



UNIVERSIDAD PERUANA  
**CAYETANO HEREDIA**

## **FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**

### **DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE INGENIERÍA**

#### **SÍLABO**

#### **I. DATOS GENERALES**

<b>1.1</b>	Nombre de la asignatura	Introducción a Señales Biomédicas
<b>1.2</b>	Código	C1132
<b>1.3</b>	Carrera(s)	Ingeniería Biomédica
<b>1.4</b>	Semestre Académico	2024-I
<b>1.5</b>	Tipo de la asignatura	<b>OBLIGATORIO</b>
<b>1.6</b>	Prerrequisitos	<b>C0680</b>
<b>1.7</b>	Créditos	Horas Teóricas: 32 Horas Prácticas: 32
<b>1.8</b>	Duración	Del: 25 de marzo del 2024 Al: 20 de julio del 2024
<b>1.9</b>	Profesor coordinador	Mg. Umbert Lewis De La Cruz Rodríguez <a href="mailto:umbert.de.la.cruz@upch.pe">umbert.de.la.cruz@upch.pe</a>



#### **II. SUMILLA**

Este curso desarrollará los conocimientos necesarios para el tratamiento de señales provenientes de dispositivos médicos. Se abordaron temas como: el estudio de los sensores, la tecnología de adquisición, los procesos clínicos en los que se dan y protocolos que se usan para compartir la información entre los diferentes equipos que brindan señales. Las clases se desarrollarán en el laboratorio de señales e imágenes biomédicas donde se complementará la teoría brindada con simulaciones en computadora utilizando programas desarrollados en Matlab o Python y kits de desarrollo para la adquisición de bioseñales.

#### **II. DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA**

Este curso tiene por objetivo dar al estudiante una formación básica y sólida en los sistemas de adquisición y procesamiento de señales biomédicas. Abordaremos las diferentes materias que están presentes en los procesos de análisis de señales biomédicas tales como: la fisiología, electrónica, informática médica y procesamiento de señales. Asimismo, se desarrollará un proyecto que esté basado en el procesamiento de señales biomédicas. Se darán las bases para que el alumno pueda profundizar en temas más avanzados en los tópicos presentes en los procesos de análisis de señales biomédicas, tales como: introducción al Tiny Machine Learning y análisis de datos estructurados.

### III. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

El estudiante será capaz de:

- Describir las características intrínsecas de las diferentes señales biomédicas teniendo en cuenta los principios fisiológicos y la metodología de adquisición.
- Formular correctamente algoritmos de procesamiento de señales electrocardiográficas, electromiográficas y electroencefalográficas en un computador o microcontrolador, utilizando el lenguaje de programación Python.
- Integrar de manera efectiva los principios básicos de la construcción de sistemas de información en la telemedicina, aplicando los conocimientos adquiridos sobre señales biomédicas.
- Desarrollar soluciones de ingeniería mediante un prototipo aplicando los conocimientos discutidos en el curso y los principios del método científico.

### IV. CONTENIDOS

#### UNIDAD 1: INTRODUCCIÓN Y ADQUISICIÓN DE LAS SEÑALES EMG, ECG Y EEG.

1. Introducción, señales biomédicas más usadas. Características de una señal biomédica.
2. Git y GitHub.
3. Conceptos básicos de adquisición y ploteo de señales.
4. Electromiograma: Fisiología, medición y características.
5. Electrocardiograma: Anatomía del corazón, Ondas del ECG, Derivaciones, Características y Arritmia.
6. Electroencefalograma: Ritmos, medición, adquisición, canales.

#### UNIDAD 2: PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE SEÑALES ECG, EMG y EEG.

7. Filtros digitales para señales biomédicas I.
8. Filtros digitales para señales biomédicas II.
9. Tratamiento de señal EMG, Electromiograma: Análisis básico de la señal y detección de la actividad muscular.
10. Tratamiento de señal ECG, Algoritmo de detección QRS, Dispersión QT (QTd), Variabilidad de la frecuencia cardíaca.
11. Tratamiento de señal EEG, Electroencefalograma: Análisis básico de la señal (alpha, beta, gamma y theta).

#### UNIDAD 3: INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS DE DATOS ESTRUCTURADOS E INTELIGENCIA ARTIFICIAL.

12. Datos estructurados: Análisis estadístico.
13. Creación de dataset de las señales biomédicas adquiridas.
14. Introducción a la Inteligencia Artificial y TinyML.
15. Creación de modelos de ML con Edgeimpulse
16. Revisión de informe final.
17. Feria de póster.

### V. ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS

Para el desarrollo del curso se hará uso de las siguientes estrategias:

**Clases magistrales:** Docentes de diversas carreras o experiencia profesional presentarán a los estudiantes semanalmente contenidos relacionados con la adquisición, filtrado y procesamiento de señales biomédicas.

**Trabajo en equipo:** Se formarán equipos de trabajo para el desarrollo de un proyecto a largo del semestre. Este proyecto debe condensar los temas desarrollados en el curso, tales como el filtrado y procesamiento de señales biomédicas.

**Talleres:** Docentes de diversas carreras o experiencia profesional guiarán a los estudiantes para el manejo de dispositivos para la adquisición, filtrado y procesamiento de señales biomédicas; además de análisis de datos estructurado e inteligencia artificial. Cada uno de estos talleres será en equipos y los estudiantes tendrán acceso a materiales de laboratorio bajo la supervisión de los docentes.

## VI. EVALUACIÓN

El docente considera actividades para la evaluación formativa y sumativa con la retroalimentación efectiva de cada evaluación.

### Sistema de evaluación

(Actividad o producto)	(Peso)
Examen (E)	20 %
Informe de taller (IT)	30%
Proyecto (P)	50 %
- Informe final (IF) .....30%	
- Presentación oral (PO).....40%	
- Feria de Póster (PS).....30%	
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

### Fórmula para el cálculo de la nota final

De acuerdo a la modalidad de la asignatura, la nota final (NF) de la asignatura se determinará de la siguiente manera:

$$NF = E*0.2+I*0.3+P*0.5$$

$$P= IF*0.3+PO*0.4+PS*0.3$$

Donde:

**Examen (E):** Evaluación escrita de la primera unidad del curso.

**Informe de taller (IT):** Doce (12) informes de talleres llevados en el curso publicados en GitHub, desde la creación del repositorio en GitHub hasta creación de modelos de ML con Edgeimpulse.

**Proyecto (P):** Proyecto final del curso que condensa los talleres realizados en el curso. Esta calificación se compone:

- **Informe final (IF):** Informe escrito formato publicación científica de entre 6 a 8 páginas como máximo siguiendo el formato IEEE.

- **Presentación oral (SO):** Cada equipo presentará oralmente su proyecto, donde deben participar todos los integrantes del equipo durante la presentación y en la respuesta a las

preguntas que se formulen. Serán 10 minutos de presentación más 10 minutos de preguntas o retroalimentación.

● **Feria de póster (PS):** Los equipos presentarán sus proyectos a un público externo al curso, por una duración de al menos 2 horas. Cada equipo presentará oralmente su proyecto delante de un jurado (al menos 3 personas externas al curso), quienes evaluarán a los equipos siguiendo la rúbrica alcanzada por el coordinador del curso. En esta presentación participar todos los alumnos del equipo durante la presentación y en la respuesta a las preguntas que formulen el jurado. Serán 10 minutos de presentación.

1. La nota final de cada curso se expresa en la escala vigesimal, en valores con dos decimales. No hay redondeo a la cifra inmediata superior o inferior. La nota mínima aprobatoria de un curso es once (11.00). A los estudiantes que dejen de rendir cualquier actividad calificada sin justificación, se les debe calificar con nota cero (0).

2. Al estudiante que se le sorprenda en comisión de fraude en cualquier tipo de evaluación o presentación de informe, la prueba o documentación debe ser calificada con nota cero (0).

3. Todas las notas serán publicadas en el sistema de evaluación virtual (Blackboard). Las notas serán publicadas dentro de los 07 días calendarios siguientes a la fecha en que se toma la evaluación. Los alumnos tienen hasta 03 días para hacer sus reclamos, después de la publicación.

4. Los estudiantes con inasistencias injustificadas al 20% o más (06 faltas o más en este curso) a las actividades de aprendizaje obligatorias de cualquier curso o aquellos estudiantes con inasistencias justificadas al 30% o más (09 faltas o más en este curso) a las actividades de aprendizaje obligatorias de un curso, quedarán desaprobados en el mismo.

La normativa que rige la evaluación y calificación se encuentra disponible en el Reglamento de la Actividad Académica de Pregrado: <https://segen.cayetano.edu.pe/documentos-institucionales/2016-09-05-15-57-52/reglamentos/item/1895.html> (Artículos del 111 al 134)

**Importante:** \* En los casos que durante una evaluación en línea se pierda la conectividad deberá enviar su justificación al coordinador del curso con copia a la Secretaría Académica de FACIEN [facien.sac@oficinas-upch.pe](mailto:facien.sac@oficinas-upch.pe)

Según acuerdo del Coordinador de especialidad (PUCP) y el Jefe de carrera (UPCH), los retiros de las asignaturas se realizarán según estipula el **Reglamento de Matrícula PUCP - UPCH, Título VI Retiro de Cursos Art. 32: "Dentro de las primeras ocho semanas de clase, el estudiante podrá, sin expresión de causa, retirarse de uno o más cursos en los que se hubiere matriculado vía Campus Virtual PUCP."** En el presente semestre, el estudiante podrá retirarse de la asignatura **hasta la semana 8.**

## VII. BIBLIOGRAFÍA

### Básica o Texto de la asignatura

1. Zhang J, Yin Z, Chen P. EEG-based affect classification with machine learning algorithms. 2023. URL: [http://bibvirtual.upch.edu.pe/permalink/f/j23ftu/TN\\_cdi\\_cristin\\_nora\\_11250\\_3106563](http://bibvirtual.upch.edu.pe/permalink/f/j23ftu/TN_cdi_cristin_nora_11250_3106563)
2. Suárez F. ECG: Guía electrocardiográfica de bolsillo Corpus. Rosario: Corpus Editorial, 2021. URL: <https://elibro.net/es/lc/cayetano/titulos/161628>
3. Vera de Payer E. Teoría de Señales. Córdoba, Argentina: Jorge Sarmiento Editor - Universitas, 2020. URL: <https://elibro.net/es/lc/cayetano/titulos/174560>

### Complementaria:

1. 1. Ramírez Zuluaga L.P. Ruano Restrepo M. y Younes Velosa C. Análisis de bioseñales: enfoque técnico en el análisis clínico de señales fonocardiográficas. Bogotá: Editorial Universidad Nacional de Colombia. URL: <https://elibro.net/es/lc/cayetano/titulos/129792>
2. Allen B. Downey. 2016. Think DSP: Digital Signal Processing in Python (1st. ed.). O'Reilly Media, Inc. URL : <https://www.oreilly.com/library/view/think-dsp/9781491938508/>
3. Michael J. Fisiología humana [En Línea]. México, D.F: Editorial El Manual Moderno, 2012 [consultado 06 Jan 2023]. URL: <https://elibro.net/es/lc/cayetano/titulos/39611>
4. Gian Marco Iodice. TinyML Cookbook. Packt Publishing; 2022. 344 p. URL: [http://bibvirtual.upch.edu.pe/permalink/f/j23ftu/TN\\_cdi\\_safari\\_books\\_v2\\_9781801814973](http://bibvirtual.upch.edu.pe/permalink/f/j23ftu/TN_cdi_safari_books_v2_9781801814973)

### Enlaces de interés:

1. ThinkDSP: <https://github.com/AllenDowney/ThinkDSP>
2. Physionet: <https://physionet.org/content/wfdb-python/4.0.0/>
3. MNE: <https://mne.tools/stable/index.html>
5. Scipy: <https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/signal.html>

## VIII. PROFESORES DEL CURSO E INVITADOS

Grado o Título	Nombre	Apellidos	Condición	Correo electrónico
Magister	U. Lewis	De la Cruz Rodríguez	Contratado	<a href="mailto:umbert.de.la.cruz@upch.pe">umbert.de.la.cruz@upch.pe</a>
Magister	Moisés	Meza Rodríguez	Contratado	<a href="mailto:moises.meza@upch.pe">moises.meza@upch.pe</a>

### JEFES DE PRÁCTICA

Grado o Título	Nombre	Apellidos	Condición	Correo electrónico
Ingeniería	Julissa E.	Venancio Huerta	Contratado	<a href="mailto:julissa.venancio@upch.pe">julissa.venancio@upch.pe</a>
Licenciado	José A.	Cáceres del Aguila	Contratado	<a href="mailto:jose.caceres.d@upch.pe">jose.caceres.d@upch.pe</a>

## IX PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES

DÍA	FECHA	HORARIO	CONTENIDO	ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE	DOCENTE
mie	20/3/2024	11:00 - 13:00	Introducción, señales biomédicas más usadas. Características de una señal biomédica.	Clase Magistral	DE LA CRUZ RODRIGUEZ Lewis
vie	22/3/2024	09:00 - 11:00	Git y GitHub.	Taller	DE LA CRUZ RODRIGUEZ Lewis
vie	22/3/2024	11:00 - 13:00	Git y GitHub.	Taller	DE LA CRUZ RODRIGUEZ Lewis
mié	27/3/2024	11:00 - 13:00	Conceptos básicos de adquisición y ploteo de señales.	Clase Magistral	DE LA CRUZ RODRIGUEZ Lewis
vie	29/3/2024		FERIADO - VIERNES SANTO		
mié	3/4/2024	11:00 - 13:00	Revisión de avance de proyecto: Planteamiento del problema y propuesta de solución.	Presentación oral	DE LA CRUZ RODRIGUEZ Lewis CACERES DEL AGUILA José Alonso
vie	5/4/2024	09:00 - 11:00	Ploteo de señales en osciloscopio y Arduino IDE utilizando un generador de señales.	Taller	DE LA CRUZ RODRIGUEZ Lewis MEZA RODRIGUEZ Moises
vie	5/4/2024	11:00 - 13:00	Ploteo de señales en osciloscopio y Arduino IDE utilizando un generador de señales.	Taller	DE LA CRUZ RODRIGUEZ Lewis MEZA RODRIGUEZ Moises
mie	10/4/2024	11:00 - 13:00	Electromiograma: Fisiología, medición y características.	Clase Magistral	DE LA CRUZ RODRIGUEZ Lewis
vie	12/4/2024	09:00 - 11:00	Adquisición de señales EMG con BITalino	Taller	DE LA CRUZ RODRIGUEZ Lewis VENANCIO HUERTA Julissa Elvira
vie	12/4/2024	11:00 - 13:00	Adquisición de señales EMG con BITalino	Taller	DE LA CRUZ RODRIGUEZ Lewis VENANCIO HUERTA Julissa Elvira
mié	17/4/2024	11:00 - 13:00	Electrocardiograma: Anatomía del corazón, Ondas del ECG, Derivaciones, Características y Arritmia.	Clase Magistral	DE LA CRUZ RODRIGUEZ Lewis
vie	19/4/2024	09:00 - 11:00	Adquisición de señales ECG con BITalino	Taller	DE LA CRUZ RODRIGUEZ Lewis VENANCIO HUERTA Julissa Elvira
vie	19/4/2024	11:00 - 13:00	Adquisición de señales ECG con BITalino	Taller	DE LA CRUZ RODRIGUEZ Lewis VENANCIO HUERTA Julissa Elvira

mié	24/4/2024	11:00 - 13:00	Electroencefalograma: Ritmos, medición, adquisición Y canales.	Clase Magistral	DE LA CRUZ RODRIGUEZ Lewis
vie	26/4/2024	09:00 - 11:00	Adquisición de señales EEG con Ultracortex Mark IV y BITalino.	Taller	DE LA CRUZ RODRIGUEZ Lewis CACERES DEL AGUILA José Alonso
vie	26/4/2024	11:00 - 13:00	Adquisición de señales EEG con Ultracortex Mark IV y BITalino.	Taller	DE LA CRUZ RODRIGUEZ Lewis CACERES DEL AGUILA José Alonso
mié	1/5/2024		FERIADO - DÍA DEL TRABAJO		
jue	2/5/2024	09:00 - 11:00	Filtrado de señales con Python	Taller - asíncrono	MEZA RODRIGUEZ Moises
vie	3/5/2024	09:00 - 11:00	Filtrado de la señal ECG y EMG adquirida.	Taller	DE LA CRUZ RODRIGUEZ Lewis MEZA RODRIGUEZ Moises
vie	3/5/2024	11:00 - 13:00	Filtrado de la señal ECG y EMG adquirida.	Taller	DE LA CRUZ RODRIGUEZ Lewis MEZA RODRIGUEZ Moises
mié	8/5/2024	11:00 - 13:00	Transformada Wavelet	Clase Magistral	DE LA CRUZ RODRIGUEZ Lewis
jue	9/5/2024	09:00 - 11:00	Protocolos de adquisición de señales biomédicas	Taller - asíncrono	CACERES DEL AGUILA José Alonso
vie	10/5/2024	09:00 - 11:00	Filtrado de la señal ECG, EMG y EEG utilizando wavelet	Taller	DE LA CRUZ RODRIGUEZ Lewis MEZA RODRIGUEZ Moises
vie	10/5/2024	11:00 - 13:00	Filtrado de la señal ECG, EMG y EEG utilizando wavelet	Taller	DE LA CRUZ RODRIGUEZ Lewis MEZA RODRIGUEZ Moises
mié	15/5/2024	11:00 - 13:00	Examen escrito	Evaluación	MEZA RODRIGUEZ Moises
mié	15/5/2024	11:00 - 13:00	Examen escrito	Evaluación	DE LA CRUZ RODRIGUEZ Lewis
vie	17/5/2024	09:00 - 11:00	Revisión avance de proyecto : Protocolo de adquisición y análisis	Presentación oral	DE LA CRUZ RODRIGUEZ Lewis CACERES DEL AGUILA José Alonso
vie	17/5/2024	11:00 - 13:00	Revisión avance de proyecto : Protocolo de adquisición y análisis	Presentación oral	DE LA CRUZ RODRIGUEZ Lewis CACERES DEL AGUILA José Alonso
mié	22/5/2024	11:00 - 13:00	Tratamiento de señal EMG, Electromiograma: Análisis de la señal, detección de la actividad muscular y extracción de características.	Clase Magistral	DE LA CRUZ RODRIGUEZ Lewis
vie	24/5/2024	09:00 - 11:00	Análisis de la señal EMG adquirida en Python.	Taller	DE LA CRUZ RODRIGUEZ Lewis MEZA RODRIGUEZ Moises
vie	24/5/2024	11:00 - 13:00	Análisis de la señal EMG adquirida en Python.	Taller	DE LA CRUZ RODRIGUEZ Lewis MEZA RODRIGUEZ Moises



mié	29/5/2024	11:00 - 13:00	Tratamiento de señal ECG, Algoritmo de detección QRS, Dispersión QT (QTd), Variabilidad de la frecuencia cardiaca y extracción de características	Clase Magistral	MEZA RODRIGUEZ Moises
vie	31/5/2024	09:00 - 11:00	Análisis de la señal ECG adquirida en Python.	Taller	DE LA CRUZ RODRIGUEZ Lewis MEZA RODRIGUEZ Moises
vie	31/5/2024	11:00 - 13:00	Análisis de la señal ECG adquirida en Python.	Taller	DE LA CRUZ RODRIGUEZ Lewis MEZA RODRIGUEZ Moises
mié	5/6/2024	11:00 - 13:00	Datos estructurados : Creación a partir de señales adquiridas.	Clase Magistral	MEZA RODRIGUEZ Moises
vie	7/6/2024		FERIADO - DIA DE LA BANDERA		
mié	12/6/2024	11:00 - 13:00	Tratamiento de señal EEG, Electroencefalograma: Análisis básico de la señal (alpha, beta, gamma y theta)	Clase Magistral	DE LA CRUZ RODRIGUEZ Lewis
vie	14/6/2024	09:00 - 11:00	Análisis de la señal EEG adquirida en Python.	Taller	DE LA CRUZ RODRIGUEZ Lewis MEZA RODRIGUEZ Moises
vie	14/6/2024	11:00 - 13:00	Análisis de la señal EEG adquirida en Python.	Taller	DE LA CRUZ RODRIGUEZ Lewis MEZA RODRIGUEZ Moises
mié	19/6/2024	11:00 - 13:00	Datos estructurados: Análisis estadístico	Clase Magistral	MEZA RODRIGUEZ Moises
vie	21/6/2024	09:00 - 11:00	Creación de dataset de las señales biomédicas adquiridas.	Taller	DE LA CRUZ RODRIGUEZ Lewis MEZA RODRIGUEZ Moises
vie	21/6/2024	11:00 - 13:00	Creación de dataset de las señales biomédicas adquiridas.	Taller	DE LA CRUZ RODRIGUEZ Lewis MEZA RODRIGUEZ Moises
mié	26/6/2024	11:00 - 13:00	Introducción a la Inteligencia Artificial y TinyML	Clase Magistral	MEZA RODRIGUEZ Moises
vie	28/6/2024	09:00 - 11:00	Creación de modelos de ML con EdgeImpulse	Taller	DE LA CRUZ RODRIGUEZ Lewis MEZA RODRIGUEZ Moises
vie	28/6/2024	11:00 - 13:00	Creación de modelos de ML con EdgeImpulse	Taller	DE LA CRUZ RODRIGUEZ Lewis MEZA RODRIGUEZ Moises
mié	3/7/2024	11:00 - 13:00	Revisión de informe final	Presentación oral	DE LA CRUZ RODRIGUEZ Lewis CACERES DEL AGUILA José Alonso
vie	5/7/2024	09:00 - 11:00	Feria de póster	Presentación oral	DE LA CRUZ RODRIGUEZ Lewis CACERES DEL AGUILA José Alonso
vie	5/7/2024	11:00 - 13:00	Feria de póster	Presentación oral	MEZA RODRIGUEZ Moises CACERES DEL AGUILA José Alonso
mié	10/7/2024	11:00 - 13:00	Examen sustitutorio y rezagado	Evaluación	DE LA CRUZ RODRIGUEZ Lewis