

Curso Académico: 2021/22

## 60833 - Ingeniería de precisión y fabricación aditiva

### Información del Plan Docente

**Año académico:** 2021/22

**Asignatura:** 60833 - Ingeniería de precisión y fabricación aditiva

**Centro académico:** 110 - Escuela de Ingeniería y Arquitectura

**Titulación:** 532 - Máster Universitario en Ingeniería Industrial

**Créditos:** 6.0

**Curso:** 2

**Periodo de impartición:** Primer semestre

**Clase de asignatura:** Optativa

**Materia:**

## 1. Información Básica

### 1.1. Objetivos de la asignatura

**La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:**

Esta asignatura es un complemento de la formación del Ingeniero Industrial que pretende potenciar los conocimientos de producción relacionados con la rápida evolución de los procesos de fabricación aditiva y con la optimización de los sistemas de fabricación.

El objetivo de la asignatura es, por un lado, el aprendizaje de aspectos relativos a la ingeniería de precisión implicados en la producción de componentes mecánicos. Esto es, en el diseño y desarrollo de los sistemas productivos y productos según especificaciones de diseño y dentro de los requerimientos de calidad, costes y plazos de entrega.

Por otro lado, el aprendizaje de las nuevas técnicas de fabricación aditiva para llevar a cabo los procesos de fabricación de productos y prototipos según distintos niveles de automatización y flexibilidad, en el ámbito de la Industria 4.0.

Además del conocimiento de las diferentes técnicas y tecnologías implicadas, la asignatura persigue dotar a los estudiantes de la capacidad de abordar y concluir con éxito de manera autónoma el desarrollo de prototipos y procedimientos relacionados con la ingeniería de precisión, así como de evaluar el resultado obtenido y la consecución de los objetivos y requisitos técnicos y económicos definidos, siendo capaz de comprender diferentes enfoques en función del sector de aplicación en el que se desarrolle dicho proceso.

Estos planteamientos y objetivos están alineados con algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS, de la Agenda 2030 (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>) y determinadas metas concretas, de tal manera que la adquisición de los resultados de aprendizaje de la asignatura proporciona capacitación y competencia al estudiante para contribuir en cierta medida a su logro:

**ODS 9. INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURAS**

Meta 9.4 De aquí a 2030, modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales, y logrando que todos los países tomen medidas de acuerdo con sus capacidades respectivas.

**ODS 12. PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLE.**

12.2 De aquí a 2030, lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales.

12.8 De aquí a 2030, asegurar que las personas de todo el mundo tengan la información y los conocimientos pertinentes para el desarrollo sostenible y los estilos de vida en armonía con la naturaleza.

### 1.2. Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La asignatura es una de las optativas dentro del módulo de Formación Optativa de Producción.

Esta asignatura entronca con las asignaturas de la titulación relacionadas con el diseño en general y con los procesos de fabricación en particular, dado que recoge herramientas utilizadas en prácticamente todas las fases del ciclo de diseño y desarrollo de proceso, máquina y producto.

Se profundizará en las últimas tendencias de fabricación y de los sistemas productivos en la industria 4.0.

El estudiante tendrá la oportunidad de realizar un trabajo en equipo utilizando software, instrumentos y máquinas a nivel industrial.

### 1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

Es recomendable haber cursado la asignatura obligatoria "Diseño y ensayo de máquinas y sistemas integrados de fabricación".

## 2. Competencias y resultados de aprendizaje

### 2.1. Competencias

**Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...**

#### COMPETENCIAS GENERALES

- Tener conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de: ingeniería mecánica e ingeniería de fabricación (CG1).
- Proyectar, calcular y diseñar productos, procesos, instalaciones y plantas (CG2).
- Realizar investigación, desarrollo e innovación en productos, procesos y métodos (CG4).
- Realizar la planificación estratégica y aplicarla a sistemas tanto constructivos como de producción, de calidad y de gestión medioambiental (CG5).

#### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- Conocimiento y capacidad para proyectar, calcular y diseñar sistemas integrados de fabricación (CM2).
- Conocimientos y capacidades para realizar verificación y control de instalaciones, procesos y productos (CM22).
- Conocimientos y capacidades para realizar certificaciones, verificaciones, ensayos e informes (CM23).

### 2.2. Resultados de aprendizaje

**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

Conoce y aplica las herramientas de modelado mecánico y simulación de sistemas de integrados de fabricación y medición.

Conoce y sabe aplicar los principios de la ingeniería de precisión a los sistemas productivos.

Conoce y sabe aplicar las técnicas de ensayo y verificación de sistemas productivos.

Conoce los nuevos procesos de fabricación aditiva y los sistemas de prototipado rápido.

Conoce y sabe aplicar las técnicas de diseño para fabricación aditiva.

Adquiere habilidades de manejo de sistemas informáticos para fabricación aditiva.

### 2.3. Importancia de los resultados de aprendizaje

El profesional que haya cursado el máster de Ingeniería Industrial debe estar capacitado para desempeñar múltiples actividades en la industria, entre las que se cuentan el diseño y desarrollo de sistemas productivos y de piezas industriales.

El conocimiento de las tecnologías de precisión y de fabricación aditiva son fundamentales ya que el uso de este tipo de técnicas es cada día más habitual en el sector productivo, ya sea desde el punto de vista de rediseño, como desde el punto de vista de inspección y control de calidad, tanto en piezas finales como en utillajes, herramientas o sistemas de fabricación.

## 3. Evaluación

### 3.1. Tipo de pruebas y su valor sobre la nota final y criterios de evaluación para cada prueba

**El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación**

La asignatura se plantea con una evaluación continua que constará de un trabajo/proyecto práctico que incluye una exposición y defensa del mismo (realizado individualmente o en equipo, supondrá el 80% de la calificación). La realización de los informes de prácticas y de casos prácticos propuestos al estudiante supondrán el 20% restante de la calificación.

El alumno tiene la posibilidad de superar la asignatura mediante la evaluación global en las convocatorias oficiales. En este caso la evaluación se realizaría mediante prueba práctica en las fechas establecidas por el centro.

## 4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos

### 4.1. Presentación metodológica general

## **El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:**

El aprendizaje se basa en la comprensión de la aplicación de técnicas computacionales, y experimentales en diferentes áreas del diseño y desarrollo de productos de características especiales y de sistemas de fabricación y medición, todo desde los principios de la ingeniería de precisión y la fabricación aditiva. Se utilizará el método del caso en cada una de las mismas y el alumno deberá centrar el trabajo/proyecto de asignatura en una de las áreas.

Para ello, se introducen los diversos conceptos relacionados con la asignatura en clases magistrales, para posteriormente, en las clases de problemas/prácticas, desarrollar casos prácticos industriales e introducir los distintos tipos de herramientas y técnicas involucrados. Posteriormente, las clases se destinarán a la elaboración del proyecto de asignatura, con amplia asistencia tutorial de profesores especializados en el área elegida por el alumno.

Posibilidad de realización de cualesquiera otras actividades que el profesor considere adecuadas (como visita guiada a empresas, participación de invitados externos?) para conseguir los objetivos de aprendizaje fijados.

## **4.2. Actividades de aprendizaje**

**El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...**

Clases magistrales (Aproximadamente 15 horas con el grupo completo de alumnos). En estas clases se desarrollarán la mayor parte de los contenidos de la asignatura. Su objetivo es presentar los conocimientos y destrezas que se pretende que adquiera el alumno y facilitar su asimilación, por lo que su seguimiento es fundamental para la consolidación y el buen desarrollo del aprendizaje programado.

Clases de problemas y casos técnicos (Aproximadamente 15 horas con el grupo completo de alumnos). Se destinarán a la realización de ejercicios y casos técnicos destinados a potenciar la adquisición y asimilación del conocimiento adquirido en la parte teórica, así como al aprendizaje del manejo de diversas herramientas y técnicas necesarias para el desarrollo de los proyectos.

Clases prácticas de taller/laboratorio con ordenador (18 horas divididas en 6 prácticas de 3 horas con grupos reducidos de alumnos). Complementan aquellos conceptos de la asignatura para cuyo mejor entendimiento es necesario utilizar equipamiento específico o hacer un cálculo complicado para lo que el ordenador supone una valiosa herramienta.

Tutorías y tutela personalizada del proyecto de asignatura (Aproximadamente 15 horas).

Estudio y trabajos de aplicación personal (Aproximadamente 85 horas de trabajo no presencial).

Pruebas de evaluación final / examen (aproximadamente 2 horas).

## **4.3. Programa**

### **Actividades de aprendizaje programadas**

#### *Temario teórico-práctico*

- 1) Diseño y desarrollo de sistemas de fabricación y medición según principios de ingeniería de precisión.
- 2) Procesos de fabricación y medición en ingeniería de precisión.
- 3) Modelización y optimización de sistemas de fabricación y medición.
- 4) Fabricación aditiva y prototipado rápido. Fases del prototipado, flujo de trabajo e integración en el ciclo de desarrollo de producto.
- 5) Tecnologías de prototipado rápido y selección de sistemas. Software y formatos de archivo.
- 6) Aplicaciones del prototipado en sectores industriales, médicos, artísticos y de conservación de patrimonio.

#### *Prácticas de laboratorio*

- 1) Cálculo analítico y simulación por elementos finitos de elementos de una máquina.
- 2) Modelado y verificación de máquina herramienta.
- 3) Modelado y análisis de sistemas de medición.
- 4) Impresión 3D de resina fotopolimerizable. Software de gestión de archivos e impresión. Principio de funcionamiento, operación y mantenimiento
- 5) CAD genérico de diseño de piezas. Obtención y análisis de archivos. Impresión, limpieza y acabado de prototipos.
- 6) Digitalización de piezas con sensor láser por triangulación y brazo articulado de medición por coordenadas. Máquinas de medir por coordenadas y laser tracker.

#### *Casos técnicos*

- 1) Diseño de un equipo de precisión.
- 2) Fabricación y medición de productos de grandes dimensiones y/o de geometrías complejas.
- 3) Modelado, identificación y verificación volumétrica de máquina-herramienta.
- 4) Desarrollo de mecanismo mediante fabricación aditiva.
- 5) Ingeniería inversa, reconstrucción CAD a partir de nubes de puntos y desarrollo de prototipo.
- 6) Modelado y mejora de precisión de impresora 3D.

## **4.4. Planificación de las actividades de aprendizaje y calendario de fechas clave**

## Calendario de sesiones teórico-prácticas y presentación de trabajos

La metodología que se propone trata de fomentar el trabajo continuado del estudiante y se centra en los aspectos más prácticos de la ingeniería de precisión y la fabricación aditiva.

En las sesiones con el grupo completo se tratan los aspectos más teóricos en forma de clase magistral y se completan con el desarrollo de problemas y el estudio de casos técnicos.

Las sesiones prácticas se desarrollan en grupos más reducidos para trabajar con aplicaciones informáticas especializadas y equipamiento de taller de ingeniería de fabricación y laboratorio de metrología.

Se pretende fomentar un aprendizaje práctico, por lo que se aconseja la asistencia a las sesiones prácticas, donde se vive la experiencia directa con las máquinas y sistemas de fabricación. Al finalizar cada sesión práctica se exige la realización inmediata de un pequeño control o guión. En algunos casos la sesión práctica posibilita la toma de datos para realizar un trabajo más elaborado que posibilite una mejor asimilación de los conocimientos relacionados con la asignatura.

Las tutorías personalizadas se destinarán a la evaluación, corrección y aclaración de aspectos del proyecto de asignatura realizado por cada estudiante individualmente o en equipo, con el objeto de analizar las posibles deficiencias y resolver dudas para mejorar el trabajo personal.

Dichos controles y trabajos son obligatorios en caso de optar por la evaluación gradual.

### Planificación y calendario

6 créditos ECTS: 150 horas / estudiante repartidas como sigue:

La distribución de la docencia (60 horas) será la siguiente:

- a) Impartición de teoría mediante clase magistral y desarrollo de casos técnicos y resolución de problemas: 30 horas impartidas a todo el grupo, a razón de 2 horas/semana.
- b) Sesiones prácticas en laboratorios de metrología y talleres de mecanizado: 18 horas, repartidas en 6 sesiones de 3 horas.
- c) Tutorías personalizadas en reuniones individuales para seguimiento de los proyectos de asignatura: 15 horas, repartidas en 5 sesiones de 3 horas.

### Prácticas de laboratorio

A lo largo del curso los alumnos podrán realizar 6 prácticas de laboratorio relacionadas con los contenidos de la materia.

Para lo que, al principio de curso, serán asignados por el centro o deberán apuntarse a uno de los grupos disponibles, cada grupo tendrá asignadas unas fechas, horarios y lugares donde se impartirán dichas prácticas.

### Prueba de evaluación global

Al final del periodo lectivo, se convocará a la realización de una prueba global escrita de la asignatura en la que se evaluará el 100% de la nota, en el lugar y fechas propuestas por el centro, y a la que podrán presentarse todos los alumnos.

## 4.5. Bibliografía y recursos recomendados

La bibliografía de la asignatura se podrá consultar en este enlace:

<http://psfunizar10.unizar.es/br13/egAsignaturas.php?codigo=60833>