Universidad de Navarra

Manufacturing 4.0: Robótica y fabricación digital (MINT)

Guía docente 2025-26

PRESENTACIÓN

Breve descripción:

Este curso cubre los conocimientos básicos necesarios para implementar tecnologías digitales en los procesos de fabricación industrial, permitiendo la automatización de tareas, la mejora de la calidad y la precisión de productos, la optimización de recursos, obteniendo de esta forma, una mayor productividad, eficiencia y competitividad dentro de la industria. Así, el objetivo principal del curso es el aprendizaje sobre la automatización y digitalización de la industria a través de la robótica, el internet de las cosas, la inteligencia artificial y la fabricación digital.

- **Titulación**: Máster en Innovación Tecnológica
- **Módulo/Materia**: Tecnologías Emergentes (MINT) / Aplicaciones de Tecnologías Emergentes
- **ECTS**: 5 ECTS
- **Curso, semestre**: Segundo
- **Carácter**: Obligatorio
- **Profesorado**:
  - Gutiérrez Calderón, José Sebastián / Profesor titular
  - Arizmendi Jaca, Miguel / Profesor titular
  - Mallada Conte, Diego / Invitado (Colaboración Docente)
  - Mellado Jiménez, Javier / Invitado (Colaboración Docente)
  - Rodríguez Ferradas, María Isabel / Profesor contratado doctor
- **Idioma**: Castellano
- **Aula, Horario**: Campus Madrid

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Competencias)

CG1 - Integrar visión estratégica y tecnología para generar nuevos modelos de negocio.

CG2 - Coordinar grupos de trabajo multidisciplinares para desarrollar procesos de transformación basados en tecnologías emergentes.

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

CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

CE11 - Conocer la evolución, las oportunidades y las tendencias de tecnologías avanzadas de digitalización e integrarlas en el diseño y/o fabricación de productos, servicios y/o procesos.

Universidad de Navarra

PROGRAMA

Sesión 1. Introducción a la Industria 4.0 e Internet de las Cosas

1. Industria 4.0
2. Internet de las Cosas
3. Aplicación de IA en la industria conectada, caso de éxito.

Sesión 2. Robots colaborativos KUKA (KUKA)

1. Introducción
2. Criterios de selección de un robot
3. Seguridad
4. Métodos de programación
5. Aplicaciones

Sesión 3. Introducción a la Industria Conectada (GESTAMP)

1. Aspectos más estratégicos y de operación en la Industria Conectada 4.0.
2. Tecnologías habilitadoras, definiciones y casos más comunes.

Sesión 4. Sistemas Ciberfísicos e IoT Industrial (GESTAMP)

1. Sistemas CPS y Edge.
2. PLCs, Gateways, IPCs, Edges.
3. Redes, convergencia IT y OT.
4. Estándares de ciberseguridad Industrial.

Sesión 5. Big Data e IA en la Industria (GESTAMP)

1. Repaso de Big Data, ML, Deep Learning e IA aplicadas a la industria conectada.
2. Repaso de servicios cloud: AWS, Azure y GCP.
3. Soluciones Opensource.
4. Ejemplos industriales de arquitecturas Cloud y Opensource.

Sesión 6. Robótica inteligente en la Industria (GESTAMP)

1. La robótica inteligente y sus aplicaciones.
2. Capacidad sensitiva de los robots y aplicación al trabajo colaborativo persona-máquina.
3. El paradigma de *programming by demonstration*.
4. Casos prácticos en la industria de aplicación de sistemas robóticos inteligentes de KUKA.

Sesión 7. Casos de uso industrial y preparación laboratorio (GESTAMP)

1. Explicación de algunos casos de uso de Gestamp explicando tanto la parte de IoT como la de Big Data e IA sobre procesos industriales: estampación en caliente, chassis y BOOST.
2. Preparación del Laboratorio:
    1. Parte IoT: Raspberry PI & Sensores & software a instalar
    2. Parte remota

Universidad de Navarra

Sesión 8. Laboratorio y Hackathon (GESTAMP)

1. Hackathon en grupos.

Sesión 9. El gemelo digital y sus aplicaciones

1. El gemelo digital (o *digital twin*).
2. Beneficios de la transformación digital.
3. Gemelo digital de máquina-proceso y de sistema productivo.
4. Fabricación digital y producción virtual en tiempo real o anticipada.

Sesión 10. El gemelo digital y sus aplicaciones

1. Fabricación avanzada.
2. Puesta en marcha virtual (o *virtual commissioning*) del proceso productivo.
3. Toma de decisiones de fabricación de cara al mantenimiento predictivo.

Program (in English)

Session 1. Introduction to Industry 4.0 and Internet of Things

1. Industry 4.0
2. Internet of Things
3. Application of AI in the connected industry, case study.

Session 2. KUKA Collaborative Robots (KUKA)

1. Introduction
2. Robot selection criteria
3. Safety
4. Programming methods
5. Applications

Session 3. Introduction to the Connected Industry (GESTAMP)

1. Most strategic and operational aspects of Connected Industry 4.0.
2. Enabling technologies, definitions and most common cases.

Session 4. Cyber-Physical Systems and Industrial IoT (GESTAMP)

1. CPS and Edge systems.
2. PLCs, Gateways, IPCs, Edges.
3. Networks, IT and OT convergence.
4. Industrial cybersecurity standards.

Session 5. Big Data and AI in Industry (GESTAMP)

1. Review of Big Data, ML, Deep Learning and AI applied to the connected industry.
2. Review of cloud services: AWS, Azure and GCP.
3. Opensource solutions.
4. Industrial examples of Cloud and Opensource architectures.

Session 6. Intelligent Robotics in Industry (GESTAMP).

1. Intelligent robotics and its applications.

2. Sensitive capability of robots and application to human-machine collaborative work.
3. The paradigm of programming by demonstration.
4. Practical cases in the industry of application of intelligent robotic systems of KUKA.

Session 7. Industrial use cases and laboratory preparation (GESTAMP)

1. Explanation of some Gestamp use cases explaining both the IoT and Big Data and AI part on industrial processes: hot stamping, chassis and BOOST.
2. Lab preparation:
    1. IoT part: Raspberry PI & Sensors & software to be installed.
    2. Remote part.

Session 8. Lab and Hackathon (GESTAMP)

1. Hackathon in groups.

Session 9. The digital twin and its applications

1. The digital twin (or digital twin).
2. Benefits of digital transformation.
3. Digital twin of machine-process and production system.
4. Digital manufacturing and virtual production in real time or in advance.

Session 10. The digital twin and its applications

1. Advanced manufacturing.
2. Virtual commissioning of the production process.
3. Manufacturing decision making for predictive maintenance.

ACTIVIDADES FORMATIVAS

Debate y participación activa en el análisis de los casos durante las clases.

Trabajo en grupo e implementación de una arquitectura de monitorización industrial conectada a la nube.

Presentación oral del trabajo por grupos.

EVALUACIÓN

CONVOCATORIA ORDINARIA

La evaluación de la asignatura se realizará en base a:

- La participación en clase con asistencia obligatoria (30% de la nota)
- Trabajo en grupo ~ Hackathon (70% de la nota):
    1. Presentación y defensa oral (35% de la nota)
    2. Informe escrito (65% de la nota)

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

Universidad de Navarra

Si el alumno suspende la asignatura en la convocatoria ordinaria, deberá superar un examen en la convocatoria extraordinaria para aprobar la asignatura. No se conservarán las notas obtenidas en la convocatoria ordinaria.

- Modo de evaluación: Examen presencial de todo el contenido.
- Contenido: Todo el temario visto en clase.
- Calificación: Se puntúa sobre 10 y para aprobar se debe **sacar un 5.**

HORARIOS DE ATENCIÓN

El horario de atención se realizará con cita previa vía email:

- Sebastián Gutiérrez (jsgutierrez@tecnun.es)
- Diego Mallada (dmallada@gestamp.com)
- Mikel Arizmendi (marizmendi@tecnun.es)

BIBLIOGRAFÍA

Recursos:

- KUKA Iberia, S.A.U. "Colaboración hombre-robot: ¡Damos la bienvenida al nuevo compañero robot!" https://www.kuka.com/es-es/future-production/cooperaci%C3%B3n-hombre-robot
- Web de OPC Foundation https://opcfoundation.org/ y sus recursos multimedia: https://opcfoundation.org/resources/multimedia/
- Web de Azure: casos de uso para fabricación: https://azure.microsoft.com/es-mx/industries/discrete-manufacturing/usecases/
- Node-RED instalación en Windows: https://youtu.be/VB-PfPykyaM?si=oLUhUnDUMijCBogQ
- Web de AWS: casos de uso para fabricación: https://aws.amazon.com/es/manufacturing/
- Google Cloud: casos de uso para fabricación: https://cloud.google.com/solutions/manufacturing/

Artículos científicos: y de divulgación:

- H. Ponce, S. Gutiérrez, J. Botero-Valencia, D. Marquez-Viloria,L. Castano-Londono, An intelligent climate monitoring system for hygrothermal virtual measurement in closed buildings using Internet-of-things and artificial hydrocarbon networks, Heliyon, vol. 10, 2024
- R. Espinosa, H. Ponce, and S. Gutiérrez, "Click-event sound detection in automotive industry using machine/deep learning," *Appl. Soft Comput.*, vol. 108, p. 107465, 2021.
- S. Gutiérrez, P.M. Rodrigo, J. Alvares, A. Acero, A. Montoya, Development and Testing of a Single-Axis Photovoltaic Sun Tracker through the Internet of Things, Energies 2020, 13, 2547.
- Qinglin Qi y Fei Tao. "Digital Twin and Big Data Towards Smart Manufacturing and Industry 4.0: 360 Degree Comparison" en IEEE Access. Vol. 6, pp. 3585-3593, 2018. DOI: 10.1109/ACCESS.2018.2793265.
- Sami Haddadin y Elizabeth Croft. "Physical Human-Robot Interaction" en Springer Handbook of Robotics, Bruno Siciliano y Oussama Khatib editores, Springer-Verlag Berlin Heidelberg (2016), 2ª edición, ISBN 978-3-319-32550-7, pp. 1835-1874. Localízalo en la Biblioteca (Versión electrónica)

Universidad de Navarra

- E. Sisinni, A. Saifullah, S. Han, U. Jennehag and M. Gidlund, "Industrial Internet of Things: Challenges, Opportunities, and Directions," in IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 14, no. 11, pp. 4724-4734, Nov. 2018
- O'Donovan, Peter, et al. "A comparison of fog and cloud computing cyber-physical interfaces for Industry 4.0 real-time embedded machine learning engineering applications." Computers in industry 110, 2019, 12-35.