



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

2021/22 - 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

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	2021-22

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Miguel Angel Muriel Fernandez	B-118	m.muriel@upm.es	L - 13:00 - 14:00 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.

Bryan Strange	CTB	bryan.strange@upm.es	M - 10:00 - 11:00 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 del tutorial "Introducción a MATLAB" de Mathworks (disponible en <https://matlabacademy.mathworks.com/R2019a/es/portal.html?course=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

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

RA162 - Enumerar las distintas aplicaciones del análisis y procesamiento de las 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: Detección de complejos QRS, análisis de conectividad.

La asignatura combinará distintas técnicas docentes para su impartición: clases magistrales, prácticas en laboratorio, aprendizaje invertido, resolución de problemas. Debido a la crisis sanitaria, la programación docente puede sufrir modificaciones a lo largo del curso en cuanto a metodologías, contenidos y estructura.

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 presencial en aula	Actividad presencial 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>Tema 1 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Actitud y asistencia OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p> <p>Ejercicios de clase TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 02:00</p>
2	<p>Tema 1 Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
3	<p>Tema 1 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
4	<p>Tema 2 Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Trabajos en grupo PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 20:00</p>
5			<p>Presentación de trabajos Duración: 06:00 OT: Otras actividades formativas</p>	
6	<p>Tema 3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
7	<p>Tema 3 Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
8	<p>Introducción a las prácticas Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Caso Práctico 1 Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
9	<p>Tema 4a 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>

10	Tema 4b Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Caso Práctico 2 Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
11	Tema 5 Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Entrega caso práctico 2 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 10:00
12	Tema 6 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Caso Práctico 3 Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
13	Tema 6 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Caso Práctico 4 Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Entrega caso práctico 3 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 10:00
14				Entrega caso práctico 4 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 10:00
15		Caso Práctico 5 Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
16				Entrega caso práctico 5 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 10:00 Examen EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00 Examen final EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 03:00 Entregas Prácticas 1-5 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación sólo prueba final No presencial Duración: 50:00
17				

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 continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
1	Actitud y asistencia	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	5%	0 / 10	CG15 CE43 CG09 CG06
1	Ejercicios de clase	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	02:00	5%	0 / 10	CE12 CE40 CG11 CG15 CE43 CE38 CE42
4	Trabajos en grupo	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	No Presencial	20:00	20%	5 / 10	CE40 CG11 CG15 CE43 CG10 CE38 CG06 CG01 CE12
9	Entrega caso práctico 1	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	10:00	5%	5 / 10	CE43 CE38 CE11 CE42 CG09
11	Entrega caso práctico 2	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	10:00	5%	5 / 10	CE43 CE38 CE11 CE42 CG09
13	Entrega caso práctico 3	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	10:00	5%	5 / 10	CE43 CE38 CE11 CE42 CG09

14	Entrega caso práctico 4	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	10:00	5%	5 / 10	CE43 CE38 CE11 CE42 CG09
16	Entrega caso práctico 5	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	10:00	5%	5 / 10	CE43 CE38 CE11 CE42 CG09
16	Examen	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	50%	4 / 10	CE40 CE12 CG11 CG15 CE43 CE38 CE11 CE42 CG09 CG06

7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
16	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	75%	5 / 10	CG01 CE12 CE40 CG11 CG15 CE43 CG10 CE38 CE11 CE42 CG09 CG06
16	Entregas Prácticas 1-5	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	50:00	25%	5 / 10	CE43 CE38 CE11 CE42 CG09

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CG01 CE12 CE40 CG11 CG15 CE43 CG10 CE38 CE11 CE42 CG09 CG06

7.2. Criterios de evaluación

Disposiciones generales

Los estudiantes serán evaluados, por defecto, mediante evaluación continua. El estudiante que desee renunciar a la evaluación continua y optar a la evaluación por prueba final (formada por una o más actividades de evaluación global de la asignatura), deberá comunicarlo por escrito a través de la plataforma de tele-enseñanza Moodle de la UPM al coordinador de la asignatura antes de que transcurran tres semanas desde el inicio de la asignatura.

La evaluación comprobará si los estudiantes han adquirido las competencias de la asignatura. Por tanto, la evaluación mediante prueba final usará los mismos tipos de técnicas evaluativas que se usan en la evaluación continua (EX, ET, TG, etc.), y se realizarán en las fechas y horas de evaluación final aprobadas por la Junta de Escuela para el presente curso y semestre, salvo aquellas actividades de evaluación de resultados del aprendizaje de difícil calificación en una prueba final. En este caso, se podrán realizar dichas actividades de evaluación a lo largo del curso.

La evaluación en la convocatoria extraordinaria se realizará exclusivamente a través del sistema de prueba final.

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.

Normativa de evaluación continua

Para aprobar la asignatura por evaluación continua es necesario entregar y sacar la nota mínima especificada en cada una de las actividades de evaluación (trabajo en grupo, casos prácticos 1-5, examen). En el caso de los casos prácticos, se tomará la media de las 5 entregas, que habrá de ser superior o igual a 5/10.

El alumno deberá subir en plazo las entregas correspondientes a los casos prácticos desarrolladas durante el curso. La entrega fuera de plazo será penalizada en la puntuación del caso con hasta 2/10 puntos.

La asistencia a las sesiones de trabajo en grupo es obligatoria. Se penalizará la calificación del trabajo en caso de incomparecencia no justificada del alumno con hasta 2/10 puntos.

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%.

Los alumnos que suspendan por evaluación continua tendrán derecho a ir a la convocatoria extraordinaria.

Normativa de evaluación sólo prueba final

Los alumnos deberán realizar por su cuenta los casos prácticos de la asignatura de manera individual. El peso de los mismos será del 25% de la nota final, y deberán obtener una nota media mínima de 5/10 en ellos para aprobar.

El 75% de la asignatura restante se evaluará mediante una prueba de examen. La nota mínima para aprobar será 5/10.

Los alumnos que suspendan por evaluación continua tendrán derecho a ir a la convocatoria extraordinaria.

Normativa de evaluación convocatoria extraordinaria

Los alumnos que concurran a la convocatoria extraordinaria deberán tener completados los casos prácticos.

En caso de que los alumnos hayan llevado a cabo la evaluación continua, la nota mínima en el examen final para aprobar será de 4/10. En el resto de los casos será de 5/10.

Por defecto, se guardarán las notas de los casos prácticos, salvo en caso de renuncia explícita del alumno. En caso de guardar la nota, el peso del examen final será del 50% para alumnos de evaluación continua y 75% para alumnos de evaluación sólo prueba final. En caso de renuncia, el peso del examen será del 100%.

Se guardan también las notas de los trabajos y de los posibles ejercicios de clase en el caso de evaluación continua.

Aquellos alumnos que, no habiendo completado los casos prácticos durante el curso regular, deseen concurrir a la convocatoria extraordinaria, deberán completarlos y superarlos con una nota media en ellos superior o igual a 5/10. El peso sobre la nota final de los casos prácticos en este caso particular es de 0%.

En caso de no superar la asignatura en convocatoria extraordinaria, se podrá conservar la nota de las actividades superadas que los profesores consideren convenientes para el curso siguiente (casos prácticos y trabajos).

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).