

## 5. Planificación de la enseñanza

### 5.1. Estructura de las enseñanzas. Explicación general de la planificación del plan de estudios.

#### 5.1.1 Objetivos

El objetivo principal del “Máster Universitario en Automatización, Electrónica y Control Industrial” **MUAECI**, es formar profesionales con competencias para diseñar, desarrollar e implementar sistemas automatizados para procesos industriales que aporten valor añadido en un contexto de fabricación avanzada, maximizando los estándares de productividad de acuerdo a criterios de integridad personal, seguridad y respeto medioambiental, e integrando tecnologías de vanguardia en el campo de la automatización y del control industrial.

Las competencias adquiridas por el alumno en este máster deben incrementar y ampliar las ya adquiridas por él en el grado, siendo su principal objetivo capacitar al egresado para no solo aplicar las tecnologías más avanzadas, sino también para integrar en la industria las tecnologías emergentes, es decir, liderar de forma efectiva los recursos tecnológicos de la industria, especialmente en las áreas de la automatización y el control de procesos.

Este objetivo principal puede desplegarse en los cuatro sub-objetivos siguientes:

- SO1. Diseñar, adaptar y optimizar instalaciones industriales automatizadas propias de la fabricación avanzada que incorporen robots, manipuladores industriales, sistemas de visión artificial, así como sensores y actuadores.
- SO2. Desarrollar aplicaciones informáticas tanto sobre ordenadores industriales, como autómatas u otros controles programables en escenarios industriales de fabricación avanzada que incorporen los mecanismos de comunicación necesarios para llevar a cabo tareas que cooperan en tiempo real e interactúan con otros elementos.
- SO3. Diseñar los sistemas electrónicos necesarios para la implementación de todos los elementos implicados en una planta industrial automatizada del ámbito de la fabricación avanzada, desarrollando la plataforma software/hardware más adecuada para cada aplicación, y dotando en su caso de la inteligencia requerida.

- SO4. Diseñar, desarrollar e implementar estrategias de control automático inteligente del ámbito de la fabricación avanzada, que trascienden a las que usualmente se aplican en control de procesos.

### 5.1.2 Estructura del plan de estudios

El Máster Universitario en Automatización, Electrónica y Control Industrial requiere una dedicación por parte del estudiante de 60 créditos y está estructurado en dos semestres de 30 créditos cada uno.

- Los 30 créditos del primer semestre contienen asignaturas obligatorias.
- El segundo semestre se configura con 18 créditos obligatorios, 6 créditos del trabajo fin de máster, y otros 6 créditos de una materia optativa.

Para la adquisición de las competencias descritas en el apartado 3 previo de la presente memoria, los 60 créditos del plan de estudios están distribuidos en los tipos de materias y módulos que se recogen en las Tablas 5.1 y 5.2, acorde al Real Decreto 861/2010.

Tabla 5.1. Carácter de materias y número de créditos.

Carácter de los créditos	Créditos
Obligatorias	48
Optativas	6
Trabajo fin de máster	6

### 5.1.3 Descripción de las materias

El plan de estudios del "Máster Universitario en Automatización, Electrónica y Control Industrial" está estructurado en dos módulos, "**Automatización, Electrónica y Control Industrial**" y "**Trabajo de Fin de Máster**". En total, el plan de estudios está estructurado en 4 materias obligatorias y 1 materia optativa. Las materias obligatorias son: **Automatización industrial, Electrónica industrial, Control avanzado y Trabajo fin de máster**. La materia optativa se

denomina **Proyección profesional-investigadora**. En la tabla siguiente se relacionan las materias obligatorias con los objetivos del título, las competencias que se desarrollan y los créditos asignados.

Tabla 5.2. Materias obligatorias.

Módulo	Materia	Objetivo	Competencias Genéricas*	Competencias específicas	Créditos
Automatización, Electrónica y Control Industrial (Obligatorio)	Automatización industrial (Obligatorio)	SO1 SO2	CG1 CG5	CE1 CE2 CE3 CE4 CE5 CE6 CE7 CE8	20
	Electrónica industrial (Obligatorio)	SO3	CG1 CG5	CE9 CE10 CE11 CE12 CE13 CE14 CE15 CE16	20
	Control avanzado (Obligatorio)	SO4	CG2 CG3	CE17 CE18	8
Módulo de Trabajo Fin de Máster (mixto)	Trabajo fin de máster (Obligatorio)	SO1 SO2 SO3 SO4	CG2 CG3 CG4	CE19	6
	Proyección Profesional-Investigadora (Optativo)	SO1 SO2 SO3 SO4		CE20 CE21 CE22	6

Las materias por cada módulo son:

- Módulo de Automatización, Electrónica y Control Industrial. Obligatorio de 48 ECTS:
  - Materia Automatización industrial. Obligatoria de 20 créditos ECTS.
  - Materia de Electrónica industrial. Obligatoria de 20 créditos ECTS.
  - Materia de Control avanzado. Obligatoria de 8 créditos ECTS.
- Módulo Trabajo fin de Máster. Mixto. 12 ECTS:
  - Materia Trabajo Fin de Máster. Obligatoria de 6 ECTS, carácter TFM.
  - Materia de Proyección profesional-investigadora. Optativa de 6 ECTS.

La Tabla 5.3 describe las competencias específicas desarrolladas en cada una de las materias.

Tabla 5.3. Materias obligatorias y competencias específicas.

Materia	Competencia
<b>Automatización industrial</b>	<p>CE1. Diseñar e implementar aplicaciones para el control de sistemas industriales en la que los sistemas de comunicación desempeñan un papel fundamental.</p> <p>CE2. Proyectar, desarrollar y poner en marcha aplicaciones de automatización para industrias de proceso continuo y discreto que incluyan robots manipuladores industriales y visión artificial.</p> <p>CE1: Diseñar, programar e implementar automatismos industriales centralizados o distribuidos en procesos continuos y discretos.</p> <p>CE2: Integrar procesos continuos y discretos en un sistema de fabricación avanzado.</p> <p>CE3: Programar y planificar aplicaciones industriales de manipulación robótica en diferentes escenarios industriales.</p> <p>CE4: Integrar robots y manipuladores industriales con sistemas de visión artificial en plantas de fabricación avanzada.</p> <p>CE5: Desarrollar aplicaciones de visión artificial para la mejora y control de procesos industriales.</p> <p>CE6: Integrar sistemas de visión artificial en aplicaciones robotizadas en plantas de fabricación avanzada</p> <p>CE7: Comunicar e integrar procesos de control continuos y discretos utilizando protocolos avanzados de comunicación industrial, propietarios o abiertos.</p> <p>CE8: Interpretar e implementar estándares de comunicación a medida.</p>
<b>Electrónica industrial</b>	<p>CE3. Integrar en sistemas electrónicos programables la sensórica necesaria para controlar sistemas mecatrónicos, accionamientos eléctricos, etc.</p> <p>CE4. Diseñar e implementar aplicaciones industriales basadas en sistemas electrónicos programables tipo SoC, FPGA, DSP, etc.</p> <p>CE5. Diseñar e implementar sistemas electrónicos de potencia para accionamientos eléctricos controlados por DSP.</p> <p>CE9: Identificar y caracterizar los dispositivos electrónicos para el desarrollo de sistemas de control de electrónica de potencia.</p> <p>CE10: Modelizar y simular sistemas industriales de control de potencia avanzados.</p> <p>CE11: Adquirir y acondicionar señales eléctricas mediante sensores industriales estándar.</p> <p>CE12: Diseñar e implementar sistemas de control de potencia en tiempo real basados en DSP.</p> <p>CE13: Diseñar sistemas digitales avanzados basados en dispositivos lógicos configurables tipo FPGA mediante un lenguaje de descripción hardware.</p> <p>CE14: Diseñar sistemas digitales basados en multiprocesadores y FPGA con lenguajes de descripción hardware y herramientas CAE.</p> <p>CE15: Diseñar sistemas embebidos basados en microprocesadores avanzados de 32 bits.</p> <p>CE16: Integrar sistemas embebidos en entornos de fabricación avanzada mediante protocolos industriales.</p>
<b>Control avanzado</b>	<p>CE6. Diseñar e implementar controladores mediante sistemas de control industrial.</p> <p>CE17: Diseñar controladores para sistemas complejos, multivariables y no lineales</p> <p>CE18: Calcular, diseñar e implementar estrategias de control avanzadas en procesos industriales complejos.</p>
<b>Trabajo fin de máster</b>	<p>CE719. Realizar, presentar y defender ante un tribunal universitario un proyecto original realizado individualmente, consistente en un proyecto integral de naturaleza profesional o investigadora en el que se sintetizan las competencias adquiridas en las enseñanzas.</p>
<b>Proyección profesional-investigadora:</b>	<p>CE820. Integrarse en equipos profesionales especialistas del ámbito de la ingeniería en automatización industrial para el desarrollo de actividades vinculadas a la empresa.</p> <p>CE921. Conocer y utilizar las herramientas y metodologías adecuadas para el desarrollo de la actividad investigadora.</p> <p>CE4022. Analizar y aplicar conocimientos específicos en el ámbito de la ingeniería que permitan especializarse en una de las áreas estratégicas de la automatización, electrónica y control industrial.</p>

La materia optativa **Proyección profesional-investigadora** de 6 créditos incluye un conjunto de actividades orientadas a complementar el Proyecto fin de Máster que permiten al estudiante intensificar su formación en alguna de las áreas relacionadas con el título. Esta materia es de carácter optativa para todos los estudiantes, ya que el estudiante podrá elegir entre uno de los tres itinerarios posibles, que se describen a continuación:

- **Itinerario de prácticas externas.** Este itinerario tiene como objetivo que el estudiante lleve a cabo prácticas externas en una empresa, con la idea de que su Proyecto Fin de Máster esté estrechamente relacionado con la actividad desarrollada en la empresa. **En este contexto se garantiza la adquisición de competencias ligadas al desarrollo profesional puesto que el estudiante desarrollará diversas actividades en una empresa así como las tareas necesarias para el desarrollo de su Proyecto Fin de Máster.**
- **Itinerario de investigación.** Este itinerario incluye cursar un seminario de investigación y está especialmente diseñado para aquellos estudiantes que tengan la intención de continuar su formación con un doctorado, aunque por supuesto no es vinculante. De este modo el estudiante adquirirá competencias del ámbito de la investigación **como las técnicas documentales, metodologías para la investigación, diseño de experimentos o técnicas experimentales** que le serán de suma utilidad durante su doctorado. **Tanto las actividades formativas del seminario de investigación como el Proyecto Fin de Máster se llevará a cabo en el contexto de departamentos de I+D de empresas o centros tecnológicos en los que se desarrollan proyectos de investigación del ámbito de la Automatización, Electrónica y Control Industrial. Como ejemplo de centros donde llevar a cabo el trabajo fin de máster en un contexto profesional y orientado a la investigación podemos citar el Deusto Instituto de Tecnología (Deustotech) y Tecnalia, en los que el estudiante tendrá la oportunidad de incorporarse a algunas de las líneas de investigación del área de automatización, electrónica y control industrial. Por tanto, se garantiza la adquisición de competencias ligadas al desarrollo profesional en el ámbito de la investigación.**
- **Itinerario de intensificación.** Este itinerario tiene como objetivo intensificar la formación del estudiante en un área concreta de la Ingeniería **en Automatización, Electrónica y Control Industrial** en la que el estudiante desarrollará su Proyecto Fin de Máster. En este contexto, dicha intensificación tendrá lugar mediante trabajos académicamente dirigidos por profesionales del área elegida o mediante una asignatura especialmente diseñada para tal intensificación o mediante una asignatura de otro máster impartido en la facultad

afín a la formación en automatización, electrónica y control industrial. En este contexto se garantiza la adquisición de competencias ligadas al desarrollo profesional puesto que el estudiante desarrollará diversas actividades lideradas por profesionales de la empresa y utilizando laboratorios similares a los instalados en las empresas del área de especialización dentro de la Facultad de Ingeniería o en el Deusto Instituto de Tecnología (DeustoTech).

Finalmente, se desea remarcar que, gracias a la flexibilidad a la hora de completar estos 6 créditos junto con el proyecto fin de máster, este plan de estudios otorga al estudiante la oportunidad de configurar su currículum y su perfil profesional-investigador de acuerdo a sus inquietudes o necesidades, para el desempeño de su labor profesional en el ámbito de la automatización, electrónica y control industrial.

Las competencias específicas y las asignaturas que desarrollan la materia optativa **Proyección profesional-investigadora** se describen en la Tabla 5.4.

Tabla 5.4 Asignaturas y competencias específicas de la materia Proyección profesional-investigadora.

Asignatura	Competencia
Prácticas en empresa	CE820. Integrarse en equipos profesionales especialistas del ámbito de la ingeniería en automatización industrial para el desarrollo de actividades vinculadas a la empresa.
Seminario de investigación	CE921. Conocer y utilizar las herramientas y metodologías adecuadas para el desarrollo de la actividad investigadora.
Trabajos académicamente dirigidos	CE4022. Analizar y aplicar conocimientos específicos en el ámbito de la ingeniería en que permitan especializarse en una de las áreas estratégicas de la automatización, electrónica y control industrial.

#### 5.1.4 Asignaturas y planificación temporal

Las tablas 5.5 y 5.6 muestran las asignaturas de cada materia que se prevén impartir para la adquisición de las competencias previamente mencionadas y su distribución temporal.

Tabla 5.5 Asignaturas de cada materia.

Materia	Asignaturas	Carácter	Competencias específicas	Competencias genéricas	Créditos	
<b>Automatización industrial</b>	Redes de comunicación industriales (A1)	Obligatoria	CE4 CE7 CE8	CG1	5	20
	Automatización para industrias de proceso continuo y discreto (A2)	Obligatoria	CE1 CE2	CG1	5	
	Robótica industrial (A3)	Obligatoria	CE23 CE4	CG5	5	
	Visión artificial (A4)	Obligatoria	CE25 CE6	CG5	5	
<b>Electrónica industrial</b>	Control en tiempo real de dispositivos industriales (A5)	Obligatoria	CE311 CE412	CG5	5	20
	Diseño avanzado de sistemas digitales (A6)	Obligatoria	CE13 CE14	CG1	5	
	Sistemas embebidos (A7)	Obligatoria	CE315 CE416	CG1	5	
	Sistemas electrónicos de potencia (A8)	Obligatoria	CE59 CE10	CG5	5	
<b>Control avanzado</b>	Control avanzado y multivariable (A9)	Obligatoria	CE617	CG3	3	8
	Control industrial aplicado (A10)	Obligatoria	CE618	CG2	5	
<b>Trabajo fin de máster</b>	Proyecto fin de máster (A11)	Obligatoria	CE719	CG2 CG3 CG4	6	6
<b>Proyección Profesional- Investigadora</b>	Prácticas en empresa. (A12) Seminario de investigación. (A13) Trabajos académicamente dirigidos. (A14)	Optativa Optativa Optativa	CE820 CE922 CE1021		6	6

csv: 160410227119020937632994

Tabla 5.6 Distribución de las asignaturas en semestres.

Semestre 1		Semestre 2	
Asignatura	Créditos	Asignatura	Créditos
Diseño avanzado de sistemas digitales	5	Control en tiempo real de dispositivos industriales	5
Automatización para industrias de proceso continuo y discreto	5	Sistemas embebidos	5
Redes de comunicación industriales	5	Sistemas electrónicos de potencia	5
Robótica industrial	5	Control avanzado y multivariable	3
Visión artificial	5	Proyección profesional-investigadora <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prácticas en empresa</li> <li>• Seminario de investigación</li> <li>• Trabajos académicamente dirigidos</li> <li>• Asignatura de intensificación.</li> </ul>	6
Control industrial aplicado	5	Proyecto fin de máster	6



Como resumen de lo anterior se presenta la Tabla 5.7

Tabla 5.7 Distribución de los ECTS según semestre y carácter.

Semestre	Obligatorias	Optativas	Trabajo fin de máster	Total
1	30	0	0	30
2	18	6	6	30
Total	48	6	6	60

Este plan semestral se basa en una secuencia temporal lógica en la adquisición de las competencias: aunque no sea lo más habitual, una materia puede necesitar, en su desarrollo, conocimientos y competencias adquiridas en otra(s) asignatura(s).

El plan de estudios sigue una distribución temporal en la que las asignaturas obligatorias se cursan al principio mientras que el proyecto fin de titulación se elaborará simultáneamente al desarrollo de las asignaturas del segundo semestre.

### 5.1.5 Mapa de competencias

La Tabla 5.8 muestra la relación existente entre competencias básicas del RD (CB) y las competencias genéricas de la UD:

Tabla 5.8 Mapa de competencias genéricas y básicas

	CB6	CB7	CB8	CB9	CB10
CG1					X
CG2				X	
CG3				X	
CG4			X		
CG5	X	X			

La Tabla 5.9 muestra la relación existente entre asignaturas y competencias genéricas y específicas.

Tabla 5.9 Mapa de competencias y asignaturas

		<b>Asignaturas (ver Tabla 5.4 para leyenda de asignaturas)</b>													
		Mat. Automatización				Mat. Electrónica industrial				Mat. Control avanzado		Mat. PFM	Mat. Proyección profesional-investigadora		
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14
<b>Competencias básicas, genéricas y específicas</b>	CE1	x													
	CE2		x	x	x										
	CE3					x	x	x							
	CE4					x	x	x							
	CE5								x						
	CE6									x	x				
	CE7											x			
	CE8												x		
	CE9													x	
	CE10														x
	CG1	x	x				x	x							
	CG2										x	x			
	CG3									x		x			
	CG4											x			
	CG5			x	x	x			x						
	CB6	x	x	x	x	x	x	x	x						
	CB7	x	x	x	x	x	x	x	x						
	CB8											x			
	CB9									x	x	x			
	CB10	x	x	x	x	x	x	x	x						

		Asignaturas (ver Tabla 5.4 para leyenda de asignaturas)														
		Mat. Automatización				Mat. Electrónica industrial				Mat. Control avanzado		Mat PFM	Mat. Proyección profesional-investigadora			
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	
Competencias básicas, genéricas y específicas	CE1		X													
	CE2		X													
	CE3			X												
	CE4			X												
	CE5				X											
	CE6				X											
	CE7	X														
	CE8	X														
	CE9								X							
	CE10								X							
	CE11					X										
	CE12					X										
	CE13						X									
	CE14						X									
	CE15							X								
	CE16							X								
	CE17								X							
	CE18									X						
	CE19										X					
	CE20											X				
	CE21													X		
	CE22												X			
	CG1	X	X				X	X								
	CG2									X	X					
	CG3								X		X					
	CG4										X					
	CG5			X	X	X		X								
	CB6	X	X	X	X	X	X	X	X							
	CB7	X	X	X	X	X	X	X	X							
	CB8										X					
CB9									X	X	X					
CB10	X	X	X	X	X	X	X	X								

### 5.1.6. Coordinación de las actividades formativas

El éxito de la propuesta formulada depende, entre otros factores, de una adecuada coordinación de materias y/o asignaturas. Para ello, el plan de formación contempla diversos elementos orientados a garantizarla.

La planificación, desarrollo, seguimiento y evaluación de los procesos de enseñanza-aprendizaje se garantizará en el seno de la comisión académica del Máster estará a cargo del Director/a del Máster con el apoyo del vicedecano/a académico/a de la facultad y de la UTAP (Unidad Técnico-Académica de Postgrado de la Universidad de Deusto).

Dicha coordinación asegurará:

- el cumplimiento de los compromisos adquiridos en los programas y guías de aprendizaje, que son los instrumentos oficiales que recogen y comunican la planificación de una asignatura,
- la coordinación de las cargas de trabajo para el estudiante por semestre y curso,
- el equilibrio adecuado de metodologías y actividades formativas y de evaluación,
- la supervisión de las tutorías académicas.

Los criterios que regirán la coordinación docente son los siguientes:

- Organización y planificación: Organizar y planificar las competencias, contenidos, recursos, materiales, metodologías, sistemas de tutoría y evaluación que, de acuerdo con el Modelo de Formación de la UD (MFUD), aseguren un aprendizaje autónomo y significativo por parte de los estudiantes.
- Gestión pedagógica: Desarrollo del conjunto de actividades que, conforme al MFUD, logren implicar al estudiante activamente en su formación.
- Evaluación: Comprobación del grado de consecución y desarrollo de las competencias establecidas por parte de los estudiantes.
- Revisión y mejora: Comprobación del grado de cumplimiento de la planificación y la adecuación de los recursos empleados, tomando las decisiones consecuentes para su mejora. En el curso 2010-11 se ha constituido en la universidad una comisión académica de innovación pedagógica formada por representantes de cada una de las facultades en

la que se coordinan todas las actividades formativas relacionadas con los nuevos grados y másteres orientadas a la mejora del proceso de enseñanza aprendizaje.

El proceso de coordinación de la actividad docente se desempeñará según el Sistema de Garantía Interna de la Calidad de la Facultad de Ingeniería. Este sistema se diseñó mediante las directrices del Programa AUDIT. La planificación y la organización de la docencia es un proceso operativo (identificado como PO-DISCO) y compuesto, además, de subprocesos dedicados a las labores de tutoría. Estos procesos y subprocesos están asociados a los procedimientos de seguimiento, revisión y mejora detallados en el SIGC de la Facultad. Puede consultarse ese proceso en el capítulo 9 de la presente memoria.

Asimismo, existirá un Director de Máster encargado de velar por el cumplimiento de los compromisos adquiridos en la titulación de Máster y en cada materia en particular, de coordinar la carga de trabajo para el estudiante por semestre y de asegurar un adecuado equilibrio de metodologías, actividades formativas y sistemas de evaluación. Realizará el seguimiento del plan docente. Esto incluirá coordinar y supervisar los programas de las asignaturas, así como las guías de aprendizaje, distribuir adecuadamente los contenidos, evitar solapamientos y detectar deficiencias. Además habrá una comisión de seguimiento del título formada por el/la directora/a del mismo, un/a profesor/a, el/la vicedecano/a académico y un/a alumno/a que anualmente analizarán los informes de satisfacción, los resultados académicos y los informes de reuniones con alumnos para proponer las acciones de mejora del título.