



1. Datos Generales de la Asignatura.

Nombre de la asignatura:	Sistemas de Manufactura Avanzada
Clave de la asignatura:	MCM - 24 - 03
SATCA ¹ :	(2 - 4 - 6)
Programa Educativo:	Ingeniería Industrial

2. Presentación.

Caracterización de la Asignatura.

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero Industrial la capacidad para conocer las Tecnologías emergentes, las cuales se definen como “innovaciones científicas que pueden crear una nueva industria o transformar una existente”. Incluye tecnologías discontinuas derivadas de innovaciones radicales, así como tecnologías más evolucionadas formadas a raíz de la convergencia de ramas de investigación antes separadas.

Las tecnologías emergentes son: *nanotecnología, biotecnología, tecnologías de la información y la comunicación, ciencia cognitiva, robótica e inteligencia artificial*. De las cuales algunas de ellas están fuera de alcance de este programa.

Los conceptos como automatización flexible y robótica aplicada, mejoramiento del monitoreo y visibilidad de las operaciones de manufactura, diseño ágil de productos, los sistemas integrados de manufactura y mayor aplicación de la manufactura aditiva son primordiales en la manufactura avanzada.

Intención Didáctica.

La asignatura se encuentra organizada en siete temas que permiten la comprensión de los conceptos de manufactura avanzada y la importancia de la automatización y con base en las corrientes de la industria X.0, así como la ejecución de prácticas que permiten la integración de la competencia general del curso.

En el primer tema, se adquieren los conceptos básicos de la automatización y su impacto en la industria, así como las metodologías generales para abordar un proyecto. El segundo tema, se abordan las tendencias actuales de la industria X.0: grupos de interés líderes, herramientas y su impacto en la economía regional, así como su pertinencia en la economía global. A través del tercer tema se concentran las tecnologías avanzadas y emergentes así como la tecnología asistida por computadora que dan soporte a la manufactura inteligente.

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos



Intención Didáctica.

Siguiendo con lo anterior, en el cuarto tema se exponen los avances en tecnologías de maquinado de control numérico computarizado (CNC), así como los sistemas avanzados de manejo de todo tipo de materiales (desplazamiento y almacenaje). A continuación, en el quinto tema se verifica la clasificación, estructura y aplicaciones recientes de la robótica en sus diversos ámbitos con énfasis en la industria. El sexto tema plantea el tópico de sistemas flexibles de manufactura (FMS) y la comunicación que existe entre cada una de las estaciones.

Finalmente, el séptimo y último tema, se agrupan los contenidos conceptuales de la manufactura integrada por computadora (CIM) así como también los fundamentos básicos y nuevas tecnologías emergentes.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa.

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones.
Tepic, Nayarit. Del 07 al 11 de agosto de 2023.	Instituto Tecnológico de Tepic. Academia de Ingeniería Industrial.	Reunión de Academia de Ingeniería Industrial de Diseño Curricular para el desarrollo de asignaturas del módulo de especialidad "Manufactura, Calidad e Innovación" de la carrera de ingeniería industrial plan IIND-2010- 227.

4. Competencia a desarrollar.

Competencia general de la asignatura (CG):

Implementa las herramientas de manufactura avanzada con base en tecnologías asistidas por computadora con el fin de automatizar procesos productivos y de servicios.

5. Competencias previas.

- Evalúa y optimiza los sistemas de manufactura empleados en la generación de bienes y servicios, mediante el uso de técnicas y herramientas de vanguardia.
- Interpreta planos mecánicos.
- Domina el uso de software CAD.
- Usa apropiadamente diversos instrumentos de medición.
- Comprende los elementos básicos de electricidad y electrónica, así como el funcionamiento y aplicación de motores eléctricos.



6. Temario.

No.	Temas	Subtemas
1	Automatización.	1.1. Automatización en los sistemas de producción. 1.1.1. Sistemas automatizados de manufactura en la fábrica. 1.1.2. Sistemas de soporte para la manufactura computarizada. 1.1.3. Razones para automatizar. 1.2. Los diversos roles de la mano de obra en la manufactura. 1.3. Estrategias y principios para automatizar. 1.3.1. Diez estrategias para los Sistemas de Automatización y Producción. 1.3.2. Estrategia para la migración a la automatización. 1.3.3. El principio USA.
2	Industria X.0	2.1. Introducción a la Industria 4.0 (I4.0). 2.2. Construyendo Bloques en la Industria 4.0: Los 9 pilares de la I4.0. 2.3. Sistemas Ciber-físicos, y la Inteligencia artificial en la I4.0. 2.4. Implicaciones Potenciales de la I4.0. 2.5. Impacto de la I4.0: personal; social; económico; en la organización; en el Estado; y a nivel global. 2.6. Visión de la Industria: 5.0, 6.0, X.0.
3	Tecnologías de Asistencia para la Manufactura Digital.	3.1. Ingeniería Concurrente (CE). 3.2. Tecnologías Avanzadas. 3.3. Tecnologías Emergentes. 3.4. Tecnologías Asistidas por Computadora (CAT's). 3.4.1. CAD-CAM-CAE. 3.4.2. CAPP-CAQ. 3.4.3. KBE-CARE.
4	Tecnologías Avanzadas de Manufactura Moderna.	4.1. Diseño para la Manufactura y Ensamble. 4.2. Máquinas CNC. 4.2.1. Clasificación: maquinado y aditivas. 4.2.2. Movimientos y configuración. 4.2.3. Lenguajes y programación. 4.2.4. Herramientas y funciones auxiliares. 4.3. Tecnologías de Inspección sin contacto y no destructivas.



No.	Temas	Subtemas
		4.3.1. De Visión: 2D y 3D. 4.3.2. Termográfica. 4.3.3. De Lubricación por Ultrasonido. 4.3.4. Escáner de Rayos X o Gamma. 4.3.5. Otras tecnologías. 4.3.6. Aplicaciones en la industria. 4.4. Sistemas automatizados de transferencia de materiales. 4.4.1. AS/RS 4.4.2. AGV's 4.4.3. Conveyors.
5	Robots y Autómatas.	5.1. Robots. 5.1.1. Definición, cualidades y estructura. 5.1.2. Grados de libertad y posicionamiento. 5.1.3. Sistemas, programación y control. 5.2. Robots en el trabajo: colaboración segura en el trabajo (Cobots). 5.3. Robótica humana: humanoides. 5.4. Taxonomía de la Robótica. 5.5. Avances en robótica. 5.5.1. Aplicaciones en la construcción. 5.5.2. Aplicaciones en vehículos inteligentes. 5.5.3. Asistencia social robótica.
6	Sistemas de Manufactura Flexible (FMS).	6.1. Los sistemas de manufactura y sus componentes tecnológicos. 6.2. Ventajas y desventajas de un FMS. 6.3. Clasificación. 6.3.1. Células flexibles. 6.3.2. Líneas flexibles. 6.3.3. Taller flexible. 6.4. Los sistemas CAD/CAM en FMS. 6.5. Tecnología de Grupos (GT). 6.5.1. Inspección visual de producto. 6.5.2. Sistemas de codificación y clasificación de productos. 6.6. Manufactura Celular. 6.6.1. Métodos para la formación de células. 6.6.2. Logística. 6.6.3. Layout.
7	Manufactura Integrada por Computadora (CIM).	7.1. Definición de CIM. 7.2. Beneficios del CIM. 7.3. Tipos de procesos industriales. 7.4. Componentes y esquema funcional.

No.	Temas	Subtemas
		7.5. Herramientas y aplicaciones. 7.6. Otras tecnologías emergentes. 7.6.1. Manufactura distribuida. 7.6.2. Manufactura virtual (DIY). 7.6.3. Inteligencia artificial emergente. 7.6.4. Futuro de la robótica en CIM.

7. Actividades de Aprendizaje de los temas.

Nombre del Tema 1: Automatización.	
Competencias.	Actividades de aprendizaje.
Específicas: • CE1: Plantea el nivel de automatización actual de un proceso para identificar oportunidades de mejora de un sistema productivo con base en los componentes habituales que integran un sistema de manufactura de la región. Genéricas: • Capacidad crítica y autocrítica. • Capacidad de aprender a aprender. • Domina las TIC's en uso de ofimática. • Investigación documental. • Capacidad de trabajo autodidacta. • Capacidad para comunicarse. • Dominio de lengua extranjera.	• Realiza un informe detallado acerca de un proceso de trabajo manual de la práctica escolar de MECCANO/Lego para elaborar propuesta de automatización (A. Fija, A. Programable o A. Flexible). • Explica frente al grupo las razones para la automatización del trabajo manual con apoyo de un diagrama de mapa mental (sugerencia). • Redacta una crítica acerca de los roles de la mano de obra en un sistema productivo, así como en un sistema de apoyo a la manufactura, con base en un proceso productivo local. • Propone en equipo la ejecución de un modelo de estrategia o principio para la automatización de un proceso productivo local.

Nombre del Tema 2: Industria X.0.	
Competencias.	Actividades de aprendizaje.
Específicas: • CE2: Explica el impacto y la tendencia de la Industria X.0 en las empresas regionales tomando como base la vertiente social, económica, tecnológica y productiva.	• Redacta un informe con base en una visita a una empresa de la localidad para diagnosticar (observar directamente) un proceso de trabajo y recabar datos del grado de adopción de las tecnologías de la I4.0 dentro de sus áreas funcionales.



Genéricas: • Capacidad crítica y autocrítica. • Capacidad de trabajo en equipo. • Domina las TIC's para investigación documental. • Capacidad de trabajo autodidacta. • Capacidad para comunicarse.	• Explica frente a grupo la oportunidad de mejora elegida tomando como base los resultados del informe de la visita acerca del grado de adopción tecnológica (<i>los 9 pilares de la I4.0</i>) dentro de las áreas de la empresa. • Documenta a profundidad el proceso productivo del trabajo manual de una empresa de la localidad para identificar oportunidades de mejora con base en técnicas de automatización considerando el principio de la mejor solución, es la más simple. • Diseña herramientas digitales para el procesamiento de datos, análisis y generación de reportes.
---	--

Nombre del Tema 3: Tecnologías de Asistencia para la Manufactura Digital.	
Competencias.	Actividades de aprendizaje.
Específicas: • CE3: Diseña una propuesta de mejora para un proceso de trabajo manual con base en una tecnología avanzada o emergente con el fin de solucionar la problemática específica del proceso productivo o de servicio. Genéricas: • Capacidad crítica y autocrítica. • Capacidad de trabajo en equipo. • Domina las TIC's para investigación documental. • Dominio de un lenguaje CAD. • Capacidad de adaptación. • Capacidad de trabajo autodidacta. • Capacidad para comunicarse.	• Desarrolla una propuesta de mejora de diseño tecnológico del funcionamiento de un proceso productivo manual a través del uso de CAD tomando como base los principios de Toyota: SMED en la práctica de ensamble de Lego. • Explica frente a grupo el grado de implementación de las técnicas de manufactura esbelta (<i>Toyota y Seis Sigma</i>) que son implementadas en tres empresas de la región con base en un documento de informe de visita a empresa. • Desarrolla, en una empresa de la localidad, una propuesta de mejora tecnológica del funcionamiento de un proceso productivo manual a través del uso de CAD tomando como base los principios de la Ingeniería Concurrente.

Nombre del Tema 4: Tecnologías Avanzadas de Manufactura Moderna.	
Competencias.	Actividades de aprendizaje.



Específicas: ● CE4: Propone la mejora de un proceso productivo de trabajo o de inspección manual a través de una tecnología manufactura moderna de maquinado, manejo de material o de inspección con base en los requerimientos de diseño e implementación y control de la empresa local. Genéricas: ● Capacidad crítica y autocrítica. ● Capacidad de trabajo en equipo. ● Domina las TIC's para investigación documental. ● Dominio de un lenguaje CAD. ● Capacidad de adaptación. ● Capacidad de trabajo autodidacta. ● Capacidad para comunicarse.	● Investiga en las empresas el uso de la tecnología utilizada. ● Conoce los principios y limitaciones de un sistema de inspección por visión. ● Analiza las condiciones ambientales del área de inspección. ● Genera el patrón de inspección de una pieza con un sistema de visión. ● Realiza la programación de almacenes automáticos. ● Describir los componentes y la clasificación de los robots. ● Analizar las capacidades y limitaciones de los robots para su aplicación en sistemas automatizados.
---	---

Nombre del Tema 5: Robots y Autómatas	
Competencias.	Actividades de aprendizaje.
Específicas: ● CE5: Propone un diseño funcional para la mejora de un proceso de trabajo manual de una empresa de la localidad, a través del análisis exhaustivo de una actividad manual con el fin de implementar una solución de robótica simple. Genéricas: ● Capacidad crítica y autocrítica. ● Capacidad de trabajo en equipo. ● Domina las TIC's para investigación documental. ● Dominio de un lenguaje CAD. ● Capacidad de adaptación. ● Capacidad de trabajo autodidacta. ● Capacidad para comunicarse.	● Investiga las aplicaciones y clasificación de los Robots. ● Diseña un programa para hacer funcionar el robot.

Nombre del Tema 6: Sistemas de Manufactura Flexibles (FMS).	
Competencias.	Actividades de aprendizaje.
Específicas: • CE6: Opera una celda de manufactura flexible a través de una propuesta integral de diseño, programación, layout, e implementación de tecnologías de grupos. Genéricas: • Capacidad crítica y autocrítica. • Capacidad de trabajo en equipo. • Domina las TIC's para investigación documental. • Dominio de un lenguaje CAD. • Capacidad de adaptación. • Capacidad de trabajo autodidacta. • Capacidad para comunicarse.	• Prepara las estaciones que conforman la celda de manufactura flexible. • Opera la celda de manufactura flexible.

Nombre del Tema 7: Manufactura Integrada por Computadora.	
Competencias.	Actividades de aprendizaje.
Específicas: • CE5: Implementa un sistema de producción automatizado mediante el conocimiento de técnicas y utilizando simuladores del sistema. Genéricas: • Capacidad crítica y autocrítica. • Capacidad de trabajo en equipo. • Domina las TIC's para investigación documental. • Dominio de un lenguaje CAD. • Capacidad de adaptación. • Capacidad de trabajo autodidacta. • Capacidad para comunicarse.	• Investiga los principios básicos de neumática, hidráulica. • Desarrolla programas utilizando el PLC. • Utiliza los dibujos de las piezas asignando herramientas y parámetros de maquinados para simular su maquinado en computadora.



8. Prácticas.

- Aplica el sistema “SMED” en simulador de empresa.
- Impresión en 3D de diseño de ensamble de producto (PLA+).
- Litografía láser de placas (Placas de aglomerado o triplay de 3 mm.)
- Obtiene patrones de visión con la cámara de la celda de manufactura.
- Analiza el sistema de almacenaje temporal de la celda de manufactura.
- Identifica las estaciones de la celda de manufactura, su funcionamiento e interrelación.
- Pone en marcha la celda de manufactura.
- Analiza el funcionamiento del brazo robot.
- Programa el brazo robot (Preferentemente en Celda / LEGO).
- Opera actuadores neumáticos y electroválvulas.
- Programa de un PLC (Preferentemente en Celda / LEGO).
- Simula el maquinado de una pieza (SOLIDWORKS).

9. Proyecto de asignatura.

Demuestra el desarrollo y alcance de la competencia de la asignatura aplicando lo descrito en el tema manufactura esbelta, dentro de una empresa; considerando las siguientes fases:

1. Fundamentación.
2. Planeación.
3. Ejecución.
4. Evaluación.

10. Evaluación por competencias.

Instrumentos y herramientas sugeridas para evaluar las actividades de aprendizaje:

- A. Participación activa en las actividades de investigación, interpretación y socialización de los resultados obtenidos.
 - a. Resúmenes y ensayos
 - b. Mapas conceptuales y mentales
- B. Entrega periódica de trabajos extra clase y prácticas.
 - a. Reporte de prácticas de laboratorio
 - b. Proyecto de aplicación en una empresa y exposición
- C. Evaluaciones periódicas
 - a. Aplicación de exámenes de conocimiento
 - b. Coevaluación.
 - c. Guía de observación.
 - d. Guía de evaluación de proyectos.
 - e. Lista de cotejo y Rúbricas.



11. Fuentes de Información.

- Agrawal, R., Kumar J., J., Shing Y., Vinod, Kumar M., V., & Varela, L. (Eds.). (2020). *Recent Advances in Smart Manufacturing and Materials. Select Proceedings of ICEM 2020*. Springer DOI [10.1007/978-981-16-3033-0](https://doi.org/10.1007/978-981-16-3033-0)
- Bi, Z., & Wang, X. (2020). *Computer Aided Design and Manufacturing*. John Wiley & sons Ltd - ASME Press.
- Ceccarelli, M., Faruk K., E. (Eds.) (2015). *Designs and Prototypes of Mobile Robots*. ASME Press.
- Childs, J. (1973). *Numerical control part programming*. Industrial Press.
- Cosgaya, I. & Canepa, I. (2016). *Manuales FESTO®* | FILabs. Balam.uacam.mx. Recuperado el 17 de mayo del 2016, de http://balam.uacam.mx/filabs/descargas/manuales_festo.jsp
- Delchambre, A. (1992). *Computer-aided Assembly Planning* (First ed.). Springer Science-Business Media Dordrecht.
- Dobra, A. (September, 2014). *General classification of robots. Size criteria*. Proceedings of the 23rd International Conference on Robotics in Alpe-Adria-Danube Region. IEEE.
- Festo Didactic. (2016). *Festo-didactic.com*. Recuperado el 17 de mayo del 2016, de <http://www.festo-didactic.com/es-es/?fbid=ZXMuZXMuNTQ3LjE0LjEyLjMzMjE>
- Gaither, N., Sánchez García, G., & Frazier, G. (2000). *Administración de producción y operaciones*. International Thomson Editores.
- Greenwood, Nigel R. (1988). *Implementing Flexible Manufacturing Systems* (First ed.). Macmillan Education Ltd.
- Groover, M.P. (2016). *Sistemas de Manufactura: Libro en Línea*. Sm-actual.blogspot.mx. obtenido el 24 May 2016, de <http://sm-actual.blogspot.mx/p/libro-en-linea.html>
- Hodges, B. (1994). *CNC Part Programming Workbook*. City and Guild.
- Imai, M. (2001). *Kaizen: La clave de la Ventaja Competitiva Japonesa*. C.E.C.S.A.
- Kumar K., J., & Kumar S., R. (2022). *Modern Manufacturing Technology. Spotlight on Future* (First ed.). CRC Press. DOI: 10.1201/9781003203162.
- McMahon, C. & Browne, J. (1998). CAD/CAM. Harlow, England: Addison-Wesley.
- Milner, D. A., & Vasilou, V. C. (1986). *Computer Aided Engineering for Manufacture* (First ed.). Kogan Page Ltd. DOI 10.1007/978-1-4684-6912-7
- Molloy, O., Tilley, S., & Warman, A. (1998). *Design for Manufacturing and Assembly. Concepts, architectures and implementation* (First ed.). Springer Science-Business Media Dordrecht.
- Mompín Poblet, J. (1986). *Sistemas CAD/CAM/CAE*. Marcombo.
- Ohno, T. (1991). *El sistema de producción Toyota, más allá de la Producción a Gran Escala*. Gestión 2000.
- Renshaw, T. (1994). *CNC Setting and Operation Workbook*. City and Guilds/Macmillan.
- Rentería, A. & Rivas, M. (2000). *Robótica industrial*. McGraw-Hill.
- Shina, Sammy G. (1991). *Concurrent Engineering and Design for Manufacture of Electronics Products* (First ed.). Van Nostrand Reinhold.
- Shingo, S. (1990) *Una Revolución en la producción: El Sistema SMED*. Productivity Press.
- Shingo, S. (1992). *Tecnología para el Cero Defectos: Inspecciones en la fuente y el Sistema Poka-Yoke*. Productivity Press.
- Siciliano, B., & Khatib, O. (Eds.) (2016). *Springer Handbook of Robotics* (Second ed.). Springer. DOI 10.1007/978-3-319-32552-1
- Singh, N., & Rajamani, D. (1996). *Cellular Manufacturing Systems. Design, planning and control* (First ed.). Chapman & Hall.



Tetzlaff, Ulrich A. W. (1990). *Optimal design of flexible manufacturing systems*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. DOI 10.1007/978-3-642-50317-7.

Weatherall, A. (1992). *Computer Integrated Manufacturing. A total company competitive strategy* (Second ed.). Butterworth-Heinemann Ltd.

Womack, J. & Jones, D. (2012). *Lean Thinking*. Gestión 2000.