



Universidad  
de Alcalá

# GUÍA DOCENTE

## Bioingeniería

**Grado en Ingeniería de Computadores**  
**Grado en Ingeniería Informática**  
**Grado en Ingeniería en Sistemas de  
Información**

**Universidad de Alcalá**

**Curso Académico 2019/2020**  
**Curso 4º – Cuatrimestre 2º**

## GUÍA DOCENTE

Nombre de la asignatura:	<b>Bioingeniería</b>
Código:	<b>780030</b>
Titulaciones en las que se imparte:	<b>Grado en Ingeniería de Computadores Grado en Ingeniería Informática Grado en Ingeniería en Sistemas de Información</b>
Departamento y Área de Conocimiento:	<b>Electrónica / Tecnología Electrónica</b>
Carácter:	<b>Optativa</b>
Créditos ECTS:	<b>6</b>
Curso y cuatrimestre:	<b>curso 4º / cuatrimestre 2º</b>
Profesorado:	<b>Consultar página Web: <a href="http://www.depeca.uah.es">http://www.depeca.uah.es</a></b>
Horario de Tutoría:	<b>Consultar página Web: <a href="http://www.depeca.uah.es">http://www.depeca.uah.es</a></b>
Idioma en el que se imparte:	<b>Español/English Friendly</b>

### 1.a. PRESENTACIÓN

La asignatura de Bioingeniería pretende introducir al alumno en el estudio de la instrumentación y metodología utilizada en la Ingeniería Biomédica.

Se estudian conceptos básicos de electrofisiología y de adquisición, procesado y transmisión de señales biomédicas. También se comentan sistemas de instrumentación médica diagnóstica y terapéutica, así como de telemedicina y telecirugía.

Para el buen aprovechamiento de la presente asignatura será necesario tener los conocimientos previos adquiridos durante los cuatrimestres anteriores del Grado, en la asignatura de Fundamentos de Programación.

### 1.b. COURSE SUMMARY

The Bioengineering course aims to introduce students to the study of instrumentation and methods used in Biomedical Engineering.

Basics of electrophysiology, acquisition, processing and transmission of biomedical signals are studied. Diagnostic and therapeutic medical instrumentation is also discussed, as well as telemedicine and telesurgery systems.

In order to make the most of the course, it is recommended to have some previous knowledge related to the undergraduate course of Foundations of Programming.

## 2. COMPETENCIAS

### Competencias generales:

CG1 Capacidad para concebir, redactar, organizar, planificar, desarrollar y firmar proyectos en el ámbito de la ingeniería en informática que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de la resolución BOE-A-2009-12977, la concepción, el desarrollo o la explotación de sistemas, servicios y aplicaciones informáticas.

CG4 Capacidad para definir, evaluar y seleccionar plataformas hardware y software para el desarrollo y la ejecución de sistemas, servicios y aplicaciones informáticas, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de la resolución BOE-A-2009-12977.

CG6 Capacidad para concebir y desarrollar sistemas o arquitecturas informáticas centralizadas o distribuidas integrando hardware, software y redes de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de la resolución BOE-A-2009-12977.

CG8 Conocimiento de las materias básicas y tecnologías, que capaciten para el aprendizaje y desarrollo de nuevos métodos y tecnologías, así como las que les doten de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

CG9 Capacidad para resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, autonomía y creatividad. Capacidad para saber comunicar y transmitir los conocimientos, habilidades y destrezas de la profesión de Ingeniero Técnico en Informática.

### Competencias específicas:

CIC1 Capacidad de diseñar y construir sistemas digitales, incluyendo computadores, sistemas basados en microprocesador y sistemas de comunicaciones.

CIC7 Capacidad para analizar, evaluar, seleccionar y configurar plataformas hardware para el desarrollo y ejecución de aplicaciones y servicios informáticos.

### Resultados de aprendizaje

Al terminar con éxito esta asignatura los estudiantes serán capaces de:

- RA1: Describir los conceptos básicos de electrofisiología relacionados con la tecnología.
- RA2: Interpretar las bases fisiológicas que permiten la generación de las principales señales médicas.
- RA3: Desarrollar a nivel práctico aplicaciones de las TIC's y la Robótica en Ingeniería Biomédica.

### 3. CONTENIDOS

Bloques de contenido (se pueden especificar los temas si se considera necesario)	Total de horas
<b>Tema 1: Introducción a la Bioingeniería.</b> Definición. Breve historia. Objetivos. Áreas de aplicación. Instrumentación médica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4 horas</li> </ul>
<b>Tema 2: Conceptos básicos de Electrofisiología.</b> Potencial de membrana. Potenciales de Acción. Períodos refractarios y de acomodación. Propagación del Potencial de Acción.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 6 horas</li> </ul>
<b>Tema 3: Señales Médicas.</b> Sistema Cardíaco. Análisis de ECG. Marcapasos y desfibriladores. Electroencefalografía. Potenciales Evocados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 24 horas</li> </ul>
<b>Tema 4: Aplicaciones de las TICs en Ingeniería Biomédica</b> Telemedicina y Teleasistencia. Telecirugía y Realidad Virtual. Robótica Médica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 22 horas</li> </ul>

### Cronograma (Optativo)

La temporización y el cronograma final de la asignatura se adaptarán al calendario oficial correspondiente y será descrito en un documento a entregar al inicio del curso.

### 4. METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE.-ACTIVIDADES FORMATIVAS

#### 4.1. Distribución de créditos (especificar en horas)

Número de horas presenciales:	60 horas (56 horas de clase presencial + 4 horas de evaluación final)
Número de horas del trabajo propio del estudiante:	92 horas
Total horas	150 horas

## 4.2. Estrategias metodológicas, materiales y recursos didácticos

En el proceso de enseñanza-aprendizaje se realizarán las siguientes actividades formativas:

- Clases Teóricas.
- Clases Prácticas: resolución de problemas.
- Clases Prácticas: laboratorio.
- Tutorías: individuales y grupales.

Además se podrán utilizar, entre otras, los siguientes recursos complementarios:

- Asistencia a conferencias, reuniones o discusiones científicas relacionadas con la materia.

A lo largo del curso al alumno se le irán proponiendo actividades y tareas tanto teóricas como prácticas. Se realizarán distintas prácticas coordinadamente con la impartición de los conceptos teóricos; de esta manera el alumno puede experimentar y consolidar así los conceptos adquiridos, tanto individualmente como en grupo.

Para la realización de las prácticas, el alumno dispondrá en el laboratorio de un puesto con instrumental básico (osciloscopio, fuente de alimentación, generador de señal), así como un ordenador con software de adquisición y procesamiento de señales biomédicas. En esta asignatura, se propone que las prácticas se realicen en grupos de dos alumnos.

Durante todo el proceso de aprendizaje en la asignatura, el alumno deberá hacer uso de distintas fuentes y recursos bibliográficos o electrónicos, de manera que se familiarice con los entornos de documentación que en un futuro utilizará profesionalmente.

El profesorado facilitará los materiales necesarios para el seguimiento de la asignatura (fundamentos teóricos, ejercicios y problemas, manuales de prácticas, referencias audiovisuales, etc.) de manera que el alumno pueda cumplir con los objetivos de la asignatura, así como alcanzar las competencias previstas.

El alumno dispondrá a lo largo del cuatrimestre de tutorías grupales programadas, e individuales según las necesidades del mismo. Ya sea de manera individual o en grupos reducidos, estas tutorías permitirán resolver las dudas y afianzar los conocimientos adquiridos. Además, ayudarán a realizar un adecuado seguimiento de los alumnos y a evaluar el buen funcionamiento de los mecanismos de enseñanza-aprendizaje.

## 5. EVALUACIÓN: Procedimientos, criterios de evaluación y de calificación

El proceso de evaluación tiene por objetivo la valoración del grado y profundidad de la adquisición por el alumno de las competencias planteadas en la asignatura. Preferentemente se ofrecerá a los alumnos un sistema de evaluación continua que tenga características de evaluación formativa, de manera que sirva de realimentación en el proceso de enseñanza-aprendizaje por parte del alumno.

### PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN

El proceso de evaluación está fundamentado en la evaluación continua del estudiante. No obstante, los alumnos tendrán un plazo de quince días para solicitar por escrito al Director de la Escuela Politécnica Superior su intención de acogerse al modelo de evaluación final aduciendo las razones que estimen convenientes según lo indicado en la normativa reguladora de los procesos de evaluación de los aprendizajes (aprobada en Consejo de Gobierno de 24/Marzo/2011, art. 10 párrafo 2). La evaluación del proceso de aprendizaje de todos los alumnos que no cursen solicitud al respecto o vean denegada la misma se realizará, por defecto, de acuerdo al modelo de evaluación continua.

A continuación se detallan los procedimientos de evaluación correspondientes a las convocatorias ordinaria y extraordinaria.

1. Convocatoria Ordinaria: La evaluación en la convocatoria ordinaria debe estar inspirada en los criterios de evaluación continua (Normativa de Regulación de los Procesos de Enseñanza Aprendizaje, NRPEA, art 3), atendiendo siempre a la adquisición de las competencias especificadas en la asignatura.
  - a. *Evaluación Continua*: Consistente en la realización y superación de los tests de conocimiento, participación en las actividades de la asignatura y realización de trabajos de casos prácticos.
  - b. *Evaluación Final*: Consistirá en la realización y superación de un examen final (dicho examen consistirá en una parte de cuestiones y otra de realización de una actividad de desarrollo de un caso práctico de estudio).
2. Convocatoria Extraordinaria: Consistirá en la realización y superación de un examen final (dicho examen consistirá en una parte de cuestiones y otra de realización de una actividad de desarrollo de un caso práctico de estudio).

### Criterios de Evaluación

Se definen los siguientes Criterios de Evaluación:

- CE1: El alumno muestra capacidad e iniciativa a la hora de resolver problemas prácticos de Bioingeniería.
- CE2: El alumno puede realizar un diseño tecnológico de un sistema de aplicación en Bioingeniería.
- CE3: El alumno ha adquirido conocimientos sobre electrofisiología, señales médicas y aplicaciones de las TIC's en Ingeniería Biomédica.

### **Instrumentos de Calificación**

Esta sección especifica los instrumentos de evaluación que serán aplicados a cada uno de los criterios de Evaluación.

1. **Prueba de Evaluación Intermedia (PEI):** El alumno debe demostrar los conocimientos adquiridos en las clases de teoría y en las pruebas de laboratorio realizadas hasta ese momento.
2. **Pruebas de laboratorio (PL):** En las mismas el alumno debe adquirir señales biomédicas e implementar programas para su procesamiento que den solución a los problemas planteados integrando los conocimientos adquiridos y haciendo uso de los recursos bibliográficos y herramientas informáticas a su alcance. Además debe ser capaz de generar documentación correctamente redactada, clara y precisa sobre el trabajo realizado en el laboratorio.
3. **Prueba Examen final (PEF) o Trabajo libre final (TLF):** El alumno podrá optar por hacer la PEF o un TLF. La PEF consistente en la resolución de problemas y cuestiones relativas al contenido completo de la asignatura, tanto a nivel teórico como a nivel práctico. El TLF podrá ser realizado individualmente o por parejas y podrá escogerlo el alumno, estando relacionado con la temática de la asignatura.

### **Criterios de Calificación**

Esta sección cuantifica los criterios de evaluación para la superación de la asignatura.

### **Convocatoria Ordinaria, Evaluación Continua**

En la convocatoria ordinaria – evaluación continua la relación entre los criterios, instrumentos y calificación es la siguiente:

<b>Competencia</b>	<b>Resultado Aprendizaje</b>	<b>Criterio Evaluación</b>	<b>Instrumento Evaluación</b>	<b>Peso en la calificación</b>
CG6, CG8	RA1, RA2	CE1, CE3	PEI	30%
CG1, CG4, CG6, CG8, CIC7	RA3	CE1, CE2	PL	40%
CG1, CG9, CIC1	RA1,RA2,RA3	CE1, CE3	PEF o TLF	30%

Se considerará que los alumnos han superado la asignatura (demostrando la adquisición de las competencias de carácter teórico-práctico) siguiendo la evaluación continua si cumplen los siguientes requisitos:

- Han asistido al menos al 50% de las clases teóricas.
- Se han presentado a todas las pruebas de evaluación intermedia y final (o trabajo libre final).
- Han superado satisfactoriamente la evaluación de las competencias relacionadas con las prácticas de laboratorio. Se entenderá que un alumno adquiere satisfactoriamente estas competencias, si completa satisfactoriamente todas las prácticas.
- Han superado satisfactoriamente la evaluación de las competencias relacionadas con el conjunto de todas las pruebas teóricas (PEI+PEF/TLF). Se entenderá que un alumno adquiere satisfactoriamente estas competencias, si su calificación en el conjunto las pruebas relacionadas es igual o superior al 50% de la nota máxima obtenible.
- La calificación final ponderada de todas las pruebas de evaluación continua definidas resulta ser igual o superior a 5 sobre 10.

El alumno que siga el modelo de evaluación continua se considerará no presentado en la convocatoria ordinaria, cuando no se presente a la prueba PEI.

### **Convocatoria Ordinaria, Evaluación Final**

En la convocatoria ordinaria – evaluación **Final** la relación entre los criterios, instrumentos y calificación es la siguiente:

<b>Competencia</b>	<b>Resultado Aprendizaje</b>	<b>Criterio Evaluación</b>	<b>Instrumento Evaluación</b>	<b>Peso en la calificación</b>
CG1, CG4, CG6, CG8, CIC7	RA3	CE1, CE2	PL	40%
CG1, CG6, CG8, CG9, CIC1	RA1,RA2,RA3	CE1, CE3	PEF o TLF	60%



Para superar la asignatura por este modelo, el alumno deberá obtener una calificación final ponderada resultante de las dos pruebas (PL, PEF/TLF) igual o superior al 50% de la nota máxima obtenible.

### Convocatoria extraordinaria

Competencia		Resultado Aprendizaje	Criterio Evaluación	Instrumento Evaluación	Peso en la calificación
CG1, CG6, CIC7	CG4, CG8,	RA3	CE1, CE2	PL	40%
CG1, CG8, CIC1	CG6, CG9,	RA1,RA2,RA3	CE1, CE3	PEF o TLF	60%

Finalmente, los alumnos que no superen la asignatura en la convocatoria ordinaria, dispondrán para superarla de la convocatoria extraordinaria, que consistirá en una prueba global con el mismo esquema que la del modelo de evaluación final.

Aquellos alumnos que hayan sido evaluados de las prácticas de laboratorio en la convocatoria ordinaria y no las hayan superado, deberán volver a repetirlas y superarlas. En el supuesto de alumnos que se presenten directamente a la convocatoria extraordinaria sin haberse presentado a la ordinaria deberán presentar las mismas prácticas que estos hayan realizado.

Los alumnos que en la convocatoria ordinaria hayan superado la parte teórica o la práctica, podrán conservar la nota de la parte superada.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

### Bibliografía Básica.

- Documentación preparada por el profesorado para la asignatura, que será proporcionada a los alumnos de manera directa, o con su publicación en la Web de la asignatura.

- Medical instrumentation. J.G. Webster; editor, 2nd edition. John Wiley & Sons, Houghton Mifflin Company, Boston. 1995.
- Bioelectrónica. José M<sup>a</sup> Ferrero Corral. Ed. Universidad Politécnica de Valencia. 1994
- Páginas web sobre la temática de la asignatura que serán previamente seleccionadas por el profesorado.

### **Bibliografía complementaria.**

- Instrumentación y medidas biomédicas. L. Cromwell, F. Weibell, E. Pfeiffer, I. Uselman. Ed. Marcombo, 1980. 5. Anatomía humana ( 3 vol). Rouviere
- Fisiología médica. Tresguerres.
- Fisiología. Guyton
- Física e instrumentación médicas. Juan R. Zaragoza. Ed: Massson - Salvat
- Introducción a la bioingeniería. Ed: Marcombo.
- Instrumentación quirúrgica. Joanna Fuller. Ed: Paramericana.
- Bio-medical telemetry. R. S. Mackay. IEEE Press.
- Biomedical signal processing. Metin Akay. Ed: Academic Press.
- Cybersurgery. Richard Satava. Ed: Advisory Board.
- Engineering approaches to mechanical and robotic design for minimally invasive surgeries. Ali Faraz. Kluwer Academic Publishers.



Universidad  
de Alcalá

# TEACHING GUIDE

## Bioengineering

**Bachelor's Degree in  
Computer Science  
Computer Engineering  
Information Systems**

**University of Alcalá**

**Academic Year 2019/2020**  
**4<sup>th</sup> Year – 2<sup>nd</sup> Semester**

## TEACHING GUIDE

Name of the subject:	<b>Bioengineering</b>
Code:	<b>780030</b>
Degrees:	<b>Degree in Computer Science Degree in Computer Engineering Degree in Information Systems Engineering</b>
Department and Knowledge Area:	<b>Electronics / Electronic Technology</b>
Type:	<b>Optional</b>
ECTS credits:	<b>6</b>
Year and semester:	<b>4<sup>th</sup> Year / 2<sup>nd</sup> semester</b>
Teaching staff:	<b>See website:</b> <a href="http://www.depeca.uah.es">http://www.depeca.uah.es</a>
Teaching timetable:	<b>See website:</b> <a href="http://www.depeca.uah.es">http://www.depeca.uah.es</a>
Language:	<b>Spanish/ English Friendly</b>

### 1. COURSE SUMMARY

The Bioengineering course aims to introduce students to the study of instrumentation and methods used in Biomedical Engineering.

Basics of electrophysiology, acquisition, processing and transmission of biomedical signals are studied. Diagnostic and therapeutic medical instrumentation is also discussed, as well as telemedicine and telesurgery systems.

In order to make the most of the course, it is recommended to have some previous knowledge related to the undergraduate course of Foundations of Programming.

### 2. SKILLS

**General skills:**

CG1 Ability to conceive, write, organize, plan, develop and sign projects in the field of computer engineering whose purpose, according to the knowledge acquired as provided in paragraph 5 of resolution BOE-A-2009-12977 the design, development or exploitation of systems, services and applications.

CG4 Ability to define, evaluate and select hardware and software platforms for the development and implementation of systems, services and applications, according to the knowledge acquired as provided in paragraph 5 of resolution BOE-A-2009-12977.

CG6 Ability to design and develop systems or centralized or distributed architectures integrating hardware, software and networks according to the knowledge acquired as provided in paragraph 5 of resolution BOE-A-2009-12977.

CG8 Knowledge of basic materials and technologies that enable learning and development of new methods and technologies, as well as to equip them with great versatility to adapt to new situations.

CG9 Ability to solve problems with initiative, decision making, autonomy and creativity. Ability to communicate and transmit knowledge and skills of the profession of Technical Engineer.

#### Specific skills:

CIC1 Ability to design and build digital systems, including computers, microprocessor-based systems and communications systems.

CIC7 Ability to analyze, evaluate, select and configure hardware platforms for development and Running applications and services.

#### Learning outcomes:

Upon successful completion of this course students will be able to:

RA1: Describe the basic concepts of electrophysiology that are related to technology.

RA2: Understand the physiological principles in the origin of the main medical signals.

RA3: Develop practical IT and Robotic applications for Biomedical Engineering.

### 3. CONTENTS

Sections of contents	Total number of hours
<b>Topic 1: Introduction to Bioengineering.</b> Definition. Brief history. Goals. Application areas. Medical instrumentation.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4 hours</li> </ul>

<b>Topic 2: Basic concepts of Electrophysiology.</b> Membrane potential. Action potential. Refractory and accommodation periods. Propagation of the action potential.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 6 hours</li> </ul>
<b>Topic 3: Medical signals.</b> Cardiac System. ECG analysis. Pacemakers and defibrillators. Electroencephalography. Evoked potentials.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 24 hours</li> </ul>
<b>Topic 4: Applications of ITs in Biomedical Engineering</b> Telemedicine and Telecare. Telesurgery and Virtual Reality. Medical Robotics.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 22 hours</li> </ul>

### Timeline

The timing and the final schedule of this subject will be adapted to the corresponding official calendar and will be described in a document to be delivered at the beginning of the course.

## 4. TEACHING - LEARNING METHODOLOGIES. FORMATIVE ACTIVITIES

### 4.1. Distribution of credits (in hours)

Number of contact hours:	60 hours (56 contact hours + 4 hours for assessment)
Number of private study hours per student:	90 hours
Total hours	150 hours

### 4.2. Methodological strategies, didactic materials and resources

In the teaching and learning process the following training activities will be undertaken:

- Theoretical Classes and example solving.
- Practical Classes: laboratory and exercise solving.
- Tutorials: individual and/or in groups.

The following complementary resources, among others, will also be available for use:

- Attendance at conferences, seminars or scientific discussions which are related to the module content.

In the course of the year, both theoretical and practical activities and tasks will be proposed to the students. Different practical tasks will be undertaken at the same time as theoretical concepts are taught, so that students can experiment both individually and in groups, thus consolidating their knowledge of the concepts they have learned.

In order to complete these practical tasks, the students will have access to an area in the laboratory with the necessary instrumentation (oscilloscope, power supply, signal generator) and a computer with biomedical signal acquisition and processing software. In this subject, it is proposed that the practices be carried out in groups of two students.

In the course of the module, the students must make use of different bibliographic resources, so that they familiarize with the type of documentation that they will use professionally in their future.

The faculty will provide the students with the necessary materials for the follow-up of the subject (theoretical foundations, exercises and problems, lab guides, audiovisual references, etc.) so that the student can meet the objectives of the subject, as well as achieve the expected skills.

The students will have scheduled group and individual tutorials throughout the semester, according to their needs. Either individually or in small groups, these tutorials will solve the questions and strengthen their knowledge. In addition, they will help to carry out an adequate follow-up of the students and to evaluate the teaching-learning methods.

## 5. ASSESSMENT

The evaluation process aims to assess the degree of acquisition of the competences proposed in the subject by the student.

Preferably students will be offered a continuous assessment model that has characteristics of formative assessment, so that it serves as a feedback in the teaching-learning process.

### ASSESSMENT PROCESS

The assessment process is based on the continuous assessment of students. Nevertheless, the students will have a period of fifteen days to write to the Director of the Polytechnic School to request the right to make use of the final assessment model, bringing forward any reasons which they believe to be appropriate according to what is stated in the assessment process regulations (approved by the members

of the board, on March 24th, 2011, article 10, paragraph 2). The evaluation of the learning process for all the students who do not make such a request or whose application is denied will instead be carried out, by default, in accordance with the continuous assessment model.

Below are the evaluation procedures corresponding to the ordinary and extraordinary calls.

1. Ordinary Call: The evaluation in the ordinary call must be based on the criteria for continuous evaluation (*Normativa de Regulación de los Procesos de Enseñanza Aprendizaje, NRPEA, art 3*), always considering the acquisition of the competences specified in this subject.
  - a. *Continuous Assessment*: Consisting in taking and passing the tests of knowledge, participation in the activities of the subject and realization of works of practical cases.
  - b. *Final Assessment*: Consisting in taking and passing a final exam (this exam will consist of some theoretical questions and a practical case study).
2. Extraordinary Call: Consisting in taking and passing a final exam (this exam will consist of some theoretical questions and a practical case study).

## Assessment Criteria

The assessment criteria are the following:

- CE1: The student shows capacity and initiative when solving practical problems of Bioengineering.
- CE2: The student can implement a technological design of a system for an application in Bioengineering.
- CE3: The student has acquired knowledge about electrophysiology, medical signals and applications of the IT in Biomedical Engineering.

## Assessment Tools

The grading instruments applied to each of the evaluation criteria are the following:

1. **Intermediate Assessment Test (IAT)**: The student must demonstrate the knowledge acquired in the theory classes and laboratory sessions carried out so far.



2. **Laboratory sessions (L):** The student must acquire biomedical signals and implement programs to process them so that they provide solutions to practical cases. It will be necessary to integrate the knowledge acquired and to make use of the bibliographic resources and computer tools available. The student must also be able to write clear and accurate reports about the work done in the laboratory.
3. **Final Exam (FE) or Final Coursework (FC):** The students may choose to take the FE or a FC. The FE consisting in the resolution of problems and questions related to the complete content of the subject, both theoretical and practical. The FC will have to be related to the subject of this course and can be done individually or in pairs and the student can choose it.

### Evaluation Criteria

This section quantifies the evaluation criteria to pass this subject.

### Ordinary Call, Continuous Assessment

In the ordinary call – continuous assessment the criteria, instruments and evaluation are as follows:

Competence	Learning Outcomes	Evaluation Criteria	Assessment Tool	Weight in the final grade
CG6, CG8	RA1, RA2	CE1, CE3	IAT	30%
CG1, CG4, CG6, CG8, CIC7	RA3	CE1, CE2	L	40%
CG1, CG9, CIC1	RA1,RA2,RA3	CE1, CE3	FE or FC	30%

To consider the continuous assessment passed, (demonstrating the acquisition of competencies) students must meet the following conditions:

- They have attended at least 50% of the theoretical classes.
- They have taken both the intermediate assessment test and the final exam (or coursework).
- They have passed the evaluation of competences related to the laboratory practices. A student acquires these competences if he or she completes all the practices.
- They have passed the evaluation of the competences related to all the theoretical tests (IAT+FE/FC). A student acquires these competences if his or her average grade in these tests is equal to or greater than 50% of its maximum.
- The final weighted grade of all the continuous assessment tests is equal to or greater than 5 out of 10.

The student who follows the continuous assessment model will be considered *not taken* in the ordinary call, when he does not take the PEI test.

### Ordinary Call, Final Assessment

In the ordinary call – final assessment the criteria, instruments and evaluation are as follows:

Competence	Learning Outcomes	Evaluation Criteria	Assessment Tool	Weight in the final grade
CG1, CG4, CG6, CG8, CIC7	RA3	CE1, CE2	L	40%
CG1, CG6, CG8, CG9, CIC1	RA1,RA2,RA3	CE1, CE3	FE or FC	60%

To pass this subject according to this model, the student should get at least 50% of the maximum grade in each part (L, FE/FC). To pass this subject according to this model, the student must obtain a final weighted grade resulting from the two parts (L, FE/FC) equal to or greater than 50% of the maximum grade obtainable.

### Extraordinary Call

Competence	Learning Outcomes	Evaluation Criteria	Assessment Tool	Weight in the final grade
CG1, CG4, CG6, CG8, CIC7	RA3	CE1, CE2	L	40%
CG1, CG6, CG8, CG9, CIC1	RA1,RA2,RA3	CE1, CE3	FE or FC	60%

Students who do not pass the subject in the ordinary call, will have to attend the extraordinary call, which will consist of a final exam/FC similar to the final evaluation model.

Those students who failed the laboratory practices in the ordinary call will have to repeat them. In the case of students who only attend the extraordinary call, they must present the same practices proposed for the ordinary call.

The students that in the ordinary call have passed the theoretical part or the laboratory, can carry forward the grades of that specific part for the extraordinary call.

## 6. BIBLIOGRAPHY

### Basic Bibliography.

- Documentation prepared by the teaching staff, which will be provided directly to the students, or on the web page.
- Medical instrumentation. J.G. Webster; editor, 2nd edition. John Wiley & Sons, Houghton Mifflin Company, Boston. 1995.
- Bioelectrónica. José M<sup>a</sup> Ferrero Corral. Ed. Universidad Politécnica de Valencia. 1994
- Web pages related to this subject that will be previously selected by the teaching staff.

### Complementary Bibliography.

- Instrumentación y medidas biomédicas. L. Cromwell, F. Weibell, E. Pfeiffer, I. Uselman. Ed. Marcombo, 1980. 5. Anatomía humana ( 3 vol). Rouviere
- Fisiología médica. Tresguerres.
- Fisiología. Guyton
- Física e instrumentación médicas. Juan R. Zaragoza. Ed: Massson - Salvat
- Introducción a la bioingeniería. Ed: Marcombo.
- Instrumentación quirúrgica. Joanna Fuller. Ed: Paramericana.
- Bio-medical telemetry. R. S. Mackay. IEEE Press.
- Biomedical signal processing. Metin Akay. Ed: Academic Press.
- Cybersurgery. Richard Satava. Ed: Advisory Board.
- Engineering approaches to mechanical and robotic design for minimally invasive surgeries. Ali Faraz. Kluwer Academic Publishers.