

**Proyecto/Guía docente de la asignatura**

Asignatura	SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y FABRICACIÓN		
Materia	Fundamentos de Sistemas de Producción y Fabricación		
Módulo	Común a la Rama Industrial		
Titulación	Grado en Ingeniería Eléctrica		
Plan	439	Código	41635
Periodo de impartición	Cuatrimestre 3º (1º cuatrimestre de 2º curso)	Tipo/Carácter	OB
Nivel/Ciclo	Grado	Curso	2º
Créditos ECTS	4,5		
Lengua en que se imparte	Español		
Profesor/es responsable/s	Bloque I. <i>Óscar Martín Llorente</i> Bloque II. <i>José Luis González Sánchez</i> Bloque III. <i>Pedro Sanz Angulo</i>		
Datos de contacto (E-mail, teléfono...)	Bloque I. oml@uva.es Bloque II. jossan@uva.es Bloque III. pedro.sanz.angulo@uva.es		
Departamento	Bloque I. <i>Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica, Expresión Gráfica, Ingeniería Mecánica, Ingeniería de los Procesos de Fabricación</i> Bloque II. <i>Ingeniería de Sistemas y Automática</i> Bloque III. <i>Organización de Empresas y Comercialización e Investigación de Mercados</i>		
Fecha de revisión por el Comité de Título	10/07/2024		

En coherencia con el valor asumido de la igualdad de género, y de conformidad con el artículo 14.11 de la Ley Orgánica 3/2007, de 22 de marzo, para la igualdad efectiva de mujeres y hombres, todas las denominaciones que, en virtud del principio de economía del lenguaje, se hagan en género masculino inclusivo en este documento, referidas a titulares o miembros de órganos o a colectivos de personas, se entenderán realizadas tanto en género femenino como en masculino.



1. Situación / Sentido de la asignatura

1.1 Contextualización

La asignatura se imparte en el tercer cuatrimestre de la titulación de Grado, tras el módulo de materias básicas y previo a las materias específicas de la titulación, proporcionando una visión general de la problemática y soluciones aplicables a los sistemas de producción y fabricación en el ámbito industrial, destacando los aspectos relacionados con los procesos de fabricación y automatización, arquitectura e integración de sistemas, así como a la simulación para el diseño, evaluación y control de sistemas de producción industrial.

1.2 Relación con otras materias

Esta asignatura tiene relación con otras materias que profundizan en ciertos aspectos relacionados con: Ingeniería de Fabricación; Ingeniería de Sistemas y Automática; Empresa y Organización.

1.3 Prerrequisitos

Ninguno, aunque se recomienda tener conocimientos básicos previos sobre: ecuaciones diferenciales y álgebra matricial; física, mecánica, electrotecnia e informática; y tecnologías de la información.

2. Competencias

2.1 Generales

- CG1. Capacidad de análisis y síntesis.
- CG2. Capacidad de organización y planificación del tiempo.
- CG4. Capacidad de expresión escrita.
- CG6. Capacidad de resolución de problemas.
- CG7. Capacidad de razonamiento crítico/análisis lógico.
- CG9. Capacidad para trabajar en equipo de forma eficaz.

2.2 Específicas

- CE15. Conocimientos básicos de los sistemas de producción y fabricación.

3. Objetivos

- Aplicar correctamente las tecnologías de los procesos de fabricación
- Identificar los elementos que forman un sistema de producción industrial.
- Definir la arquitectura más adecuada a cada situación.
- Modelar y analizar sistemas de producción.
- Definir los sistemas de transferencia de información más adecuados a cada aplicación.
- Integrar los componentes que forman el sistema de producción.
- Ser capaz de simular sistemas de producción y extraer conclusiones.
- Analizar los costes relativos a los procesos de fabricación.

4. Contenidos y/o bloques temáticos

Bloque 1: “Sistemas de Fabricación”

Carga de trabajo en créditos ECTS: 1,5

a. Contextualización y justificación

Este bloque proporciona una visión general de las tecnologías y elementos que forman parte de los procesos de producción y fabricación en el ámbito industrial.

b. Objetivos de aprendizaje

- Aplicar correctamente las tecnologías de los procesos de fabricación
- Identificar los elementos que forman un sistema de producción industrial.

c. Contenidos

1. Sistemas de Producción y Fabricación. Conceptos generales. Clasificación de sistemas de producción. Salidas de un sistema de producción. Componentes de un sistema de producción. Fases para la producción industrial de un producto. Elementos que intervienen en un proceso de fabricación.

2. Procesos de fabricación. Procedimientos de conformado: fundición, pulvimetalurgia o metalurgia de polvo, deformación, separación, unión, recubrimiento, montaje. Según el estado físico del material: sólido, granular, líquido. Según el tipo de material: metálico, plástico, composite. Según el tipo de energía aplicada: mecánica, térmica, eléctrica, química. Según otros criterios: tamaño de la serie, secuencia de fabricación, nivel de automatización, flexibilidad. Tipología de sistemas de fabricación: máquina-herramienta, transfer, CNC, SFF. Utilajes: principios de diseño y tipos.

d. Métodos docentes

Actividades presenciales:

- Clases de aula de teoría: lección magistral.
- Clases de aula de problemas: resolución de ejercicios y problemas
- Prácticas en laboratorio (taller): resolución de problemas, aprendizaje basado en problemas, estudio de casos.

Actividades no presenciales:

- Estudio y preparación de exámenes.

e. Plan de trabajo

TEMA	TÍTULO DEL TEMA	HORAS		
		T	A	L
1.	Sistemas de Producción y Fabricación	2	1	1
2.	Procesos de Fabricación	4	4	3



f. Evaluación

- Examen **final** escrito compuesto de cuestiones de teoría, resolución de problemas y cuestiones prácticas de laboratorio.
- Test específico de Taller **realizado junto con el examen final escrito.**

g Material docente

g.1 Bibliografía básica

- AENOR (Ed.): Metrología. Práctica de la Medida en la Industria. (1999) AENOR.
- Arnone, M.: Mecanizado de alta velocidad y gran precisión. (2000)
- Altintas, Y.: Manufacturing Automation. (2000) Cambridge University Press.
- Alting, L.: Manufacturing Engineering Processes. (1994) Marcel Dekker.
- Coca, P. y Rosique, J.: Tecnología mecánica y metrotecnia. (1999) Pirámide.
- DeGarmo, E.P.; Black, J.T. y Kohser, R.A.: Materiales y procesos de fabricación. Industria metalmeccánica y de plásticos. (1994) Limusa.
- Doyle, L.E. et al.: Materiales y procesos de manufactura para ingenieros. (1988) Prentice Hall.
- Gastrow, H.: Moldes de inyección para plásticos. (1992) Plastic Comunicación S.L.
- Kalpakjian, S. y Schmid, S.R.: Manufacturing engineering and technology. (2000) Prentice Hall.
- Martín Llorente, Ó: Problemas resueltos de conformado por deformación de metales. (2011) Secretariado de Publicaciones e Intercambio Editorial de la Universidad de Valladolid.
- Martín Llorente, Ó: Problemas resueltos de mecanizado de metales. (2018) Ediciones Universidad de Valladolid.
- Martín Llorente, Ó: Problemas resueltos de moldeo de metales (2022). Ediciones Universidad de Valladolid.
- Micheletti, G.F.: Mecanizado por arranque de viruta. (1980) Blume.
- Shaw, M.C.: Metal cutting principles. (1987) Oxford Science Publications.

g.2 Bibliografía complementaria

- <http://www.coromant.sandvik.com/es>
- <http://www.iscarib.es/>
- <http://www.fagorarrasate.com/index.asp>
- <http://www.danobatgroup.com/>
- <http://www.correanayak.es/>

g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, vídeos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)

h. Recursos necesarios

- Para las clases que tienen lugar en el aula se requiere de un aula preparada con ordenador, proyector, pizarra y conexión a internet.
- Para las prácticas de taller se requiere un taller de fabricación con todos los equipos, máquinas-herramienta, herramientas y útiles necesarios; es necesario contar también con la asistencia de un PAS para la realización de las prácticas.
- En el CampusVirtualUVa dispondrán de la información necesaria para llevar la asignatura al día.

i. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
1,5	Semanas 1 a 5

Bloque 2: "Automatización Industrial"

Carga de trabajo en créditos ECTS: 1,5

a. Contextualización y justificación

Este bloque permite introducir las técnicas y elementos de automatización, comunicación e integración de sistemas en el ámbito de los sistemas de producción y fabricación industrial.

b. Objetivos de aprendizaje

- Definir la arquitectura más adecuada a cada situación.
- Modelar y analizar sistemas de producción.
- Definir los sistemas de transferencia de información más adecuados a cada aplicación.
- Integrar los componentes que forman el sistema de producción.

c. Contenidos

3. Arquitectura e Integración de los Sistemas de Producción Industrial. Introducción y conceptos básicos. CIM. Fabricación integrada por computador. Instrumentación y control. Sensores y actuadores.

4. Producción Integrada por Computador. Maquinaria industrial y robótica. Máquinas-herramienta y robots. Control numérico y autómatas programables. Tecnologías de control y automatización industrial. Comunicaciones industriales e integración. Buses de campo.

d. Métodos docentes

Actividades presenciales:

- Clases de aula de teoría: método expositivo
- Clases de aula de problemas: resolución de problemas
- Tutorías docentes: aprendizaje orientado a proyectos
- Examen final: controles individuales de evaluación y examen final
- Prácticas en laboratorio: aprendizaje mediante experiencias.

Actividades no presenciales:

- Realización de prácticas: estudio/trabajo
- Estudio y preparación de exámenes: estudio.

e. Plan de trabajo

TEMA	TÍTULO DEL TEMA	HORAS		
		T	A	L
3.	Arquitectura e Integración de los Sistemas de Producción Industrial	3	2	-
4.	Producción Integrada por Computador	3	3	4

f. Evaluación

- Examen escrito compuesto de cuestiones de teoría, resolución de problemas y cuestiones prácticas de laboratorio.
- Prueba práctica en las sesiones de laboratorio.

g Material docente

g.1 Bibliografía básica

- Groover, M. P. Automation, production systems and computer-integrated manufacturing. 3ª ed., Englewood Cliffs (New Jersey) [etc.]: Prentice-Hall, 2008
- Piedrafita, R. Ingeniería de la Automatización Industrial, 2ª Ed. Ra-Ma. 2003.
- Barrientos, A. Peñín, L.F., Balaguer C y Aracil R., Fundamentos de Robótica, 2ª Ed. McGraw-Hill. 2007.
- Castro, M. Comunicaciones industriales: principios básicos. UNED. 2007

g.2 Bibliografía complementaria

- Mandado, E.; Marcos, J.; y otros Autómatas programables. Entorno y aplicaciones. Thomson Paraninfo. 2004
- Ollero, A. Robótica: manipuladores y robots móviles. Ed. Marcombo. 2001.
- Rehg, J.A. Introduction to Robotics in CIM systems. 4ª edición. Prentice Hall. 2000.
- Cruz, F. Control numérico y programación. 2 Ed. Marcombo, 2010
- Guerrero, V.; Yuste, R. L.; Martínez, L. Comunicaciones industriales. Marcombo, 2009
- Castro, M. Comunicaciones industriales: sistemas distribuidos y aplicaciones. UNED. 2007

g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)

h. Recursos necesarios

- Para las clases en el aula se requiere de un aula preparada con ordenador, proyector, pizarra y conexión a internet.
- Para las prácticas de laboratorio será necesario emplear un aula de informática con equipos que cuenten con JGrafChart. Deberá contar, además con un proyector y una pizarra.
- En el *CampusVirtualUVa* dispondrán de la información necesaria para llevar la asignatura al día.

i. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
1,5	Semanas 11 a 14

Bloque 3: “Simulación y Evaluación de Procesos”

Carga de trabajo en créditos ECTS: 1,5

a. Contextualización y justificación

Este bloque presenta los fundamentos de dos herramientas clave para la toma de decisiones dentro del sistema productivos: la simulación y los costes.

b. Objetivos de aprendizaje

- Ser capaz de analizar sistemas de producción sencillos, crear modelos formales y de simulación de estos sistemas, y experimentar con ellos para extraer conclusiones.
- Analizar los costes y las prestaciones de funcionamiento de los procesos de fabricación.

c. Contenidos

5. Simulación de Sistemas de Producción. Introducción a la simulación. Sistema versus Modelo. Etapas de la simulación. Elementos habituales en los modelos de simulación. Formalización de modelos de simulación. Formulación del programa de simulación. Ejecución, análisis y experimentación.

6. Evaluación y Control de Sistemas de Producción Industrial. Introducción a la evaluación de sistemas de producción. Conceptos clave. Clasificación de los costes. Materiales y trabajo como costes. Cálculo del coste de un pedido a través del método de secciones homogéneas. Punto de equilibrio.

d. Métodos docentes**Actividades presenciales:**

- En el **aula** se presentarán los conceptos básicos y se resolverán problemas. Además, se realizarán distintas actividades asociadas a la metodología de Aprendizaje Inverso (FL, *Flipped Learning*): gamificación a través de apps, resolución de problemas de forma cooperativa, resolución de dudas, ...
- En los **laboratorios** se aplicarán los conocimientos adquiridos siguiendo un enfoque LBD (*Learning By Doing*). En concreto, se crearán modelos de simulación de eventos discretos, y se experimentará con ellos para extraer conclusiones. En la primera sesión se empleará la herramienta HPtriSim, que permite construir Redes de Petri, y en la segunda utilizaremos el software MS Excel. Los estudiantes contarán con los enunciados de las prácticas, material audiovisual y el apoyo docente para completar las prácticas de manera individual. También podrán consultar con sus compañeros.

Actividades no presenciales:

- Si se opta por la **opción de evaluación B**, los estudiantes deberán **preparar las actividades presenciales** en el aula de manera autónoma, gracias al material (vídeos, presentaciones, páginas web, cuestionarios H5P, cuestionarios Moodle, ...) que tendrán a su disposición en el Aula Virtual. También tendrán que **resolver problemas y contestar cuestionarios** para reforzar el conocimiento y las habilidades adquiridas. Algunas actividades serán **opcionales** y permitirán subir nota.
- Los estudiantes deberán **estudiar-repasar** para el **examen final** de la asignatura.

e. Plan de trabajo

TEMA	TÍTULO DEL TEMA	HORAS		
		T	A	L
5.	Simulación de los sistemas de producción	3	3	3
6.	Evaluación y control de los sistemas de producción industrial	3	2	1

f. Evaluación

Opción A (por defecto)

- Examen final escrito formado por cuestiones tipo test sobre toda la materia (teoría, problemas, ...).
- Test específico del laboratorio realizado junto con el examen final escrito.

Opción B

Para **optar por esta opción** los estudiantes **deberán solicitarlo**, en tiempo (en los primeros días de docencia del bloque) y forma, **y** obtener una **nota mínima** tanto en los **laboratorios** como en las **actividades formativas** asociadas a la metodología de aprendizaje inverso.

- Examen final escrito formado por cuestiones tipo test sobre la materia (teoría, problemas, ...) presentada y trabajada de forma activa en este bloque (la que se indique en las guías *flipped*).
- Actividades de evaluación formativa. Las evidencias de estas actividades se recabarán a través del Aula Virtual en el tiempo y forma que se indique. Evaluarán las diferentes actividades asociadas a la metodología FL, incluidas las opcionales: (1) *antes*, cuestionarios de evaluación del trabajo autónomo previo, y (2) *después*, cuestionarios y tareas asociados a los problemas planteados como trabajo autónomo para casa.
- Laboratorios. Las evidencias se recogerán mediante el Aula Virtual en el tiempo y forma que se indique. Siguiendo el enfoque FL, incluirán evidencias: (1) *antes*, tareas y/o cuestionarios, (2) *durante*, cuestionario y (3) *después*, tareas y/o cuestionarios.

g Material docente

g.1 Bibliografía básica

Se ha optado por una lista de referencias básicas no muy larga, primando la selección sobre la cantidad, ya que el contenido de este bloque estará disponible en el Aula Virtual.

- Barceló, Jaime. Simulación de Sistemas Discretos. Isdefe. 1996.
- Mallo, Carlos; Jiménez, M^a Ángela. Contabilidad de Costes. Editorial Pirámide. 2014.

g.2 Bibliografía complementaria

A continuación, se presentan las referencias bibliográficas que complementan a las presentadas anteriormente:

- Alfaro, Juan José; Rodríguez, Raúl; Ortiz, Ángel. Sistema de Medición del Rendimiento para la Cadena de Suministro. Universidad Politécnica de Valencia. 2007.
- Blanco, Felipe. Ejercicios Resueltos de Costes y Análisis de Gestión. Editorial Deusto. 2001.
- Pérez-Carballo, Juan F. Control de la Gestión Empresarial. Textos y Casos. 7^a Edición. Editorial ESIC. 2008.
- Law, A. M.; Kelton, W. D. Simulation Modeling & Analysis". 3^a Edición. McGraw-Hill, Inc. 2000.
- Horngren, C. T. y G. Foster. Contabilidad de costes: Un Enfoque Gerencial. 6^a Edición. Prentice Hall. 1997.

g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)

Se facilitará a los estudiantes, a través del Aula Virtual, distintos recursos digitales (presentaciones, vídeos, podcasts, material interactivo, ...) que servirán de apoyo en su aprendizaje.

h. Recursos necesarios

- Para las clases en el **aula** se requiere de una sala preparada con ordenador, proyector, pizarra y conexión a internet.
- Para las prácticas de **laboratorio** serán necesarios equipos informáticos en los que estén instaladas las herramientas software HPetriSim y MS Excel, además de algún reproductor de vídeos. Estos equipos deberán contar con un puerto *Jack* para auriculares.
- En el **Aula Virtual** dispondrán de la información necesaria para llevar la asignatura al día (presentaciones con el contenido, enunciados de las actividades-problemas, documentos para guiar el trabajo asociado al FL, audioproblemas, audiolaboratorios, ...), así como los cuestionarios de evaluación y las tareas que deberán entregar/completar como evidencias de su trabajo y de los laboratorios. Los estudiantes que opten por la opción B podrán consultar la información sobre la evaluación de las actividades de evaluación formativa y el laboratorio a través del libro de calificaciones del Aula Virtual.
- Se recomienda a los **estudiantes** que acudan al **aula** con los *pdf de los temas*, preferiblemente en *formato digital*, para que sirvan de apoyo durante el desarrollo de las actividades, y que lleven un *dispositivo móvil* para poder participar en las actividades de gamificación con apps. Además, a los **laboratorios** deberán acudir con auriculares para escuchar los audiolaboratorios sin molestar a los compañeros.

i. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
1,5	Semanas 6 a 10

5. Métodos docentes y principios metodológicos

Con el propósito de lograr que los estudiantes alcancen los resultados de aprendizaje y el desarrollo de las competencias establecidas, se emplearán diferentes métodos docentes, tal y como viene recogido en cada uno de los bloques de contenido descritos en el apartado 4.

6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES o PRESENCIALES A DISTANCIA	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teórico-prácticas (T)	18	Estudio y trabajo autónomo individual	67,5
Clases prácticas de aula (A)	15	Estudio y trabajo autónomo grupal	
Laboratorios (L)	12		
Total presencial	45	Total no presencial	67,5
TOTAL presencial + no presencial			112,5

7. Sistema y características de la evaluación

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO		OBSERVACIONES
	Bloque	Nota final	
Bloque I			
Examen final escrito (convocatorias ordinaria y extraordinaria)	90%	30%	Examen tipo test en el que los fallos penalizarán de acuerdo con el criterio que se señale en el propio examen.
Test específico de Taller	10%	3,33%	Se realizará junto al examen final escrito. También se considera penalización por fallo.
Bloque II			
Examen final escrito (convocatorias ordinaria y extraordinaria)	90%	30%	Examen tipo test en el que los fallos penalizarán de acuerdo con el criterio que se señale en el propio examen.
Informe de prácticas de laboratorio	10%	3,33%	Realizado en las sesiones de laboratorio
Bloque III			
Opción A			
Examen final escrito (convocatorias ordinaria y extraordinaria)	90%	30%	Examen tipo test en el que los fallos penalizarán de acuerdo con el criterio que se señale en el propio examen.
Test específico del laboratorio	10%	3,33%	Se realizará junto al examen final escrito. También se considera penalización por fallo.
Opción B			
Examen final escrito (convocatorias ordinaria y extraordinaria)	70%	23,34%	Examen tipo test en el que los fallos penalizarán de acuerdo con el criterio que se indique en el propio examen.
Actividades de evaluación formativa	20%	6,66%	Las evidencias deberán entregarse-completarse en el Aula Virtual en los plazos que se indiquen durante el periodo lectivo.
Laboratorio	10%	3,33%	

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **Convocatoria ordinaria:**
 - Cada instrumento de evaluación es independiente y se valorará sobre 10. La nota final se calculará como la media ponderada de todos ellos teniendo en cuenta los pesos recogidos en la tabla anterior.
 - El estudiante debe conseguir al menos un 5 en la nota final para superar la asignatura.
 - **Notas mínimas:**
 - **Bloque I.** No se exige nota mínima en ninguna de las partes
 - **Bloque II.** No se exige nota mínima en ninguna de las partes
 - **Bloque III.** En la opción A no se exige nota mínima en ninguna de las partes. En la opción B no se exige nota mínima en el examen final. No obstante, para optar a esta opción se exigirá, además de solicitarlo en tiempo y forma, obtener una nota mínima en las actividades de evaluación formativa y en el laboratorio.
- **Convocatoria extraordinaria:**
 - Los mismos criterios que en la convocatoria ordinaria

Plagio: Si durante la realización del examen o durante el proceso de corrección se detecta plagio se aplicará la sanción recogida en el reglamento de ordenación académica a todos los estudiantes implicados. Además, se informará a la dirección de la Escuela para que este hecho figure en el expediente académico y para que tome las medidas sancionadoras adicionales correspondientes.



8. Consideraciones finales

8.1 Presencialidad

De acuerdo con las recomendaciones de la UVa, la docencia y los exámenes serán presenciales, respetando en todo momento las capacidades de los espacios asignados por el centro. Si la actualización de las condiciones sanitarias lo impidiesen, algunas actividades podrían impartirse de forma *online*, respetando los horarios establecidos. En esos casos, se hará uso de sistemas de videoconferencia y se proporcionará el material audiovisual necesario para su seguimiento.

8.2 Tutorías

Las tutorías físicas se realizarán en las condiciones de seguridad que establezcan las autoridades, si bien se potenciará su realización a través de sistemas *online* (email, foro, videoconferencia, ...).

8.3 Información sobre los coordinadores de la asignatura

- ❑ *Óscar Martín Llorente* es Ingeniero Industrial y Doctor por la Universidad de Valladolid. Actualmente trabaja como profesor PTUN en el Área de Ingeniería de los Procesos de Fabricación la Universidad de Valladolid. Sus líneas de investigación la Soldadura y el Mecanizado.
- ❑ *José Luis González Sánchez* es Ingeniero Industrial y Doctor por la Universidad de Valladolid. Actualmente trabaja como profesor Titular de Universidad en el Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática de la Universidad de Valladolid. Sus líneas de investigación incluyen la robótica (robots hiper-redundantes, robótica médica), sistemas de tiempo real, sistemas de producción, sistemas de eventos discretos, redes de Petri.
- ❑ *Pedro Sanz Angulo* es Ingeniero Industrial y Doctor en Informática, ambas por la Universidad de Valladolid. Actualmente trabaja como profesor Contratado Doctor en el Departamento de Organización de Empresas y Comercialización e Investigación de Mercados en la Universidad de Valladolid. Sus líneas de investigación incluyen la innovación docente, simulación, sistemas productivos, industria 4.0, logística, ...