

PROGRAMA DE DOCTORADO

DENOMINACIÓN DEL PROGRAMA DE DOCTORADO

Doctorado en Ingeniería Industrial

ANTECEDENTES

Programas de doctorado de los Departamentos de la ETS de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación que incluyen entre sus títulos de egresados: Doctor Ingeniero Industrial que se rigen por el RD 778/1998. Estos programas son sustituidos por el actual Programa.

INTRODUCCIÓN

El Programa de Doctorado en Ingeniería Industrial tiene dos periodos: de formación y de investigación.

El periodo de formación está formado por: el Máster de Investigación en Ingeniería Industrial. Este título está siendo sometido a verificación por la Aneca.

El periodo de formación, incluyendo el acceso y la admisión al mismo, es competencia de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación. También es competencia del Centro el acceso y la admisión al periodo de investigación. En cada Centro de la Universidad de Cantabria se constituirán los siguientes órganos de coordinación académica de los posgrados:

a) Un Coordinador de Posgrado del Centro que deberá ser profesor doctor de la UC, con dedicación a tiempo completo.

b) Al menos un responsable de cada uno de los títulos oficiales de Máster Universitario impartidos en el centro. En caso de nombrar varios responsables, al menos uno de ellos deberá ser profesor doctor de la UC.

c) Una Comisión Académica de Posgrado del Centro, que se responsabilizará de coordinar los Máster oficiales impartidos en el Centro y de aprobar el acceso y la admisión tanto a dichos Másteres como a los estudios de Doctorado de los Programas de Doctorado del Centro. Esta Comisión será presidida por el Coordinador de Posgrado del Centro y estará formada por los responsables de cada uno de los títulos oficiales de Máster Universitario impartidos por el Centro, incluidos los interuniversitarios y, en su caso, por aquellos otros miembros propuestos por la Junta de Centro.

La composición concreta de estos órganos de coordinación académica será aprobada por la Junta del Centro.

El **periodo de investigación** es competencia de los Departamentos:

- DPTO. ADMINISTRACION DE EMPRESAS
- DPTO. INGENIERIA ELECTRICA Y ENERGETICA
- DPTO. INGENIERIA ESTRUCTURAL Y MECANICA
- DPTO. INGENIERIA GEOGRAFICA Y TECNICAS DE EXPRESION GRAFICA
- DPTO. MATEMATICA APLICADA Y CIENCIAS DE LA COMPUTACION
- DPTO. TECNOLOGIA ELECTRONICA E INGENIERIA DE SISTEMAS Y AUTOMATICA
- DPTO. TRANSPORTES Y TECNOLOGIA DE PROYECTOS Y PROCESOS

Así como cualquier Dpto. que lo solicite

ESPECIFICACIÓN DE VÍAS DE ACCESO Y CRITERIOS DE ADMISIÓN

- a) Al periodo de formación
- b) Al periodo de investigación

Como se ha indicado antes, la Comisión de Posgrado del Centro es la responsable del acceso y admisión a ambos periodos.

a) Al periodo de formación:

Acceso:

En términos generales se establece el mismo criterio de admisión que el previsto en el Máster de Investigación en Ingeniería Industrial:

De acuerdo a lo establecido en el artículo 16 del Real Decreto 1393/2007 la formación que da acceso a este Plan de Estudios es: Graduados en Ingeniería de la rama industrial con 240 ECTS. Tener superados o convalidados 60 ECTS de la troncalidad del segundo ciclo de Ingeniero Industrial junto con un título universitario previo. Titulados del ámbito de Ingeniería que cumplan lo requisitos establecidos por la Ley.

Para todas las demás titulaciones el acceso a los distintos títulos de máster del programa quedará condicionado al análisis del currículum formativo del alumno, a partir del cual se determinarán los complementos a cursar, en su caso, ya sean de materias diseñadas específicamente como de complementos formativos o de asignaturas de las actuales titulaciones de primer y segundo ciclo. Para ser admitidos a los distintos títulos del programa será condición previa necesaria que el número de créditos de complementos formativos a cursar, sumado a los créditos específicos del título al que se pretende acceder, no supere los 120 ECTS. De ser necesarios complementos formativos adicionales a los 120 créditos, deberán superarse previamente al acceso al máster. (En todo caso, el número de créditos anuales a cursar en materias propias del programa no será superior a 60 ECTS).

Del análisis del currículum formativo del alumno podrán determinarse no sólo los complementos de formación a cursar, sino también las posibles asignaturas del título de máster a convalidar, habida cuenta la similitud de contenidos de éstas con materias cursadas previamente.

Admisión:

En los títulos oficiales de máster el proceso de admisión consta de dos fases, y los alumnos preinscritos en la primera fase tendrán preferencia sobre los alumnos preinscritos en la segunda. Estas fases se realizarán de acuerdo con el calendario que establezca anualmente la Comisión de Estudios de Posgrado de la UC.

Dentro del número máximo de plazas ofertadas para cada título de Máster, se podrán establecer cupos por titulaciones o grupos de titulaciones de acceso de acuerdo con los perfiles establecidos en el apartado anterior. Análogamente, en los títulos de carácter mixto (profesionales e investigadores), podrán establecerse cupos diferenciados para ambos perfiles. Si estos cupos no se cubrieran, las plazas vacantes serán acumuladas a los restantes cupos o bien a un cupo general según el sistema que previamente establezca cada programa. Todo ello habrá de indicarse

en la información previa al período de preinscripción de los alumnos y comunicarse al Vicerrectorado junto con la documentación relativa al Plan Docente Anual.

Para cada título se establecerán los criterios de valoración de méritos y los requisitos exigibles bajo indicadores objetivables, entre los siguientes criterios:

a) Expediente académico del título que le da acceso al programa, según el baremo establecido en el apartado 4.5 del Anexo I del Real Decreto 1044/2003, de 1 de agosto, por el que se establece el procedimiento para la expedición por las universidades del Suplemento Europeo al Título.

b) Otros méritos académicos debidamente especificados en la propuesta de programa/título.

c) Experiencia profesional relacionada con los contenidos del programa/título. En el programa se establecerá el tipo de experiencia que se tendrá en cuenta, los organismos, entidades o empresas en las que se debe haber desarrollado y los períodos mínimos que serán exigidos para su valoración.

d) Conocimiento de idiomas. En el caso de que se valore este criterio, el nivel mínimo exigido será el B1 del marco europeo común de referencia para lenguas.

e) Entrevista personal, de acuerdo con el perfil especificado en el programa en el que detallarán los distintos elementos a valorar y la valoración de cada uno de ellos. Este criterio no podrá ser utilizado como requisito para el acceso.

f) Calificación obtenida en una prueba general de conocimientos.

La horquilla de valoración de los criterios establecidos en los apartados anteriores será la siguiente:

a) El expediente académico tendrá una valoración no inferior al 30 % de la puntuación total.

b) La valoración de la entrevista personal no podrá ser superior al 30 % de la puntuación final.

b) Al periodo de investigación:

La Comisión Académica de Posgrado del Centro a la vista del currículo del alumno y de la adecuación del proyecto de tesis doctoral a las líneas de investigación del programa decidirá sobre su admisión, pudiendo establecer que la admisión del alumno quede condicionada a la superación de una serie de complementos formativos del propio programa oficial de posgrado o de otros programas oficiales. En todo caso, el alumno no podrá presentar la tesis doctoral hasta que haya superado los complementos formativos exigidos en el momento de la admisión. Servicio de Gestión Académica

La admisión a los estudios de doctorado supondrá la aceptación del proyecto de tesis doctoral, su adscripción a una de las líneas de investigación previstas en el programa y la asignación de un director de tesis doctoral.

Los trámites relativos a la realización, presentación y lectura de la tesis doctoral se regirán por la Normativa de Estudios de Doctorado de la UC.

ORGANIZACIÓN DEL PERIODO DE FORMACIÓN

Máster en Investigación en Ingeniería Industrial

El Plan de Estudios consta de 60 ECTS por lo que está organizado en un curso académico. Se ofrecen 7 materias de 10 ECTS que constan de dos asignaturas, de 5 ECTS cada una. Los alumnos deben cursar 40 ECTS entre las asignaturas ofertadas. El Plan de Estudios identifica, por áreas de demanda de investigación, los tres caminos curriculares siguientes: Módulo Electromecánica/Mecatrónica, Módulo Electroenergética y Módulo Diseño sostenible en sistemas industriales.

La realización del Plan de estudios por parte de un alumno implica cursar uno de los tres módulos. No se recibirá el título correspondiente a este Plan de Estudios sin haber completado uno de los módulos.

Las asignaturas serán recibidas por alumnos con intereses en áreas de investigación diversas, dentro de la Ingeniería Industrial. Una especialización específica, en el área soportada por al menos un proyecto de investigación, se realizará al cursar la materia Trabajo Fin de Máster que consta de 20 ECTS y que se cursa durante un cuatrimestre o como materia anual. La extensión del Trabajo Fin de Máster se justifica porque, junto al trabajo del alumno de iniciación a la investigación, éste recibirá una formación en los temas originales desarrollados por el grupo de investigación en el que se defina la dirección personalizada de este Trabajo.

Las materias de las que consta el Plan de Estudios son:

- Materia 1. Técnicas avanzadas de automatización, donde el alumno se familiariza con los nuevos enfoques de diseño de sistemas de control, basados en herramientas de inteligencia artificial, que han surgido en las últimas décadas y con los aspectos teóricos y prácticos para la realización de controles de trayectorias en manipuladores industriales mediante la utilización de visión artificial estereoscópica e inteligencia artificial.
- Materia 2. Técnicas avanzadas de diseño electrónico, donde el alumno aborda el diseño y verificación de los circuitos electrónicos actuales y sus características de velocidad, complejidad y consumo, y adquiere competencias técnicas en las líneas de investigación actuales sobre conversión electrónica de potencia.
- Materia 3. Técnicas avanzadas en diseño mecánico, donde los alumnos adquieren un conocimiento teórico y aplicado de los problemas de análisis de sistemas mecánicos tanto en problemas de equilibrio como dinámicos, utilizando herramientas de elementos finitos, y de análisis multicuerpo, que se presentan en el diseño mecánico de máquinas y mecanismos y reciben las bases teóricas y los procedimientos prácticos empleados actualmente en los métodos experimentales de análisis y diseño de sistemas mecánicos y estructurales.
- Materia 4. Investigación en tecnología eléctrica y energética, donde el alumno revisa las diferentes técnicas de generación renovable de energía y los problemas de su integración en las redes eléctricas, al mismo tiempo que se analizan las diferentes técnicas de utilización de la energía que permiten un desarrollo sostenible.
- Materia 5. Competencias transversales para la I+D+i, donde el alumno adquiere habilidades de generación de documentos científicos, búsqueda de información y el

camino curricular que se abre para un investigador. Así mismo se le dotarán con técnicas de formulación matemática y geométrica relacionadas con el diseño industrial (CAD-CAGD).

- Materia 6. Planificación e ingeniería sostenible de proyectos, donde el alumno comprende los principios del desarrollo sostenible y ecología industrial para su aplicación práctica en la planificación y diseño de sistemas industriales, la interacción entre la actividad humana y el medio ambiente en su doble papel de proveedor de recursos naturales y de servicios ambientales con las implicaciones que el análisis económico suscita, así como los mecanismos e incentivos que explican el comportamiento de los agentes económicos.

- Materia 7. Modelos avanzados de transporte y seguridad, donde el alumno identifica y utiliza las técnicas y herramientas matemáticas adecuadas para analizar, diagnosticar y solucionar los distintos problemas asociados a los sistemas de movilidad urbana y los sistemas de seguridad frente a la dinámica del incendio en recintos cerrados adquiriendo competencias sobre la caracterización de la combustión a través de métodos experimentales.

- Materia 8. Trabajo Fin de Máster en el que el alumno se especializa en un área de investigación soportada por un proyecto de investigación básica o de transferencia de tecnología realizando, bajo la supervisión de uno o varios tutores, profesores del plan de estudios, un trabajo práctico de iniciación a la investigación que le permita iniciar una Tesis Doctoral.

Esta materias permiten abordar caminos curriculares multidisciplinares que definen áreas de investigación modernas a través de la siguiente organización en módulos:

- Módulo 1 Electromecánico / Mecatrónico, cursando 40 ECTS entre las asignaturas ofertadas en las materias: Técnicas avanzadas de automatización, Técnicas avanzadas de diseño electrónico, Técnicas avanzadas en diseño mecánico, Investigación en tecnología eléctrica y energética, Competencias transversales para la I+D+i, además de los 20 ECTS del Trabajo Fin de Máster.

- Módulo 2 Electroenergético, cursando 40 ECTS entre las asignaturas ofertadas en las materias: Técnicas avanzadas de automatización, Técnicas avanzadas de diseño electrónico, Investigación en tecnología eléctrica y energética, Competencias transversales para la I+D+i, Planificación e ingeniería sostenible de proyectos, además de los 20 ECTS del Trabajo Fin de Máster.

- Módulo 3 Diseño sostenible en sistemas industriales: cursando 40 ECTS entre las asignaturas ofertadas en las materias Técnicas avanzadas en diseño mecánico, Investigación en tecnología eléctrica y energética, Competencias transversales para la I+D+i, Planificación e ingeniería sostenible de proyectos, Modelos avanzados de transporte y seguridad, además de los 20 ECTS del Trabajo Fin de Máster

Estructura del Máster en Investigación en Ingeniería Industrial

MÓDULO ELECTROMECAÁNICO / MECATRÓNICO

MATERIA: Técnicas Avanzadas de Automatización

	CRED.	TIPO
Control Inteligente de Procesos	5,00	O
Robótica Industrial y Visión Tridimensional	5,00	O

MATERIA: Técnicas Avanzadas de Diseño Electrónico

	CRED.	TIPO
--	-------	------

Circuitos Electrónicos	5,00	O
Técnicas Electrónicas Avanzadas de Conversión Eficiente de la Energía Eléctrica	5,00	O

MATERIA: Técnicas Avanzadas en Diseño Mecánico

	CRED.	TIPO
Diseño Avanzado en Ingeniería Mecánica	5,00	O
Métodos Experimentales en Ingeniería Mecánica	5,00	O

MATERIA: Investigación en Tecnología Eléctrica y Energética

	CRED.	TIPO
Avances en Energías Renovables	5,00	O
Utilización Sostenible de la Energía	5,00	O

MATERIA: Competencias Transversales para la I+D+i

	CRED.	TIPO
Iniciación a la Actividad Investigadora	5,00	O
Ciencia y Tecnología del Diseño Geométrico (CAD - CAGD)	5,00	O

MÓDULO ELECTROENERGÉTICO

MATERIA: Técnicas Avanzadas de Automatización

	CRED.	TIPO
Control Inteligente de Procesos	5,00	O
Robótica Industrial y Visión Tridimensional	5,00	O

MATERIA: Técnicas Avanzadas de Diseño Electrónico

	CRED.	TIPO
Circuitos Electrónicos	5,00	O
Técnicas Electrónicas Avanzadas de Conversión Eficiente de la Energía Eléctrica	5,00	O

MATERIA: Investigación en Tecnología Eléctrica y Energética

	CRED.	TIPO
Avances en Energías Renovables	5,00	O
Utilización sostenible de la Energía	5,00	O

MATERIA: Competencias Transversales para la I+D+i

	CRED.	TIPO
Iniciación a la Actividad Investigadora	5,00	O
Ciencia y Tecnología del Diseño Geométrico (CAD CAGD)	5,00	O

MATERIA: Planificación e Ingeniería Sostenible de Proyectos

	CRED.	TIPO
Planificación e Instrumentos en Políticas de Sostenibilidad	5,00	O
Modelos, Técnicas y Herramientas de Apoyo al Diseño Sostenible	5,00	O

MÓDULO DISEÑO SOSTENIBLE EN SISTEMAS INDUSTRIALES

MATERIA: Técnicas Avanzadas en Diseño Mecánico

	CRED.	TIPO
Diseño Avanzado en Ingeniería Mecánica	5,00	O
Métodos Experimentales en Ingeniería Mecánica	5,00	O

MATERIA: Investigación en Tecnología Eléctrica y Energética

	CRED.	TIPO
--	-------	------

Avances en Energías Renovables	5,00	O
Utilización sostenible de la Energía	5,00	O

MATERIA: Competencias Transversales para la I+D+i

	CRED.	TIPO
Iniciación a la Actividad Investigadora	5,00	O
Ciencia y Tecnología del Diseño Geométrico (CAD CAGD)	5,00	O

MATERIA: Planificación e Ingeniería Sostenible de Proyectos

	CRED.	TIPO
Planificación e Instrumentos en Políticas de Sostenibilidad	5,00	O
Modelos, Técnicas y Herramientas de Apoyo al Diseño Sostenible	5,00	O

MATERIA: Modelos Avanzados de Transporte y Seguridad

	CRED.	TIPO
Modelos Avanzados de Transporte	5,00	O
Métodos Experimentales y Matemáticos para el Análisis de la Combustión y Dinámica del Incendio	5,00	O

PROYECTO / TESINA MASTER

	CRED.	TIPO
Trabajo Fin de Máster	20,00	U

U: Asignatura Obligatoria
O: Asignatura Optativa

COMPETENCIAS DEL PROGRAMA

Competencias del periodo formativo:

Las descritas en el Máster de Investigación en Ingeniería Industrial

Competencias generales

- 1.- Realizar investigación, desarrollo e innovación en productos, procesos y métodos industriales
- 2.- Saber comunicar las conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
- 3.- Poseer las habilidades de aprendizaje que permitan continuar estudiando de un modo autodirigido o autónomo.
- 4.- Utilización de recursos de información para fundamentar y contextualizar un trabajo de investigación
- 5.- Trabajo investigador individual y en equipo
- 6.- Utilización de instrumentos de laboratorio y recursos informáticos orientados a la investigación
- 7.- Compromiso ético, espíritu solidario y de servicio y respeto al medioambiente

Competencias específicas

- 8.- Realizar investigación, desarrollo e innovación en fuentes de energía; gestión de la energía
- 9.- Realizar investigación, desarrollo e innovación en diseño de sistemas electrónicos e instrumentación industrial
- 10.- Realizar investigación, desarrollo e innovación en diseño y ensayo de máquinas
- 11.- Realizar investigación, desarrollo e innovación en sistemas de producción automatizados; control avanzado de procesos
- 12.- Realizar investigación, desarrollo e innovación en:
 - Sistemas de generación, transporte y distribución de energía eléctrica
 - Planificación sectorial y eco-sistemas industriales.
 - Modelado matemático de sistemas de transporte y seguridad.
- 13.- Dar visibilidad a los resultados de investigación en entornos internacionales reconocidos
- 14.- Realizar transferencia de los resultados de investigación al sistema productivo

Competencias del periodo investigador:

Competencias generales

- 1.- Inclinación permanente al análisis, distinguiendo intuición de conocimiento.
- 2.- Desarrollo de la creatividad intelectual
- 3.- Desarrollo de la capacidad de crítica

- 4.- Desarrollo de la capacidad de trabajo autónomo
- 5.- Presentar y debatir los resultados de la investigación
- 6.- Asumir códigos éticos de honestidad y compromiso
- 7.- Identificación de contribuciones y nichos de interés
- 7.- Desarrollo de tecnologías y técnicas de alcance general
- 8.- Desarrollo de tecnologías y técnicas de carácter especializado
- 9.- Desarrollo curricular

Competencias específicas

- 1.- Desarrollo de contribuciones en cada línea de investigación especializada
- 2.- Identificación de la investigación que tiene interés para el desarrollo industrial dentro de cada línea de investigación especializada
- 3.- Identificación de resultados de la investigación publicables y patentables dentro de cada línea de investigación especializada
- 4.- Obtención de recursos que den soporte a cada línea de investigación especializada
- 5.- Capacidad de innovar en los ámbitos:
 - Electromecánico / mecatrónico
 - Electroenergético
 - Diseño sostenible en ingeniería industrial

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DEL PROGRAMA (Periodo de investigación)

Las líneas de investigación corresponden a las siguientes áreas:

Administración y organización de empresas

- Sistemas integrados de gestión
- Producción
- Evaluación económica de proyectos
- Economía ambiental y de los recursos naturales

Ciencias de la computación e inteligencia artificial

- Redes Neuronales
- Bases de Datos
- Minería de Datos
- Tecnologías Web

Construcciones industriales

- Dinámica del incendio y la combustión.
- Modelado y simulación computacional de incendios.
- Modelado físico a escala reducida y escala real del incendio.
- Modelado y simulación computacional del comportamiento humano en caso de emergencias.

Expresión gráfica e ingeniería cartográfica

- Diseño asistido por ordenador
- Desarrollo de aplicaciones en entornos gráficos (CAD y SIG)
- Sistemas de información geográfica (SIG)
- Modelos digitales de terreno. Auscultaciones geodésicas. Geodesia. Teledetección espacial, batimetrías con sondas de doble frecuencia y opción RTK.

Ingeniería eléctrica:

- Planificación y gestión energética
- Calidad del suministro eléctrico
- Diseño de instrumentación
- Simulación, diseño y optimización de accionamientos eléctricos
- Simulación diseño y gestión de sistemas de potencia

Ingeniería mecánica

- Síntesis de mecanismos planos y espaciales.
- Análisis cinetoestático de robots paralelos.
- Comportamiento dinámico de sistemas de transmisión de potencia.
- Aislamiento de vibraciones y ruido.
- Sistemas de suspensión y dirección de vehículos.

Ingeniería de sistemas y automática

- Visión artificial, visión tridimensional, visión híbrida
- Guiado automático de robots industriales y móviles: "Bin picking", seguridad activa
- Aplicación de ultrasonidos en la automatización
- Sistemas ultrasónicos de ayuda a la conducción de vehículos

- Control inteligente de procesos
- Ensayos no destructivos de materiales mediante inteligencia artificial (IA)

Máquinas y motores térmicos

- Energías renovables y desarrollo sostenible
- Procesos y tecnologías de transferencias térmicas

Matemática aplicada

- Graficos por Computador
- Modelado y Procesado Geometrico Asistido por Computador
- Realidad Virtual y Aumentada
- Tecnologias multimedia

Tecnología electrónica

- Diseño de circuitos electrónicos de aplicación industrial
- Conversión eficiente de la energía eléctrica: Electrónica Industrial, Electrónica de Potencia y Aplicaciones Industriales.
- Test y diseño para test de circuitos digitales y mixtos (analógico – digitales)
- Formación graduados en microelectrónica

Transportes

- Planificación logística: análisis de gestión, diseño de flujos de transporte y servicio al cliente.
- Intermodalidad en el transporte de mercancías: integración de modos y localización y diseño de centros logísticos.
- Evaluación de efectos de infraestructuras y centros de apoyo al transporte de mercancías.
- Modelización de la demanda de transporte público.
- Diseño y optimización de redes de transporte.
- Ingeniería del tráfico.

Proyectos de ingeniería

- Planificación de espacios productivos y evaluación ambiental.
- Diseño de ecosistemas industriales: parques industriales y redes de intercambio de subproductos.
- Diseño y evaluación de la sostenibilidad en edificación.
- Técnicas y herramientas de apoyo al diseño sostenible de productos y procesos industriales.
- Diseño y construcción de Sistemas de Apoyo a la Decisión

Estas líneas de investigación podrán incrementarse en el futuro con otras de temática afín, en función de la evolución de los diferentes grupos de investigación asociados al Programa