



## SILABO

### INSTRUMENTACIÓN BIOMÉDICA I

#### I. INFORMACION GENERAL

1.1 Asignatura	: Instrumentación Biomédica I
1.2 Código	: ES924
1.3 Condición	: Electivo
1.4 Pre -Requisito	: ES816 sistemas Biológicos
1.5 N° de Horas de Clase	: 05 (03 Teoría, 02 Laboratorio)
1.6 N° de Créditos	: 04
1.7 Ciclo	: IX
1.8 Semestre Académico	: 2022-A
1.9 Duración	: Del 04 de abril al 04 de agosto del 2022
1.10 Profesor	: Teoría: Nicanor Raúl Benites Saravia Laboratorio: Nicanor Raúl Benites Saravia

#### II. SUMILLA

La asignatura **es de naturaleza teórica-práctica**. Tiene el propósito de brindar al alumno los conocimientos sobre la Ingeniería Biomédica y el rol que cumple el ingeniero biomédico. Asimismo, tendrá conocimientos sobre la anatomía y fisiología Humana y los fenómenos bioeléctricos que se generan. Por otro lado, se estudian los instrumentos de medición y captura como son los electrodos y transductores biomédicos, así como la adquisición y procesamiento de bioseñales. Finalmente, el alumno estará preparado para implementar módulos de electromiografía, electrocardiografía y electroencefalografía; así como el conocer los principios básicos de los equipos médicos.

La asignatura se desarrolla mediante las unidades de aprendizaje siguientes: I. Biomédica, Anatomía y Fisiología Humana. II. Fenómenos Bioeléctricos y Adquisición de Variables Biológicas. III. Principios de Electromiografía. IV. Principios de Electrocardiografía. V. Principios de Electroencefalografía. VI. Principios de Ultrasonido médico, Rayos X, Óptica Biomédica y Láser.

#### III. COMPETENCIAS DE LA ASIGNATURA

##### 3.1 COMPETENCIAS GENÉRICAS

- Analiza y sintetiza información relacionada con el comportamiento del cuerpo humano.
- Toma decisiones acertadas a la hora de resolver problemas de adquisición de variables biológicas del cuerpo humano.
- Resuelve problemas de su entorno relacionados con las variables biológicas del cuerpo humano.
- Se comunica eficazmente en forma oral y escrita para expresar ideas u opiniones en debates y foros.
- Genera su propio aprendizaje (autoaprendizaje) en la asignación de algunas tareas del curso.
- Asume rol de liderazgo en diversos contextos para afrontar una situación.
- Trabaja cooperativamente / colaborativamente asumiendo roles de acuerdo con sus capacidades y conocimientos.
- Propone soluciones creativas e innovadoras en el diseño de prototipos o modelos.



### 3.2 COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

#### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS CAPACIDADES Y ACTITUDES

<b>COMPETENCIA GENERAL:</b> capaz de desempeñarse individualmente y en equipos multidisciplinarios en las áreas de telecomunicaciones, electrónica de potencia, sistemas de control y automatización, biomédica, instrumentación industrial y en la utilización adecuada de las técnicas digitales, así como también en otras áreas afines para ser hábiles en las funciones productivas, administrativas, docentes y de investigación.		
COMPETENCIA	CAPACIDADES	ACTITUDES
Establece con claridad las funciones del Ingeniero Biomédico y los sistemas que constituyen la anatomía humana y sus funciones.	Distingue las funciones del Ingeniero Biomédico y las funciones que realizan los sistemas que constituyen la anatomía humana.	Valora las funciones que cumple el Ingeniero Biomédico y las funciones que cumplen cada uno de los sistemas del cuerpo humano.
Interpreta los fenómenos bioeléctricos para la posterior adquisición de las variables biológicas que la representan.	Analiza los fenómenos bioeléctricos para la posterior adquisición de las variables biológicas que la representan.	Aprecia el comportamiento de los fenómenos bioeléctricos para la posterior adquisición de las variables biológicas que la representan.
Diseña y construye un módulo de adquisición de señales Electromiográficas.	Reconoce los procedimientos para el diseño de un módulo de adquisición de señales Electromiográficas.	Participa en el diseño de un módulo de adquisición de señales Electromiográficas.
Diseña y construye un módulo de adquisición de señales Electrocardiográficas.	Reconoce los procedimientos para el diseño de señales Electrocardiográficas.	Participa en el diseño de un módulo Electrocardiográfico.
Diseña y construye un módulo de adquisición de señales Electroencefalográficas.	Reconoce los procedimientos para el diseño de señales Electroencefalográficas.	Participa en el diseño de un módulo Electroencefalográfico.
Establece los beneficios y aplicación de las tecnologías del ultrasonido médico, Rayos X, Óptica biomédica y láser.	Distingue los beneficios y aplicación de las tecnologías del ultrasonido médico, Rayos X, Óptica biomédica y láser.	Valora los beneficios y aplicación de las tecnologías del ultrasonido médico, Rayos X, Óptica biomédica y láser.

#### IV. PROGRAMACIÓN POR UNIDADES DE APRENDIZAJE

UNIDAD I: BIOMÉDICA, ANATOMÍA HUMANA Y FISIOLÓGÍA HUMANA					
Duración: 2 semanas: 1era. y 2da. semana.					
Fecha de Inicio: 04/04/2022   Fecha de Término: 15/04/2022					
Capacidades de la Unidad: C1 (de Enseñanza -Aprendizaje): Distingue las funciones del Ingeniero Biomédico y las funciones que realizan los sistemas que constituyen la anatomía humana. C2 (Investigación Formativa): Participa grupalmente en la preparación y exposición de trabajo monográfico.					
Programación de contenidos:					
SEMANA	CONTENIDOS CONCEPTUALES	CONTENIDOS PROCEDIMENTALES	CONTENIDO ACTITUDINAL	INDICADORES	TOTAL HORAS
1	1. ¿Qué es la Bioingeniería? 2. Áreas de la Bioingeniería. 3. Rol del Ingeniero Biomédico.	Estudia los fundamentos de la Bioingeniería.  Diferencia las funciones de las áreas de la Bioingeniería.	Valora las funciones que cumple el Ing. Biomédico	Describe con claridad el rol que cumple el Ingeniero Biomédico.	5 (3 Teoría 2 laboratorio)



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

2	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿Qué es la anatomía humana?.</li> <li>2. La célula humana.</li> <li>3. Sistema muscular.</li> <li>4. Sistema respiratorio.</li> </ol>	<p>Estudia la estructura de la anatomía humana en su forma básica.</p> <p>Describe las características y funciones de la célula humana.</p> <p>Describe las funciones del sistema muscular.</p> <p>Describe las funciones del sistema respiratorio.</p>	<p>Comprende la importancia de las funciones de cada uno de los sistemas de que está compuesto el cuerpo humano.</p>	<p>Identifica las funciones que cumplen cada uno de los sistemas del cuerpo humano.</p>	<p>5 (3 Teoría 2 laboratorio)</p>
---	---	---	--	---	---

**UNIDAD II Fenómenos Bioeléctricos y Adquisición de Variables Biológicas**

Duración: 3 semanas: 3era., 4ta. y 5ta. semana.

Fecha de Inicio: 18/04/2022 | Fecha de Término: 06/05/2022

Capacidades de la Unidad:

C1 (de Enseñanza -Aprendizaje): Analiza los fenómenos bioeléctricos para la posterior adquisición de las variables biológicas que la representan.

C2 (Investigación Formativa): Participa grupalmente en la preparación y exposición de trabajo monográfico.

Programación de contenidos:

SEMANA	CONTENIDOS CONCEPTUALES	CONTENIDOS PROCEDIMENTALES	CONTENIDO ACTITUDINAL	INDICADORES	TOTAL HORAS
3	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introducción a fenómenos bioeléctricos</li> <li>2. Corriente eléctrica vs corriente iónica.</li> <li>3. Potenciales de reposo y potenciales de acción.</li> </ol>	<p>Estudia los fundamentos de la Bioingeniería.</p> <p>Diferencia las funciones de las áreas de la Bioingeniería.</p>	<p>Valora las funciones que cumple el Ing. Biomédico</p>	<p>Describe con claridad el rol que cumple el Ingeniero Biomédico.</p>	<p>5 (3 Teoría 2 laboratorio)</p>
4	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Proyección de video ilustrativo.</li> </ol> <p><b>2. Laboratorio N° 1</b> Electrofisiología celular y proceso de conducción nerviosa.</p>	<p>Estudia la estructura de la anatomía humana en su forma básica.</p> <p>Describe las características y funciones de la célula humana.</p> <p>Describe las funciones del sistema muscular.</p> <p>Describe las funciones del sistema respiratorio.</p>	<p>Comprende la importancia de las funciones de cada uno de los sistemas de que está compuesto el cuerpo humano.</p>	<p>Identifica las funciones que cumplen cada uno de los sistemas del cuerpo humano.</p>	<p>5 (3 Teoría 2 laboratorio)</p>
5	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La membrana celular y sus características.</li> <li>2. Electrodo y transductores biomédicos.</li> <li>3. <b>Primera Práctica Calificada</b></li> </ol>	<p>Describe las funciones de la membrana celular y sus características.</p> <p>Reconoce los tipos de electrodos y transductores biomédicos y sus aplicaciones.</p>	<p>Aprecia el comportamiento de la membrana celular y la forma de uso de los electrodos.</p>	<p>Discrimina entre electrodos superficiales e intracelulares</p>	<p>5 (3 Teoría 2 laboratorio)</p>

**UNIDAD III: PRINCIPIOS DE ELECTROMIOGRAFÍA (EMG)**

Duración: 4 semanas: 6ta., 7ma., 8va. y 9na. semana.

Fecha de Inicio: 09/05/2022 | Fecha de Término: 03/06/2022

Capacidades de la Unidad:

C1 (de Enseñanza -Aprendizaje): Reconoce los procedimientos para el diseño de un módulo de adquisición de señales Electromiográficas.

C2 (Investigación Formativa): Participa grupalmente en la preparación y exposición de trabajo monográfico.

Programación de contenidos:

SEMANA	CONTENIDOS CONCEPTUALES	CONTENIDOS PROCEDIMENTALES	CONTENIDO ACTITUDINAL	INDICADORES	TOTAL HORAS
6	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introducción a la Electromiografía.</li> <li>2. Fundamentos fisiológicos.</li> <li>3. Cualidades del valor diagnóstico del EMG.</li> <li>4. Equipo instrumental.</li> <li>5. <b>Exposición Trabajo 1</b></li> </ol>	<p>Estudia los principios de la Electromiografía (EMG).</p> <p>Estudia los fundamentos fisiológicos de la señal EMG.</p> <p>Valora el resultado de la adquisición de una señal EMG en una persona.</p>	<p>Participa en la discusión sobre las características de las señales electromiográficas y las consideraciones de acondicionamiento.</p>	<p>Identifica y diferencia entre una señal electromiográfica y el ruido.</p>	<p>5 (3 Teoría 2 laboratorio)</p>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

		Reconoce los diferentes tipos de instrumental utilizado en EMG.			
7	1. Potenciales característicos en EMG. 2. Aplicaciones clínicas.	Diferencia con claridad los potenciales EMG generados.  Describe adecuadamente las aplicaciones clínicas de la EMG.  Resuelve la práctica calificada.	Valora la importancia de las señales EMG y sus aplicaciones clínicas.	Comprende la importancia de las aplicaciones clínicas de las señales EMG.	5 (3 Teoría 2 laboratorio)
8	EXAMEN PARCIAL: Del 23 al 28/05/2022				
9	1. Electromiografía normal. 2. Electromiograma patológico. 3. Técnicas de estudio de la unión neuromuscular. 4. <b>Laboratorio N° 2.</b> El saturómetro como detector de presencia de principios de hipoxemia.	Describe las características de una señal EMG normal.  Describe las características de una señal EMG anormal o patológica.  Estudia las diferentes técnicas de estudio de la unión neuromuscular.  Realiza la entrega del informe final del segundo laboratorio.	Valora los resultados de las señales EMG normales y anormales, así como los procedimientos para el reconocimiento y diagnóstico del estado muscular de un paciente.	Discrimina entre una señal EMG normal y otra anormal.	

**UNIDAD IV: PRINCIPIOS DE ELECTROCARDIOGRAFÍA (ECG)**

Duración: 2 semanas: 10ma. y 11va. semana.					
Fecha de Inicio: 06/06/2022   Fecha de Término: 17/06/2022					
Capacidades de la Unidad: C1 (de Enseñanza -Aprendizaje): Reconoce los procedimientos para el diseño de señales Electrocardiográficas. C2 (Investigación Formativa): Participa grupalmente en la preparación y exposición de trabajo monográfico.					
Programación de contenidos:					
SEMANA	CONTENIDOS CONCEPTUALES	CONTENIDOS PROCEDIMENTALES	CONTENIDO ACTITUDINAL	INDICADORES	TOTAL HORAS
10	1. Introducción a Electrocardiografía. 2. Fundamentos electrofisiológicos. 3. Proyección de video ilustrativo.	Estudia los principios de la Electrocardiografía.  Estudia los fundamentos electrofisiológicos de la ECG.  Opina sobre el contenido del video y sus alcances.	Valora la importancia de las señales ECG y su valor diagnóstico.	Identifica los procedimientos para la adquisición de una señal ECG.	5 (3 Teoría 2 laboratorio)
11	1. Electrocardiografía normal. 2. Causas de la variabilidad del ritmo cardíaco. 3. <b>Laboratorio N° 3</b> Sistema de obtención de imágenes artroscópicas usando Raspberry Pi.	Reconoce las características de una señal ECG normal.  Describe las causas que generan la variabilidad del ritmo cardíaco.	Valora los resultados de las señales ECG normales y anormales.	Identifica las características de una señal ECG anormal, que permita su tratamiento por parte del médico.	5 (3 Teoría 2 laboratorio)

**UNIDAD V: PRINCIPIOS DE ELECTROENCEFALOGRAFÍA (EEG)**

Duración: 2 semanas: 12va. y 13va. semana.					
Fecha de Inicio: 20/06/2022   Fecha de Término: 01/07/2022					
Capacidades de la Unidad: C1 (de Enseñanza -Aprendizaje): Reconoce los procedimientos para el diseño de señales Electroencefalográficas. C2 (Investigación Formativa): Participa grupalmente en la preparación y exposición de trabajo monográfico.					
Programación de contenidos:					
SEMANA	CONTENIDOS CONCEPTUALES	CONTENIDOS PROCEDIMENTALES	CONTENIDO ACTITUDINAL	INDICADORES	TOTAL HORAS
12	1. Introducción a Electroencefalografía. 2. Fundamentos electrofisiológicos.	Estudia los principios de la Electroencefalografía.	Participa en la discusión sobre la importancia de las características de la	Discute sobre la importancia y los alcances de las	5 (3 Teoría 2 laboratorio)



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

	3. Proyección de video ilustrativo. 4. <b>Segunda Práctica Calificada.</b>	Estudia los fundamentos electrofisiológicos de la EEG.  Opina sobre el contenido del video y sus alcances.	señal EEG y su valor diagnóstico.	pruebas electroencefalográficas.	
13	1. Electroencefalografía normal. 2. Causas de la variabilidad encefalográfica.	Reconoce las características de una señal EEG normal, y la disposición del sistema diez-veinte.  Describe las causas que generan la variabilidad EEG.	Valora los resultados de las señales EEG normales y anormales, y las probables causas de variabilidad.	Discrimina las señales EEG normales de las anormales.	5 (3 Teoría 2 laboratorio)

<b>UNIDAD VI: PRINCIPIOS DE ULTRASONIDO MÉDICO, RAYOS X, ÓPTICA BIOMÉDICA Y LÁSER</b>					
Duración: 4 semanas: 14va., 15va., 16va. y 17va. semana.					
Fecha de Inicio: 04/07/2022   Fecha de Término: 29/07/2022					
Capacidades de la Unidad: C1 (de Enseñanza -Aprendizaje): Distingue los beneficios y aplicación de las tecnologías del ultrasonido médico, Rayos X, Óptica biomédica y láser. C2 (Investigación Formativa): Participa grupalmente en la preparación y exposición de trabajo monográfico.					
Duración: 2 semanas: 10ma. y 11va. semana.					
SEMANA	CONTENIDOS CONCEPTUALES	CONTENIDOS PROCEDIMENTALES	CONTENIDO ACTITUDINAL	INDICADORES	TOTAL HORAS
14	1. Principios de Ultrasonido Médico. 2. Principios de Rayos X. 3. <b>Laboratorio 4:</b> Simulación de funcionamiento de electrocauterio.	Estudia los principios del Ultrasonido Médico, sus características y aplicaciones.  Estudia los principios de los Rayos X, sus características y aplicaciones.	Diferencia con claridad las ventajas y desventajas del ultrasonido médico y los rayos X	Discrimina con claridad los fundamentos y aplicaciones del ultrasonido médico y los Rayos X.	5 (3 Teoría 2 laboratorio)
15	1. Óptica Biomédica y Láser. 2. Proyección de Video ilustrativo. 3. <b>Exposición Trabajo 2</b>	Estudia los principios de la Óptica Biomédica y el Láser, así como sus características y aplicaciones.  Opina sobre el contenido del video y sus alcances.	Valora las aplicaciones de la Óptica Biomédica y el Láser, así como el alcance de ellas.	Discute las ventajas de las tecnologías ópticas y el láser.	5 (3 Teoría 2 laboratorio)
16	EXAMEN FINAL: Del 18 al 22 de julio del 2022				
17	EXAMEN SUSTITUTORIO: Del 25 de julio al 01 de agosto del 2022				

**V. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

- Método Expositivo-Interactivo. Disertación docente y participación del estudiante.
- Método de Discusión Guiada. Conducción del grupo para abordar situaciones y llegar a conclusiones.
- Mentoring. Método de Demostración – Ejecución. El docente ejecuta para demostrar cómo y con qué se hace y el estudiante ejecuta, para demostrar lo que aprendió.
- Utilización de simuladores.

De las estrategias didácticas abajo listadas, se implementará la estrategia didáctica del Aprendizaje Colaborativo (F).

- A. [EXPOSICIONES MAGISTRALES](#)
- B. [APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS](#)
- C. [APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS](#)
- D. [ESTUDIO DE CASOS](#)
- E. [APRENDIZAJE INVERTIDO \(aula invertida\)](#)



- F. [APRENDIZAJE COLABORATIVO](#)
- G. [APRENDIZAJE POR DISEÑO E INNOVACIÓN](#)
- H. [MANUAL PLATAFORMA VIRTUAL DE LA UNAC](#)

**VI. MATERIALES EDUCATIVOS Y OTROS RECURSOS DIDACTICOS:**

- Plataforma virtual
- Computadora o laptop.
- Software de simulación para el desarrollo virtual de las experiencias de laboratorio.
- Materiales: Separatas digitales del curso y libros digitales.

**VII. EVALUACION DEL APRENDIZAJE**

La evaluación del alumno se realizará con siguiente fórmula:

$$PF = 0.2 TIF + 0.2 EP + 0.15 PL + 0.15 PP + 0.3 EF$$

PF = Promedio Final  
EP = Examen Parcial  
EF = Examen Final  
ES = Examen Sustitutorio  
TIF = Promedio de trabajos de investigación formativa  
PP = Promedio de prácticas calificadas  
PL = Promedio de Prácticas de Laboratorio

**VIII. BIBLIOGRAFÍA**

1. Bayés de Luna, A. (2014). *Manual de Electrocardiografía Básica*. 1ª ed. Barcelona-España: Wiley-Blackwell.
2. Barret, K., Scott, B., Barman, S., Brooks, H. (2013). *GANONG Fisiología médica*. 24a ed. México, D. F.: Mc Graw Hill.
3. Carr, J.J. & Brown, J.M. (1993). *Introduccion to Biomedical Equipment Technology*. 1ª ed. Englewoods Cliffs-New Jersey: Prentice Hall.
4. Carr, J.J. (1992). *Biomedical Equipment, use, Maintence and Management*. 1ª ed. Englewoods Cliffs-New Jersey: Prentice Hall.
5. Cromwell, Leslie. (1980). *Instrumentación y Medidas Biomédicas*. 1ª ed. Barcelona – España: Marcombo.
6. Castellano, C., Perez de Juan, M., Attie, F. (2004). *Electrocardiografía Clínica*. Segunda edición. Madrid-España: Elsevier España, S. A.
7. Laizzo, P. (2015). *Handbook of Cardiac Anatomy, Physiology, and Devices*. Third Edition Minneapolis-USA: Springer.
8. Marieb, E. (2008). *Anatomía y Fisiología Humana*. Novena edición. PEARSON EDUCACIÓN, S. A.
9. Purves, Dale. Augustine, G. (2004). *NEUROSCIENCE*. Third edition, Sunderland, Massachusetts U.S.A.: Sinauer Associates, Inc.
10. Romero, A., Jugo, Diego. & Parada, Marco. (2007). *Diseño e implementación de un instrumento virtual para la adquisición y procesamiento de señales fisiológicas*. Revista del Instituto Nacional de higiene "Rafael Rangel", pp. 11-19.