10 - Formular, diseñar y elaborar proyectos siendo capaz de liderar grupos de trabajo y buscar en distintas fuentes de información e integrar nuevos conocimientos en su investigación

CG11 - Elaborar y defender argumentos y resolver los problemas de forma efectiva y creativa.

CG15 - Transmitir la información adquirida, las ideas, los problemas y las soluciones de forma oral y escrita en castellano e inglés.

4.2. Resultados del aprendizaje

RA165 - Presentar de forma oral o escrita las conclusiones más relevantes de un trabajo de investigación

RA162 - Enumerar las distintas aplicaciones del análisis y procesamiento de las señales biomédicas

RA158 - Aplicar distintas técnicas de filtrado para el tratamiento de ruido en señales biomédicas

RA156 - Describir los principios fisiológicos que influyen en la generación de señales biomédicas

RA157 - Enumerar los principales dispositivos para la adquisición y procesamiento de señales biomédicas

RA160 - Realizar e interpretar un análisis tiempo-frecuencia de una señal biomédica

RA164 - Realizar búsquedas bibliográficas y extraer/analizar las conclusiones más importantes

RA163 - Interpretar las principales señales biomédicas asociadas tanto con sujetos sanos como con distintas patologías

RA161 - Aplicar distintas técnicas para la detección de eventos en señales biomédicas

RA159 - Estimar la información espectral de una señal biomédica haciendo uso de métodos paramétricos y no paramétricos

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

El objetivo de la asignatura es que el alumno conozca las principales señales biomédicas del cuerpo, así como las principales técnicas de procesamiento de señal que pueden aplicarse para su análisis.

El temario de la asignatura está dividido en dos grandes bloques:

BLOQUE 1: Tipos de señales biomédicas. El objetivo de este bloque es que el alumno conozca las bases fisiológicas, los medios de adquisición, y la caracterización de las principales señales biomédicas. Además, el alumno deberá conocer las principales aplicaciones clínicas que involucren el análisis de señales biomédicas.

- TEMA 1 PRINCIPALES SEÑALES BIOMÉDICAS: Origen de la señal bioeléctrica, EEG, potenciales evocados, EMG, ECG.

BLOQUE 2: Procesamiento de señales biomédicas. El objetivo de este bloque es que el alumno conozca y aplique los principales algoritmos para el procesamiento y análisis de las señales biomédicas.

- TEMA 2 FUNDAMENTOS DE SEÑALES Y SISTEMAS: Repaso de conceptos fundamentales de señales y sistemas, procesos estocásticos.
- TEMA 3 FILTRADO DE SEÑALES BIOMÉDICAS: Caracterización de fuentes de ruido, filtros en el dominio del tiempo, filtros en el dominio de la frecuencia, filtros adaptativos, separación de fuentes.
- TEMA 4a ESTIMACIÓN ESPECTRAL: CARACTERIZACIÓN EN EL DOMINIO DE LA FRECUENCIA: Estimación de la densidad espectral de potencia, técnicas de periodograma.
- TEMA 4b ESTIMACIÓN ESPECTRAL: MODELADO DE SEÑALES BIOMÉDICAS: Estimación espectral mediante modelos AR y ARMA.
- TEMA 5 ANÁLISIS DE SEÑALES NO ESTACIONARIAS: STFT, Wavelets.
- TEMA 6 DETECCIÓN DE EVENTOS: Procesamiento de señal de ECG, procesamiento de señal de EEG y análisis de conectividad.

La asignatura combinará distintas técnicas docentes para su impartición: clases magistrales, prácticas en laboratorio, aprendizaje invertido, resolución de problemas.

5.2. Temario de la asignatura

1. Principales señales biomédicas
2. Fundamentos de señales y sistemas
3. Filtrado de señales biomédicas
4. Estimación espectral
 - 4.1. Caracterización en el dominio de la frecuencia
 - 4.2. Modelado de señales biomédicas
5. Análisis de señales no estacionarias
6. Detección de eventos

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p>Presentación de la asignatura e Introducción a las señales biomédicas. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Actitud y participación OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p> <p>Ejercicios de clase TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 02:00</p>
2	<p>Tema 1 Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
3	<p>Tema 1 Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
4	<p>Tema 2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
5	<p>Tema 2 Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Trabajos en grupo - ACTIVIDAD OBLIGATORIA PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final No presencial Duración: 20:00</p>
6	<p>Presentación de trabajos Duración: 04:00 OT: Otras actividades formativas</p>			
7	<p>Tema 3 Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
8	<p>Tema 3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Introducción a las prácticas Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
9		<p>Caso Práctico 1 Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		

10	<p>Tema 4a Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 4b Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Entrega caso práctico 1 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 10:00</p>
11	<p>Tema 5 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Caso Práctico 2 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
12	<p>Tema 5 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Caso Práctico 3 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>Entrega caso práctico 2 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 10:00</p>
13	<p>Tema 6 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Caso Práctico 4 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>Entrega caso práctico 3 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 10:00</p>
14	<p>Tema 6 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
15	<p>Tema 6 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
16		<p>Caso Práctico 5 Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>Entrega caso práctico 4 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 10:00</p>
17				<p>Entrega caso práctico 5 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 10:00</p> <p>Examen EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 02:00</p> <p>Entrega en evaluación progresiva de ejercicios y prácticas TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación sólo prueba final No presencial Duración: 50:00</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
1	Actitud y participación	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	5%	0 / 10	CG15 CE43 CE42 CG09 CG06
1	Ejercicios de clase	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	5%	0 / 10	CE12 CE40 CG11 CG15 CE43 CE38 CE42
5	Trabajos en grupo - ACTIVIDAD OBLIGATORIA	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	No Presencial	20:00	10%	0 / 10	CE40 CG11 CG15 CG01 CE12 CE43 CG10 CE38 CG06
10	Entrega caso práctico 1	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	10:00	5%	0 / 10	CE43 CE38 CE11 CE42 CG09
12	Entrega caso práctico 2	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	10:00	5%	0 / 10	CE43 CE38 CE11 CE42 CG09
13	Entrega caso práctico 3	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	10:00	5%	0 / 10	CE38 CE11 CE42 CE43 CG09

16	Entrega caso práctico 4	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	10:00	5%	0 / 10	CE43 CE38 CE11 CE42 CG09
17	Entrega caso práctico 5	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	10:00	5%	0 / 10	CE43 CE38 CE11 CE42 CG09
17	Examen	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	60%	4 / 10	CE12 CE40 CG15 CE43 CE38 CE11 CE42 CG09 CG06

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
5	Trabajos en grupo - ACTIVIDAD OBLIGATORIA	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	No Presencial	20:00	10%	0 / 10	CE40 CG11 CG15 CG01 CE12 CE43 CG10 CE38 CG06
17	Examen	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	60%	4 / 10	CE12 CE40 CG15 CE43 CE38 CE11 CE42 CG09 CG06
17	Entrega en evaluación progresiva de ejercicios y prácticas	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	50:00	30%	0 / 10	

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	60%	4 / 10	CG15 CE43 CE38 CE11 CE42 CG09 CG06 CE12 CE40
Entregas prácticas 1-5	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	25%	0 / 10	CE43 CE38 CE11 CE42 CG09
Trabajos en grupo - ACTIVIDAD OBLIGATORIA	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	04:00	10%	0 / 10	CG01 CE12 CE40 CG11 CG15 CE43 CG10 CE38 CG06
Ejercicios de clase	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	5%	0 / 10	CE12 CE40 CG11 CG15 CE43 CE38 CE42

7.2. Criterios de evaluación

Disposiciones generales

La asignatura sigue un sistema de evaluación progresiva.

La asignatura se aprobará cuando se obtenga una calificación mayor o igual a 5 puntos sobre un total de 10, según las normas que se indican en este apartado.

Todas las entregas y actividades que se realicen deben ser fruto del trabajo personal del alumno, aunque se fomentará la discusión y el trabajo en grupo para ayudar a entender mejor los problemas que se intentan resolver. La copia supondrá el suspenso de la actividad de forma automática, tanto para quien copia como para quien se deja copiar.

Se tendrá en cuenta la actitud positiva y participativa en clase con hasta un 5% adicional en la nota final. En cualquier caso, la nota del alumno no podrá superar el 100%.

Actividades de evaluación progresiva

Prácticas: Habrá 5 prácticas en la asignatura. Las prácticas se harán por parejas, salvo que el alumno tenga problemas de asistencia, en cuyo caso deberá hacerlas de forma individual. Cada práctica conllevará una entrega que supondrá un 5% de la nota final. Las entregas fuera de fecha supondrán una reducción de la nota a la mitad.

Ejercicios en clase: Se harán distintos ejercicios en clase, que contarán un 5% en total en la nota final.

Examen: El examen supondrá un 60% de la nota final y tendrá nota mínima de 4/10.

Actividades de evaluación obligatorias

La actividad de trabajos en grupo es obligatoria, ya que es fundamental para la adquisición de las competencias CG6, CG10, CG11 y CG15. Su peso máximo en la calificación es del 10%, y no será recuperable ni en la prueba de evaluación global ni en la convocatoria extraordinaria. La asistencia a las sesiones de trabajo en grupo es obligatoria para poder puntuar.

Liberación de bloques

Los ejercicios, los trabajos en grupo y las prácticas pueden ser guardadas dentro de una convocatoria, así como para convocatorias sucesivas, siempre que el profesorado lo considere oportuno. No obstante, el alumno siempre podrá presentarse de nuevo a ellas para subir nota.

Prueba de evaluación global

La prueba de evaluación global consistirá en un examen y la nota obtenida en todos los ejercicios y casos prácticos entregados en fecha. El peso total será del 90%, siendo obligatoria la participación en la actividad trabajos en grupo para llegar al 100%. La nota mínima del examen es de 4/10.

Prueba de evaluación extraordinaria

La prueba de evaluación global consistirá en un examen y la nota obtenida en todos los ejercicios y casos prácticos entregados en fecha. El peso total de ambos será del 90%, siendo obligatoria la participación en la actividad trabajos en grupo para llegar al 100%. La nota mínima del examen es de 4/10.

Tanto los ejercicios como los casos prácticos no entregados en fecha podrán ser recuperados en esta convocatoria extraordinaria.

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	Libro de referencia de la asignatura, sobre todo para los temas relacionados con procesamiento y análisis de la señal. Aborda las distintas técnicas mediante el uso de ejemplos reales con un enfoque muy didáctico
Sörnmo L, Laguna P. Bioelectrical signal processing in cardiac and neurological applications. Elsevier Inc. / Academic Press; 2005	Bibliografía	Libro de referencia en el campo del procesamiento y análisis de señal biomédica
Bronzino JD. The Biomedical Engineering Handbook (2nd ed), Bronzino JD. (ed), CRC Press LLC; 2000	Bibliografía	
Oppenheim AV, Willsky A. Signals and Systems, Prentice Hall; 1997	Bibliografía	
Oppenheim AV, Schafer RW. Discrete-Time Signal Processing, 3rd Ed., Prentice Hall; 2019	Bibliografía	
MATLAB + EEGLAB + Brainstorm	Otros	Todos los casos prácticos se llevarán a cabo en MATLAB, haciendo uso de librerías específicas del procesamiento de señal biomédica (EEGLAB, Brainstorm)
Pide Turno	Otros	Software para la gestión de turnos en el laboratorio. Disponible tanto en iOS como en Android.

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

Esta asignatura se relaciona con el **ODS3** (Salud y Bienestar) y **ODS4** (Educación de Calidad).