Universidad de Navarra

Sistemas de fabricación automatizados y robótica industrial (MII)

Guía docente 2026-27

PRESENTACIÓN

Breve descripción:

- **Titulación**: Máster en Ingeniería Industrial
- **Módulo/Materia**: Máquinas, Motores y Fabricación Industrial
- **ECTS**: 5
- **Curso, semestre**: n.d.
- **Carácter**: obligatorio
- **Profesorado**:
  - Miguel Arizmendi Jaca / Profesor titular
  - Jorge Juan Gil Nobajas / Catedrático
- **Idioma**: español
- **Aula, Horario**: n.d.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Competencias)

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación
- CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio
- CG01 - Tener conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de: métodos matemáticos, analíticos y numéricos en la ingeniería, ingeniería eléctrica, ingeniería energética, ingeniería química, ingeniería mecánica, mecánica de medios continuos, electrónica industrial, automática, fabricación, materiales, métodos cuantitativos de gestión, informática industrial, urbanismo, infraestructuras, etc.
- CG02 - Proyectar, calcular y diseñar productos, procesos, instalaciones y plantas.
- CG03 - Dirigir, planificar y supervisar equipos multidisciplinares.
- CG08 - Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero Industrial.
- CE02 - Conocimiento y capacidad para proyectar, calcular y diseñar sistemas integrados de fabricación.
- CE08 - Capacidad para diseñar y proyectar sistemas de producción automatizados y control avanzado de procesos.

PROGRAMA

Tema 1. Introducción a la automatización de sistema de fabricación

- Tipos de sistemas de fabricación
- Centros de mecanizado multifuncionales
- Sistemas de fabricación flexible
- Máquinas transfer de fabricación y montaje
- Análisis de tiempos de ciclo y productividad
- Elaboración de un proyecto de automatización

Tema 2. Introducción a la ingeniería de precisión

- Exactitud, precisión y resolución
- Errores geométricos y cinemáticos
- Principio de Abbe
- Error de coseno
- Error budget

- Errores en sistema de guiado lineal

Tema 3. Máquina-Herramienta: Componentes mecánicos

- Accionamientos mecánicos de avance: basados en husillos a bolas, piñón-cremallera y motores lineales
- Sistemas de guiado
- Husillo de bolas-tuerca
- Dimensionamiento y selección de husillo de bolas
- Servomotores de avance y dispositivos de control: encoders, reglas ópticas y transductores de velocidad
- Dimensionamiento y selección de servomotores de avance
- Accionamiento de husillo principal

Tema 4. Máquina-Herramienta: Servoaccionamientos

- Comportamiento dinámico: respuesta temporal y en frecuencia
- Influencia de parámetros mecánicos en el accionamiento
- Regulación de lazos de posición, de velocidad y de intensidad

Tema 5. Introducción a la robótica industrial

- Definiciones y conceptos
- Tipos de robots
- Elementos y partes
- Mecanismos serie y paralelos
- Articulaciones, grados de libertad, espacio de trabajo y singularidades

Tema 6. Análisis cinemático de robots

- Matrices de transformación homogénea
- Cinemática directa
- Cinemática inversa
- Matriz jacobiana, definición y aplicaciones

Tema 7. Método de Denavit-Hartenberg

- Convenio estándar de Denavit-Hartenberg
- Convenio modificado de Denavit-Hartenberg
- Simulación de mecanismos usando Matlab/Simulink

CONTENTS OF THE COURSE

Unit 1. Introduction to manufacturing system automation

- Types of manufacturing systems
- Multitasking machining centers
- Flexible manufacturing systems
- Manufacturing and assembly transfer machines
- Cycle time
- Development of an automation project

Unit 2. Introduction to precision engineering

- Accuracy, precision and resolution
- Geometric and kinematic errors
- Abbe's principle
- Cosine error
- Error budget
- Errors in linear guidance systems

Unit 3. Machine-tool: Mechanical components

- Feed drives based on ball screw, rack and pinion and linear motor
- Linear guidance systems
- Ball screw
- Ball screw dimensioning and selection
- Servo feed motors and control devices: encoders, optical scales and speed transducers
- Dimensioning and selection of servo feed motors
- Main splindle drive

Unit 4. Machine-tool: Servo drives

- Dynamic behaviour: time and frequency response
- Influence of mechanical parameters on the drive
- Position, speed and current loop control

Unit 5. Introduction to industrial robotics

- Definitions and concepts
- Types of robots
- Serial and parallel mechanisms
- Joints, degrees of freedom, workspace and singularities

Unit 6. Kinematic analysis of robots

- Homogeneous transformation matrices
- Direct kinematics
- Inverse kinematics
- Jacobian matrix, definition and applications

Unit 7. Denavit-Hartenberg method

- Standard Denavit-Hartenberg Convention
- Modified Denavit-Hartenberg Convention
- Mechanism simulation using Matlab / Simulink

ACTIVIDADES FORMATIVAS

En las **clases expositivas** se combinará la explicación de los fundamentos teóricos con la realización de ejercicios relativos a los sistemas de fabricación automatizados y a la robótica industrial, que serán aplicados en la realización de los trabajos y sesiones prácticas. La metodología docente será la clase magistral. Las clases se darán combinando presentaciones de PowerPoint con la pizarra. Se espera que el alumno siga las explicaciones del profesor cuando éste emplee transparencias y tome apuntes.

Trabajo de fabricación: Diseño de máquina en entorno automatizado.

Trabajo de robótica: Programación de la cinemática directa e inversa de un caso de uso de un mecanismo.

EVALUACIÓN

CONVOCATORIA ORDINARIA

La calificación final se desglosa de la siguiente forma:

- Trabajo de fabricación: Diseño de máquina en entorno automatizado **3 puntos**
- Trabajo de robótica **1.5 puntos**
- Examen: parte de fabricación **3 puntos** y parte de robótica **3 puntos**

- Reto sobre ingeniería de precisión y fabricación digital (sesión DanobatGroup) **0.5 puntos**

Para aprobar la asignatura, se requiere:

- Una nota mínima en cada parte del examen de 3/10.
- La realización del trabajo de fabricación y el de robótica.

La calificación final es la suma de todas las actividades evaluadas.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

En el caso de que la nota final en la convocatoria ordinaria no alcance el 5 sobre 10, el alumno tendrá derecho a examen en convocatoria extraordinaria que tendrá características iguales a la convocatoria ordinaria, obteniéndose la nota final como la media ponderada del examen, los trabajos y el test. Las notas de los trabajos y el test se mantendrán para la convocatoria extraordinaria.

HORARIOS DE ATENCIÓN

Dr. Miguel Arizmendi Jaca (marizmendi@unav.es)

- Despacho IG -103. Edificio Igara. Planta -1.
- Horario de tutoría: concretar por correo electrónico

Dr. Jorge Juan Gil Nobajas (jjgil@unav.es)

- Despacho IG -202. Edificio Igara. Planta -2.
- Horario de tutoría: concertar por correo electrónico.

Dra. Amaia Jiménez Zabaleta (ajzabaleta@unav.es)

- Despacho IG -101. Edificio Igara. Planta -1.
- Horario de tutoría: concretar por correo electrónico

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica:

- Apuntes del profesor.
- Introduction to Robotics: Mechanics and Control - John J. Craig. Localízalo en la biblioteca
- Springer Handbook of Robotics - Bruno Siciliano y Oussama Khatib (eds.). Localízalo en la biblioteca versión papel versión electrónica
- Robotics, Vision and Control - Peter Corke. Localízalo en la biblioteca versión electrónica
- Fundamentals of modern manufacturing: materials, processes, and systems - Groover, Mikell P, John Wiley & Sons, 2004. Localízalo en la biblioteca
- Manufacturing engineering and technology - Serope Kalpakjian, Prentice Hall International, 2010. Localízalo en la biblioteca
- Precision machine design - Alexander H. Slocum, S.M.E., 1992. Localízalo en la biblioteca

Bibliografía complementaria:

- Robot Modeling and Control - Mark W. Spong, Seth Hutchinson y M. Vidyasagar.
- A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation - Richard M. Murray, Zexiang Li y S. Shankar Sastry.
- Manufacturing automation: metal cutting mechanics, machine tool vibrations, and CNC design - Yusuf Altintas, Cambridge University Press, 2000.

- Electrical feed drives for machine tools - Hans Gross, John Wiley & Sons Limited, 1983.
- Handbook of Machine Tools - Manfred Weck, John Wiley & Sons Limited, 1984.