

## 62739 - TICIB/BBIT-Tratamiento y análisis de señales biológicas

**Guía docente para el curso 2011 - 2012**

**Curso: 1, Semestre: 2, Créditos: 3.0**

---

### Información básica

---

#### Profesores

- **Pablo Laguna Lasaosa** laguna@unizar.es
- **Juan Pablo Martínez Cortés** jpmart@unizar.es
- **Luis Vicente Borruel** lvicente@unizar.es

#### Recomendaciones para cursar esta asignatura

Dependiendo de las titulaciones que dan acceso al master, será necesario o no el curso de fundamentos de procesado de señal. Aquellos alumnos que no tengan conocimientos básicos de procesado determinista de señal necesitarán haber cursado previamente la materia: *TH-Fundamentos de tratamiento de señal*

#### Actividades y fechas clave de la asignatura

- Inicio de las clases: 01/02/2010
- Sesiones prácticas: 1, 8 y 15 de marzo de 2010. Las sesiones serán de 1 hora y tendrán lugar a las 20:00 en el laboratorio L2.02.
- Entrega de trabajos: hasta el día 31 de mayo de 2010 para la primera convocatoria y hasta el 6 de septiembre de 2010 para la segunda convocatoria.
- Examen: 24 de marzo de 2010 a las 18:00 (1<sup>a</sup> conv.) y 8 de septiembre de 2010 (2<sup>º</sup> conv.).

---

### Inicio

---

### Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

**1:**

Es capaz de interpretar una señal biomédica y relacionarla con el fenómeno fisiológico subyacente, neural o muscular.

**2:**

Es capaz de resolver el problema de acondicionamiento de señales biomédicas en el marco del filtrado lineal invariante y variante, con las restricciones que impone no deformar la información útil presente en las señales.

- 3:** Es capaz de resolver problemas de detección o de estimación de parámetros clínicos de interés, planteándolos de forma óptima en el marco de la teoría de detección/estimación y, usando, en su caso, técnicas de estimación espectral y de análisis tiempo-frecuencia.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

Esta asignatura pretende dotar al estudiante de un conjunto de herramientas de tratamiento estadístico de señales, para que siendo consciente de sus posibilidades y limitaciones, pueda emplearlas correctamente para extraer información clínicamente útil de los distintos tipos de señales biomédicas.

La asignatura consta de 3 créditos ECTS o 75 horas de trabajo del alumno. Es una de las asignaturas optativas que pertenecen tanto a la Especialidad en Tecnologías de la Información en Ingeniería Biomédica (TICIB), como a la Especialidad de Biomecánica, Biomateriales e Ingeniería de Tejidos (BBIT). Para cursarla deben poseerse conocimientos básicos de señales y sistemas discretos. Por ello, si no se han adquirido estos conocimientos en la titulación de acceso al Máster, debe cursarse previamente la asignatura “Fundamentos de Tratamiento de Señal” (Asignatura de Tecnologías Horizontales (TH), segundo bimestre).

Para los alumnos que quieran cursar la especialidad en Tecnologías de la Información en Ingeniería Biomédica, y tengan interés en el Procesado de Señales Biomédicas, esta asignatura puede complementarse con “Técnicas de reconocimiento de patrones y clasificación”, que se cursa simultáneamente. Mediante la asignatura “Instrumentación y electroterapia médicas” puede alcanzarse un conocimiento más amplio de los equipos de captación de señales.

Además, todos los años se invita a un profesor visitante que imparte un seminario de 10 horas sobre temas de procesado de señales biomédicas, y que permite superar los créditos de la asignatura “Seminario interdisciplinar”. Se recomienda a todos los alumnos cursar dicho seminario, bien matriculándose en el Seminario interdisciplinar, o bien como asistentes al mismo.

Esta asignatura da acceso a la realización de Trabajos Fin de Máster en las líneas de procesado de señales biomédicas.

---

## Contexto y competencias

### Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

#### **La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:**

Se revisan, en primer lugar, los orígenes eléctricos de las señales bioeléctricas, y cómo relacionar estas señales, generalmente en la superficie del cuerpo, con su origen a nivel celular. Se describen los diferentes campos de aplicación de las señales biomédicas sobre el ECG, EEG, EP y EMG, presentando los objetivos clínicos del tratamiento de cada uno de los tipos de señales. Con estos objetivos en mente se presentan técnicas de tratamiento estadístico de señal tanto para detección como para estimación en cada dominio de aplicación. Se introducen los estimadores óptimos, el filtrado adaptativo, representaciones ortogonales y tiempo frecuencia (en particular wavelets).

La asignatura debe llevar al estudiante a conocer un abanico de técnicas de procesado estadístico de señales biomédicas, y ser capaz de utilizarlas para obtener información clínica de las señales, teniendo en cuenta las particularidades de cada caso y tipo de señal, así como las posibilidades y limitaciones de dichas técnicas.

En consecuencia, el objetivo global de la asignatura es que el estudiante comprenda y sepa utilizar un conjunto de herramientas de tratamiento estadístico de señales para extraer información clínicamente útil de los distintos tipos de señales biomédicas.

#### **Contexto y sentido de la asignatura en la titulación**

La titulación de Ingeniería Biomédica pretender posicionar las herramientas de la Ingeniería en el contexto biomédico tanto para diagnóstico, terapias, intervenciones, seguimientos, etc. Para ello, una parte importante de la Ingeniería trata de explotar al máximo las distintas fuentes de información que emanan de los sistemas vivos para, basándose en ella, tomar

subsecuentes acciones y/o decisiones. Las señales biomédicas, y más en concreto bio-eléctricas, son una fuente rica en información sobre de los órganos o sistemas que las generan (cardíaco, neurológico, etc.). Esta asignatura pone al servicio de los profesionales las técnicas tanto deterministas como estadísticas de tratamiento y detección de eventos en señales discretas, para su uso sobre señales biomédicas en los contextos biomédicos donde estas señales puedan tener algún interés.

### **Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...**

- 1:** Interpretar las señales de origen bioeléctrico, adquiridas tanto de forma no invasiva como invasiva.
- 2:** Diseñar las acciones necesarias para mejorar la calidad de señales adquiridas, teniendo en cuenta las características originales de estas señales y los requisitos del procesado posterior.
- 3:** Realizar modelos matemáticos realistas de las señales bioeléctricas que permitan su posterior análisis mediante la aplicación de técnicas estadísticas.
- 4:** Diseñar sistemas de estimación de parámetros de interés en las señales biomédicas.
- 5:** Aplicar técnicas de estimación espectral y tiempo-frecuencia para analizar las señales bioeléctricas adquiridas.
- 6:** Diseñar sistemas de detección de fenómenos relevantes en las señales biomédicas.

### **Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:**

La capacidad para interpretar señales de origen bioeléctrico, diseñar sistemas de mejora de la calidad de las señales, para modelar las mismas y aplicar las técnicas de estimación y detección estudiadas son relevantes para un Ingeniero Biomédico, ya que se encontrara previsiblemente con problemas de adquisición, filtrado, interpretación, automatización en un amplio número de contextos en entornos diagnósticos, terapéuticos, de seguimiento, etc.

---

## **Evaluación**

---

### **Actividades de evaluación**

#### **El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación**

- 1:**  
Examen de asignatura compuesto de dos partes (tiempo disponible: 2 horas):
  - Examen de mínimos, tipo test (opción múltiple, cuatro respuestas con penalización por fallos). Puntuación de 0 a 10. (La calificación de esta prueba representará el 40% de la nota final). Es imprescindible obtener al menos 5 puntos para poder superar la asignatura.
  - Examen de problemas o cuestiones. Puntuación de 0 a 10. La calificación de esta prueba representará el 20% de la nota final.

Habrá un examen en cada convocatoria.

- 2:**  
Trabajo de Asignatura. Se realizará un trabajo de programación, análisis y estudio de métodos de procesado de señales biomédicas sobre un conjunto de señales que se proporcionarán. El estudiante mostrará el grado de adquisición de las competencias correspondientes a la asignatura y proporcionará interpretaciones de los resultados. La calificación de esta prueba representará el 30% de la nota final. Tiempo total de dedicación: 20

horas.

**3:**

Hojas de ejercicios entregables: Se propondrán a lo largo del curso hojas de ejercicios entregables que los estudiantes podrán entregar voluntariamente al profesor durante la semana siguiente. Los ejercicios podrán ser cuestiones cortas, demostraciones, problemas o ejercicios prácticos a realizar en Matlab. La calificación de estos ejercicios representará el 10% de la nota final. Tiempo total de dedicación: 8 horas.

**4:**

Los estudiantes que no realicen una asistencia presencial continuada, así como aquellos presenciales que así lo deseen, serán evaluados mediante las actividades de evaluación 1 y 2. En este caso, los porcentajes correspondientes a cada apartado serán: 1.a) 40%, 1.b) 30%, y 2) 30%.

La evaluación del aprendizaje se realizará de forma idéntica en la primera y en la segunda convocatoria

## Criterios de evaluación

### Criterios de evaluación

## Documentos de referencia

### Documentos de referencia

---

## Actividades y recursos

---

## Presentación metodológica general

### El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

La asignatura tiene una orientación marcadamente aplicada, de modo que las técnicas de tratamiento estadístico de señales que se presentan se exemplificaran en todo momento con casos reales concretos. En ocasiones un mismo ejemplo de aplicación servirá para desarrollar distintas técnicas, con un orden de complejidad y prestaciones crecientes.

Tras una visión general, aplicada y práctica de las distintas técnicas, el estudiante ha de trabajar por sí solo un problema práctico, basado en una aplicación real, con señales bioeléctricas reales, en el que debe mostrar su capacidad para emplear las técnicas adecuadas al caso concreto, analizar e interpretar los resultados obtenidos y, en su caso, proponer mejoras a las técnicas o a los análisis propuestos inicialmente.

## Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

### El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...

**1:**

Seminario sobre "Fundamentos de tratamiento y análisis de señales biomédicas". Presencial (21 horas) y no presencial (7 horas, aprox.). Algunos productos finales calificados.

Seminario teórico y de análisis en el que se van repasando los principios del tratamiento de señal aplicado a señales bioeléctricas (ECG, EEG, EP, EMG): origen de las señales, objetivos clínicos, técnicas de tratamiento estadístico de señal aplicadas al acondicionamiento de las señales y técnicas de detección y estimación de parámetros de interés. Los diferentes conceptos se ilustran con casos prácticos y se analizan las posibles soluciones, en orden creciente de complejidad y prestaciones. Se abordarán los siguientes temas:

Tema 1. Origen de las señales bioeléctricas.

Tema 2. Objetivos en procesado de señales bioeléctricas.

Tema 3. Técnicas básicas de filtrado y estimación.

Tema 4. Técnicas de tratamiento estadístico aplicadas al acondicionamiento de señales.

Tema 5. Teoría de la detección: fundamentos y aplicaciones.

Tema 6. Teoría de la estimación: fundamentos y aplicaciones.

Tema 7. Codificación y representación tiempo-frecuencia.

A lo largo del seminario se propondrá a los estudiantes la realización y entrega voluntaria de hojas de ejercicios relacionados directamente con las técnicas presentadas. Estos ejercicios pueden trabajarse en grupo o de forma individual.

**2:**

Sesiones prácticas sobre "Estimación espectral y representación tiempo-frecuencia". 3 horas. Presencial.

Conjunto de sesiones presenciales de laboratorio que han de servir al estudiante de toma de contacto con la metodología de trabajo y el entorno de programación, de forma previa a la realización individual de su Trabajo de Asignatura.

**3:**

Actividad de resolución y análisis de un problema concreto de tratamiento estadístico de señales bioeléctricas, incluyendo la detección y/o estimación de parámetros clínicos de interés. No presencial (20 horas, aprox.). Producto final calificado (40 % de la calificación final).

Trabajo individual del estudiante en el que ha de mostrar su capacidad de asimilación de los conceptos introducidos en las otras actividades, mediante la resolución y el análisis crítico de un problema concreto de tratamiento estadístico de señales bioeléctricas. En dicho problema se le requiere que partiendo de un conjunto de señales grabadas realice la detección y/o estimación de determinados parámetros clínicos de interés. Se le sugieren unos métodos iniciales de abordar el problema, para que proponga mejoras y soluciones personales al problema. El trabajo resultante ha de entregarse y es evaluado y calificado, representando el 40 % de la nota final de la asignatura.

## **Planificación y calendario**

### **Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos**

Esta asignatura está planificada en el tercer bimestre, que en el curso 2009-2010 se extiende del 1 de febrero al 19 de marzo de 2010.

Las sesiones presenciales tendrán lugar de forma general los lunes de 19 a 20 horas y los miércoles de 18 a 20 horas, en el seminario A.21 del edificio Ada Byron en el campus Río Ebro. Las fechas concretas son: 1, 3, 8, 10, 15, 17, 22 y 24 de febrero, 1, 3, 8, 10, 15 y 17 de marzo de 2010.

Las sesiones prácticas se realizarán los días 1, 8 y 15 de marzo de 2010 de 20 a 21 horas en el laboratorio L2.02 del edificio Ada Byron en el campus Río Ebro.

Los Trabajos de Asignatura se podrán presentar hasta el día 31 de mayo de 2010 para la primera convocatoria y hasta el día 6 de septiembre de 2010 para la segunda convocatoria.

El examen se realizará el 24 de marzo de 2010 a las 18 horas, en el seminario A.21 del edificio Ada Byron en el campus Río Ebro.

### **Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada**