

Programa de Doctorado en Ingeniería Biomédica de la Universidad Politécnica de Madrid

Departamento Responsable	TECNOLOGÍA FOTÓNICA. ETSIT Teléfono: 91-3367307 Fax: 91-3386828 e-mail: fpozo@gbt.tfo.upm.es	Código
Departamentos participantes	INGENIERÍA ELECTRÓNICA. ETSIT TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA. ETSIT INTELIGENCIA ARTIFICIAL. FI CIENCIAS DE MATERIALES. ETSICCP MECÁNICA DE MEDIOS CONTÍNUOS Y TEORÍA DE ESTRUCTURAS. ETSICCP INGENIERÍA Y CIENCIA DE LOS MATERIALES. ETSII MECÁNICA ESTRUCTURAL Y CONSTRUCCIONES INDUSTRIALES. ETSII INGENIERÍA MECÁNICA Y FABRICACIÓN. ETSII	
Programa	INGENIERIA BIOMEDICA	Código

Coordinador	D. Francisco del Pozo Guerrero
Características generales del Programa	El programa ha sido elaborado para capacitar a los doctorandos en las <u>teorías y metodologías</u> de mayor relevancia en los temas principales de investigación en Ingeniería Biomédica. Con especial énfasis en los <u>conocimientos básicos</u> implicados, de los que depende la calidad de una tesis doctoral; en las <u>actitudes de creación</u> , esenciales del oficio de investigador; y en el conocimiento del <u>estado del arte científico</u> de cada tema, con una visión anticipativa.

Requisitos académicos previos para los alumnos	
---	--

Código	Tipo	CURSO. PROFESOR/ES RESPONSABLES	Carácter	Créditos	Plazas ofrecidas
	M	Introducción a la investigación en IB Francisco del Pozo Guerrero (Dpto. Tecnología Fotónica. ETSIT)	OP	3	S.L.
	F	Telemedicina Francisco del Pozo Guerrero, M ^a Teresa Arredondo Waldmeyer, M ^a Elena Hernando Pérez (Dpto. Tecnología Fotónica. ETSIT)	OP	4	S.L.
	F	Sistemas de Ayuda a la Decisión en Medicina M ^a Elena Hernando Pérez (Dpto. Tecnología Fotónica. ETSIT)	OP	3	S.L.
	F	Sistemas de Inteligencia Ambiental para apoyo a la salud y a la inclusión social María Teresa Arredondo (Dpto. Tecnología Fotónica. ETSIT)	OP	4	S.L.
	F	Informática Biomédica Victor Maojo (Dpt. Inteligencia Artificial. FI)	OP	4	S.L.
	F	Tecnologías y Procesamiento de Imágenes Biomédicas Enrique J. Gómez Aguilera, M ^a Elena Hernando Pérez (Dpto. Tecnología Fotónica. ETSIT)	OP	4	S.L.
	F	Simulación y planificación quirúrgica Enrique J. Gómez Aguilera (Dpto. Tecnología Fotónica. ETSIT)	OP	3	S.L.
	F	Técnicas no invasivas de observación biológica Andrés de Santos y Lleó, M ^a Jesus Ledesma (Dpto. Ingeniería Electrónica. ETSIT)	OP	3	S.L.
	F	Bioinstrumentación y Sensores Biomédicos José Javier Serrano Olmedo (Dpto. Tecnología Electrónica. ETSIT) Enrique J. Gómez Aguilera	OP	3	S.L.

		(Dpto. Tecnología Fotónica. ETSIT)			
	F	Bioelectromagnetismo Francisco del Pozo Guerrero (Dpto. Tecnología Fotónica. ETSIT)	OP	3	S.L.
	F	Biofotónica Ana P. González Marcos, Jose A. Martín Pereda, Paloma Rodríguez Horche (Dpto. Tecnología Fotónica. ETSIT)	OP	4	S.L.
	F	Biomateriales y Materiales Biológicos Manuel Elices Calafat y Gustavo V. Guinea Tortuero. (Dpto. Ciencias de Materiales. ETSICCP)	OP	3	20
	F	Biomecánica Emilio Bautista Paz, Pilar Lafont Morgado, Antonio Ros Felip, Rafael Claramunt Alonso Dpts: Mecánica Estructural y Construcciones Industriales. ETSII Ingeniería Mecánica y Fabricación. ETSII	OP	4	S.L.
	F	Biomecánica de Tejidos Blandos José M. Goicolea Ruigómez, Felipe Gabaldón Castillo (Dpto. Mecánica Medios Continuos y Teor Estructuras. ETSIC)	OP	3	20
	F	Biomateriales, Biocompatibilidad y Biodeterioro Carlos Ranninger Rodríguez, Diego A. Moreno Gómez Dpto. Mecánica Estructural y Departamento de Ingeniería y Ciencia de los Materiales. ETSII)	OP	3	25

Trabajos Tutelados propuestos

Título del trabajo tutelado	Créditos	Profesores	Nº Alumnos máximo
Estudios Avanzados en Telemedicina	12	Francisco del Pozo Guerrero, M ^a Teresa Arredondo	6
Estudios Avanzados en Tecnologías para ayuda a la decisión en medicina	12	Waldmeyer, M ^a Elena Hernando Pérez M ^a Elena Hernando Pérez	3
Estudios Avanzados en Informática Biomédica	12	Victor Maojo	3
Estudios avanzados en Realidad Virtual	12	María Teresa Arredondo	3
Estudios avanzados en sistemas de Inteligencia Ambiental	12	María Teresa Arredondo	3
Estudios Avanzados Bioinstrumentación	12	José Javier Serrano Olmedo, Enrique J. Gómez Aguilera	5
Estudios Avanzados en Bioelectromagnetismo	12	Francisco del Pozo Guerrero	3
Estudios Avanzados en Biofotónica	12	Ana P. González Marcos, Jose A. Martín Pereda, Paloma Rodríguez Horche	6
Estudios Avanzados en Imágenes biomédicas	12	Enrique J. Gómez Aguilera, M ^a Elena Hernando Pérez	5
Técnicas no invasivas de observación biológica	12	Andrés de Santos y Lleó, M ^a Jesus Ledesma	5
Estudios Avanzados en simulación quirúrgica	12	Enrique J. Gómez Aguilera	3
Estudios Avanzados Biomateriales y Materiales Biológicos	12	Manuel Elices Calafat, Gustavo V. Guinea Tortuero,	5
Estudios Avanzados Biomecánica	12	Emilio Bautista Paz, Pilar Lafont Morgado, Antonio Ros Felip, Rafael Claramunt Alonso	6
Estudios Avanzados en Biomecánica de Tejidos Blandos	12	José M. Goicolea Ruigómez y Felipe Gabaldón Castillo	5
Biomateriales, Biocompatibilidad y Biodeterioro	12	Carlos Ranninger Rodríguez y Diego A. Moreno Gómez	5

1.- Presentación del Programa de Doctorado

La **Ingeniería Biomédica (IB)** o Bioingeniería es la disciplina científica y tecnológica que aplica los principios y los métodos de la ingeniería, ciencia y tecnología para la comprensión, definición y resolución de problemas biológicos y médicos. Esta disciplina es una realidad académica y profesional en el mundo, existiendo más de 300 universidades en el mundo que ofrecen programas de doctorado en IB. El número aproximado de socios de la IFMBE (Federación Internacional de Sociedades de Ingeniería Biomédica) es de 45.000 pertenecientes a 43 sociedades científicas afiliadas en todo el mundo.

En la actualidad existen en la **Universidad Politécnica de Madrid** más de 10 grupos de investigación en Ingeniería Biomédica integrados en los Departamentos de Tecnología Fotónica, Ingeniería Electrónica, Tecnología Electrónica, Inteligencia Artificial, Ciencias de Materiales, Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras, Ingeniería y Ciencia de los Materiales, Mecánica Estructural y Construcciones Industriales e Ingeniería Mecánica y Fabricación.

La **estructura del programa** en IB permite al alumno de doctorado la investigación y realización de una tesis doctoral en cuatro áreas principales: bioinstrumentación y bioelectromagnetismo; informática biomédica y telemedicina; imágenes biomédicas y simulación médica; y biomecánica y biomateriales. Estos campos de investigación son el resultado de cruzar los temas prioritarios en IB en la actualidad, las peculiaridades de la situación específica en el campo dentro de nuestro entorno regional y nacional y la experiencia y las líneas de investigación de la UPM en Ingeniería Biomédica.

Los **contenidos del Programa** se organizan en 15 asignaturas, con una oferta total de 51 créditos, que son impartidas por 21 profesores de los 9 departamentos activos en IN en la UPM. La coordinación del programa se realiza desde el Grupo de Bioingeniería y Telemedicina del Departamento de Tecnología Fotónica (ETSIT) de la UPM.

Las **asignaturas** que componen el programa son:

- ? Introducción a la investigación en IB
- ? Telemedicina
- ? Sistemas de Ayuda a la Decisión en Medicina
- ? Sistemas de Inteligencia Ambiental para apoyo a la salud y a la inclusión social
- ? Informática Biomédica
- ? Tecnologías y Procesamiento de Imágenes Biomédicas
- ? Simulación y planificación quirúrgica
- ? Técnicas no invasivas de observación biológica
- ? Bioinstrumentación y Sensores Biomédicos
- ? Bioelectromagnetismo
- ? Biofotónica
- ? Biomecánica
- ? Biomecánica de Tejidos Blandos
- ? Biomateriales y Materiales Biológicos
- ? Biomateriales, Biocompatibilidad y Biodeterioro

El desarrollo del programa de doctorado se realiza en colaboración con las siguientes instituciones:

1. Programa Interuniversitario de Ingeniería Biomédica de la Universidad Politécnica de Cataluña y la Universidad de Zaragoza, Centre de la Recerca en Ingeniería Biomédica (CREB) de la UPC y el Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón (UZ), así como la Red Temática de Ingeniería Biomédica
2. Centro de Magnetoencefalografía Dr. Pérez Modrego de la Universidad Complutense de Madrid
3. Hospital Clínico y Provincial de Barcelona
4. Hospital Ramón y Cajal de Madrid
5. Fundación para la Investigación Biomédica del Hospital Universitario Puerta de Hierro de Madrid
6. Instituto de Investigación del Hospital de la Santa Cruz y San Pablo de Barcelona
7. IB-Salut Instituto Balear de la Salud del Server de Salut de les Iles Balears
8. Medtronic Ibérica SA
9. Philips Sistemas Médicos SA
10. Novasoft Sanidad SA
11. Amena SA
12. Cátedra "Colegio Oficial Ing. Telecomunicación" de la ETSIT-UPM.

2.- Objetivos generales

El programa ha sido elaborado para capacitar a los doctorandos en las teorías y metodologías de mayor relevancia en los temas principales de investigación en Ingeniería Biomédica. Con especial énfasis en los conocimientos básicos implicados, de los que depende la calidad de una tesis doctoral; en las actitudes de creación, esenciales del oficio de investigador; y en el conocimiento del estado del arte científico de cada tema, y una visión anticipativa.

La estructura del programa actual en IB de la UPM se ha organizado alrededor de cuatro áreas principales: bioinstrumentación y bioelectromagnetismo; informática biomédica y telemedicina; imágenes biomédicas y simulación médica; y biomecánica y biomateriales. Estos campos de investigación son el resultado de cruzar los temas prioritarios en IB en la actualidad, las peculiaridades de la situación específica en el campo dentro de nuestro entorno regional y nacional y la experiencia y las líneas de investigación de la UPM en Ingeniería Biomédica.

3. Estructura del Programa de Doctorado

Los contenidos del presente Programa se han definido, y serán continuamente adaptados, a las tendencias de la investigación en Ingeniería Biomédica. A continuación se presenta, a modo de referencia, una lista de los temas extraída de varios estudios prospectivos disponibles en IB.

Análisis de biosistemas

- ? Modelado, simulación y control
- ? Biocomplejidad y Biomimética
- ? Biofotónica
- ? Imagen molecular

Ingeniería de sistemas de diagnóstico y terapia

- ? Imágenes Médicas: información funcional/bioquímica en tiempo real (US, RM, PET)
- ? Cirugía asistida por ordenador: aplicación de las TIC en cirugía de mínima invasión (pre-operatoria e intra-operatoria).

Micro-nano bioingeniería

- ? Bioinstrumentación, sensores biomédicos y nanotecnología: desarrollo de dispositivos miniaturizados para medidas no invasivas, y sensores inteligentes para control de la materia a nivel atómico, molecular y macromolecular

Aplicaciones emergentes de las TICs en sanidad

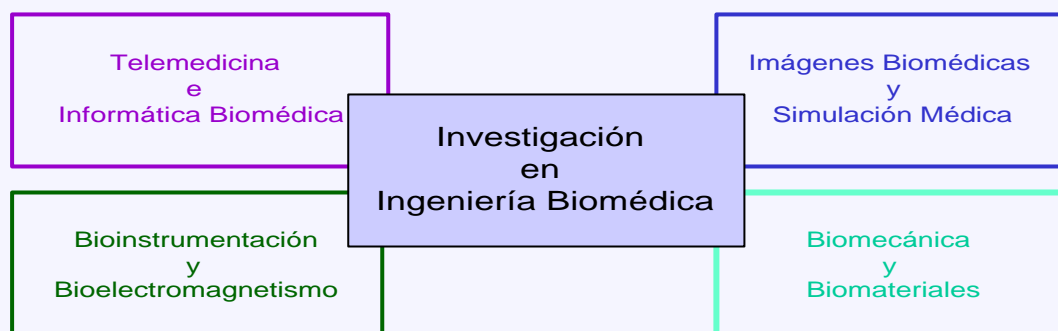
- ? Telemedicina: nuevos procedimientos telemédicos (e-salud) para sistemas de salud pro-activos y ubicuos
- ? Inteligencia ambiental: agentes inteligentes que anticipen las necesidades de los pacientes, basándose en biosensores no invasivos que detectarán datos bioquímicos y funcionales del estado de salud del paciente

Biomecánica e ingeniería de tejidos

- ? Biomecánica de tejidos blandos: mecánica celular y de tejidos
- ? Ingeniería de tejidos (ej: síntesis de tejidos cardiovasculares)
- ? Bioingeniería celular y tisular

Los contenidos del Programa se han estructurado en 4 orientaciones que se representan en el siguiente gráfico:

Estructura del Programa de doctorado de IB



En cada una de las orientaciones se agrupan asignaturas que, de forma no excluyente, conforman perfiles de formación de gran actualidad en esta disciplina:

1. *Telemedicina e Informática Biomédica*

- ? Telemedicina
- ? Sistemas de Ayuda a la Decisión en Medicina
- ? Sistemas de Inteligencia Ambiental para apoyo a la salud y a la inclusión social
- ? Informática Biomédica

2. *Imágenes Biomédicas y Simulación Médica*

- ? Tecnologías y Procesamiento de Imágenes Biomédicas
- ? Simulación y planificación quirúrgica
- ? Técnicas no invasivas de observación biológica

3. *Bioinstrumentación y Bioelectromagnetismo*

- ? Bioinstrumentación y Sensores Biomédicos
- ? Bioelectromagnetismo
- ? Biofotónica

4. *Biomecánica y Biomateriales*

- ? Biomecánica
- ? Biomecánica de Tejidos Blandos
- ? Biomateriales y Materiales Biológicos
- ? Biomateriales, Biocompatibilidad y Biodeterioro

Finalmente, el programa ofrece una asignatura introductoria a la investigación en IB que no se adscribe a ningún perfil concreto titulada "Introducción a la investigación en IB".

Nombre, código, tipo¹ y carácter² del curso

Code	Introducción a la investigación en Ingeniería Biomédica	<i>Tipo</i>	<i>F</i>
		<i>Carácter</i>	<i>OP</i>

Profesorado del curso

<i>Profesor</i>	<i>Categoría</i>	<i>Nº de horas previstas por profesor</i>
Francisco del Pozo Guerrero	Catedrático de Universidad	30

Objetivos del curso

Introducir los distintos temas que constituyen el programa de doctorado y proporcionar las herramientas básicas para la investigación, con un enfoque específico al tipo de experimentos habituales en Ingeniería Biomédica

Breve resumen del contenido del curso

1ª Parte (5 créditos): Introducción a la Ingeniería Biomédica: revisión del estado del arte en IB, los temas de investigación principales y las herramientas específicas de cada orientación del Programa de Doctorado: Telemedicina, Informática Biomédica, Análisis de sistemas biológicos, Bioelectricidad y Bioinstrumentación, Simulación Quirúrgica, Biomecánica y Biomateriales

2ª Parte (25 créditos): Introducción a las metodologías básicas en experimentación científica: diseño de experimentos, análisis estadístico de datos y procesamiento de series temporales y señales. Ejemplos de aplicación de biomedicina

Bibliografía

- ? **The Biomedical Engineering Handbook**, Joseph D. Bronzino Ed., CRC Press, IEEE Press, 2000.
- ? **Anatomía y Fisiología**, Gary A. Thibodeau, Kevin T. Patton, 4ª edición. Madrid, Ediciones Harcourt,S.A. (versión en español de la 4ª edición de la obra original en inglés "Anatomy and Physiology" , Mosby, Inc.), 2000.
- ? **Manuales de diseño de experimentos y análisis estadísticos de datos y series temporales**

Metodología

Enseñanza basada en casos prácticos representativos del tema de IB

Criterios de evaluación

Examen y trabajos de curso

Lugar de impartición

ETSI TELECOMUNICACIÓN

Nº de créditos: 3 Créditos, Teóricos: 1,5 Prácticos: 1,5

Fecha de inicio, fecha de finalización y horario previsto

Primer semestre del curso.

Otras observaciones

¹ Fundamental, afín o metodológico

² Obligatorio Optativo

Nombre, código, tipo² y carácter² del curso

Code	Telemedicina	<i>Tipo</i>	<i>F</i>
		<i>Carácter</i>	<i>OP</i>

Profesorado del curso

<i>Profesor</i>	<i>Categoría</i>	<i>Nº de horas previstas por profesor</i>
Francisco del Pozo	Catedrático de Universidad	10
M ^a Teresa Arredondo Waldmeyer	Catedrático de Universidad	15
Elena Hernando Pérez	Titular de Universidad	15

Objetivos del curso

Facilitar a los alumnos los conocimientos teóricos y habilidades prácticas en las tecnologías necesarias para el desarrollo e integración de servicios de telemedicina. El curso se introduce con una breve delineación del entorno en el que se han de instalar y operar los servicios de telemedicina.

La parte práctica, de laboratorio, proporciona al alumno un conjunto de métodos y recursos para su formación en el diseño, desarrollo y evaluación de aplicaciones de telemedicina. Las prácticas van guiando al alumno para que adquiera conocimientos sobre diferentes tecnologías utilizadas en la creación e integración de Sistemas de Información: la gestión y diseño de bases de datos relacionales, los motores de integración de sistemas de información sanitarios, la visualización gráfica de información clínica, los protocolos de comunicación, el acceso remoto a bases de datos a través de servidores Web, los servicios de consulta remota entre especialistas, el diagnóstico cooperativo y la teleradiología e interoperabilidad DICOM.

Breve resumen del contenido del curso

Introducción, Historia de la Telemedicina, Conceptos: Telemedicina, telecuidado y e-salud

Parte I: El marco de referencia de la Telemedicina

Modelos sanitarios, Contexto socio-económico, Contexto sociedad de la información y del conocimiento, Métodos de modelado de servicios de telemedicina,

Legislación. Directivas europeas, Ley de Protección de datos, ...

Parte II: Tecnologías: Sistemas de información y comunicaciones. Interoperabilidad

Organismos e iniciativas de estandarización,

La historia clínica electrónica, Interoperabilidad: ontologías y arquetipos,

Arquitecturas

Redes de telecomunicación para Telemedicina,

DICOM: Transmisión y almacenamiento de imágenes, Teleconsulta síncrona y asíncrona,

Integración de sistemas de información (HL7, motores de integración)

Telemedicina en entornos web

Telemonitorización y dispositivos biomédicos,

Estándares de almacenamiento y transmisión de señales vitales

Tecnología ubicua-pervasiva. Redes personales del paciente

Seguridad.

Parte III: implantación

La evaluación de servicios de telemedicina

Organización y explotación de un servicio de Telemedicina

El Laboratorio de Telemedicina incluye:

1. Diseño y desarrollo de aplicaciones de Telemedicina
2. Integración de aplicaciones y sistemas de información
3. Transmisión y almacenamiento de imágenes médicas
4. Comunicaciones a través de INTERNET

Bibliografía

- E-health, telehealth and telemedicine. A guide to start-up and success, M.M. Maheu, P. Whitten and A. Allen, Jossey-Bass, Wiley, 2001
- Del Pozo, F. y Gómez, E.J., "Telemedicina: una visión del pasado y del futuro", TODO HOSPITAL (ISSN- 0212-19721), nº 178, julio-agosto 2001, p. 444-452
- Telemedicine- A guide to assessing telecommunications in health care, Field, J., Institute of Medicine, National Academy Press, 1996.
- Telemedicine Theory and Practice, Bashshur, R. et al, De. Charles C. Thomas, Springfield USA, 1997

² Fundamental, afín o metodológico

² Obligatorio Optativo

- Designing the User Interface: Strategies for effective human-computer interaction, Shneiderman S., Addison-Wesley Publishing Company, 1992
- Asynchronous transfer mode: Solution for broadband ISDN, Prycker M., Berkeley: Prentice Hall, 1995
- DICOM. Digital Imaging and Communication in Medicine, American College of Radiology/National Electrical Manufacturers Association. Publication N° PS 3.1, 1995
- Guide for Usability evaluation of telecommunication systems and services, ETSI, European Telecommunication Standards Institute, ETSI DTR/HF 3001, 1995
- An introduction to GSM, Redl S.M., Weber M.K. y Oliphant M.W., Artech House, 1995

Metodología

Orientación fundamental a la formación en las tecnologías implicadas en telemedicina

Criterios de evaluación

Exámen y trabajos de curso

Lugar de impartición

ETSI TELECOMUNICACIÓN

Nº de créditos: 4 Créditos, Teóricos: 3 Prácticos: 1

Fecha de inicio, fecha de finalización y horario previsto

Segundo semestre del curso. Día por determinar. Horario de 9:30 a 12:00

Otras observaciones

Nombre, código, tipo³ y carácter² del curso

Code	Sistemas de ayuda a la decisión en medicina	<i>Tipo</i>	<i>F</i>
		<i>Carácter</i>	<i>OP</i>

Profesorado del curso

<i>Profesor</i>	<i>Categoría</i>	<i>Nº de horas previstas por profesor</i>
Mª Elena Hernando Pérez	Titular de Universidad	30

Objetivos del curso

El curso tiene por objetivo introducir al alumno en el campo de los sistemas de ayuda a la decisión en medicina. La asignatura abarca todos los aspectos necesarios para la definición de un sistema de ayuda inteligente, partiendo de la obtención del conocimiento médico, la elección de la aproximación de representación del conocimiento más adecuada a cada problema médico y la evaluación final de los razonamientos del sistema. El curso tendrá carácter teórico y práctico.

Breve resumen del contenido del curso

1. obtención del conocimiento
2. modelado del conocimiento médico
3. representación del conocimiento
 - 3.1. modelado matemático de sistemas metabólicos
 - 3.2. simulación cualitativa
 - 3.3. aproximaciones basadas en reglas
 - 3.4. razonamiento con incertidumbre
 - 3.5. redes probabilísticas causales
 - 3.6. redes dinámicas
 - 3.7. redes neuronales
 - 3.8. razonamiento temporal
4. algoritmos de aprendizaje
5. métodos de explicación
6. evaluación de sistemas de ayuda
7. aplicaciones de los sistemas de ayuda

Bibliografía**Metodología**

Orientación fundamental a la formación en los conocimientos básicos y las tecnologías de ayuda a la decisión

Criterios de evaluación

Exámen y trabajos de curso

Lugar de impartición

ETSI TELECOMUNICACIÓN

Nº de créditos: 3 Créditos, Teóricos: 2 Prácticos: 1

Fcha de inicio, fecha de finalización y horario previsto

Segundo semestre del curso.

Otras observaciones

³ Fundamental, afín o metodológico

² Obligatorio Optativo

Nombre, código, tipo⁴ y carácter² del curso

Code	Sistemas de Inteligencia Ambiental para apoyo a la salud y a la inclusión social	Tipo	F
		Carácter	OP

Profesorado del curso

Profesor	Categoría	Nº de horas previstas por profesor
María Teresa Arredondo	Catedrático de Universidad	40

Objetivos del curso

Se pretende iniciar a los alumnos en los conocimientos y habilidades necesarias para el diseño de sistemas y aplicaciones en el ámbito de la Inteligencia Ambiental orientada al sector de la salud y de los servicios sociales.

Breve resumen del contenido del curso

La Inteligencia Ambiental (AmI) se encuentra en las primeras fases de desarrollo tecnológico y cubre un amplio espectro de aplicación en entornos donde los individuos interactúan con dispositivos tecnológicamente complejos en diferentes ámbitos, y se reconoce la presencia de las personas, ubicándolas en un contexto tanto geográfico como de actividad, de un modo no intrusivo, con modalidades de interacción naturales, simples y apropiadas para los usuarios individuales.

Dichos entornos toman consciencia de la presencia de los usuarios reconociendo su posición, acciones y necesidades, integrando esta información en un contexto útil y capaz de reaccionar adecuadamente. Los sistemas basados en entornos inteligentes se caracterizan por cuatro dimensiones: ubicuidad, conocimiento, inteligencia e interacción natural. Para ello usan tecnologías variadas como la de redes inalámbricas sensoriales y de actuadores y agentes inteligentes.

La computación y la comunicación ubicua, las interfaces inteligentes, y la transparencia para el usuario, son elementos esenciales en la visión futura de servicios de salud y de apoyo a la integración social de individuos con necesidades especiales (ejemplo: ancianos y discapacitados), elementos que centran las aplicaciones en las áreas mencionadas.

El contenido del curso se divide en 4 módulos:

1º Módulo: Inteligencia Ambiental

- Introducción a la Inteligencia Ambiental
- Entornos de aplicación en el ámbito médico y social
- Reconocimiento y acomodación a diversidad de dispositivos
- Personalización y adaptabilidad de los sistemas

2º Módulo: Redes sensoriales y de actuadores

- Redes BAN, PAN y WSN
- Sistemas de localización de personas y objetos móviles en interiores
- Sistemas domóticos
- Sistemas de reconocimiento biométrico

3º Módulo: Gestión de servicios de AmI

- Introducción a la tecnología de Agentes Inteligentes
- Servicios de apoyo a la vida independiente
- Servicios e-salud en el entorno AmI
- Diseño para todos en AmI

4º Módulo: Prácticas de laboratorio**Bibliografía**

- Stefano Marzano, The New Everyday View on Ambient Intelligence, Ed. Emile Aarts 2004.
- Paolo Remagnino et al. Ambient Intelligence: A novel paradigm. Springer-Verlag 2004
- AmbieSense. <http://www.ambiesense.com/>
- J.P. Bigus and J. Bigus. Constructing Intelligent Agents Using Java. Ed. Wiley, 2001.
- Dey. Understanding and using context. Personal and ubiquitous computing, 5, 2001.
- K. Ducatel, M. Bogdanowicz, F. Scapolo, Leijten J., and J.C. Burgelma. Istag: Scenarios for ambient intelligence in 2010. ISTAG 2001 Final Report, 2001.

⁴ Fundamental, afín o metodológico

² Obligatorio Optativo

- M. Friedewald and O. Da Costa. Science and technology roadmapping: Ambient intelligence in everyday life. JRC/IPTS - ESTO Study, 2003.
- HoleLab. research.philips.com/technologies/misc/homelab/index.html
- JADE. Java agent development framework, 2004. URL: <http://jade.csel.it/index.html>.
- P. Jones. Ambient information for collaboration and discovery: Adapting from information practices in the eld. In Proceedings of the Ambient Intelligence for Scientific Discovery conference, 2004.
- Multi-agent systems and applications. In Springer, editor, Proceedings of the ECCAI Advance Course, 2001.
- Ambient intelligence for scientific discovery (aisd). SIGCHI Workshop, April 25, 2004, Vienna, 2004.
- G.M.P. O'Hare, M.J. O'Grady, S. Keegan, D. O'Kane, R. Tynan, and D. Marsh. Intelligent agile agents: Active enablers for ambient intelligence. In Proceedings of the Ambient Intelligence for Scientific Discovery conference, 2004.

Metodología

Orientación fundamental a la formación en los conocimientos básicos y las tecnologías propios de estas aplicaciones

Criterios de evaluación

Exámenes y trabajos de curso

Lugar de impartición

ETSI TELECOMUNICACIÓN

Nº de créditos: 4 Créditos, Teóricos: 3 Prácticos: 1

Fecha de inicio, fecha de finalización y horario previsto

Segundo semestre del curso.

Otras observaciones

Nombre, código, tipo⁵ y carácter² del curso

Code	Informática Biomédica	<i>Tipo</i>	<i>F</i>
		<i>Carácter</i>	<i>OP</i>

Profesorado del curso

<i>Profesor</i>	<i>Categoría</i>	<i>Nº de horas previstas por profesor</i>
Víctor Maojo	Titular de Universidad	40

Objetivos del curso

Comprensión de las diferencias entre la Informática Biomédica (IBM) y otras disciplinas aplicadas de la informática.

Análisis de la historia de la IBM y lecciones aprendidas desde los años 50

Modelos y técnicas principales en uso actual.

Exposición de retos científicos y tecnológicos en el área.

El alumno, finalmente, deberá ser capaz de comprender las características intrínsecas de la disciplina y conocer los criterios adecuados para afrontar el diseño de sistemas de IBM.

Breve resumen del contenido del curso

La informática médica intenta analizar los problemas de la práctica médica y buscar las mejores soluciones mediante el uso de las tecnologías de la información. Por ello, el énfasis se realiza en el manejo de datos, informaciones y conocimientos, y no en las técnicas y métodos utilizados. Muchos de los problemas actuales de la medicina tienen su causa básica en defectos de análisis y manejo de información, que podrían tener mejores soluciones con sistemas adecuados de informática médica.

En este curso se dará al alumno una visión global de la informática médica, haciendo especial énfasis en aspectos de investigación y no de puro desarrollo de aplicaciones. La investigación en informática médica es, básicamente, aplicada pero tiene características propias que las diferencian de otras áreas. La información que se suele manejar en medicina tiene un nivel de complejidad habitualmente mayor que en otras áreas. Por ello, la investigación desarrollada en informática médica ha llevado, tradicionalmente, a logros de gran éxito en otros dominios -por ejemplo, en sistemas expertos-. Las tecnologías no son el fin último de la informática médica; sin embargo, sí es importante el uso de métodos que permitan no sólo construir las mejores aplicaciones, sino el intercambio y reutilización de técnicas y conocimientos favoreciendo la colaboración entre grupos de investigación. Estos esfuerzos conjuntos se ven estimulados por el crecimiento de Internet y nuevas técnicas de Inteligencia Artificial, base de datos, programación e Ingeniería del Software, que facilitan la comunicación entre aplicaciones y grupos. El uso de sistemas basados en nuevas tecnologías (por ejemplo, ahora mismo con JAVA o CORBA) está contribuyendo a un avance decisivo en la informática médica.

Estas tecnologías, serán expuestas a los estudiantes del curso como medio de construcción de aplicaciones distribuidas en informática médica.

Se va a hacer también especial énfasis en la exposición de las nuevas tecnologías de la información aplicadas en medicina. Concretamente, en tres áreas como son la realidad virtual, la telemedicina y la bioinformática. En esta última, por ejemplo, se describirán modelos de historia clínica que incorporan información proveniente del Proyecto Genoma, aplicada a pacientes individuales.

Programa.

- 1.Introducción.
- 2.Adquisición, almacenamiento y manejo de datos.
- 3.Inteligencia Artificial y Medicina: Aplicaciones a la toma de decisiones y los sistemas de ayuda a la consulta.
- 4.Sistemas de información hospitalaria.
- 5.Historias clínicas computarizadas. Vocabulario médico.
- 6.Redes de comunicaciones hospitalarias.
- 7.Internet y medicina. Aplicaciones distribuidas. Agentes.
- 8.Bioinformática
- 9.Otras aplicaciones en investigación, áreas clínicas, medicina gestionada y educación.

Bibliografía

1. Altman RB. The interactions between clinical informatics and bioinformatics: a case study. J Am Med Inform Assoc. 2000 Sep-Oct;7(5):439-43.
2. Belmonte, M., Coltell, O., Maojo, V., Mateu, J y Sanz, F. (Eds). Manual de Informática Médica. Diciembre de 2003. M.R.A.

⁵ Fundamental, afín o metodológico

² Obligatorio Optativo

3. Blum, B. and K. Duncan. (Eds). A History of Medical Informatics. Reading: Addison Wesley Pub. 1990.
4. Clancey, W. and E.H. Shortliffe (Eds). Readings in Medical Artificial Intelligence: The First Decade. Reading: Addison Wesley. 1984
5. Evans, D. and Patel, V. (eds.) Cognitive Science in Medicine. Biomedical Modelling, MIT Press, Boston, MA. 1989.
6. Greenes, R.A. and Shortliffe, E.H.: Medical Informatics: An Emerging Academic Discipline and Institutional Priority. JAMA, 263, 1114-1120, 1990
7. Kassirer, J. and R. Kopelman. Learning Clinical Reasoning. Baltimore: Williams and Wilkins. 1991.
8. Kitano H. Systems biology: a brief overview. Science 2002 Mar 1;295(5560):1662-4
9. Maojo V, Kulikowski CA. Bioinformatics and Medical Informatics: Collaboration on the Road to Genomic Medicine? Journal of the American Medical Informatics Association, Noviembre-Diciembre de 2003, pp.515-522.
10. Maojo, V., F. Martín-Sanchez, J. Crespo, and H. Billhardt. Theory, Abstraction and Design in Medical Informatics. Methods of Information in Medicine 2002, 41: 44-50.
11. Martín, F.; Maojo, V. and López-Campos, G. Integrating genomics into health information systems. Methods Inf Med. 2002;41(1):25-30.
12. McKusick VA. The anatomy of the human genome: a neo-Vesalian basis for medicine in the 21st century. JAMA 2001. Nov 14; 286(18): 2289-95
13. Sander C. Genomic medicine and the future of health care. Science 2000 Mar 17;287 (5460):1977-8.
14. Shortliffe, E.H. y Perreault, L. Medical Informatics. Computer Applications in Health Care. 2nd Edition. New York: Springer Verlag. 2001.
15. Sox, H., Blatt, M., Higgins, M. and Marton, K.: Medical Decision Making. Butterworths. Boston, USA, 1988.
16. Van Bommel, J. and M, Musen. Handbook of Medical Informatics. New York: Springer-Verlag. 1997.

Metodología

Orientación fundamental al diseño de sistemas de informática biomédica

Criterios de evaluación

Asistencia a las clases y presentación de un trabajo, por escrito y oral, basado en los contenidos del curso. Opcionalmente, diseño de un prototipo de sistema informático.

De acuerdo a la evolución del programa podría ser oportuno una evaluación a través de un examen.

Lugar de impartición

Facultad de Informática. UPM.

Nº de créditos: 4 Créditos, Teóricos: 3 Prácticos: 1

Fecha de inicio, fecha de finalización y horario previsto

Otras observaciones

Nombre, código, tipo⁶ y carácter² del curso

Code	Tecnologías y procesamiento de imágenes biomédicas	<i>Tipo</i>	<i>F</i>
		<i>Carácter</i>	<i>OP</i>

Profesorado del curso

<i>Profesor</i>	<i>Categoría</i>	<i>Nº de horas previstas por profesor</i>
Enrique J. Gómez Aguilera	Titular de Universidad	20
M ^a Elena Hernando Pérez	Titular de universidad	20

Objetivos del curso

El curso tiene por objetivo profundizar en las tecnologías de imagen médica en las diversas modalidades de imagen (Rayos-X, radiología directa digital, tomografía computerizada, medicina nuclear, resonancia magnética, SPECT,PET, etc.) incluyendo sistemas de información de imagen médica como PACS y estándares DICOM. El curso también contempla el estudio de técnicas avanzadas de procesamiento de imágenes médicas, como métodos específicos de intensificación, análisis de imagen, registro y fusión de imágenes y visualización 3D.

El curso incluye el desarrollo de prácticas en el laboratorio de imágenes médicas donde el alumno se ejercita en el uso de técnicas específicas de procesamiento y análisis de imágenes médicas como intensificación, segmentación, reconstrucción y visualización de imágenes.

Breve resumen del contenido del curso

- Tecnologías de imagen médica
 - ? Rayos-X y radiología directa digital
 - ? DSA
 - ? tomografía computerizada,
 - ? medicina nuclear, SPECT,PET
 - ? resonancia magnética
- Sistemas de información y estándares: RIS, PACS, DICOM
- Técnicas avanzadas de procesamiento de imagen médica
 - ? Intensificación
 - ? Segmentación
 - ? Restauración
 - ? Registro y fusión
 - ? Visualización 3D
 - ? Análisis de imágenes de microarrays
 - ? Simuladores y planificadores quirúrgicos

La parte práctica incluye:

- Introducción al lenguaje IDL (Interactive Data Language)
- Introducción al procesado de imágenes médicas
 - o Visualización de imágenes
 - o Procesamiento: intensificación y filtrado
 - o Procesamiento: Segmentación, reconocimiento de patrones, restauración y reconstrucción

Bibliografía

- ? I.N Bankman, "Handbook of Medical Imaging Processing and Analysis", Academic Press, 2000.
- ? J. Beutel, "Handbook of Medical Imaging", Volume I- Physics and Psychophysics; Volume II- Medical Image Processing and Analysis; Volume III- Display and PACS, SPIE Press, Washington, 2000.
- ? Hashemi, R. H. y Bradley, W.G. "MRI: the basics", Williams & Wilkins, Baltimore, USA, 1997
- ? Foundations of Medical Imaging, Cho et al., John Wiley, 1993.
- ? DICOM. Digital Imaging and Communication in Medicine, American College of Radiology/National Electrical
- ? Manufactures Association. Publication N° PS 3.1, 1995.
- ? PACS- Picture Archiving and Communications Systems, Huang, H.K., VCH Publishers, New York, 1996.

Metodología

⁶ Fundamental, afín o metodológico

² Obligatorio Optativo

El curso se divide en dos partes: una primera dedicada a cursos presenciales y una segunda relativa a la realización de las prácticas de los alumnos. La evaluación del curso se realizará mediante la presentación de un trabajo realizado en grupo y las memorias de las prácticas de laboratorio.

Criterios de evaluación

- ? Conocimiento general de los contenidos de la asignatura
- ? Calidad del trabajo desarrollado (estado del arte del tema, actualidad de los contenidos expuestos, prospección de las implicaciones socioeconómicas de las líneas de investigaciones en curso en el tema).
- ? Calidad y completitud de las memorias de las prácticas

Lugar de impartición

ETSI TELECOMUNICACIÓN

Nº de créditos: 4 Créditos, Teóricos: 2 Prácticos: 2

Fecha de inicio, fecha de finalización y horario previsto

Otras observaciones

Nombre, código, tipo⁷ y carácter² del curso

Code	Simulación y Planificación Quirúrgica	Tipo Carácter	F OP
------	---------------------------------------	------------------	---------

Profesorado del curso

Profesor	Categoría	Nº de horas previstas por profesor
Enrique J. Gómez Aguilera	Profesor Titular de Universidad	30

Objetivos del curso

El objetivo de esta asignatura es proporcionar al alumno un conocimiento teórico y práctico de las técnicas y métodos empleados en cirugía asistida por computador, con un énfasis principal en los nuevos sistemas de formación y planificación de intervenciones quirúrgicas mínimamente invasivas, basados en la realidad virtual y en la visualización de imágenes médicas 3D.

El curso está estructurado en cuatro partes principales: 1) una introducción al campo de aplicación clínica, es decir, la Cirugía Mínimamente Invasiva y la cirugía laparoscópica; 2) una introducción a los sistemas de cirugía asistida por computador y a las tecnologías básicas que permiten la construcción empleadas en los sistemas de formación y planificación quirúrgica; 3) la descripción detallada de los conceptos, componentes y aplicaciones principales de los simuladores virtuales y planificadores en cirugía laparoscópica; y 4) un análisis de los métodos de evaluación de estas nuevas técnicas de formación e intervención quirúrgica así como los aspectos ético-legales involucrados en su implantación en rutina clínica.

Breve resumen del contenido del curso

- ? Introducción a la cirugía mínimamente invasiva (CMI)
 - o Modelos de formación en CMI
 - o Técnicas y procedimientos quirúrgicos
- ? Métodos y técnicas básicas
 - o Interacción sensorial multimodal en CMI
 - o Metodologías de medición de propiedades biomecánicas de tejidos in-vivo
 - o Reconstrucción y visualización de imágenes médicas 3D
 - o Realidad virtual y realidad aumentada en medicina
- ? Cirugía asistida por computador
 - o Simulación y planificación
 - o Cirugía guiada por imágenes
 - o Telecirugía
- ? Simuladores Virtuales:
 - o Arquitectura
 - o Interfaces de visualización e interfaces hápticas
 - o Detección y gestión de colisiones
 - o Modelos biomecánicos para deformación en tiempo real de tejidos blandos
 - o Modelado y construcción de procedimientos quirúrgicos virtuales: prensión, tracción, corte y sutura
 - o Ejemplos prácticos
- ? Planificación Quirúrgica
 - o Definiciones y conceptos
 - o Sistemas básicos de planificación
 - o Definiciones de trayectorias e intervenciones
 - o Ejemplos prácticos
- ? Implantación, validación y aspectos ético-legales de la simulación y planificación quirúrgica

Bibliografía

- ? Usón, J, Pascual, S.; Sánchez, FM, Hernández, FJ. Pautas para el aprendizaje en suturas laparoscópicas. En Pascual, S, Usón, J. Aprendizaje en suturas laparoscópicas. Capítulo 2. Librería General S.A. Zaragoza. 38-54. 1999.
- ? Taylor, Rusell H.; Lavallé, Stéphane; Burdea, Grigore C.; Mösges, Palph. "Computer-Integrated Surgery". MIT PRESS, 1996.
- ? J. Beutel, "Handbook of Medical Imaging", Volume I- Physics and Psycophysics; Volume II- Medical Image Processing and Analysis; Volume III- Display and PACS, SPIE Press, Washington, 2000.
- ? Udupa, J. Herman G, Ed. "3D Imaging in Medicine", CRC Press, 2000.

⁷ Fundamental, afín o metodológico

² Obligatorio Optativo

- ? Gorman, P.J., Meier, A., Krummel, T., "Computer-assisted training and learning in surgery", *Comp Aid Surg* 5:120-130, 2000.
- ? A.Liu, F.Tendick, K.Cleary y C.Kaufmann, "A survey of surgical simulation: applications, technology, and education," *Presence*, 12(6), 2003.
- ? A.G. Gallagher, C.D.Smith, S.P.Bowers, N.E.Seymour, A.Pearson, S.McNatt, D.Hananel y R.M.Satava, "Psychomotor skills assessment in practicing surgeons experienced in performing advanced laparoscopic procedures," *Journal of the American College of Surgeons*, 197(3):479-488, 2003.

Metodología

El curso se divide en dos partes: una primera dedicada a cursos presenciales y una segunda relativa a la realización de las prácticas de los alumnos que permitirán utilizar sistemas hardware y software para simulación y planificación quirúrgica. La evaluación del curso se realizará mediante la presentación de un trabajo realizado en grupo.

Criterios de evaluación

Los criterios de evaluación serán:

- ? Conocimiento general de los contenidos de la asignatura
- ? Calidad del trabajo desarrollado (estado del arte del tema, actualidad de los contenidos expuestos, prospección de las implicaciones socioeconómicas de las líneas de investigaciones en curso en el tema).

Lugar de impartición

ETSI TELECOMUNICACIÓN

Nº de créditos: 4 Créditos, Teóricos: 3 Prácticos: 1

Fecha de inicio, fecha de finalización y horario previsto

Otras observaciones

DESCRIPCIÓN DE LOS CURSOS EN EL PRIMER PERÍODO DEL PROGRAMA DE DOCTORADO DE INGENIERÍA BIOMÉDICA

Nombre, código, tipo⁸ y carácter² del curso

Code	Técnicas no invasivas de observación biológica	<i>Tipo</i>	<i>F</i>
		<i>Carácter</i>	<i>OP</i>

Profesorado del curso

<i>Profesor</i>	<i>Categoría</i>	<i>Nº de horas previstas por profesor</i>
Andrés Santos Lleó	Titular de Universidad	20
M ^a Jesus Ledesma	Asociado	10

Objetivos del curso

En esta asignatura el alumno conocerá diversas técnicas de diagnóstico médico por imagen que permiten obtener información de una manera no invasiva sobre el funcionamiento o actividad biológica de un tejido u órgano. Especialmente se tratarán las técnicas de imagen molecular que, mediante distintos marcadores, permiten identificar moléculas o genes. En la asignatura se tratarán tanto las técnicas de adquisición de datos e imágenes, como métodos y algoritmos para su reconstrucción y análisis.

Breve resumen del contenido del curso

- Introducción a las técnicas de adquisición de imágenes anatómicas
- Obtención de imágenes funcionales: perfusión, metabolismo de glucosa, nivel de oxigenación...
- Técnicas de adquisición de imágenes moleculares
- Procesamiento y análisis de imágenes. Modelado.
- Otras técnicas de adquisición de información biológica.

Bibliografía

- Webster, *Medical Instrumentation: Application and Design*. John Wiley & Sons. 1998.
 - Phelps M.E., *Molecular Imaging and Its Biological Applications*. Springer, 2004.
 - von Schulthess G.K., Hennig J., *Functional Imaging*. Lippincott-Raven Pub., 1998.
 - Northrop R.B., *Non-Invasive Instrumentation and Measurements in Medical Diagnosis*. CRC Press, Oct. 2001.
- Diversos artículos en *IEEE T Biom Eng*, *IEEE T Med Imag*, *IEEE EMB Mag*.

Metodología

Se combinarán las clases magistrales con conferencias invitadas impartidas por especialistas y con la presentación en clase de trabajos por parte de los alumnos.

Criterios de evaluación

Participación en clase y trabajo escrito.

Lugar de impartición

ETSI TELECOMUNICACIÓN

Fecha de inicio, fecha de finalización y horario previsto

Nov – Marzo: Miércoles de 18 a 20 hr.

Nº de créditos: 3 Créditos, Teóricos: 2 Prácticos: 1

⁸ Fundamental, afín o metodológico

² Obligatorio Optativo

Nombre, código, tipo⁹ y carácter² del curso

Code	Bioinstrumentación y Sensores Biomédicos	<i>Tipo</i>	<i>F</i>
		<i>Carácter</i>	<i>OP</i>

Profesorado del curso

<i>Profesor</i>	<i>Categoría</i>	<i>Nº de horas previstas por profesor</i>
José Javier Serrano Olmedo	Titular de Universidad (DTE)	20
Enrique Javier Gómez Aguilera	Titular de Universidad (TFO)	10

Objetivos del curso

Revisión de los sensores y las técnicas de medida de mayor relevancia para la adquisición de señales biológicas, particularmente de interés en medicina. Se hará especial hincapié en los sensores emergentes y novedosos por las tecnologías en que se basan. No es objetivo el cubrir exhaustivamente todo el campo sino el colocar a los alumnos en disposición de poder profundizar en los aspectos que les interesen, parte de lo cuál realizan como trabajo propio en el marco del curso de la asignatura.

Breve resumen del contenido del curso

1. **Introducción** La interfaz entre el sistema biológico y el electrónico. La medida de señales biométricas. Bioinstrumentación en prevención, diagnóstico, monitorización, terapia y apoyo a la vida. Tendencias futuras en sensores implantables y medida no invasiva de variables fisiológicas.
2. **Sensores biomédicos** Principios físico-químicos. Tipos de transductores y sensores. Instrumentación y tratamiento de la señal del biosensor. Sensores invasivos y no invasivos.
3. **Medida de magnitudes biofísicas** Sensores para medidas físicas: resistivos, capacitivos, piezoeléctricos, de onda superficial (SAW), termopares, etc. Técnicas de medida de parámetros biofísicos: desplazamiento muscular, presión arterial, temperatura corporal, flujo sanguíneo, presión intracraneal y crecimiento óseo.
4. **Medida de biopotenciales** Orígenes de los biopotenciales y características eléctricas. Tipos de electrodos para medidas biomédicas: de superficie, intratisulares y microelectrodos: impedancia bioeléctrica. Tipos de medidas: electrocardiograma (ECG), medidas electromiográficas (EMG) y electroencefalograma (EEG). Elementos de sistemas electrónicos para electrodos: amplificadores, aislamiento, protecciones, etc.
5. **Medida de magnitudes bioquímicas.** Tipos de transductores: electrodos, transistores ISFET, etc. Tipos de sensores bioanalíticos: inmunosensores, sensores de enzima, etc. Técnicas de medida: potenciometría, voltametría, conductimetría y gravimetría. Tecnologías para sensores bioquímicos.
6. **Sensores ópticos** Tipos de sensores ópticos. Tecnologías. Técnicas de medida no invasivas. Monitorización en cuidados intensivos: oximetría, gases sanguíneos, etc. Técnicas especiales.

Bibliografía básica

- ? M. Lambrechts y W. Sansen. *Biosensors: Microelectrochemical Devices*. IOP Publishing Ltd. 1992.
- ? L. Cromwell, F. J. Wibell y E. A. Pfeiffer. *Biomedical Instrumentation and Measurements*. Prentice Hall 1980.
- ? John G. Webster, *Medical Instrumentation: Application and Design*. John Wiley & Sons 1997
- ? J. D. Bronzino. *Biomedical Engineering Handbook*, CRC Press & IEEE Press 2000.
- ? H.J. Arditty, J.P. Dakin and R. Th Kersten. *Optical Fiber Sensors*. Springer Verlag 1989.

Publicaciones periódicas de referencia

- ? IEEE transactions on biomedical engineering
- ? Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society,
- ? Biosensors and Bioelectronics
- ? Journal of Biomechanics,
- ? IEEE Engineering in Medicine and Biology,
- ? Medical Engineering & Physics

Metodología

El curso se divide en dos partes: presentación de contenidos básicos y trabajos dirigidos.

1. En la primera parte los alumnos siguen las exposiciones que los profesores realizan sobre los contenidos propios del curso. No se trata tanto de llegar al fondo de cada aspecto desarrollado como de presentar un amplio abanico de técnicas instrumentales, tecnologías posibilitadoras y dispositivos. Así, los contenidos incluyen, por un lado, la

⁹ Fundamental, a fin o metodológico

² Obligatorio Optativo

- fundamentación teórica marcando los aspectos más prometedores para la investigación, el desarrollo y la innovación, y, por otro, y como consecuencia natural, la oferta de propuestas para los trabajos dirigidos.
2. En la segunda parte los alumnos desarrollan trabajos dirigidos, es decir, bajo la supervisión de algunos de los profesores. Es un trabajo en equipos de dos alumnos en el que deben desarrollar alguna de las líneas propuestas durante el curso. Para la elección de los trabajos, los profesores toman en cuenta la opinión de los tutores de los alumnos con intención de que profundicen en temas que puedan estar encaminados a su futura tesis doctoral. Los trabajos deben ser presentados en clase para permitir la puesta en común con todos los demás alumnos y profesores.

Criterios de evaluación

- ? Conocimiento general de los contenidos de la asignatura.
- ? Conocimiento detallado del estado del arte del tema desarrollado en el trabajo.
- ? Actualidad de los contenidos expuestos: grupos de trabajo y líneas de desarrollo emergentes.
- ? Prospección de las implicaciones socioeconómicas de las líneas de investigaciones en curso en el tema.
- ? Conexiones con tecnologías.
- ? Calidad de la presentación de los trabajos

Lugar de impartición

ETSI TELECOMUNICACIÓN

Nº de créditos: 3 Teóricos: 2 Prácticos: 1

Fecha de inicio, fecha de finalización y horario previsto

Segundo semestre del curso.

Otras observaciones

Nombre, código, tipo¹⁰ y carácter² del curso

Code	Bioelectromagnetismo	<i>Tipo</i>	<i>F</i>
		<i>Carácter</i>	<i>OP</i>

Profesorado del curso

<i>Profesor</i>	<i>Categoría</i>	<i>Nº de horas previstas por profesor</i>
Francisco del Pozo Guerrero	Catedrático de Universidad	30

Objetivos del curso**Breve resumen del contenido del curso**

Fundamentos matemáticos de los campos electromagnéticos
 Modelado de fuentes y conductores volumétricos
 Métodos de análisis en bioelectromagnetismo
 Medidas electromagnéticas de sistemas, tejidos y células del sistema nervioso
 Magnetoencefalografía
 Estimulación magnética del cerebro
 Medidas electromagnéticas de sistemas, tejidos y células del corazón
 Técnicas de análisis y modelado de bioseñales

Bibliografía

Bioelectromagnetism. Principles and applications of bioelectric and biomagnetic fields, Jaakko Malmivuo y Robert Plonsey, Oxford University Press, 1995

Metodología

Orientación fundamental a la formación en los conocimientos básicos de bioelectromagnetismo y las tecnologías para la interpretación de señales de campos biomagnéticos y bioeléctricos y la estimulación, especialmente cerebral/celular, para el conocimiento de las bases funcionales del sistema nervioso

Criterios de evaluación

Exámenes y trabajo de curso

Lugar de impartición

ETSI TELECOMUNICACIÓN

Nº de créditos: 3 Créditos, Teóricos: 2 Prácticos: 1

Fecha de inicio, fecha de finalización y horario previsto

Noviembre– Junio

Otras observaciones

¹⁰ Fundamental, afín o metodológico

² Obligatorio Optativo

Nombre, código, tipo¹¹ y carácter² del curso

Code	Biofotónica	Tipo	F
		Carácter	OP

Profesorado del curso

<i>Profesor</i>	<i>Categoría</i>	<i>Nº de horas previstas por profesor</i>
Ana P. González Marcos	Titular de Universidad	20
Jose A. Martín Pereda	Catedrático de Universidad	10
Paloma Rodríguez Horche	Titular de universidad	10

Objetivos del curso

El curso tiene por objetivo el estudio de los fenómenos relacionados con la interacción de radiaciones láser con los tejidos orgánicos, así como la instrumentación médica basada en técnicas fotónicas y los dispositivos de captación de señales mediante las mismas.

Breve resumen del contenido del curso

- Nociones básicas de propiedades de una radiación láser: generación, parámetros característicos y detección.
 - ? Características de una radiación óptica coherente
 - ? Distintos tipos de láseres empleados en Medicina
 - ? Propiedades de las distintas radiaciones ópticas de acuerdo con su longitud de onda, potencia y forma de trabajo, para su empleo en Medicina
 - ? Detección y caracterización de haces láser
 - ? Encaminado de radiaciones láser mediante fibras ópticas
- Interacción radiación láser – tejido humano
 - ? Principales fenómenos físicos existentes
 - ? Principales parámetros de trabajo
 - ? Variación del estado final de acuerdo con las condiciones iniciales
 - ? Técnicas de estimulación y retardo de los diferentes procesos
 - ? Procesos in vitro e in vivo
- Terapia láser de los diferentes tipos de tejidos
 - ? Procesos cutáneos. Cauterización y corte superficial.
 - ? Tratamiento terapéutico interno de entornos cerrados.
 - ? Abrasión y restauración
 - ? Aplicaciones en odontología, oftalmología y sistema digestivo.
- Tecnologías fotónicas de detección de estados biológicos
 - ? Sensores optoelectrónicos.
 - ? Sensores basados en fibra óptica
 - ? Medición fotónica de parámetros físicos en tejidos biológicos
- Modelización fotónica de comportamientos sensoriales
 - ? Distintos tipos de emulación de la retina.
 - ? Interpretación de fenómenos internos en el cortex visual.
 - ? Compatibilidades y rechazos

Bibliografía

- ? *Laser in Medicine*. W. Waidelich (ed). Berlin, Heidelberg, New York: Springer, (1992).
- ? Tunér, J., and Hode, L. *Low Level Laser Therapy—Clinical Practise and Scientific Background*. Sweden: Prima Books, (1999).
- ? Ohshiro, T. *Low Level Laser Therapy: A Practical Introduction*. New York: John Wiley and Sons, (1988).
- ? *Laser applications in medicine and surgery*. G. Galetti, U. Bolognani, eds. Bologna: Monduzzi, (1992).
- ? *Biomedical optical instrumentation and laser-assisted biotechnology*. A.M. Verga Scheggi, et al. (eds.). New York: Kluwer Academic Publishers, (1996).
- ? *Biophysics*. W. Hoppe, W. Lohmann, H. Marke, et al. (eds.). Heidelberg: Springer-Verlag, (1983)

¹¹ Fundamental, afín o metodológico² Obligatorio Optativo

- ? *Lasers in medical dentistry*. Simunovic, Z. (ed.). Vitgraf: Rijeka, (2000)
- ? Halcin, H.H., and Uitto, J. *Lasers in cutaneous and aesthetic surgery*. Philadelphia: Lippincott-Raven, (1997).
- ? *Sistemas y redes de comunicaciones ópticas*. J.A. Martín-Pereda. Prentice Hall. (2004).
- ? J.A. Martín-Pereda & A. González-Marcos, "A New Approach to Optical Fibre Sensing Techniques based on the Sensory Systems of the Living Bodies". En "Handbook Of Optical Fibre Sensing Technology". Editor.: José Miguel López-Higuera. Wiley, pp. 769-781. (2002).
- ? J.A. Martín-Pereda, "Biophotonic and Photobiological Sensors". Capítulo 11 del libro "OPTICAL Sensors". Ed.: J.M. López-Higuera. pp.233-256. Universidad de Cantabria. Santander. (1998).
- ? J.A. Martín-Pereda & A. González-Marcos: "Some Connections between Neurophysiology and Optical Computing based on the Theory of Complexity". En "Fluctuation Phenomena: Disorder And Nonlinearity". Eds.: J. Bishop & L. Vázquez. pp. 107-113. World Scientific Press. Singapur. (1995).

En paralelo se utilizarán revistas de la especialidad como: *Laser Therapy.*, *Lasers Surg. in Medicine*, *J. Clin. Laser Med. Surg.*, *J. Invest. Dermatol.*, *Optics Lett.*, *Biophotonics*, *Science and Nature*, así como las Actas de Congresos especializados, como por ejemplo, los realizados por SPIE y entre los que se encuentran los de *Laser Tissue Interaction* y *Lasers in oncology*.

Metodología

El curso se divide en dos partes: una primera dedicada a cursos presenciales y una segunda relativa a la realización de trabajos por los alumnos y comentarios por la clase. La evaluación del curso se realizará por la presentación de dichos trabajos.

Criterios de evaluación

- ? Conocimiento general de los contenidos de la asignatura
- ? Calidad del trabajo desarrollado (estado del arte del tema, actualidad de los contenidos expuestos, implicaciones sociales del tema).

Lugar de impartición

ETSI TELECOMUNICACIÓN

Nº de créditos: 4 Créditos, Teóricos: 4 Prácticos: 0

Fecha de inicio, fecha de finalización y horario previsto

Noviembre– Junio

Otras observaciones

Nombre, código, tipo¹² y carácter² del curso

Code	Biomateriales y Materiales Biológicos	<i>Tipo</i>	<i>F</i>
		<i>Carácter</i>	<i>OP</i>

Profesorado del curso

Profesor	Categoría	Horas Previstas
Manuel Elices Calafat	CU	12
Gustavo V. Guinea Tortuero	CU	18

Objetivos del curso

Conocimiento de los grupos de biomateriales y materiales biológicos más importantes. Conocimiento de la relación entre su estructura y propiedades.

Breve resumen del contenido del curso

Tema 1 Introducción
 Tema 2 Propiedades mecánicas
 Tema 3 Propiedades superficiales
 Tema 4 Materiales naturales
 Tema 5 Fibras biológicas
 Tema 6 Materiales duros
 Tema 7 Materiales blandos
 Tema 10 Biomateriales metálicos
 Tema 11 Biomateriales cerámicos
 Tema 12 Biomateriales poliméricos
 Tema 13 Biomateriales compuestos
 Tema 14 Geles
 Tema 15 Recubrimientos y láminas delgadas
 Tema 16 Respuesta biológica y biocompatibilidad
 Tema 17 Ingeniería de tejidos

Bibliografía

Structural Biological Materials (Edited by M. Elices), Pergamon Elsevier Science, Oxford, 2000
 Biomateriales, Aquí Y Ahora. M. Vallet-Regí And L. Munuera, Dykinson, S.L., Madrid, 2000.
 Biomaterials Science. An Introduction To Materials In Medicine. Ed. By Buddy D. Ratner, Allan S. Hoffman, Frederick J. Schoen, Jack Lemons. Academic Press. Usa. 1996
 Biomedical Surface Science: Foundations To Frontiers. Ed. By D.C. Castner & B.D. Ratner. Surface Science, 2002
 Biological Performance Of Materials: Fundamentals Of Biocompatibility. Jonathan Black. John Wiley & Sons, Inc. New York. 1992.
 High Performance Biomaterials. Ed. Michael Szycher, Ph. D. Technomic Publishing Company, Inc. Lancaster. 1991.

Metodología

20 Clases magistrales de 50 minutos de duración
 3 prácticas de laboratorio de 2.5 horas de duración

Criterios de evaluación

- El aprobado en la asignatura se consigue con un mínimo de asistencia a clase del 80% y la realización de las tres prácticas de laboratorio.
- Además, los alumnos deben realizar un examen final consistente en 20 preguntas cortas y dos preguntas largas o problemas que determina su calificación definitiva.
- En caso de no cumplir la condición de aprobado, los alumnos deben sacar más de 5 puntos en el examen final para aprobar la asignatura.

Lugar de impartición

ETSI Caminos, Canales y Puertos

Nº de créditos:

3: 2 Teóricos y 1 Práctico

Fecha de inicio, fecha de finalización y horario previsto

Segundo semestre del curso. Día por determinar. Horario de 9:30 a 12:00

Otras observaciones

- ? Número máximo de alumnos: 20
- ? 2º cuatrimestre.

¹² Fundamental, afín o metodológico

² Obligatorio Optativo

Nombre, código, tipo¹³ y carácter² del curso

Code	Biomecánica	<i>Tipo</i>	<i>F</i>
		<i>Carácter</i>	<i>OP</i>

Profesorado del curso

<i>Profesor</i>	<i>Categoría</i>	<i>Nº de horas previstas por profesor</i>
Emilio Bautista Paz	CU	10
Pilar Lafont Morgado	CU	10
Antonio Ros Felip	PTU	10
Rafael Claramunt Alonso	PTU	10

Objetivos del curso

Conocimiento de la cinemática y la cinética de los mecanismos y estructuras de los sistemas del cuerpo humano

Breve resumen del contenido del curso

Concepto de Biomecánica . Comportamiento biomecánico de los tejidos, estructuras y sistemas corporales . Fundamentos y técnicas de análisis biomecánico del organismo humano.

CONCEPTO DE BIOMECÁNICA Y CAMPOS DE APLICACIÓN

- Biomecánica:

Concepto. Historia. Diferencias entre Bioingeniería y Biofísica. Tecnología de la naturaleza frente a la tecnología humana. Diseño biológico y diseño humano.

Los seres vivos como mecanismos y máquinas. Consideraciones energéticas

- Campos de aplicación de la Biomecánica

Médicas. Seguridad Social e Higiene en el Trabajo. Diseño Industrial

Ergonómico. Deporte. Accidentología

FUNDAMENTOS DE LA MECÁNICA DE LOS SÓLIDOS REALES

- Modelos de equilibrio y cinemático

- Modelos de comportamiento: elástico, viscoelástico y plástico

- Caracterización mecánica

- Tensiones y deformaciones en tracción, cortadura, flexión y torsión

- Métodos de análisis numéricos y experimentales

- Rotura de materiales

COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS MATERIALES BIOLÓGICOS

- Histología

- Biomecánica de las fibras

- Biomecánica de los tejidos flexibles

- Biomecánica de los tejidos rígidos

BIOESTRUCTURAS

- Análisis estructural

Tipos de estructuras. Enlaces y uniones. Solicitaciones, tensiones y deformaciones. Estabilidad. Rotura

- Estructuras óseas humanas

Elementos estructurales

Conjuntos estructurales

MECANISMOS BIOLÓGICOS HUMANOS

- Articulaciones

Tipos. Articulaciones de potencia. Lubricación.

Articulaciones del miembro superior: hombro, codo, pronosupinación, muñeca y mano.

Articulaciones del miembro inferior: cadera, rodilla, tobillo y bóveda plantar

Troco y raquis

- Mecanismos de precisión

Visión. Audición. Fonación. Equilibrio

EL MOTOR DE LOS BIOMEKANISMOS

- El músculo

Generalidades. Tipos de músculos. Funciones del músculo esquelético.

Fisicoquímica del músculo. Mecanismos de activación. Modelos de músculo

¹³ Fundamental, afín o metodológico

² Obligatorio Optativo

- Control muscular
Complejidad progresiva del mecanismo de control. Automatismos intermedios.
Protección del sistema de control. Estructura global

Prácticas

- Ensayos de caracterización mecánica de biomateriales
- Análisis numérico-experimental de bioestructuras
- Análisis experimental de conjunto estructural prótesis -hueso

Bibliografía

- Introducción a la Mecánica de los Sólidos.** V. Zubizarreta, A. Ros . Sección de Publicaciones de la ETSII 2002
- Fisiología articular.** A. Kapandji. Editorial Médica Panamericana. Madrid 1999
- Biomecánica articular y sustituciones protésicas.** Instituto de Biomecánica de Valencia. 1998
- Diseño Mecánico en Organismos.** S.A. Wainwright, W.D. Biggs. H. Blume 1980

Metodología

Clases magistrales y prácticas de laboratorio

Criterios de evaluación

Asistencia y examen

Lugar de impartición

E.T.S.I. Industriales

Nº de créditos:

4 Teóricas: 3 Prácticas: 1

Fecha de inicio, fecha de finalización y horario previsto

Un cuatrimestre a determinar

DESCRIPCIÓN DE LOS CURSOS EN EL PRIMER PERÍODO DEL PROGRAMA INTERDEPARTAMENTAL DE DOCTORADO DE INGENIERIA BIOMEDICA

Nombre, código, tipo¹⁴ y carácter² del curso

Code	Biomecánica de Tejidos Blandos	<i>Tipo</i>	<i>F</i>
		<i>Carácter</i>	<i>OP</i>

Profesorado del curso

<i>Profesor</i>	<i>Categoría</i>	<i>Nº de horas previstas por profesor</i>
José M. Goicolea Ruigómez	CU	20
Felipe Gabaldón Castillo	TU	10

Objetivos del curso

Conocimiento de la estructura y propiedades y mecánicas más importantes de los tejidos del cuerpo humano, y su relevancia para la función fisiológica y en el desarrollo de patologías. Conocimiento de los métodos experimentales y modelos de cálculo para su interpretación.

Breve resumen del contenido del curso

- Tema 1 Tipos de tejidos en el cuerpo humano.
- Tema 2 Respuesta mecánica de tejidos y órganos.
- Tema 3 Conceptos de mecánica de medios continuos no lineal.
- Tema 4 Sólidos bioviscoelásticos.
- Tema 5 Mecánica celular.
- Tema 6 Mecánica de biofluidos.
- Tema 7 Propiedades mecánicas y remodelación.
- Tema 8 Músculo (esqueletal, corazón, músculo suave).
- Tema 9 Cartílagos, ligamentos, tendones.
- Tema 10 Sistema Cardiovascular. Sistema respiratorio. Cerebro.
- Tema 11 Métodos de cálculo. Elementos Finitos.

Bibliografía

- Biomechanics: Motion, Flow, Stress and Growth.* Y.C. Fung, Springer, 1990.
- Biomechanics: Mechanical Properties of Living Tissues* (2nd ed). Y.C. Fung, Springer, 1990.
- Cardiovascular Solid Mechanics: Cells, Tissues and Organs.* J.D. Humphrey, Springer, 2002.
- Physical properties of tissue. A comprehensive reference book.* Duck FA. Academic Press London 1990
- Basic Biomechanics of the Musculoskeletal System.* Nordin M, Frankel VH. Lippincott Williams & Wilkins Publishers; 3rd ed. 2001

Metodología

- 20 Clases magistrales de 50 minutos de duración
- 3 prácticas de laboratorio computacional de 2.5 horas de duración

Criterios de evaluación

- a) El aprobado en la asignatura se consigue con un mínimo de asistencia a clase del 80% y la realización de las tres prácticas de laboratorio.
- b) Además, los alumnos deben realizar un examen final consistente en 20 preguntas cortas y dos preguntas largas o problemas que determina su calificación definitiva.
- c) En caso de no cumplir la condición de aprobado, los alumnos deben sacar más de 5 puntos en el examen final para aprobar la asignatura

Lugar de impartición

ETSI Caminos, Canales y Puertos

Nº de créditos:

3, 2 Teóricos y 1 Práctico

Fecha de inicio, fecha de finalización y horario previsto

Segundo semestre del curso. Día por determinar. Horario de 9:30 a 12:00

Otras observaciones

- Horario previsto 1.er cuatrimestre, lunes de 16 a 18 horas.
- Número máximo de alumnos: 20

¹⁴ Fundamental, afín o metodológico

² Obligatorio Optativo

Nombre, código, tipo¹⁵ y carácter² del curso

Code	Biomateriales, Biocompatibilidad y Biodeterioro	<i>Tipo</i>	<i>F</i>
		<i>Carácter</i>	<i>OP</i>

Profesorado del curso

<i>Profesor</i>	<i>Categoría</i>	<i>Nº de horas previstas por profesor</i>
Carlos Ranninger Rodríguez	Catedrático de Universidad	12
Diego A. Moreno Gómez	Profesor Titular de Universidad	18

Objetivos del curso

Clasificación y descripción de los biomateriales. Biocompatibilidad y estabilidad biológica. Formación y caracterización de biopelículas. Infecciones asociadas. Biodeterioro

Breve resumen del contenido del curso

Introducción

Materiales metálicos para aplicaciones médicas

Materiales no metálicos para aplicaciones médicas

Recubrimientos, adhesivos y cementos

Aplicaciones clínicas de los biomateriales

Biopelículas. Infecciones asociadas

Biocompatibilidad de los biomateriales

Biodeterioro de los materiales

Prácticas

Microestructuras de biomateriales

Colonización de biomateriales por microorganismos

Preparación y observación de biopelículas por microscopía electrónica de barrido.

Bibliografía

Fundamentos de Ingeniería biotecnológica. M.A. Fernández López, D.A. Moreno Gómez. 500 pp. CEPADE-UPM

Biodeterioro. D.A. Moreno Gómez. Documentación del Curso de Postgrado y Doctorado. UPM

Antimicrobial / Anti-Infective Materials. Ed. Samuel P. Sawan, Gurusamy Manivannan. 2000. Technomic. Penns.

Recent Research Developments in Biomaterials 2002. Ed. Yoghito Ikada. Research Signpost

Materials for Medical Devices. Ed. J.R. Davis. 2003. ASM Int. USA

Metodología

Clases magistrales, fases de coloquio y debate con alumnos y prácticas de laboratorio

Criterios de evaluación

Asistencia y examen tipo test de 50 preguntas

Lugar de impartición

E.T.S. Ingenieros Industriales

Nº de créditos:

3

Fecha de inicio, fecha de finalización y horario previsto

Un cuatrimestre a determinar – Horario de 18 a 21 horas

–Número máximo de alumnos: 25

¹⁵ Fundamental, afín o metodológico

² Obligatorio Optativo