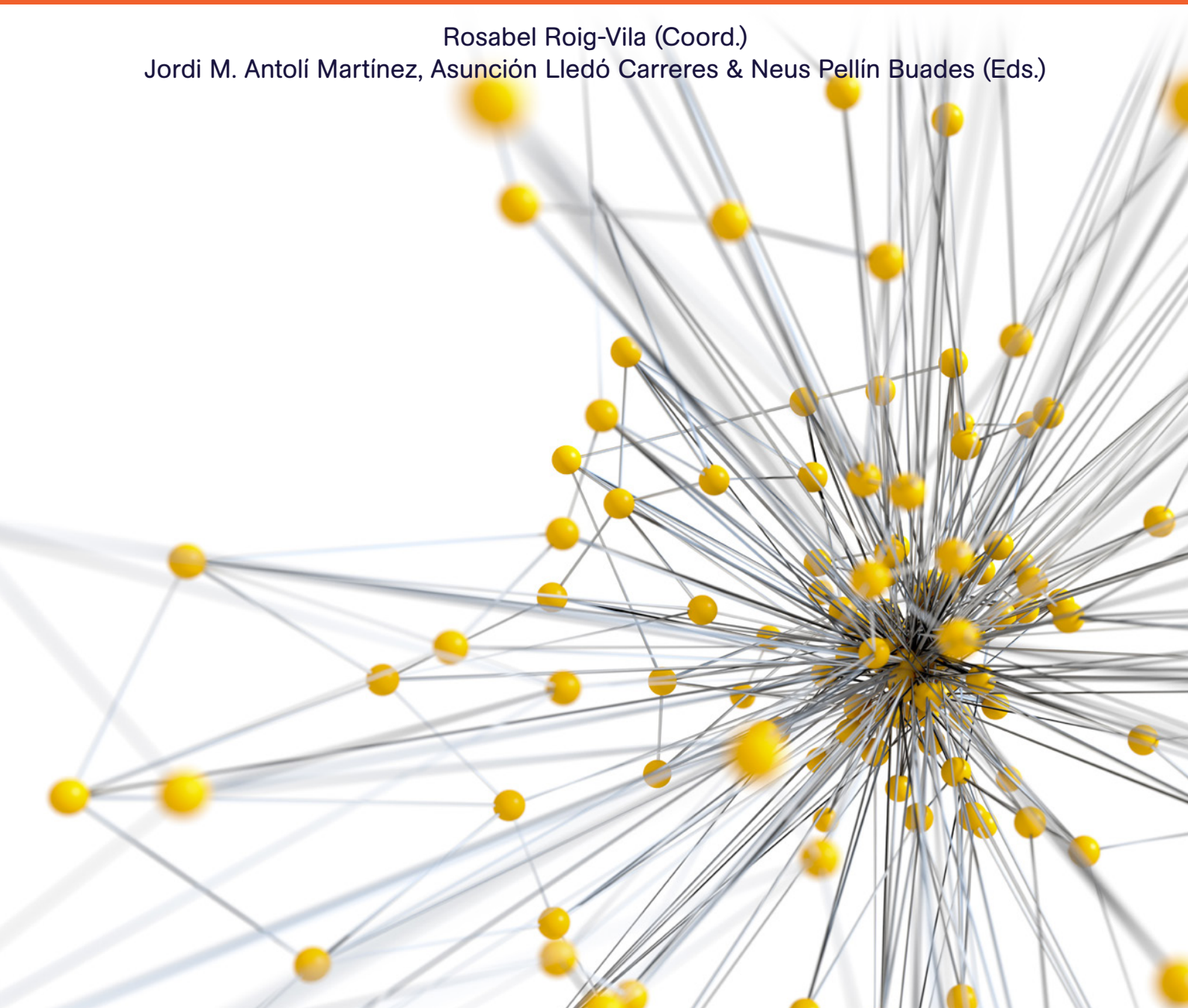


Memòries del Programa de Xarxes-I<sup>3</sup>CE de qualitat,  
innovació i investigació en docència universitària.  
Convocatòria 2016-2017

Rosabel Roig-Vila (Coord.)  
Jordi M. Antolí Martínez, Asunción Lledó Carreres & Neus Pellín Buades (Eds.)



Memorias del Programa de Redes-I<sup>3</sup>CE de calidad,  
innovación e investigación en docencia universitaria.  
Convocatoria 2016-17

Memorias del Programa de Redes-I<sup>3</sup>CE  
De calidad, innovación e investigación  
en docencia universitaria.  
Convocatoria 2016-17

Rosabel Roig-Vila (Coord.), Jordi M. Antolí Martínez, Asunción Lledó Carreres &  
Neus Pellín Buades (Eds.)

Memòries de les xarxes d'investigació en docència universitària pertanyent al Programa Xarxes-I3CE d'Investigació en docència universitària del curs 2016-17 / *Memorias de las redes de investigación en docencia universitaria que pertenece al Programa Redes -I3CE de investigación en docencia universitaria del curso 2016-17.*

Organització: Institut de Ciències de l'Educació (Vicerectorat de Qualitat i Innovació Educativa) de la Universitat d'Alacant / *Organización: Instituto de Ciencias de la Educación (Vicerrectorado de Calidad e Innovación Educativa) de la Universidad de Alicante*

Edició / *Edición*: Rosabel Roig-Vila (Coord.), Jordi M. Antolí Martínez, Asunción Lledó Carreres & Neus Pellín Buades (Eds.)

Comité tècnic / *Comité técnico*:  
Neus Pellín Buades

Revisió i maquetació: ICE de la Universitat d'Alacant / *Revisión y maquetación: ICE de la Universidad de Alicante*

Primera edició: / *Primera edición*:

© De l'edició/ *De la edición*: Rosabel Roig-Vila , Jordi M. Antolí Martínez, Asunción Lledó Carreres & Neus Pellín Buades.

© Del text: les autores i autors / *Del texto: las autoras y autores*

© D'aquesta edició: Institut de Ciències de l'Educació (ICE) de la Universitat d'Alacant / *De esta edición: Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) de la Universidad de Alicante*

ice@ua.es

ISBN: 978-84-697-6536-4

Qualsevol forma de reproducció, distribució, comunicació pública o transformació d'aquesta obra només pot ser realitzada amb l'autorització dels seus titulars, llevat de les excepcions previstes per la llei. Adreceu-vos a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, [www.cedro.org](http://www.cedro.org)) si necessiteu fotocopiar o escanejar algun fragment d'aquesta obra. / *Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra sólo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Dirijase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, [www.cedro.org](http://www.cedro.org)) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.*

Producció: Institut de Ciències de l'Educació (ICE) de la Universitat d'Alacant / *Producción: Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) de la Universidad de Alicante*

EDITORIAL: Les opinions i continguts de les memòries publicades en aquesta obra són de responsabilitat exclusiva dels autors. / *Las opiniones y contenidos de las memorias publicadas en esta obra son de responsabilidad exclusiva de los autores.*

# 3822\_Coordinación y evaluación de la implantación del segundo curso de Ingeniería Robótica

D. García, P. Gil, B. Beléndez, F. A. Candelas, R. S. Cova, S. A. Cuenca, S. Ivorra, T. Martínez, M. Moreno, J. Pomares, I. Sánchez, F. Torres

*Escuela Politécnica Superior*

*Universidad de Alicante*

## RESUMEN

En el curso 2015-16 se implantó el Grado en Ingeniería Robótica en la Universidad de Alicante. Esta titulación, que ha tenido una gran demanda en sus dos cursos de existencia, aborda de manera transversal conceptos y técnicas de disciplinas de tecnología, matemáticas y ciencia. En este estudio analizamos cómo ha resultado la implantación del segundo curso en 2016-2017. El objetivo es detectar dificultades en los primeros años de implantación, como solapes de contenidos entre asignaturas o carencia de los mismos, para poder subsanarlas en cursos posteriores. El presente trabajo se enmarca en el seno del Programa de Redes-I<sup>3</sup> CE de investigación en docencia universitaria del Vicerrectorado de Calidad e Innovación Educativa-Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad de Alicante (convocatoria 2016-17), Ref.: 3822.

### Palabras clave:

Grado de robótica: materiales, tecnología eléctrica y electrónica, procesadores, automática, robots, sensores, segundo curso

## 1. INTRODUCCIÓN

En el curso 2015-16 se implantó la nueva titulación de Grado en Ingeniería Robótica en la Universidad de Alicante. Este grado es el primero en el territorio nacional de estas características, y abarca técnicas y teorías de disciplinas como la automática, electrónica, la informática, la mecánica entre otras. Este tipo de competencias están muy demandadas por las empresas e industria, y quizá por eso la titulación ha tenido una alta demanda en sus dos primeros años de vida. El grado consta de cuatro cursos de 60 créditos cada uno. El total de 240 créditos está dividido en asignaturas de Formación básica (60 créditos), Obligatorias (162 créditos), Optativas (6 créditos) y un Trabajo Fin de Grado (12 créditos).

La Figura 1 muestra la estructura resumida de la titulación. Se puede consultar con más detalle en [GIR, 2016].

**ESTRUCTURA DEL PLAN DE ESTUDIOS POR TIPO DE MATERIA**

TIPO DE MATERIA	CREDITOS
Formación básica (FB)	60
Obligatorias (OB)	162
Opcionales (OP)	0
Trabajo Fin de Grado	12
<b>Total créditos</b>	<b>240</b>

**DISTRIBUCIÓN POR CURSOS**

PRIMER CURSO		SEGUNDO CURSO		TERCER CURSO		CUARTO CURSO	
Semestre 1	Semestre 2	Semestre 3	Semestre 4	Semestre 5	Semestre 6	Semestre 7	Semestre 8
Fundamentos de Matemática Aplicada I 6 ECTS	Fundamentos de Matemática Aplicada II 6 ECTS	Ampliación de Matemática Aplicada 6 ECTS	Resistencia de Materiales 6 ECTS	Automatización 6 ECTS	Sistemas Inteligentes 6 ECTS	Manipuladores 6 ECTS	Sistemas Multirobot 6 ECTS
Fundamentos Físicos de la Ingeniería I 6 ECTS	Fundamentos Físicos de la Ingeniería II 6 ECTS	Ampliación de Física 6 ECTS	Fundamentos de Automática 6 ECTS	Ingeniería de Control 6 ECTS	Comunicaciones 6 ECTS	Robots Móviles 6 ECTS	Proyectos de Sistemas Robóticos 6 ECTS
Fundamentos Químicos de la Ingeniería 6 ECTS	Computadores 6 ECTS	Tecnología de Materiales 6 ECTS	Procesadores Integrados 6 ECTS	Algoritmia 6 ECTS	Programación de Robots 6 ECTS	Robótica de Servicios 6 ECTS	Trabajo Fin de Grado 12 ECTS
Programación I 6 ECTS	Programación II 6 ECTS	Tecnología Eléctrica 6 ECTS	Mecanismos y Modelado de Robots 6 ECTS	Visión por Computador 6 ECTS	Control de Robots 6 ECTS	Teleoperación 6 ECTS	
Expresión Gráfica 6 ECTS	Iniciación a la Ingeniería Robótica 6 ECTS	Tecnología Electrónica 6 ECTS	Sensores e Instrumentación 6 ECTS	Sistemas Embebidos 6 ECTS	Sistemas de Percepción 6 ECTS	Empresa 6 ECTS	<b>A elegir entre:</b> - Inglés - Prácticas Externas 6 ECTS

0) Previamente a la evaluación del trabajo de fin de grado el alumno debe acreditar el dominio de un idioma extranjero. Entre otras formas de acreditación, en la Universidad de Alicante se considera necesario superar como mínimo el nivel B1 del Marco de Referencia Europeo para las lenguas modernas y se recomienda el B2. El nivel mínimo B1 se considera transitorio y podrá modificarse cuando se considere oportuno.

Figura 1. Estructura del plan de estudios del grado de Ingeniería Robótica

En cuanto al contenido del segundo curso, se detalla a continuación los contenidos de cada una de las asignaturas, recogidos en la memoria de verificación del grado enviada a la ANECA [Varios autores, 2016]:

**FORMACIÓN BÁSICA**

33711 - AMPLIACIÓN DE MATEMÁTICA APLICADA: Números complejos. Límites, derivadas, funciones analíticas. Integración compleja, teorema de la integral de Cauchy. Series funcionales. Aplicaciones. Residuos y polos. Transformaciones conformes. Aplicaciones. Introducción a las ecuaciones diferenciales en derivadas parciales.

33712 - AMPLIACIÓN DE FÍSICA: Cinemática del sólido rígido: movimiento plano y tridimensional. Dinámica del sólido rígido: momentos y productos de inercia. Traslación, rotación y movimiento plano cualquiera. Dinámica del sólido rígido en tres dimensiones. Vibraciones mecánicas: libres, amortiguadas y forzadas.

**OBLIGATORIAS**

33713 - TECNOLOGÍA DE MATERIALES: Propiedades generales de los materiales. Materiales metálicos: Estructura, fabricación y procesado, propiedades en función de la estructura obtenida, materiales metálicos de aplicación en robótica. Materiales poliméricos: Estructura, fabricación y procesado, propiedades en función de la estructura obtenida, materiales poliméricos de aplicación en robótica. Materiales compuestos: Estructura, fabricación y procesado, propiedades en función de la estructura obtenida, materiales compuestos de aplicación en robótica. Materiales Inteligentes.

33714 - TECNOLOGÍA ELÉCTRICA: Teoría de circuitos: Componentes pasivos y activos (Fuentes



de tensión y corriente), Análisis de circuitos de CC, CA y respuesta transitoria, Circuitos magnéticos, Acoplamientos, Relés. Actuadores Eléctricos: Transformadores, Motores de corriente continua, Motores de corriente alterna, Motor paso a paso, Motor lineal.

33715 - TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA: Circuitos electrónicos: Diodos, transistores y otros componentes electrónicos, Amplificadores operacionales (AO), Análisis de circuitos con AO, Ruido en circuitos electrónicos. Fuentes de energía: Electrónica de potencia, Fuentes de alimentación conmutadas, Baterías, Células solares.

33716 - RESISTENCIA DE MATERIALES:

El sólido elástico. Hipótesis simplificativas en elasticidad y resistencia de materiales. Principios y teoremas fundamentales. Estados tensionales básicos. Esfuerzo axial y cortadura pura. Comportamiento elástico del sólido: tensión, deformación y ecuaciones constitutivas para materiales isótropos. Ley de Hooke. Diagramas de esfuerzos. Axil, flector, cortante, torsor. Flexión. Análisis de tensiones y movimientos. Torsión. Análisis tensional. Giros debidos a la torsión. Combinación de esfuerzos. Estabilidad elástica.

33717 - FUNDAMENTOS DE AUTOMÁTICA: Identificación de sistemas y función de transferencia. Modelado de sistemas dinámicos. Estabilidad. Análisis e identificación de la respuesta temporal. Análisis de la respuesta transitoria. Lugar de las raíces.

33718 - PROCESADORES INTEGRADOS: Sistema de E/S. Sistema de memoria. Periféricos. Buses. Procesadores digitales de señal.

33719 - MECANISMOS Y MODELADO DE ROBOTS: Conocer los diferentes subsistemas mecánicos y mecanismos que forman parte de la estructura de un robot. Comprender las funcionalidades de los mecanismos y subsistemas mecánicos. Conocer los principales sistemas matemáticos de representación de localización espacial. Ser capaz de modelar y simular cinemáticamente un robot, distinguiendo entre espacio articular y cartesiano. Ser capaz de resolver el problema cinemático directo e inverso de un robot. Saber aplicar la cinemática de movimiento. Ser capaz de resolver y simular la dinámica de un robot, distinguiendo entre varias formulaciones. Saber aplicar herramientas de análisis, diseño y simulación de la cinemática y la dinámica para estructuras, mecanismos, elementos de máquinas y robots reales. Saber identificar las principales técnicas de modelado y simulación de robots.

33720 - SENSORES E INSTRUMENTACIÓN: Sensores e instrumentación

Acondicionamiento de señal. Estándares. Sensores ópticos. Sensores de posición, velocidad y aceleración. Sensores de localización y orientación. Sensores de fuerza, par y presión. Sensores táctiles. Detectores de proximidad. Sistemas de adquisición de datos. Instrumentación.

Como este grado es novedoso en España, no existen datos de implantaciones previas, por lo que es necesario analizar cómo ha ido el primer año de implantación del segundo curso para detectar posibles deficiencias metodológicas y de contenido con objetivo de mejorar en el próximo curso. En especial, parece oportuno coordinar los contenidos de las asignaturas para evitar posibles solapes o carencias, y vigilar que la carga de trabajo de las asignaturas para el alumnado esté equilibrada. En cualquier caso, el objetivo de este estudio es alcanzar una de las metas del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) como es garantizar la calidad docente en las universidades [EEES, 2003]

[EEES, 2012].

## **2. METODOLOGÍA**

El primer paso para analizar la implantación del segundo curso del grado ha sido el intercambio de impresiones entre los profesores responsables de la asignatura y dos delegados de los estudiantes. Para ello se realizaron dos reuniones entre todos a lo largo del curso donde se pudo recabar información de primera mano. Estas reuniones han sido de gran interés porque han permitido, por un lado, conocer las impresiones del alumnado sobre las asignaturas, que recordemos se impartían por primera vez, y así poder corregir ciertos aspectos prácticos en las dinámicas de las asignaturas. Por otro lado, los profesores han podido explicar al alumnado en un ambiente distendido el porqué de ciertas decisiones, enmarcándolas en el marco global del grado.

Al final del curso, los profesores rellenaron unas fichas donde se recogían las métricas más importantes de las asignaturas, como son la cobertura del temario de las asignaturas (ver la sección anterior), el número de alumnos aprobados, suspensos, matrículas de honor y abandonos. Debido a los plazos del Programa de Redes-I<sup>3</sup> CE de investigación en docencia universitaria del Vicerrectorado de Calidad e Innovación Educativa-Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad de Alicante en el que se enmarca este estudio, sólo se ha podido recabar dicha información para la primera convocatoria. Además, el alumnado también ha rellenado una ficha para cada asignatura donde comentan sus impresiones en lo relativo a la carga de trabajo de las asignaturas o las carencias de conocimientos que han encontrado a la hora de abordarlas.

Toda la información recogida nos ha permitido tener una visión bastante completa sobre la implantación del segundo curso del Grado en Ingeniería Robótica.

## **3. RESULTADOS**

Las impresiones generales de los profesores es que los estudiantes de este curso han sido bastante buenos, encontrando incluso algunos estudiantes brillantes. Un dato donde se refleja el buen hacer del alumnado es en el porcentaje de estudiantes aprobados en primera convocatoria, que ha sido del 77% entre presentados a los exámenes finales y del 70% entre los matriculados. Nótese que el promedio de abandono ha estado en el 10%. Y un dato que muestra la excelencia de ciertos estudiantes es que se ha concedido el 67% de las matrículas de honor posibles. Las figuras 2 y 3 muestran estos porcentajes detallados para cada asignatura.

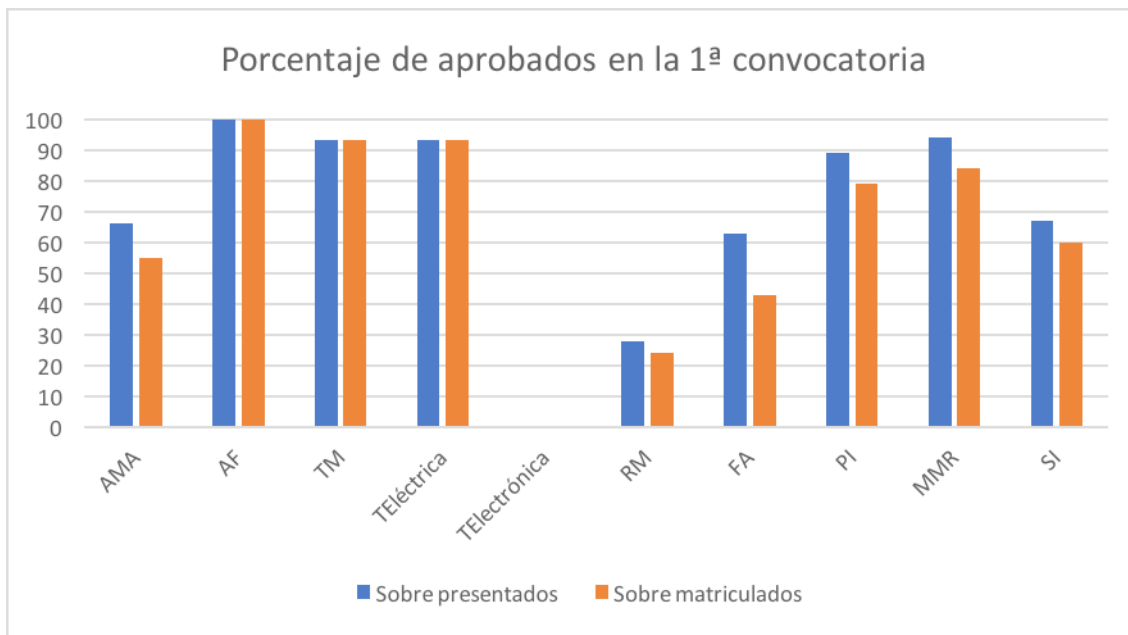


Figura 2. Porcentaje de aprobados en la 1ª convocatoria sobre estudiantes presentados a los exámenes finales (barras azules) y sobre estudiantes matriculados (barras naranjas), para cada una de las asignaturas: Ampliación de Matemática Aplicada (AMA), Ampliación de Física (AF), Tecnología de Materiales (TM), Tecnología Eléctrica (TEléctrica), Tecnología Electrónica (TElectrónica), Resistencia de Materiales (RM), Fundamentos de Automática (FA), Procesadores Integrados (PI), Mecanismos y modelado de Robots (MMR), Sensores e instrumentación (SI). Nótese que para la asignatura de Tecnología Electrónica no hay datos.

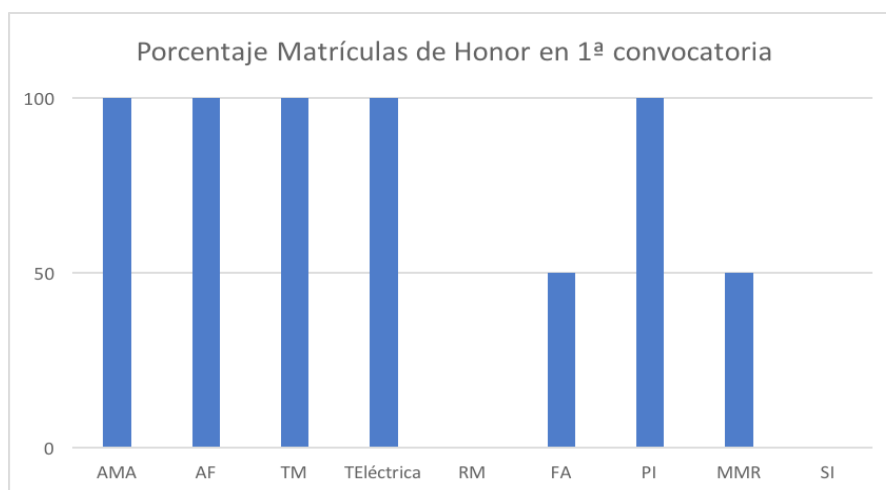


Figura 3. Porcentaje de matrícula de honor concedidas en la 1ª convocatoria del total de posibles. El código de las asignaturas es el mismo que en la Figura 2.

Respecto a al alumnado, sus impresiones han sido de gran importancia y servirán de guía para corregir o modificar ciertos aspectos concretos de las asignaturas. En concreto, gracias a sus comentarios se han detectado ciertos huecos formativos entre algunas asignaturas que se intentarán corregir el próximo curso. No obstante, la impresión general de los estudiantes ha sido buena. Por ejemplo, en la ficha que debían rellenar los estudiantes se les preguntó sobre la carga de trabajo de cada una de las asignaturas y podían contestar ‘Muy escasa’, ‘Escasa’, ‘Equilibrada’, ‘Excesiva’



y ‘Muy excesiva’, teniendo en cuenta que a cada hora de clase le corresponde hora y media de estudio fuera del aula. En 6 de las 10 asignaturas han considerado que la carga de trabajo ha sido equilibrada (ver Figura 4). De las cuatro restantes, dos han tenido una carga excesiva y dos, escasa y muy escasa, respectivamente. El curso que viene se intentará contrapesar la carga de las asignaturas menos equilibradas, aunque para ser el primer año de implantación consideramos que el resultado es bastante bueno.



Figura 4. Impresiones de los estudiantes respecto a la carga de trabajo de las asignaturas: Muy escasa, -2; Escasa, -1; Equilibrada, 0; Excesiva, 1; Muy excesiva, 2'. El código de las asignaturas es el mismo que en la Figura 2.

Respecto a la impartición del temario previsto, en general se han cubierto los contenidos planificados sin mayores incidencias.

#### 4. CONCLUSIONES

Los resultados del apartado anterior nos hacen estar satisfechos con el primer año de implantación del segundo curso del Grado en Ingeniería Robótica, aunque somos conscientes de que hay ciertos aspectos que todavía se pueden mejorar. En general, hay una sensación entre el profesorado de estar trabajando con estudiantes motivados y preparados, lo cual hace que el trabajo sea satisfactorio. Este hecho es un aliciente para conseguir una mayor implicación del profesorado, lo que es de esperar que motive, a su vez más, a los estudiantes y de este modo, que se generen sinergias que mejoren aún más el grado en el futuro. Quizá un aspecto clave en el rendimiento y calificaciones del alumnado sea el hecho de que la carrera tiene actualmente una gran demanda, lo que se traduce en notas de acceso altas.

#### 5. TAREAS DESARROLLADAS EN LA RED

PARTICIPANTE DE LA RED	TAREAS QUE DESARROLLA
------------------------	-----------------------

D. García	Participación en las discusiones de la red y recopilación de información. Coordinación y diseño del estudio, análisis de los datos y redacción de la memoria
P. Gil	Participación en las discusiones de la red y recopilación de información. Coordinación y diseño del estudio, análisis de los datos y redacción de la memoria
B. Beléndez	Participación en las discusiones de la red y recopilación de información
F. A. Candelas	Participación en las discusiones de la red y recopilación de información
R. S. Cova	Participación en las discusiones de la red y recopilación de información
S. A. Cuenca	Participación en las discusiones de la red y recopilación de información
S. Ivorra	Participación en las discusiones de la red y recopilación de información
T. Martínez	Participación en las discusiones de la red
M. Moreno	Participación en las discusiones de la red y recopilación de información
J. Pomares	Participación en las discusiones de la red y recopilación de información
I. Sánchez	Participación en las discusiones de la red y recopilación de información
F. Torres	Participación en las discusiones de la red y recopilación de información

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[GIR, 2016] disponible en:

<http://cvnet.cpd.ua.es/webcvnet/planestudio/planestudiond.aspx?plan=C211&lengua=C>

[Varios autores, 2016]. *Memoria verificada del grado de Ingeniería Robótica de la Universidad de Alicante*. Alicante URL: <http://utc.ua.es/es/documentos/sgic/sgic-eps/grados/memoria-verificada/c211-memoria-verificada.pdf>

[EEES, 2003] Comunicado de ministros de educación reunidos en Berlín (Septiembre, 2003)

[EEES, 2012] Comunicado de ministros de educación reunidos en Bucarest (Abril, 2012)