

**PROYECTO DOCENTE DE LA ASIGNATURA**

<b>Denominación de la asignatura</b>	PROCESADO DE SEÑALES BIOMÉDICAS		
<b>Materia</b>	INGENIERÍA BIOMÉDICA		
<b>Módulo</b>	ESPECIALIZACIÓN: TRATAMIENTO DE SEÑALES Y BIOINGENIERÍA (ME-TSB)		
<b>Titulación</b>	MÁSTER UNIVERSITARIO DE INVESTIGACIÓN EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES		
<b>Plan</b>	371	<b>Código</b>	51307
<b>Periodo de impartición</b>	2º CUATRIMESTRE	<b>Tipo/Carácter</b>	OPTATIVA
<b>Nivel/Ciclo</b>	MÁSTER	<b>Curso</b>	1º
<b>Créditos ECTS</b>	5 ECTS		
<b>Lengua en que se imparte</b>	CASTELLANO		
<b>Profesor/es responsable/s</b>	ROBERTO HORNERO SÁNCHEZ JESÚS POZA CRESPO		
<b>Datos de contacto (e-mail, teléfono...)</b>	Roberto Hornero Sánchez: despacho 2D087, <a href="mailto:robhor@tel.uva.es">robhor@tel.uva.es</a> , 983-185570 Jesús Poza Crespo: despacho 2D086, <a href="mailto:jespoz@tel.uva.es">jespoz@tel.uva.es</a> , 983-423000, ext. 5569		
<b>Horario de tutorías</b>	Véase <a href="http://www.uva.es">www.uva.es</a> → Centros → Campus de Valladolid → Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación → Tutorías		
<b>Departamento</b>	TEORÍA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES E INGENIERÍA TELEMÁTICA		
<b>Área de conocimiento</b>	TEORÍA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES		

## SITUACIÓN / SENTIDO DE LA ASIGNATURA

<b>Contextualización</b>	<p>Actualmente, la mayoría de los médicos analizan las señales biomédicas mediante inspección visual, que es una tarea compleja y consume un elevado tiempo. Por tanto, sería muy útil el desarrollo de algún tipo de herramienta que le facilitara o ayudara en el estudio de estas señales para sus diagnósticos. Una idea muy interesante, para la realización de esta herramienta, sería la aplicación de algún tipo de procesado de señal, que permitiera destacar las características de las señales biomédicas y obtener de este modo patrones de normalidad y de diferentes tipos de patologías. Mediante estos análisis podría ocurrir que, determinados detalles que no se ven o que son difícilmente visibles con la señal sin procesar, se observaran tras realizar algún tipo de análisis. Esta tarea permitiría ahorrar tiempo, aumentar la objetividad y uniformidad, y facilitar futuras investigaciones. En este contexto se enmarca la asignatura de Procesado de Señales Biomédicas, donde se van a explicar los principales métodos de análisis aplicados a diferentes tipos de señales biomédicas.</p>
<b>Relación con otras asignaturas y materias</b>	<p>Esta asignatura optativa está relacionada con las asignaturas de la materia de "Técnicas de Tratamiento de Señal" (TS), que también pertenece al itinerario de TSB. Especialmente se relaciona con la asignatura de "Análisis no lineal", donde se estudian con mayor profundidad técnicas de análisis no lineal, que posteriormente serán aplicadas en esta asignatura.</p>
<b>Prerrequisitos</b>	<p>No existen condiciones previas excluyentes para cursar esta asignatura, aunque sí recomendaciones lógicas que el alumno debería tener en cuenta. Es recomendable haber cursado la materia "Técnicas de Tratamiento de Señal (TS)" del módulo TSB. Además, es muy recomendable haber cursado la asignatura "Análisis no Lineal".</p>

## CONTRIBUCIÓN AL DESARROLLO DE COMPETENCIAS

<b>Generales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de comunicar los resultados de investigación mediante artefactos escritos, propios de divulgación del conocimiento en el sistema de investigación regido por el sistema de revisión entre pares, o en otros términos, escribir artículos técnicos correctos tanto en el fondo como en la forma. [CG 8]</li> <li>• Capacidad de emplear las técnicas y medios más adecuados para la comunicación oral en diversos foros de la comunidad académica, científica o empresarial, así como para su divulgación en general en la sociedad, o en otros términos, preparar y realizar presentaciones orales correctas ante audiencias expertas y en contextos divulgativos. [CG 9]</li> <li>• Capacidad de conocer y emplear técnicas y herramientas relacionadas con el modelado, simulación, experimentación y validación de las propuestas técnicas, así como evaluarlas mediante unos parámetros de bondad establecidos. [CG 10]</li> <li>• Capacidad de desarrollar la capacidad de aprendizaje y trabajo en grupo tanto en entornos conocidos y restringidos, así como en consorcios internacionales en los que intervienen factores culturales. [CG 11]</li> </ul>
<b>Específicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de comprensión de las bases teóricas en las que se apoyan los conceptos propios de esta materia. [CE-TSB 2]</li> <li>• Capacidad de relacionar los diferentes conceptos, así como llevar a cabo un análisis crítico de los métodos desarrollados hasta llegar a comprender el estado del arte. [CE-TSB 3]</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis de las técnicas propias de procesado de señal, así como su aplicación a la resolución de problemas prácticos. [CE-TSB 4]</li> <li>• Capacidad de llevar a cabo simulaciones y experimentos mediante el uso de ordenadores y herramientas informáticas que permitan validar desde un punto de vista práctico los conceptos de esta materia y su aplicación en problemas. [CE-TSB 5]</li> <li>• Capacidad de utilizar procedimientos eficaces de búsqueda de información científica relacionada, tanto en fuentes de información primarias como secundarias, incluyendo el uso de recursos informáticos. [CE-TSB 6]</li> <li>• Capacidad para exponer un trabajo desarrollado por el alumno en un tema relacionado con esta materia. [CE-TSB 7]</li> <li>• Capacidad para iniciarse en actividades de investigación de la Ingeniería Biomédica. [CE-TSB 15]</li> <li>• Capacidad para adquirir el conocimiento sobre el estado y las necesidades de la Ingeniería Biomédica. [CE-TSB 16]</li> <li>• Capacidad de gestionar bibliografía, documentación, legislación, bases de datos y software específicos de la ingeniería biomédica. [CE-TSB 17]</li> <li>• Capacidad para realizar experimentos relacionados con la ingeniería biomédica en la resolución de proyectos de investigación. [CE-TSB 20]</li> <li>• Capacidad para aplicar técnicas de procesado de señales biomédicas e imágenes médicas. [CE-TSB 21]</li> </ul>
--	--

#### OBJETIVOS GENERALES DE LA ASIGNATURA

- Conocer el estado del arte y las necesidades de la Ingeniería Biomédica en general y de las técnicas de procesado de señales biomédicas en particular.
- Conocer el proceso de investigación científica en Ingeniería Biomédica.
- Gestionar bibliografía, documentación, legislación, bases de datos y software específicos de la Ingeniería Biomédica y el procesado de señales biomédicas.
- Saber comunicar los resultados de investigación en el ámbito del procesado de señales biomédicas mediante la exposición de un trabajo desarrollado por el alumno.
- Diseñar y realizar experimentos relacionados con el procesado de señales biomédicas para la resolución de proyectos de investigación de forma individual y trabajando en grupo.
- Aplicar técnicas de procesado de señal a señales biomédicas reales adquiridas en hospitales.

#### TABLA DE DEDICACIÓN DEL ALUMNO A LA ASIGNATURA

HORAS PRESENCIALES				
Teoría	Prácticas en aula	Laboratorios	Seminarios y tutorías	Otras actividades (ej., prácticas de campo, evaluación)
20	0	20	10	0
HORAS NO PRESENCIALES				
Estudio y trabajo autónomo individual		Estudio y trabajo autónomo grupal		
60		15		

## BLOQUES TEMÁTICOS

Bloque 1: Introducción al Procesado de Señales Biomédicas	
Contextualización y justificación	Este bloque consta de un único tema y proporciona una introducción al procesado de señales biomédicas. Se van a describir los objetivos de la asignatura, los diferentes tipos de señales biomédicas, así como las principales etapas del procesado de señales biomédicas. Este bloque proporciona una visión global de la asignatura ilustrando donde encajan los demás bloques y temas de la asignatura.
Objetivos de aprendizaje	Al finalizar este bloque temático, el alumno deberá ser capaz de: <ul style="list-style-type: none"> <li>Describir los principales objetivos del procesado de señales biomédicas.</li> <li>Enumerar los distintos tipos de señales biomédicas.</li> <li>Describir las diferentes etapas del procesado de señales biomédicas.</li> </ul>
Contenidos	<b>TEMA 1: Introducción al Procesado de Señales Biomédicas</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 Objetivos del procesado de señales biomédicas.</li> <li>1.2 Clasificación de señales biomédicas.</li> <li>1.3 Etapas del procesado de señales biomédicas.</li> </ol>
Métodos docentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Clase magistral participativa.</li> </ul>
Plan de trabajo	Para este bloque hemos previsto realizar las siguientes actividades: <ul style="list-style-type: none"> <li>Explicación teórica del temario.</li> </ul> Mayor información en el Anexo I.
Evaluación	La evaluación de la adquisición de competencias se basará en: <ul style="list-style-type: none"> <li>Valoración de la actitud y participación del alumno en las actividades formativas.</li> </ul>
Bibliografía básica	<ul style="list-style-type: none"> <li>E. N. Bruce, <i>Biomedical signal processing and signal modeling</i>, Wiley, 2001.</li> <li>L. Sörnmo, P. Laguna, <i>Bioelectrical Signal Processing in Cardiac and Neurological Applications</i>, Academic Press, 2005.</li> <li>J.L. Semmlow, <i>Biosignal and medical image processing</i>, 2<sup>nd</sup> ed., CRC Press, 2009.</li> </ul>
Bibliografía complementaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>F. Hlawatsch, F. Auger, <i>Time-Frequency Analysis. Concepts and Methods</i>, Wiley, 2008.</li> </ul>
Recursos necesarios	Serán necesarios los siguientes recursos, todos ellos facilitados por la Universidad de Valladolid o el profesor: <ul style="list-style-type: none"> <li>Entorno de trabajo en la plataforma Moodle ubicado en el Campus Virtual de la Universidad de Valladolid.</li> <li>Documentación de apoyo.</li> </ul>
Carga de trabajo en créditos ECTS	0,5 ECTS

Bloque 2: Compresión de Señales Biomédicas	
Contextualización y justificación	Este bloque consta también de un único tema dedicado a las técnicas de compresión de las señales biomédicas. En primer lugar se describen los objetivos y etapas de la compresión de señales en general, así como los diferentes parámetros para medir el nivel de compresión y su calidad. A continuación, se estudiarán las principales técnicas de compresión aplicadas a señales biomédicas, que han sido clasificadas en técnicas en el dominio del tiempo y de la frecuencia.
Objetivos de aprendizaje	Al finalizar este bloque temático, el alumno deberá ser capaz de: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Describir los principales objetivos de la compresión de señales.</li> <li>• Aplicar los diferentes parámetros para estimar el grado de compresión de una señal y la calidad de la compresión.</li> <li>• Enumerar y describir las principales técnicas de compresión de señales biomédicas.</li> <li>• Realizar una búsqueda bibliográfica del estado del arte en la compresión de señales biomédicas.</li> </ul>
Contenidos	<b>TEMA 2: Compresión de Señales Biomédicas</b> 2.1 Introducción a la compresión de señales. 2.2 Métodos en el dominio del tiempo. 2.3 Métodos en el dominio de la frecuencia. 2.4 Aplicaciones.
Métodos docentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clase magistral participativa.</li> </ul>
Plan de trabajo	Para este bloque hemos previsto realizar las siguientes actividades: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicación teórica del temario.</li> </ul> Mayor información en el Anexo I.
Evaluación	La evaluación de la adquisición de competencias se basará en: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valoración de la actitud y participación del alumno en las actividades formativas.</li> </ul>
Bibliografía básica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• E. N. Bruce, <i>Biomedical signal processing and signal modeling</i>, Wiley, 2001.</li> <li>• L. Sörnmo, P. Laguna, <i>Bioelectrical Signal Processing in Cardiac and Neurological Applications</i>, Academic Press, 2005.</li> <li>• J.L. Semmlow, <i>Biosignal and medical image processing</i>, 2<sup>nd</sup> ed., CRC Press, 2009.</li> </ul>
Bibliografía complementaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• F. Hlawatsch, F. Auger, <i>Time-Frequency Analysis. Concepts and Methods</i>, Wiley, 2008.</li> </ul>
Recursos necesarios	Serán necesarios los siguientes recursos, todos ellos facilitados por la Universidad de Valladolid o el profesor: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entorno de trabajo en la plataforma Moodle ubicado en el Campus Virtual de la Universidad de Valladolid.</li> <li>• Documentación de apoyo.</li> </ul>
Carga de trabajo en créditos ECTS	0,5 ECTS

Bloque 3: Técnicas de Procesado de Señales Biomédicas	
Contextualización y justificación	<p>Este bloque consta de tres temas. Los dos primeros están dedicados a técnicas espectrales y no lineales aplicadas a señales biomédicas. En primer lugar, se describen las principales transformadas para estudiar las señales en el dominio tiempo-frecuencia, como la transformada corta de Fourier y la transformada <i>wavelet</i>. Se mostrarán aplicaciones concretas de técnicas espectrales al análisis de señales biomédicas. A continuación, se describen diferentes métodos no lineales y sus aplicaciones a las señales biomédicas. Se pretende que el alumno comprenda las ventajas e inconvenientes de cada una de ellas. Ambos temas están acompañados de prácticas de laboratorio, donde el alumno tendrá que aplicar el conocimiento adquirido al procesado de señales biomédicas reales. El tercer tema está dedicado a los sistemas Brain Computer Interface (BCI). En él se estudiarán las principales características de los sistemas BCI, su clasificación y se analizarán las etapas necesarias para desarrollarlos. El tema finaliza con una revisión de las principales aplicaciones de los sistemas BCI.</p>
Objetivos de aprendizaje	<p>Al finalizar este bloque temático, el alumno deberá ser capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enumerar y describir las principales técnicas espectrales de procesado de señales biomédicas.</li> <li>• Enumerar y describir las principales técnicas no lineales de procesado de señales biomédicas.</li> <li>• Conocer diferentes aplicaciones de técnicas espectrales y no lineales en el procesado de señales biomédicas.</li> <li>• Conocer los sistemas Brain Computer Interface (BCI) y sus principales aplicaciones.</li> <li>• Aplicar técnicas espectrales y no lineales a señales biomédicas reales.</li> <li>• Realizar un trabajo individual de búsqueda bibliográfica del estado del arte en alguna técnica específica de procesado de señal biomédica.</li> </ul>
Contenidos	<p><b>TEMA 3: Análisis Espectral</b></p> <p>3.1 Transformada de Fourier (FT).  3.2 Transformada corta de Fourier (STFT).  3.3 Transformada <i>wavelet</i> (WT).  3.4 Aplicaciones a señales biomédicas.  3.5 Prácticas de laboratorio.</p> <p><b>TEMA 4: Análisis no Lineal</b></p> <p>4.1 Introducción al análisis no lineal.  4.2 Métodos no lineales aplicados a señales biomédicas.  4.3 Aplicaciones a señales biomédicas.  4.4 Prácticas de laboratorio.</p> <p><b>TEMA 5: Brain Computer Interface (BCI)</b></p> <p>5.1 Descripción de los sistemas BCI.  5.2 Aplicaciones BCI.</p>
Métodos docentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clase magistral participativa.</li> <li>• Estudio de casos.</li> <li>• Prácticas de laboratorio.</li> </ul>
Plan de trabajo	<p>Para este bloque hemos previsto realizar las siguientes actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicación teórica del temario.</li> <li>• Realización de grupos de prácticas de laboratorio para aplicar</li> </ul>

	<p>técnicas de procesado espectral y no lineal a señales biomédicas reales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Realización individual y exposición sobre un trabajo de revisión del estado del arte en una técnica concreta de procesado de señales biomédicas.</li> </ul> <p>Mayor información en el Anexo I.</p>
<b>Evaluación</b>	<p>La evaluación de la adquisición de competencias se basará en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Valoración de la actitud y participación del alumno en las actividades formativas.</li> <li>Valoración de la actitud y participación del alumno en las prácticas de laboratorio.</li> <li>Realización y exposición del trabajo de forma individual.</li> </ul>
<b>Bibliografía básica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>E. N. Bruce, <i>Biomedical signal processing and signal modeling</i>, Wiley, 2001.</li> <li>L. Sörnmo, P. Laguna, <i>Bioelectrical Signal Processing in Cardiac and Neurological Applications</i>, Academic Press, 2005.</li> <li>J.L. Semmlow, <i>Biosignal and medical image processing</i>, 2<sup>nd</sup> ed., CRC Press, 2009.</li> </ul>
<b>Bibliografía complementaria</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>F. Hlawatsch, F. Auger, <i>Time-Frequency Analysis. Concepts and Methods</i>, Wiley, 2008.</li> </ul>
<b>Recursos necesarios</b>	<p>Serán necesarios los siguientes recursos, todos ellos facilitados por la Universidad de Valladolid o el profesor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Entorno de trabajo en la plataforma Moodle ubicado en el Campus Virtual de la Universidad de Valladolid.</li> <li>Ordenadores con MATLAB® para la realización de las prácticas de laboratorio.</li> <li>Documentación de apoyo.</li> </ul>
<b>Carga de trabajo en créditos ECTS</b>	4 ECTS

#### CRONOGRAMA (POR BLOQUES TEMÁTICOS)

BLOQUE TEMÁTICO	CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
Bloque 1: Introducción al Procesado de Señales Biomédicas	0,5 ECTS	Semana 1 a 2
Bloque 2: Compresión de Señales Biomédicas	0,5 ECTS	Semanas 2 a 3
Bloque 3: Técnicas de Procesado de Señales Biomédicas	4 ECTS	Semanas 4 a 15

**EVALUACIÓN - TABLA RESUMEN**

<b>INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO</b>	<b>PESO EN LA NOTA FINAL</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Valoración de la actitud y participación del alumno en las actividades formativas en aula	10%	
Realización de las prácticas de laboratorio	25%	
Realización y presentación del trabajo individual	40%	
Realización y presentación del trabajo en grupo	25 %	

**CONSIDERACIONES FINALES**

--