



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID



## GUÍA DE APRENDIZAJE

# LABORATORIO DE BIOINSTRUMENTACIÓN

GRADO EN INGENIERIA BIOMEDICA

|                                     |                                          |       |          |          |                 |
|-------------------------------------|------------------------------------------|-------|----------|----------|-----------------|
| CURSO ACADÉMICO                     | CÓDIGO                                   | CURSO | CRÉDITOS | CARÁCTER | SEMESTRE        |
| 2026-27                             | 95000333                                 | 4     | 4 ECTS   | OPTATIVA | PRIMER SEMESTRE |
|                                     |                                          |       |          |          |                 |
| IDIOMA                              | CENTRO RESPONSABLE                       |       |          |          |                 |
| ESPAÑOL                             | E.T.S. DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACION |       |          |          |                 |
|                                     |                                          |       |          |          |                 |
| DEPARTAMENTO RESPONSABLE            |                                          |       |          |          |                 |
| TECNOLOGÍA FOTÓNICA Y BIOINGENIERÍA |                                          |       |          |          |                 |

### COORDINADOR/A

JOSÉ JAVIER SERRANO OLMEDO - josejavier.serrano@upm.es

## REQUISITOS OBLIGATORIOS

ASIGNATURAS REQUERIDAS

## CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS

ASIGNATURAS RECOMENDADAS

OTRAS RECOMENDACIONES

## RESULTADOS

RD-1393/2007

### Competencias

- 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
- CE39** Saber utilizar sensores y actuadores, acondicionamiento y sistemas de adquisición de señales biomédica para la evaluación y diseño de dispositivos y sistemas biomédicos de monitorización, diagnóstico y terapia
- CG05** Tener capacidad de análisis y síntesis, pensar de forma integrada, abordar los problemas desde diferentes perspectivas y estar siempre preparado para *¿to think out of the box¿*
- CG04** Trabajar de forma adecuada en un laboratorio incluyendo un registro anotado de las actividades y seguridad, manipulación y eliminación de residuos químicos o biológicos.
- CG01** Desarrollar las habilidades de aprendizaje necesarias para emprender actividades o estudios posteriores de forma autónoma y con confianza.
- 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.
- CG02** Aplicar de forma profesional a su trabajo los conocimientos adquiridos.
- CE41** Conocer las metodologías de desarrollo de dispositivos.

### Resultados de aprendizaje

- RA311** Los estudiantes serán capaces de aplicar los conceptos de circuitos eléctricos al análisis de sistemas y dispositivos biomédicos, como sensores, amplificadores, electrocardiógrafos, entre otros, y entenderán cómo los circuitos eléctricos y electrónicos se utilizan en la adquisición y procesamiento de señales biomédicas.
- RA312** Los estudiantes serán capaces de utilizar instrumentación adecuada para realizar mediciones precisas de señales y circuitos eléctricos. Además, serán capaces de analizar y interpretar los datos obtenidos, identificando posibles errores y realizando correcciones cuando sea necesario.
- RA116** Comprende los fundamentos teóricos de las medidas eléctricas, conoce los equipos de medida y puede realizar medidas eléctricas en la práctica

- RA280** Conoce y puede diseñar e implementar interfaces visuales, adaptativas, de realidad virtual y multisensoriales
- RA157** Enumerar los principales dispositivos para la adquisición y procesamiento de señales biomédicas
- RA130** Adquirir conocimientos básicos de instrumentación electrónica

## DESCRIPCIÓN

Este curso está diseñado para proporcionar a los estudiantes una experiencia práctica y aplicada en el campo de la bioinstrumentación, complementando y ampliando los conocimientos adquiridos en la asignatura teórica de Bioinstrumentación de tercer año.

Para ello se deben desarrollar dos tipos de trabajos o proyectos en grupo, pudiendo ser los grupos distintos entre ellos.

Trabajo en Grupo 1: Prácticas Complementarias de Bioinstrumentación. El primer trabajo en grupo tiene como objetivo complementar las prácticas que no se pudieron realizar durante la asignatura teórica de Bioinstrumentación de tercer año. Para ello, los estudiantes tendrán dos opciones:

1. Lecciones del Sistema Biopac. Los estudiantes podrán utilizar el sistema Biopac para realizar una serie de lecciones prácticas. Estas lecciones cubrirán la medición y análisis de señales fisiológicas como el electrocardiograma (ECG), electromiograma (EMG), electroencefalograma (EEG) y parámetros respiratorios. A través de estas prácticas, los estudiantes aprenderán a configurar experimentos, registrar datos y analizar resultados, adquiriendo una base sólida en las técnicas y principios de la bioinstrumentación.

2. Desarrollo de un Prototipo de Instrumento Virtual. Alternativamente, los estudiantes pueden optar por desarrollar un prototipo de instrumento virtual utilizando LabVIEW y una tarjeta de toma de datos (DAQ). Este proyecto implica el diseño e implementación de un electrocardiógrafo (ECG) o un electromiógrafo (EMG). Los estudiantes aprenderán a:

- Diseñar el instrumento comprendiendo los principios de adquisición de señales ECG o EMG.
- Programar en LabVIEW para crear una interfaz de usuario personalizada y controlar el hardware de adquisición de datos.
- Configurar y utilizar una tarjeta DAQ para capturar señales biológicas de manera precisa.
- Implementar técnicas de procesamiento de señales para mejorar la calidad y fiabilidad de las mediciones.

Trabajo en Grupo 2: Desarrollo de un Prototipo de Instrumento Médico. El segundo trabajo en grupo se centrará en el desarrollo de un prototipo o maqueta de un instrumento médico, utilizando tecnologías como Arduino u otras similares. Este proyecto incluirá tanto elementos de hardware como de software necesarios para el funcionamiento del instrumento. Los estudiantes trabajarán en:

- Diseño del Prototipo: Conceptualización y diseño del instrumento médico, considerando su aplicación y funcionalidad.
- Implementación de Hardware: Selección y montaje de componentes electrónicos y sensores necesarios para el prototipo.
- Programación de Software: Desarrollo del software de control y adquisición de datos, integrando los componentes de hardware con Arduino u otras plataformas similares.
- Integración y Pruebas: Ensamblaje e integración del prototipo completo, seguido de pruebas para asegurar su correcto funcionamiento y precisión en las mediciones.

## Objetivos del Curso

Al finalizar esta asignatura, los estudiantes serán capaces de:

1. Aplicar técnicas avanzadas de medición y análisis de señales fisiológicas utilizando el sistema Biopac.
2. Desarrollar y programar instrumentos virtuales en LabVIEW, comprendiendo el proceso completo desde la adquisición de datos hasta el procesamiento de señales.
3. Diseñar y construir prototipos de instrumentos médicos utilizando Arduino u otras tecnologías similares.
4. Trabajar de manera efectiva en equipo para resolver problemas complejos en bioinstrumentación.
5. Aplicar conocimientos teóricos en contextos prácticos y reales, mejorando sus habilidades técnicas y de comunicación.

## TEMARIO

### 1. Práctica 1: realización de un proyecto de bioinstrumento

- 1.1. Evaluación de características del instrumento en función de tipo de señal
- 1.2. Utilización de Arduino
- 1.3. Utilización de software para generar la interfaz de usuario: matlab, labview, otros
- 1.4. Realización de dispositivo de captura de la señal
- 1.5. Realización de pruebas de validación del bioinstrumento

### 2. Práctica 2, elegir una práctica. Quienes hicieron entonces una, ahora hacen la otra, el resto puede elegir

- 2.1. Desarrollo de un Electrocardiógrafo mediante LabVIEW
- 2.2. Lecciones de Biopac. Son las prácticas realizadas en la asignatura de Bioinstrumentación de tercero de GIB.

## ACTIVIDADES



Actividad evaluable



Actividad formativa

|                                                                                   |                                                          |                                                  |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------|
|  | <b>Elección de grupos de trabajo. Diseño de proyecto</b> | SEMANAS<br>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E |                 |
| PRESENCIALIDAD<br>Presencial                                                      | DURACIÓN TOTAL<br>02h 45m                                | LUGAR<br>Aula (en horario)                       | GRUPO<br>Normal |
| TEMAS<br>T1 T2                                                                    |                                                          |                                                  |                 |
| METODOLOGÍA<br>Lección Magistral                                                  |                                                          |                                                  |                 |

|                                                                                   |                                                                                                                        |                                                  |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------|
|  | <b>Introducción. Descripción de prácticas y metodología de realización. Introducción a la programación con Arduino</b> | SEMANAS<br>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E |                 |
| PRESENCIALIDAD<br>Presencial                                                      | DURACIÓN TOTAL<br>02h 45m                                                                                              | LUGAR<br>Aula (en horario)                       | GRUPO<br>Normal |
| TEMAS<br>T1                                                                       |                                                                                                                        |                                                  |                 |
| METODOLOGÍA<br>Lección Magistral                                                  |                                                                                                                        |                                                  |                 |

|                                                                                     |                           |                                                  |                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------|-----------------|
|  | <b>Diseño de proyecto</b> | SEMANAS<br>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E |                 |
| PRESENCIALIDAD<br>Presencial                                                        | DURACIÓN TOTAL<br>02h 45m | LUGAR<br>Aula (en horario)                       | GRUPO<br>Normal |
| TEMAS<br>T1                                                                         |                           |                                                  |                 |
| METODOLOGÍA<br>Prácticas de Laboratorio                                             |                           |                                                  |                 |

|                                                                                     |                                |                                                  |                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------|
|  | <b>Realización de proyecto</b> | SEMANAS<br>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E |                 |
| PRESENCIALIDAD<br>Presencial                                                        | DURACIÓN TOTAL<br>21h 00m      | LUGAR<br>Laboratorio                             | GRUPO<br>Normal |
| TEMAS<br>T1                                                                         |                                |                                                  |                 |
| METODOLOGÍA<br>Prácticas de Laboratorio                                             |                                |                                                  |                 |

|                                                                                                                                                             |                           |                                                  |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------|-----------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  <b>Realización de Electrocardiograma con LabVIEW/ lecciones de BIOPAC</b> |                           | SEMANAS<br>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| PRESENCIALIDAD<br>Presencial                                                                                                                                | DURACIÓN TOTAL<br>08h 15m | LUGAR<br>Laboratorio                             | GRUPO<br>Normal |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| TEMAS<br>T2                                                                                                                                                 |                           |                                                  |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| METODOLOGÍA<br>Prácticas de Laboratorio                                                                                                                     |                           |                                                  |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

  

|                                                                                                                   |                           |                                                  |                                  |                    |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  <b>Presentación de Proyecto</b> |                           | SEMANAS<br>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E |                                  |                    |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| PRESENCIALIDAD<br>Presencial                                                                                      | DURACIÓN TOTAL<br>02h 45m | LUGAR<br>Laboratorio                             | EVALUACIÓN<br>Progresiva, Global | PONDERACIÓN<br>80% | NOTA MÍNIMA<br>5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| TEMAS<br>T1                                                                                                       |                           |                                                  |                                  |                    |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| METODOLOGÍA<br>Examen de Prácticas                                                                                |                           |                                                  |                                  |                    |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| RESULTADOS EVALUADOS<br>CG02 CG05 CE38 CE39 CE40 CE41 CG04 CG06 RA116 RA130 RA280 RA312 RA311 RA157               |                           |                                                  |                                  |                    |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

  

|                                                                                                                                      |                           |                                                  |                                  |                    |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  <b>Examen escrito sobre prácticas y proyecto</b> |                           | SEMANAS<br>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E |                                  |                    |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| PRESENCIALIDAD<br>Presencial                                                                                                         | DURACIÓN TOTAL<br>01h 00m | LUGAR<br>Aula (en horario)                       | EVALUACIÓN<br>Progresiva, Global | PONDERACIÓN<br>20% | NOTA MÍNIMA<br>5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| TEMAS<br>T1 T2                                                                                                                       |                           |                                                  |                                  |                    |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| METODOLOGÍA<br>Examen Escrito                                                                                                        |                           |                                                  |                                  |                    |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| RESULTADOS EVALUADOS<br>CG02 CG05 CE38 CE39 CE40 CE41 CG01 CG04 CG06 RA116 RA130 RA280 RA312 RA311 RA157                             |                           |                                                  |                                  |                    |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID



Examen extraordinario: incluye examen escrito, presentación de proyecto y examen de prácticas

SEMANAS

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

E

PRESENCIALIDAD

DURACIÓN TOTAL

LUGAR

EVALUACIÓN

PONDERACIÓN

NOTA MÍNIMA

Presencial

04h 00m

Laboratorio

Extraordinaria

100%

5

TEMAS

T1

T2

METODOLOGÍA

Examen de Prácticas

Examen Escrito

Presentación Individual

RESULTADOS EVALUADOS

CE38

CE39

CE40

CE41

CG01

CG02

CG04

CG05

CG06

RA116

RA130

RA280

RA312

RA311

PLANIFICACIÓN SEMANAL

Actividad evaluable

Actividad formativa

Semana con actividad

E

Período de exámenes

| Actividad                                                                                                                   | 1           | 2           | 3           | 4           | 5           | 6           | 7           | 8           | 9           | 10          | 11          | 12          | 13 | 14 | 15 | E           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----|----|----|-------------|
| <div></div> Elección de grupos de trabajo. Diseño de proyecto                                                               |             | <div></div> |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |    |    |    |             |
| <div></div> Introducción. Descripción de prácticas y metodología de realización. Introducción a la programación con Arduino | <div></div> |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |    |    |    |             |
| <div></div> Diseño de proyecto                                                                                              |             |             |             |             |             | <div></div> |             |             |             |             |             |             |    |    |    |             |
| <div></div> Realización de proyecto                                                                                         |             |             |             |             |             |             | <div></div> | <div></div> | <div></div> | <div></div> | <div></div> | <div></div> |    |    |    |             |
| <div></div> Realización de Electrocardiógrafo con LabVIEW/ lecciones de BIOPAC                                              |             |             | <div></div> | <div></div> | <div></div> |             |             |             |             |             |             |             |    |    |    |             |
| <div></div> Presentación de Proyecto                                                                                        |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             | <div></div> |    |    |    |             |
| <div></div> Examen escrito sobre prácticas y proyecto                                                                       |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |    |    |    | <div></div> |
| <div></div> Examen extraordinario: incluye examen escrito, presentación de proyecto y examen de prácticas                   |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |    |    |    | <div></div> |

## CRITERIOS DE EVALUACIÓN

### Criterios Generales

Práctica de LabVIEW/lecciones con Biopac: se valora el conocimiento práctico adquirido del entorno de trabajo (1/3), el cumplimiento de requisitos (1/3), y las aportaciones a los requisitos básicos (1/3)

Práctica con arduino: se valora el cumplimiento de las especificaciones acordadas al principio de la realización de los proyectos así como la iniciativa del grupo para resolver los problemas del desarrollo y del diseño a medida que se van presentando.

Examen escrito: se valoran el conocimiento sobre la metodología de uso de LabVIEW/Biopac (20%) y sobre la metodología de uso de Arduino (80%)

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.

### Criterios de Evaluación en Convocatoria Ordinaria. Evaluación progresiva

#### Criterios de evaluación

Práctica de LabVIEW/lecciones con Biopac: se valora el conocimiento práctico adquirido del entorno de trabajo (1/3), el cumplimiento de requisitos (1/3), y las aportaciones a los requisitos básicos (1/3)

Práctica con arduino: se valora el cumplimiento de las especificaciones acordadas al principio de la realización de los proyectos así como la iniciativa del grupo para resolver los problemas del desarrollo y del diseño a medida que se van presentando.

Examen escrito: se valoran el conocimiento sobre la metodología de uso de LabVIEW/Biopac (20%) y sobre la metodología de uso de Arduino (80%)

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.

**Actividades**

- Presentación de Proyecto (80%)
- Examen escrito sobre prácticas y proyecto (20%)

**| Criterios de Evaluación en Convocatoria Ordinaria. Prueba global****Criterios de evaluación**

Práctica de LabVIEW/lecciones con Biopac: se valora el conocimiento práctico adquirido del entorno de trabajo (1/3), el cumplimiento de requisitos (1/3), y las aportaciones a los requisitos básicos (1/3)

Práctica con arduino: se valora el cumplimiento de las especificaciones acordadas al principio de la realización de los proyectos así como la iniciativa del grupo para resolver los problemas del desarrollo y del diseño a medida que se van presentando.

Examen escrito: se valoran el conocimiento sobre la metodología de uso de LabVIEW/Biopac (20%) y sobre la metodología de uso de Arduino (80%)

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.

**Actividades**

- Presentación de Proyecto (80%)
- Examen escrito sobre prácticas y proyecto (20%)

**| Criterios de Evaluación en Convocatoria Extraordinaria****Criterios de evaluación**

Práctica de LabVIEW/lecciones con Biopac: se valora el conocimiento práctico adquirido del entorno de trabajo (1/3), el cumplimiento de requisitos (1/3), y las aportaciones a los requisitos básicos (1/3)

Práctica con arduino: se valora el cumplimiento de las especificaciones acordadas al principio de la realización de los proyectos así como la iniciativa del grupo para resolver los problemas del desarrollo y del diseño a medida que se van presentando.

Examen escrito: se valoran el conocimiento sobre la metodología de uso de LabVIEW/Biopac (20%) y sobre la metodología de uso de Arduino (80%)

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.

#### Actividades

- Examen extraordinario: incluye examen escrito, presentación de proyecto y examen de prácticas (100%)

## RECURSOS

### Equipamiento

Placas de Arduino UNO

*Arduino UNO PCBs*

Software Labview y Matlab

*Labview and Matlab software*

Ordenadores

*Computers*

Instrumentos de medidas electricas

*Instrumentation for electrical measurements*

Taller de montaje de placas y desarrollo de prototipos

*Workshop for PCB mounting and development of prototypes*

Impresora 3D

*3D Printer*

Lecciones Biopac

*Biopac Lessons*

## OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE



Salud y bienestar



Educación de calidad

## OTRA INFORMACIÓN

La asignatura se relaciona con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la agenda 2030 de la siguiente forma:

ODS3 sobre salud y bienestar para todos y todas en todas las edades. Aunque como asignatura técnica no influye directamente en ninguno de los subobjetivos, de forma indirecta, la formación en instrumentos que permiten ayudar al diagnóstico de enfermedades, contribuye a mejorar la salud.

ODS4 sobre educación de calidad, en particular el 4.4, dando una formación de calidad para aumentar el número de personas que adquieren competencias profesionales para acceder a empleos de calidad.