

PROYECTO FORMATIVO MOVILIDAD (nacional e internacional) ETSIT. Justificación Asignaturas a reconocer

1. Introducción

Este documento permite realizar el **Proyecto Formativo de Movilidad** (tanto nacional como internacional) de la ETSI de Telecomunicación.

El documento consta de dos partes, una **tabla resumen de asignaturas** (que se complementa con la ayuda de un fichero EXCEL) y una **parte de justificación de asignaturas a reconocer**, que se incorporará en este fichero WORD.

A la aplicación de movilidad se subirán 3 documentos:

- 1) el fichero EXCEL con la tabla resumen de asignaturas;
- 2) este fichero WORD convertido a PDF;
- 3) un único fichero PDF con todos los syllabus (guías de aprendizaje) de todas las asignaturas a cursar en destino.

El alumno realizará un **único Proyecto Formativo** del destino pre-asignado.

El Proyecto Formativo **deberá ser aprobado por un evaluador** antes de que se pueda asignar el destino definitivo al alumno, pudiéndole sugerir cambios en el mismo a lo largo de la evaluación. No se nominará a ningún alumno que tenga el Proyecto Formativo en estado de subsanación.

El Proyecto Formativo es un **documento “vivo”** a lo largo de toda la movilidad del alumno, por lo que será habitual introducir modificaciones. En ese caso, el alumno deberá:

- **Modificar en la tabla resumen de asignaturas** (fichero EXCEL) las asignaturas origen/destino que **añade** (cambiando el **color del texto a verde**) o **elimina** (cambiando el **color del texto a rojo**). Es importante además que se indique la **fecha** de dicho cambio en las casillas correspondientes.
- También se modificará el apartado de **justificación de asignaturas a reconocer**, añadiendo (con **texto en verde**) y eliminando (con **texto en rojo**) los cambios propuestos.

2. Justificación de asignaturas a reconocer

Para cada asignatura que se quiera reconocer en la ETSIT, se debe completar una tabla como la que se indica a continuación, especificando los créditos a reconocer, la equivalencia de contenidos (puede haber varias asignaturas en destino que contribuyan al reconocimiento de una de la ETSIT, en el ejemplo se ponen dos asignaturas en destino), así como sus prerequisites el cumplimiento de los mismos por parte del estudiante.

Laboratorio de Señales Biomédicas (4 ECTS)	Applied Biomedical Signal Processing (4 ECTS)
Semestre: 1º	Semestre: 1º
	Grado/Máster al que pertenece: <i>Life Sciences Engineering Master</i>
	Prerrequisitos: <i>Conocimientos en procesamiento de señales y análisis de señales en tiempo discreto.</i>
	Justificación de cumplir prerrequisitos: <i>Se ha cursado las asignaturas de Señales y Sistemas y Señales Biomédicas</i>
Contenido: <i>El objetivo de la asignatura es que los alumnos se familiaricen, a través de la práctica, con distintos métodos de adquisición y procesamiento de señales biomédicas .</i> • Procesamiento de señales biomédicas • Adquisición y procesamiento de sena/ EEG • Adquisición y procesamiento de Señal MEG • Procesamiento señal ECG	Contenido relacionado: <i>Introduction on the basics in anatomy and physiology of autonomous nervous system, electrical cardiac system, hemodynamic basis, brain and respiratory activities as well as location.</i> <i>Digital signal processing basics including sampling, Fourier transform, filtering, stochastic signal correlation and power spectral density. Time-frequency analysis including short-term Fourier and wavelet transforms. Linear modelling including autoregressive models, linear prediction, parametric spectral estimation, and criteria for model selection. Adaptive filtering including adaptive prediction and estimations of transfer functions as well as adaptive interference cancellation.</i> <i>Digital signal processing miscellaneous techniques including polynomial models, singular value decomposition and principal component analysis, phase-rectified signal averaging, source separation, support vector regression, and neural network structures such as CNN and RNN.</i> <i>Applications and exercises related to cardiac arrhythmia detection and classification, central blood pressure estimation, sleep phase classification, heart rate tracking robust against motion artefacts, epilepsy event detection, fall detection, apnoea detection, SpO2 estimation, and respiration tracking and volume estimation. These exercises will be based on biomedical signals such as bio-impedance, electrocardiogram, electroencephalogram, hypnogram, movement (accelerometer, gyroscope, and barometer), photoplethysmography, vocal/audio.</i>
Justificación del % de contenidos de la asignatura ETSIT cubiertos por asignaturas de destino. <i>En ambas asignaturas se cubren de forma práctica contenidos de estudio del cuerpo humano mediante el análisis de imágenes y señales biomédicas. Se considera que la asignatura de destino cubre en un 90% los contenidos.</i>	

<i>Modelado y simulación dinámica aplicada a la biomedicina (4 ECTS)</i>	<i>Dynamical systems in Biology (4 ECTS)</i>
Semestre: 1º	Semestre: 1º
	Grado/Máster al que pertenece: <i>Life Sciences Engineering</i>
	Prerrequisitos: <i>Conocimientos de álgebra lineal, cálculo, informática.</i>
	Justificación de cumplir prerrequisitos: <i>Se han cursado las asignaturas de Estadística, Álgebra, Cálculo, Ampliación de Cálculo, Fundamentos de Programación y Algoritmos y Estructuras de Datos</i>
Contenido: • Comprender y saber aplicar al cálculo la discretización de modelos continuos. • Conocer las distintas metodologías existentes para simulación de sistemas. • Aplicar las metodologías de simulación a sistemas multidominio. • Desarrollar las habilidades de aprendizaje necesarias para emprender actividades o estudios posteriores de forma autónoma y con confianza	Contenido relacionado: 1. Dynamical systems in 1D <i>Introduction to dynamical systems, ordinary first-order differential equations in 1D. Linear stability analysis in 1D. Population dynamics in 1D. Bifurcations in 1D. Bistable gene expression in 1D.</i> 2. Dynamical systems in 2D <i>Linear 2D systems, stability and classification of fixed points, phase portraits. Non-linear 2D systems, numerical analysis. Predator-Prey models Limit cycles and Poincaré-Bendixson theorem, oscillators. Forced and coupled oscillators, phase oscillators.</i> 3. Discrete dynamical systems <i>Iterative maps in 1D, Logistic map, numerical analysis. Period doubling and the route to chaos.</i>
Justificación del % de contenidos de la asignatura ETSIT cubiertos por asignaturas de destino. <i>Cubre la mayoría de los contenidos de la asignatura debido a que en ambos se realiza un estudio profundo de los sistemas dinámicos.</i>	



POLITÉCNICA

ETSIT
ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN
UPM



<i>Ingeniería de Tejidos (4 ECTS)</i>	<i>Immunoengineering (4 ECTS)</i>
Semestre: 1º	Semestre: 1º 2º
	Grado/Máster al que pertenece: <i>Life Sciences Engineering Master</i>
	Prerrequisitos: <i>This class requires a basic knowledge in biology, physics, chemistry, and materials science.</i> <i>BIO-310 Immunology or an equivalent is required</i>
	Justificación de cumplir prerrequisitos: <i>Curso de asignaturas como: Bioquímica, Biología celular y tisular, Fisiología, Fisiopatología, Química, Biomateriales y Física I</i>
Contenido: - Interfaz Material-Sistema biológico - Paradigma de la biocompatibilidad - Biomateriales y sistema inmune - Matriz extracelular e interacción célula-célula - Principios de diseño de los andamios tisulares - Materiales en Ingeniería de Tejidos y técnicas de procesamiento - Funcionalización de andamios. Células y señalización - Uso terapéutico de las células y sus limitaciones - Respuesta celular a la señalización química y mecánica - Análisis de información en bases de datos, minería de datos e implementación de un sistema práctico - Bioinformática. Conceptos y aplicaciones. Implementación de ejemplos	Contenido relacionado: <i>Part 1. Understanding immunology with engineering tools</i> <i>Introduction of the course and expectation</i> <i>Overview of the fundamentals of immunology</i> <i>Definition and scope of immunoengineering</i> <i>Engineering tools and new technologies to understand immunology</i> <i>Part 2. Engineering novel immunotherapies for diseases</i> <i>Cancer and cancer immunotherapies</i> <i>Concept and overview of drug delivery</i> <i>Materials engineering in the advancement of immunotherapies</i> <i>Immune cell engineering and genetic engineering</i> <i>Metabolic engineering and immune modulation</i> <i>Overview of adaptive immunity and vaccines</i> <i>Design of immunogenic vaccines</i> <i>Other vaccines</i> <i>Protein engineering in vaccine design</i> <i>Part 3. Applications and practical issues</i> <i>Considerations on immune drug discovery and development</i>
Justificación del % de contenidos de la asignatura ETSIT cubiertos por asignaturas de destino. <i>Se cubren todos los contenidos de la asignatura puesto que se realiza un estudio de las células y del genoma para la ingeniería de tejidos y de sistema inmune.</i>	



POLITÉCNICA

ETSIT
ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN
UPM



<i>Laboratorio de materiales biológicos y biomateriales (4 ECTS)</i>	<i>Structural Biology (4 ECTS)</i>	<i>Structural mechanics for SV (4 ECTS)</i>
Semestre: 2º	Semestre: 2º	Semestre: 1º
	Grado/Máster al que pertenece: <i>Life Sciences Engineering Master</i>	Grado/Máster al que pertenece: <i>Life Sciences Engineering Master</i>
	Prerrequisitos: <i>Ninguno, termodinámica, Matemáticas</i>	Prerrequisitos: <i>Mechanics, vector and tensor math.</i>
	Justificación de cumplir prerrequisitos: <i>Curso de asignaturas como Física I y Física II, Biología Celular y Tisular, Cálculo I y Ampliación de Cálculo</i>	Justificación de cumplir prerrequisitos: <i>Curso de asignaturas Álgebra, Fundamentos de Biomecánica y Biomecánica de medios continuos</i>
Contenido: <i>En esta asignatura se aborda la caracterización estructural y mecánica de algunos materiales biológicos y biomateriales. Con este objetivo se realizarán prácticas en las que se estudiará el comportamiento mecánico mediante ensayos de tracción y de compresión. También se realizarán prácticas de espectroscopía infrarroja o de otras técnicas de caracterización microestructural. Para el análisis de los datos obtenidos en laboratorio es necesario abordar la teoría de errores y la verificación de hipótesis estadísticas, así como el método de mínimos cuadrados lineales y no lineales.</i>	Contenido relacionado: <i>The course will focus on the following topics:</i> <i>1. Structure: intermolecular interactions, structure of biomolecules, experimental methods in structural biology (i.e., X-ray crystallography, NMR, cryo-electron microscopy), structural classification, protein structure prediction using genomic data and machine learning.</i> <i>2. Dynamics: elements of statistical mechanics, molecular mechanics of biomolecules, molecular simulations, molecular binding and free energy calculations.</i> <i>3. Selected topics: protein design and engineering; protein folding, molecular docking, integrative modeling; structure-based drug discovery, machine learning for structural biology.</i> <i>Practicals and projects will run in parallel to lectures to have a first-hand experience on molecular visualization, major structural biology techniques, molecular modeling, protein design, biomolecular mechanics and dynamics, structure-based drug</i>	Contenido relacionado: <i>• review of equilibrium ridged body mechanics</i> <i>• strain & stress in one dimension</i> <i>• strain & stress in higher dimensions</i> <i>• stress concentrations</i> <i>• torsion</i> <i>• transformation of stress and strain</i> <i>• stress and strain in beams (shear and bending moments)</i> <i>• beam bending</i> <i>• buckling</i>



POLITÉCNICA

ETSIT
ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN
UPM



	<i>design, protein interaction networks, macromolecular assemblies, protein structure predictions using AlphaFold.</i>	
Justificación del % de contenidos de la asignatura ETSIT cubiertos por asignaturas de destino. <i>Estas dos asignaturas se complementan y cubren la totalidad de los contenidos de esta asignatura, ya que Structural Mechanics proporciona el estudio de materiales y su resistencia, y Structural Biology cubre el estudio molecular y la aplicación mediante proyectos, como en la asignatura de origen.</i>		



POLITÉCNICA

ETSIT
ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACION
UPM



Biosensores (4 ECTS)	Sensors in medical instrumentation (3 ECTS)
Semestre: 2º	Semestre: 2º
	Grado/Máster al que pertenece: <i>Life Sciences Engineering Master</i>
	Prerrequisitos: <i>Conocimientos de electrónica con sus correspondientes aplicaciones en las prácticas de laboratorio.</i> <i>Conocimientos básicos de física.</i>
	Justificación de cumplir prerrequisitos: <i>Curso de asignaturas como. Física I, Física II, Fundamentos de Electrónica y Sistemas Electrónicos</i>
Contenido: <i>Conocer los tipos de biosensores y sus posibles aplicaciones.</i> • Biosensores electroquímicos • Biosensores electromagnéticos • Biosensores electroacústicos y electromecánicos. • Biosensores ópticos • Sistemas de biosensores	Contenido relacionado: 1. <i>Electrode sensors</i> <i>Action potentials</i> <i>Nernst equation, Hodgkin-Huxley model, action potential, voltage clamp</i> <i>Biopotentials</i> <i>ECG (electrocardiogram), EEG (electroencephalogram), ExG (other electrogram), ECGi (ECG imaging)</i> <i>Bioimpedances</i> <i>Impedance model, impedance plethysmography, impedance spectroscopy, EIT (electrical impedance tomography), PAP (pulmonary artery pressure)</i> <i>Basic safety of ME equipment</i> <i>Regulations, 60601-1, MOP, applied part and patient connections, leakage and auxiliary currents, defibrillator-proof</i> <i>Electrodes</i> <i>Electrode model, motion artefacts, noise, dry electrodes, potential and current electrodes</i> <i>Metrology of biopotentials</i> <i>EM interferences, shielding, neutral electrode, common mode, defibrillation and ESD protections</i> <i>Metrology of bioimpedances</i> <i>Bipolar and tetrapolar methods, bi-electrodes, AM, IQ demodulation, leakage, shielding</i> 2. <i>Optical sensors</i>



POLITÉCNICA

ETSIT
ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN
UPM



	<i>Photo-plethysmography</i> <i>PPG, oHRM, ambient light, volume clamp blood pressure, optical blood pressure, SpO2</i> <i>NIRS (near infrared spectroscopy)</i> <i>Basic NIRS, differential NIRS</i> <i>3. Resistive sensors</i> <i>Thermistor and its biomedical applications; strain gage for the measurement of blood pressure; force and accelerations of the body</i> <i>4. Inductive sensors</i> <i>Simple and mutual inductance and its medical applications</i> <i>5. Capacitive sensors</i> <i>Respiratory flow measurement by the gradient of pressure</i> <i>6. Piezoelectric sensors</i> <i>Force platform, accelerometer, angular rate sensor for the measurement of tremors and body movements, ultrasound transducer measurement of pressure and flow rate</i>
Justificación del % de contenidos de la asignatura ETSIT cubiertos por asignaturas de destino. <i>Se cubren gran parte de los contenidos de la asignatura puesto que realiza un análisis profundo de los diferentes sensores aplicados al cuerpo humano además de algunos fundamentos de fisiología. Se cubren las competencias básicas que han de adquirirse en dicha asignatura.</i>	



POLITÉCNICA

ETSIT
ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN
UPM



Desarrollo de dispositivos médicos (4 ECTS)	Legged robots (4 ECTS)
Semestre: 2º	Semestre: 1º
	Grado/Máster al que pertenece: <i>Mechanical Engineering Master</i>
	Prerrequisitos: <i>Ninguno, Matlab</i>
	Justificación de cumplir prerrequisitos: <i>Curso de asignaturas como Modelos numéricos en biomedicina, Sistemas y Señales para Matlab, Señales biomédicas.</i>
Contenido: <i>La asignatura pretende aportar a los alumnos una metodología sistemática para el desarrollo de dispositivos médicos, soluciones protésicas, ortésicas, ayudas ergonómicas y, en general, cualquier sistema biomédico capaz de interactuar con el organismo humano. Sirve también como ejemplo de metodología de cara a preparar a los alumnos para afrontar el futuro desarrollo de sus proyectos fin de máster con mayores garantías de éxito. Se plantea siguiendo un enfoque de aprendizaje basado en proyectos. Los alumnos trabajarán en equipos viviendo el proceso completo de desarrollo de un dispositivo médico, desde las fases de detección de una necesidad y de diseño conceptual, hasta la ingeniería de detalle, incluyendo la construcción de prototipos sobre los que analizar las decisiones de diseño tomadas y proponer mejoras</i>	Contenido relacionado: <i>History of legged robotics, including two-, four-, and multi-legged robots Review of mechanical structures of legged robots, passive and dynamic walkers Background concepts: dynamic versus static stability, different stability criteria (e.g. Zero-Moment Point ZMP, capturability, ...), energy consumption, cost of transport (COT), state estimation. Simple models of locomotion: rimless wheel, inverted pendulums, linear inverted pendulum (LIP), spring-loaded inverted pendulum (SLIP), template versus anchor models Analysis of different control approaches: trajectory-based methods, virtual leg control, virtual model control, hybrid-zero dynamics, optimal control, planning approaches, approaches based on reinforcement learning, and bioinspired approaches. Critical literature review and presentation: Students will read several important articles in the field, and present them to the class. Numerical exercises: The course will also involve numerical exercises in which students will develop their own controllers for simulated legged robots (with weekly sessions with assistants and the professor).</i>
Justificación del % de contenidos de la asignatura ETSIT cubiertos por asignaturas de destino. <i>Teniendo en cuenta que la asignatura de destino está más enfocada a la mecánica y electrónica, en esta se estudian y desarrollan extremidades robotizadas, cosa que resulta muy útil en nuestra carrera. Lo más importante es el hecho de diseñar y desarrollar dispositivos enfocados a la marcha, sobre todo la parte que se asemeja al diseño de una prótesis. La parte más biológica y destinada a los biomateriales se vería complementada con las asignaturas Structural biology y Structural mechanics for SV</i>	



POLITÉCNICA

ETSIT
ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN
UPM



Laboratorio de biomecánica (4 ECTS)	Computational motor control (4 ECTS)
Semestre: 2º	Semestre: 2º
	Grado/Máster al que pertenece: <i>Life Sciences Engineering</i>
	Prerrequisitos: <i>Ninguno, Python, Matlab.</i>
	Justificación de cumplir prerrequisitos: <i>Curso de asignaturas como Modelos numéricos en biomedicina, Sistemas y Señales para Matlab, ARSO.</i>
Contenido: <i>La asignatura tiene por objetivo que los alumnos aprendan el manejo y la aplicación de las herramientas de análisis biomecánico actuales (sistemas de captura del mov 3D, Plataformas de Fuerza, Electromiografía de Superficie). Se estudiará la marcha mediante prácticas reales de análisis biomecánico</i> <i>1. Sistemas de Captura automática del movimiento en 3D</i> <i>2. Análisis Cinemático de la Marcha</i> <i>3. Estudio de las Fuerzas de Reacción</i> <i>4. Análisis Dinámico de la Marcha</i> <i>5. Actividad Muscular durante la Marcha</i>	Contenido relacionado: <i>• General concepts: Importance of numerical models in a scientific approach, introduction to nonlinear dynamical systems and neural network models.</i> <i>• Numerical models of motor systems : Neural network models of control of locomotion, rhythm generation in central pattern generators, reflexes, force fields, sensory-motor coordination, and balance control.</i> <i>• Numerical models of the musculo-skeletal system: muscle models, biomechanical models of locomotion, gait classification, applications to bio-inspired robots.</i> <i>• Numerical models of arm movements: invariants of human arm movements, different hypotheses about human motor control: inverse models and equilibrium point hypothesis. Muscle synergies.</i> <i>• Numerical models of sensory systems : Proprioception and vestibular system. Visual processing in the retina, salamander and primate visual systems, applications to machine vision.</i> <i>• Neuroprosthetics: short overview of current developments, analysis of how modeling can be used to improve interfaces between machines and the central nervous system</i> <i>• Numerical exercises: The course will also involve numerical exercises in which students will develop their own numerical simulations of sensory-motor systems in Python and in a dynamical robot simulator (with weekly sessions with assistants and the professor).</i>
Justificación del % de contenidos de la asignatura ETSIT cubiertos por asignaturas de destino. <i>La asignatura de destino trata, desde un punto de vista algo más computacional, del estudio de los movimientos de las articulaciones con su cinemática y fuerzas y del comportamiento mecánico a partir de datos experimentales. Mientras tanto, la asignatura de la ETSIT trata eso mismo, pero de un modo más aplicado al estudio de la marcha. Por ello un 80% de los créditos de la asignatura de la ETSIT quedan cubiertos.</i>	



POLITÉCNICA

ETSIT
ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACION
UPM



Trabajo Fin de Grado (12 ECTS)	Lab Immersion III (12 ECTS)
Semestre: 1º y 2º	Semestre: 1º Y 2º
Contenido: <i>El Trabajo Fin de Grado (TFG) es un trabajo realizado por el alumno bajo la dirección de un tutor, que tiene por objetivo la aplicación por parte de aquél de los conocimientos adquiridos, de las experiencias acumuladas, de sus dotes de creatividad y originalidad y de sus habilidades personales a la solución de problemas reales, al desarrollo de ideas, modelos o prototipos, a la realización de estudios técnicos, etc. Todo ello en el ámbito temático propio de la Titulación.</i>	Contenido relacionado: <i>A typical project will involve "hands-on" wetlab experimentation and data analysis, although theoretical and computationally-oriented projects are also possible. The projects are available on the web sites of SV laboratories (including core facilities) or discussed directly with a potential head of lab.</i> <i>The students are confronted with the realization of a laboratory-based project integrating specific aspects of life sciences engineering.</i> <i>This project will allow them to apply, to concrete problems, skills of domain and transversal skills acquired during their studies.</i> <i>Projects have to be done in an EPFL lab.</i>
Justificación del % de contenidos de la asignatura ETSIT cubiertos por asignaturas de destino. <i>Con la asignatura de LAB IMMERSION III se cubren las mismas competencias de el TFG, ya que se aplican los conocimientos adquiridos a la elaboración de una memoria.</i>	