

# LABORATORIO DE SEÑALES BIOMÉDICAS

## Guía de Aprendizaje – Información al estudiante

### 1. Datos Descriptivos

<b>Asignatura</b>	LABORATORIO DE SEÑALES BIOMÉDICAS
<b>Materia</b>	SEÑALES BIOMÉDICAS
<b>Departamento responsable</b>	CENTRO DE TECNOLOGÍA BIOMÉDICA
<b>Créditos ECTS</b>	4
<b>Carácter</b>	OPTATIVA
<b>Titulación</b>	Graduado en Ingeniería Biomédica
<b>Curso</b>	4º
<b>Especialidad</b>	No aplica

<b>Curso académico</b>	4º
<b>Semestre en que se imparte</b>	7
<b>Semestre principal</b>	1º
<b>Idioma en que se imparte</b>	CASTELLANO
<b>Página Web</b>	

## 2. Profesorado

<b>NOMBRE Y APELLIDO</b>	<b>DESPACHO</b>	<b>Correo electrónico</b>
Francisco del Pozo Guerrero	CTB	francisco.delpozo@ctb.upm.es
Daniel González Nieto	CTB	daniel.gonzalez@ctb.upm.es
Juan Barios	CTB	juan.barios@ctb.upm.es
Ricardo Bruña	CTB	ricardo.bruna@ctb.upm.es
José Pineda	CTB	joseangel.pineda@ctb.upm.es

## 3. Conocimientos previos requeridos para poder seguir con normalidad la asignatura

<b>Asignaturas superadas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>SEÑALES BIOMÉDICAS</li></ul>
<b>Otros resultados de aprendizaje necesarios</b>	<ul style="list-style-type: none"><li></li></ul>

## 4. Objetivos de Aprendizaje

COMPETENCIAS ASIGNADAS A LA ASIGNATURA Y SU NIVEL DE ADQUISICIÓN		
Código	Competencia	Nivel
CG1-18	La asignatura contribuye en mayor o menor medida a la consecución de las competencias generales pretendidas. Destacando:	1-3
CG1	Desarrollar las habilidades de aprendizaje necesarias para emprender actividades o estudios posteriores de forma autónoma y con confianza.	1
CG5	Tener capacidad de análisis y síntesis, pensar de forma integrada, abordar los problemas desde diferentes perspectivas y estar siempre preparado para “to think out of the box”	3
CG6	Adoptar una actitud ante los problemas de su competencia que considere que su papel no es exclusivamente aportar soluciones sino, siempre que sea posible, participar además en la propia identificación o definición de dichos problemas.	3
CG10	Formular, diseñar y elaborar proyectos siendo capaz de liderar grupos de trabajo y buscar en distintas fuentes de información e integrar nuevos conocimientos en la investigación.	3
CG11	Elaborar y defender argumentos y resolver los problemas de forma efectiva y creativa.	3
CE11	Calcular y representar gráficamente los parámetros más relevantes de un experimento utilizando funciones matemáticas	2
CE12	Saber buscar, obtener e interpretar la información de las principales bases de datos biomédicas y bibliográficos.	2
CE13	Comprender y aplicar las técnicas estadísticas elementales para el control de experimentos	3
CE14	Comprender los principios de la metodología científica; capacidad para su aplicación a la resolución de problemas en el campo de la ingeniería	3
CE38	Conocer los principios y técnicas de medida de las señales biomédicas	3
CE40	Conocer los principales tipos de dispositivos terapéuticos empleados en ingeniería biomédica	1
CE42	Conocer técnicas de muestreo y procesado de señales para diversas aplicaciones en relación con la Ingeniería Biomédica	3

CE43	Capacidad de análisis e interpretación de señales médicas	3
------	---	---

LEYENDA: Nivel de adquisición 1:  
Nivel de adquisición 2:  
Nivel de adquisición 3:

<b>RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA</b>			
<b>Código</b>	<b>Resultado de aprendizaje</b>	<b>Competencias asociadas</b>	<b>Nivel de adquisición</b>
RA1	Proporcionar una formación experimental al alumno en los métodos y técnicas de procesamiento de señales biomédicas	Todas	3
RA2	Desarrollar la capacidad de realizar un trabajo en equipo. En la planificación del trabajo común, la búsqueda de fuentes de información y la presentación de resultados	CG1,5,6	2
RA3	Desarrollar la capacidad de presentación oral pública.	CG10,11	3

## 5. Sistema de evaluación de la asignatura

INDICADORES DE LOGRO		
Ref	Indicador	Relacionado con RA
I1	Entender las dificultades intrínsecas al análisis de sistemas complejos: no estacionarios y no-lineales	RA1
I2	Comprender las bases matemáticas, estadísticas y metodológicas de la estimación espectral de procesos estocásticos	RA1
I3	Conocer los criterios para la elección de los métodos de análisis de señales más adecuados a los objetivos biomédicos pretendidos	RA1
I4	Comprender el origen de los distintos componentes de ruido que puede afectar las señales, los elementos para su control y los métodos para su atenuación o eliminación	RA1
I5	Conocer las necesidades de métodos de análisis de señales demandadas por las aplicaciones reales del mundo real	RA1
I6	Entender los métodos de análisis multidimensional de las señales necesarios para la comprensión de los sistemas vivos siempre complejos	RA1
I7	Aprender a plantear las estrategias de análisis en función del objetivo biomédico pretendido	RA1
I8	Demostrar habilidades para trabajar en grupo mediante búsqueda y organización de información técnica.	RA2
I9	Demostrar habilidades de presentación de trabajos de forma oral y escrita.	RA3



POLITÉCNICA

ETSIT  
UPM



<b>EVALUACION SUMATIVA</b>			
<b>Breve descripción de las actividades evaluables</b>	<b>Momento</b>	<b>Lugar</b>	<b>Peso en la calif.</b>
Evaluaciones parciales: PRESENTACIÓN DE LOS INFORMES FINALES DE CADA PRÁCTICA en el intervalo de tiempo asignado para ello			
Presentación publica de alguna de las prácticas, elegida por el profesorado de la asignatura			
			<b>Total: 100%</b>

### CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Son los derivados de los indicadores de logro antes expuestos.

Se valorará especialmente los aspectos de creatividad e innovación conceptual y metodológica y la vinculación de los trabajos de prácticas a problemas y situaciones reales, que tengan en cuenta por tanto, todos los aspectos que habrán de tenerse en cuenta en dichos entornos de aplicación reales



## 6. Contenidos y Actividades de Aprendizaje

CONTENIDOS ESPECÍFICOS		
Bloque / Tema / Capítulo	Apartado	Indicadores Relacionados
Tema 1	<p><b><u>MEG: Patrones de actividad cerebral bajo diferentes condiciones y estímulos</u></b></p> <p><b>Objetivos generales</b> Caracterizar la señal de MEG en estado de reposo y durante la realización de una tarea, y obtener información acerca de las fuentes generadoras de la actividad electromagnética.</p> <p><b>Objetivos experimentales</b> Conocer y realizar todos los pasos requeridos hasta la obtención de la señal de MEG: desde la digitalización 3D de la cabeza del sujeto, la colocación de los electrodos del electrooculograma, el registro de MEG, la visualización de las señales y el filtrado de posibles artefactos.</p> <p><b>Objetivos de análisis de señales</b> Una vez limpios los datos, analizar mediante técnicas de análisis de señal y ayudándose de paquetes software como FieldTrip o HERMES los registros obtenidos. Se emplearán los siguientes métodos: filtrado, promediado, estimación espectral y diferentes medidas de conectividad funcional y efectiva.</p> <p><b>Objetivos conceptuales</b> Conocer el registro magnetoencefalográfico y los problemas asociados Correlacionar el análisis visual de los registros y su tratamiento matemático Interpretar los resultados obtenidos con los conceptos fisiológicos implicados</p> <p><b>FUNDAMENTOS</b> Origen de la señal MEG</p>	RA1-3

	<p>Tratamiento de la señal MEG Neurociencia básica</p> <p><b>PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL</b> Colocación de los electrodos del electrooculograma Colocación de los sensores HPI para monitorizar los posibles movimientos de la cabeza Digitalización 3D de la cabeza del sujeto Importancia de la cámara aislada Registro MEG Visualización por pantalla de las señales obtenidas en tiempo real Limpieza de los datos mediante el software FieldTrip Análisis de diferentes medidas de conectividad funcional y efectiva, mediante el software HERMES Cálculo de las fuentes generadoras de la actividad electromagnética Extracción de conclusiones</p>	
<p>Tema 2</p>	<p><b><u>EMG: Análisis cuantitativo de actividad voluntaria rítmica y temblor</u></b></p> <p><b>Objetivos generales</b> Determinar la frecuencia media de la actividad muscular y motora registrada en cada una de las distintas situaciones experimentales</p> <p><b>Objetivos experimentales</b> Utilizar el material apropiado para obtener un registro adecuado de la actividad muscular</p> <p><b>Objetivos de análisis de señales</b> Analizar mediante técnicas de análisis de señal los registros obtenidos. Se emplearán como mínimos los métodos siguientes: filtrado y estimación espectral (periodograma y wavelets)</p> <p><b>Objetivos conceptuales</b> Correlacionar el análisis visual de los registros y su tratamiento matemático Interpretar los datos obtenidos con los conceptos fisiológicos implicados</p> <p><b>FUNDAMENTOS</b> Origen de la señal EMG Temblor</p>	<p>RA1-3</p>

	<p>Tratamiento de la señal EMG Frecuencia media</p> <p><b>PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL</b> Colocación de los electrodos cutáneos en músculos extensores y flexores del brazo Registro EMG durante movimientos voluntarios de flexo-extensión Registro EMG siguiendo péndulo Registro EMG de temblor sosteniendo un peso en reposo Análisis de los datos obtenidos mediante matlab, de los resultados obtenidos en esta práctica, y recapitulación de los resultados obtenidos en prácticas previas Elaboración de gráficas y presentación de resultados</p>	
<p>Tema 3</p>	<p><b><u>Modelos animales: Análisis EEG intracraneal, ECG y respiración en ratón anestesiado</u></b></p> <p><b>Objetivos generales</b> Caracterizar el EEG, ECG y la respiración de un animal anestesiado en distintas situaciones experimentales</p> <p><b>Objetivos experimentales</b> Utilizar el material apropiado para obtener un registro adecuado del EEG</p> <p><b>Objetivos de análisis de señales</b> Analizar mediante técnicas de análisis de señal los registros obtenidos. Se emplearán como mínimos los métodos siguientes: filtrado y estimación espectral (periodograma y wavelets)</p> <p><b>Objetivos conceptuales</b> Correlacionar el análisis visual de los registros y su tratamiento matemático Interpretar los datos obtenidos con los conceptos fisiológicos implicados,</p> <p><b>FUNDAMENTOS</b> Origen de la señal EEG Origen de la señal EKG Mecanismos básicos de respiración Tratamiento de la señal EEG</p> <p><b>PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL</b> Asistencia al procedimiento de anestesia y</p>	<p>RA1-3</p>

	<p>colocación del animal Colocación de sensores de respiración en animal anestesiado Registro EEG, EKG y respiración en reposo y con distintos niveles de anestesia Análisis de los datos obtenidos mediante matlab Elaboración de gráficas y presentación de resultados</p>	
<p>Tema 4</p>	<p><b><u>ECG: Análisis de la señal de ECG en voluntarios sanos</u></b></p> <p><b>Objetivos generales</b> Entender la señal de ECG: Aprender las diferentes derivaciones bipolares e identificar las diferentes ondas durante la sístole y diástole, así como su patrón en términos cinéticos y de amplitud en función de cada derivación.</p> <p><b>Objetivos experimentales</b> Utilizar el material apropiado para obtener un registro adecuado del ECG Analizar mediante técnicas de análisis de señal los registros obtenidos</p> <p><b>Objetivos conceptuales</b> Correlacionar el análisis visual de los registros y su tratamiento matemático Interpretar los datos obtenidos con los conceptos fisiológicos implicados,</p> <p><b>FUNDAMENTOS</b> Origen de la señal ECG Mecanismos básicos de generación de la señal. Concepto eje potencial &amp; análisis vectorial Tratamiento de la señal ECG</p> <p><b>PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL</b> Asistencia al procedimiento de colocación de electrodos Familiarización con el sistema de registro, amplificación, filtrado, conversor A/D Registro ECG en voluntarios sanos o con hipertrofia ventricular o bloqueo de rama izquierda o derecha Análisis de los datos obtenidos mediante matlab o/y Labview Elaboración de gráficas y presentación de</p>	<p>RA1-3</p>

	resultados	
Tema 5	<p><b><u>EEG: análisis de potenciales evocados</u></b></p> <p><b>Objetivos generales</b> Entender el fundamento de los potenciales evocados somatosensoriales (SSEPs).</p> <p><b>Objetivos experimentales</b> Utilizar el material apropiado para obtener un registro adecuado de SSEPs Analizar mediante técnicas de análisis de señal los registros obtenidos</p> <p><b>Objetivos conceptuales</b> Correlacionar el análisis visual de los registros y su tratamiento matemático Interpretar los datos obtenidos con los conceptos fisiológicos implicados</p> <p><b>FUNDAMENTOS</b> Origen de los SSEPs Mecanismos básicos de generación. Tratamiento y análisis de SSPEs</p> <p><b>PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL</b> Asistencia al procedimiento de estimulación Familiarización con el equipo de registro y software Registro de SSEPs en ambos hemisferios en ratones sanos o con infarto cortical afectando a la corteza somatosensorial Análisis de los datos obtenidos, elaboración de gráficas y presentación de resultados</p>	RA1-3

## 7. Breve descripción de las modalidades organizativas utilizadas y de los métodos de enseñanza empleados

<b>CLASES DE TEORIA</b>	La asignatura se introducirá así como cada una de las clases prácticas mediante clases presenciales magistrales
<b>PRÁCTICAS</b>	El alumno desarrollará prácticas sobre casos reales. Dichos trabajos deberán ser presentados dentro de los 15 días siguientes al que se les entregó el trabajo. Las Prácticas serán realizadas en grupos de 2-3 alumnos
<b>SEMINARIOS</b>	Se montarán seminarios sobre temas de la asignatura en función de los perfiles y rendimientos de los alumnos
<b>EVALUACIÓN FINAL</b>	Consistirá en la presentación pública de una de las prácticas que con las evaluaciones de dichas prácticas conformará la nota final
<b>TUTORÍAS</b>	Se realizarán según la normativa vigente. Los alumnos podrán usar un foro que el profesor responsable pondrá a disposición de los alumnos de la asignatura

<b>BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS MODALIDADES ORGANIZATIVAS UTILIZADAS Y METODOS DE ENSEÑANZA EMPLEADOS</b>	
<b>CLASES DE TEORIA</b>	clases de introducción a cada práctica
<b>CLASES DE PROBLEMAS</b>	
<b>PRÁCTICAS</b>	LABORATORIOS CTB
<b>TRABAJOS AUTONOMOS</b>	
<b>TRABAJOS EN GRUPO</b>	Los trabajos de prácticas
<b>TUTORÍAS</b>	Se realizarán según la normativa vigente. Los alumnos podrán usar un foro que el profesor responsable pondrá a disposición de los alumnos de la asignatura

## 8. Recursos didácticos

RECURSOS DIDÁCTICOS	
BIBLIOGRAFÍA	<p><b>INTRODUCCIÓN SEÑALES</b>  <i>Monson H. Hayes <b>Statistical Digital Signal Processing and Modeling</b>, Wiley, 1996, ISBN 0-471-59431-8</i>  <i>Alan V. Oppenheim, Alan S. Willsky, S. Hamid Nawab. <b>Señales y Sistemas</b>, 2º ed. Prentice Hall 1998, ISBN 970-17-0116-X</i></p>
	<p><b>GENERAL-BIOSEÑALES</b>  <i>J. D. Bronzino. <b>Biomedical Engineering Handbook</b>, CRC Press Inc. (2006)</i>  <i>Electric Fields of the Brain. Paul L. Nunez y Ramesh Srinivasan. 2dn Ed. Oxford Univ. Press, 2006</i>  <i>Leif Sörnmo y Pablo Laguna, <b>Bioelectric signal processing in cardiac and neurologic applications</b>, (2005) ISBN-13: 978-0-12-437552-9.</i>  <i>Shanbao Tung y NitishV. Thakor, <b>Quantitative EEG Analysis, Methods and Clinical Applications</b>. Eds. Artech House (2009)</i></p>
	<p><b>FILTRADO ADAPTATIVO</b>  <i>Simon Haykin, <b>Adaptive Filter Theory</b>, Prentice Hall, 2002, ISBN 0-13-048434-2</i>  <b>ESTUPIÑAN DONOSO AA Reducción de artefactos oculares en señales EEG: Filtrado adaptativo como alternativa a la regresión lineal.</b></p>
	<p><b>REGRESIÓN LINEAL</b>  <i>Devore, Jay L.; <b>Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias</b>. International Thomson Editores. México. ISBN-10: 9706864571.</i>  <i>S. ROMERO, M. A. MAÑANAS, M. J. BARBANOJ. <b>Ocular Reduction in EEG Signals Based on Adaptive Filtering, Regression and Blind Source Separation</b>. Annals of Biomedical Engineering, Vol. 37, pp. 176–191, 2009.</i>  <i>A. Schlögl, C. Keinrath, D. Zimmermann, R. Scherer, R. Leeb, G. Pfurtscheller. <b>A fully automated correction method of EOG artifacts in EEG recordings</b>. Clinical Neurophysiology 118 (2007) 98-104</i></p>
BIBLIOGRAFÍA	<p><b>INTERPOLACIÓN</b>  <i>Demidovich BP, Maron IA. <b>Cálculo numérico fundamental</b>. Editorial VAAP (U.R.S.S.) ISBN: 84-283-0887-X</i>  <i>Royo MP, Laguna P. <b>Cancelaciones de variaciones de línea de base en el ECG: estudio comparativo de diferentes técnicas</b>.</i></p>
	<p><b>PCA</b>  <i>Jonathon Shlens. <b>Tutorial on Principal Component Analysis</b>, 2005</i></p>



<p style="text-align: center;"><b>BIBLIOGRAFÍA</b></p>	<p>ICA  <i>Bell AJ, Sejnowski TJ. <b>An Information-Maximization Approach to Blind Separation and Blind Deconvolution.</b> Neural Computation 7, 1129-1159 (1995)</i>  <i>Urrestarazu E., Iriarte J. <b>El análisis de componentes independientes (ICA) en el estudio de señales electroencefalográficas.</b> Neurología 20(6): 299-310, 2005.</i>  <i>Makeig S, Bell AJ, Jung T-P, Sejnowski TJ. <b>Independent Component Analysis of Electroencephalographic Data.</b> Advances in Neural Information Processing Systems 8, D. Touretzky, M. Mozer and M. Hasselmo (Eds), MIT Press, Cambridge MA, 145-151, 1996.</i>  <i>Jung T, Makeig S, Westerfield M, Townsend J, Courchesne E, Sejnowski TJ. <b>Removal of eye artifacts from visual event-related potentials in normal and clinical subjects.</b> Clinical Neurophysiology 11; 1745-1758, 2000.</i></p>
<p style="text-align: center;"><b>BIBLIOGRAFÍA</b></p>	<p>Wavelets  <i>Robi Polikar, <b>The Wavelet Tutorial,</b></i>  <a href="http://users.rowan.edu/~polikar/WAVELETS/WTpart1.html">http://users.rowan.edu/~polikar/WAVELETS/WTpart1.html</a>  <i>Amara Graps, <b>An Introduction to Wavelets,</b> IEEE Computational Sciences and Engineering, Vol. 2, No 2, Summer 1995, pp 50-61.</i>  <i>R. Crandall, <b>Projects in Scientific Computation,</b> Springer-Verlag, New York, 1994, pp. 197-198, 211-212.</i>  <i>Y. Meyer, <b>Wavelets: Algorithms and Applications,</b> Society for Industrial and Applied Mathematics, Philadelphia, 1993, pp. 13-31, 101-105.</i>  <i>G. Kaiser, <b>A Friendly Guide to Wavelets,</b> Birkhauser, Boston, 1994, pp. 44-45.</i>  <i>W. Press et al., <b>Numerical Recipes in Fortran,</b> Cambridge University Press, New York, 1992, pp. 498-499, 584-602.</i>  <i>M. Vetterli and C. Herley, "Wavelets and Filter Banks: Theory and Design," IEEE Transactions on Signal Processing, Vol. 40, 1992, pp. 2207-2232.</i>  <i>I. Daubechies, "Orthonormal Bases of Compactly Supported Wavelets," Comm. Pure Appl. Math., Vol 41, 1988, pp. 906-966.</i>  <i>M.A. Cody, "The Wavelet Packet Transform," Dr. Dobb's Journal, Vol 19, Apr. 1994, pp. 44-46, 50-54.</i>  <i>J. Bradley, C. Brislawn, and T. Hopper, "The FBI Wavelet/Scalar Quantization Standard for Gray-scale Fingerprint Image Compression," Tech. Report LA-UR-93-1659, Los Alamos Nat'l Lab, Los Alamos, N.M. 1993.</i>  <i>D. Donoho, "Nonlinear Wavelet Methods for Recovery of Signals, Densities, and Spectra from Indirect and Noisy Data," Different Perspectives on Wavelets, Proceeding of Symposia in Applied Mathematics, Vol 47, I. Daubechies ed. Amer. Math. Soc., Providence, R.I., 1993, pp. 173-205.</i></p>

<p><b>BIBLIOGRAFÍA</b></p>	<p>Análisis Multivariable  <i>J. Guiomar Niso Galán, Ernesto Pereda, María Gudín, Sira Carrasco, Ricardo, Gutiérrez, David Papo, Fernando Maestú and Francisco Del Pozo, <b>Causal Relationships and Network Parameters in Functional Brain Activity</b>, Francesco Signorelli Ed. Intech Open science, 2013</i>  <i>J. Guiomar Niso Galán, Ernesto Pereda, María Gudín, Sira Carrasco, Ricardo, Gutiérrez, David Papo, Fernando Maestú and Francisco Del Pozo "HERMES: towards an integrated toolbox to characterize functional and effective brain connectivity", Neuroinformatics, 2013</i></p>
<p><b>RECURSOS WEB</b></p>	<p>Página web de la asignatura (<a href="http://">http://</a>)          Sitio Moodle de la asignatura (<a href="http://">http://</a>)  <a href="http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales">http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales</a></p>
<p><b>EQUIPAMIENTO</b></p>	<p><b><u>MEG: Patrones de actividad cerebral bajo diferentes condiciones y estímulos</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de magnetoencefalografía (MEG) (306-channel Elekta Neuromag®)</li> <li>• Cámara aislada (Vacuumschmelze, Hanau, Germany)</li> <li>• Sistema de monitorización del electrooculograma (EOG)</li> <li>• Digitalizador 3D (FASTRACK; Polhemus, Colchester, VT)</li> <li>• MaxFilter® software para el filtrado (Elekta Neuromag®)</li> <li>• Plataforma HERMES para el cálculo de medidas de conectividad</li> <li>• Puesto PC con Matlab</li> </ul> <p><b><u>EMG: Análisis cuantitativo de actividad voluntaria rítmica y temblor</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cables registro EMG</li> <li>• Amplificador EMG</li> <li>• Sistema de registro A/D</li> <li>• Puesto PC con Matlab</li> </ul> <p><b><u>Modelos animales: Análisis EEG intracraneal, ECG y respiración en ratón anestesiado</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ratones</li> <li>• Equipo de anestesia</li> <li>• Amplificador EEG</li> <li>• Sistema de registro A/D</li> <li>• Sensor de respiración</li> <li>• Puesto pc con Matlab</li> </ul>

**ECG: Análisis de la señal de ECG en voluntarios sanos**

- Amplificador de AC con etapa de filtrado
- Sistema de registro A/D
- Osciloscopio
- Electrodo de registro
- Alcohol y pasta conductora
- Puesto PC con Labview

**EEG: análisis de potenciales evocados**

- Ratones con electrodos implantados en corteza somatosensorial
- Anestesia
- Sistema de EP/EMG con estimulador
- Sistema de registro A/D
- Electrodo de registro
- Puesto PC con Matlab/Labview

## 9. Cronograma de trabajo de la asignatura

Semana	Actividades en Aula	Actividades en Laboratorio	Trabajo Individual	Trabajo en Grupo	Actividades de Evaluación	Otros
Semana 1 ( horas)	• Introducción (4 horas)		•	•	•	•
Semana 2 ( horas)		• P1 (3 horas)	• P1 (1horas)	• P1 ( 3 horas)	•	•
Semana 3 ( horas)		• P1 (3 horas)	• P1( 1 horas)	• P1 (3 horas)	•	•
Semana 4 ( horas)		• P1 (3 horas)	• P1( 1 horas)	• P1 (3 horas)	•	•
Semana 5 ( horas)		• P2 (3 horas)	• P2 (1 horas)	• P2 (3 horas)	•	•
Semana 6 ( horas)		• P2 (3 horas)	• P2 (1 horas)	• P2 (3 horas)	•	•
Semana 7 ( horas)		• P2 (3 horas)	• P2 (1 horas)	• P2 (3 horas)	•	•
Semana 8 ( horas)		• P3 (3 horas)	• P3 (1 horas)	• P3 (3 horas)	•	•
Semana 9 ( horas)		• P3 (3 horas)	• P3 (1 horas)	• P3 (3 horas)	•	•
Semana 10 ( horas)		• P4 (3 horas)	• P4 (1 horas)	• P4 (3 horas)	•	•

Semana 11 ( horas)		• P4 (3 horas)	• P4 (1 horas)	• P4 (3 horas)	•	•
Semana 12 ( horas)		• P5 (3 horas)	• P5 (1 horas)	• P5 (3 horas)	•	•
Semana 13 ( horas)		• P5 (3 horas)	• P5 (1 horas)	• P5 (3 horas)	•	•
Semana 14 ( horas)		• P5 (3 horas)	• P5 (1 horas)	• P5 (3 horas)	•	•
Semana 15 ( horas)		•	•	•	• Presentaciones finales (4 horas)	•

Nota: Para cada actividad se especifica la dedicación en horas que implica para el alumno.

