



1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Sistemas Integrados de Manufactura
Clave de la asignatura:	MED - 2102
SATCA¹:	<u>(2 – 3 – 5)</u>
Carrera:	Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica

2. Presentación

Caracterización de la asignatura
<p>La aportación de la asignatura al perfil del egresado es el de construir, investigar y administrar soluciones a sistemas de manufactura moderna, con enfoque en la automatización de los procesos, los cuales apliquen tecnologías recientes e innovadoras. Desde la etapa del diseño utilizarán recursos de manufactura asistida por computadora (CAD, CAM, CAE) y con base a los resultados podrán elegir y proponer medios sistematizados para la producción estructurada, observando particular énfasis en los sistemas del tipo “Lean Manufacturing”. El objetivo es formar profesionales altamente capacitados en la aplicación de estrategias de manufactura automatizada, que generen la integración de funciones de los diversos departamentos de la empresa para optimizar los sistemas de producción ya existentes e implementar nuevos sistemas que mejoren la eficiencia y eficacia en conjunto a la productividad, la competitividad y la calidad de los bienes o servicios generados.</p> <p>Esta asignatura permitirá la aplicación de conocimientos básicos de diseño y procesos de manufactura y la integración posterior de temas avanzados como el diseño de maquinaria automatizada, la robótica industrial y el control de procesos y equipos.</p>
Intención didáctica
<p>La asignatura está organizada en 4 unidades: Introducción a la Manufactura, Diseño asistido por computadora, Manufactura asistida por computadora y Sistemas de manufactura.</p>

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos



En la primera unidad se abarcarán temas introductorios de manufactura, partiendo desde la clasificación y los principios básicos de sistemas de manufactura clásica y automatizada. Las prácticas de esta unidad abordarán la ejecución de la manufactura de piezas simples con la maquinaria del taller. Al concluir esta unidad se propondrá un Proyecto integrador para que vayan desarrollando a lo largo del curso.

En la segunda unidad se darán a conocer diferentes tipos de software para el diseño con los que los alumnos podrán desarrollar modelos manufacturables mediante software CAD y probarán mediante simuladores de ingeniería (software CAE) que sus modelos son aptos y funcionales. La práctica de esta unidad concluirá con el modelo manufacturable de su proyecto integrador.

En la tercera unidad desarrollarán la programación de máquinas de control numérico (CNC), con la ayuda de software CAM, en un entorno de producción automatizada. En la práctica correspondiente, elaborarán el mecanizado de piezas de su proyecto integrador.

Para finalizar en la cuarta unidad se abordará la aplicación de técnicas de planeación y control de Sistemas productivos, con énfasis en el control de calidad, la eficiencia, el ahorro de recursos y la organización de la producción. La práctica de esta unidad consistirá en el planteamiento de una planta productiva para el producto desarrollado en su proyecto integrador.

Todas las unidades contarán con recursos virtuales seleccionados y con ejemplos desarrollados por el profesor para que los alumnos puedan reforzar y ampliar su conocimiento de cada tema. Los alumnos podrán hacer práctica adicional apoyándose en el software y el seguimiento del docente. Se hará énfasis en que la práctica será indispensable para que los alumnos puedan asegurar su dominio de los temas vistos.



3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
<p>Instituto Tecnológico de Mérida del 10 de febrero al 21 de abril de 2021</p>	<p>Representantes de la Academia de Ingeniería Mecánica:</p> <p>Dr. Pedro Jesús Herrera Franco M.I. Silvio José Villajuana Cervantes Dr. Hugo Joel Carrillo Escalante Ing. Javier Iván Cauich Cupul Dr. Enrique Josué Chan y Díaz M.C. Manuel Alejandro Herrera Gurrutia Ing. Juan Heber Peraza Yeh Ing. Pedro Manuel Zapata Loría Dr. Joel Odelin Segura Novelo Ing. Juan Alberto González Santillán Ing. Saul Ceballos Gómez</p>	<p>Academia de Ingeniería Mecánica</p>
<p>Instituto Tecnológico de Mérida del 10 de febrero al 21 de abril de 2021</p>	<p>Representantes de la Academia de Ingeniería Electrónica:</p> <p>Dr. Alabatt Garza Luis Enrique Dr. Atoche Enseñat José Ramon Dr. Canto Esquivel Jorge Carlos Dr. Flores Novelo Agustín Alfonso Dr. Lujan Ramírez Carlos Alberto Dr. Sandoval Curmina Víctor Dr. Sandoval Gio Jesus Dra. Quintal Gómez Regina Guadalupe Ing. Amaya Colli Carlo Ing. García Cristiano Beatriz Aurora Ing. Jiménez Dominguez Quirino Ing. Melo García Jacqueline Ing. Pardiñaz Alcantara Daniel Ing. Rodriguez Huerta Jose Fidel Ing. Villalobos Valladares Tomás Humberto L.A.E Rodriguez Solís Diana Guadalupe L.I. Villalobos Diaz Tomas Humberto M.C. Blanco Valdez Magnolia Alejandra M.C. Zizumbo Chávez Fabiola M.G.T.I. Pérez Coello Eunice Alejandra M.I. Ix Andrade Freddy Antonio M.I. Sosa Lopez Erwin M.T.E. Alvarez Cervera Maria Margarita</p>	<p>Academia de Ingeniería Electrónica</p>



4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Optimiza los sistemas de manufactura empleados en la generación de bienes y servicios, mediante el uso de técnicas y herramientas de vanguardia.

5. Competencias previas

<p>Generalidad en los siguientes temas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Procesos de manufactura. • Dibujo de ingeniería. • Materiales. • Programación. • Metrología. • Automatización. • Control de calidad.
--

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Introducción a la Manufactura	1.1. Introducción de la manufactura. Contexto histórico. 1.2. Clasificación de los procesos de manufactura clásica. 1.3. Tópicos de manufactura moderna 1.4. Principios generales de los sistemas de manufactura. 1.4.1. Ingeniería Concurrente 1.4.2. Logística 1.4.3. Especificaciones y criterios de diseño básicos. 1.5. Selección del tipo de tecnología de manufactura y procesos para la producción. 1.6. Aplicaciones de la manufactura altamente automatizada y su enfoque en México.
2	Diseño asistido por computadora	2.1. Criterios de diseño asistido por computadora. 2.2. Utilización del sistema CAD a nivel industrial. 2.2.1. Croquis y dibujos 2D.



		<p>2.2.1. Modelado tridimensional.</p> <p>2.2.1. Ensamblés.</p> <p>2.2.1. Planos de ingeniería.</p> <p>2.3. Herramientas de cálculo en el diseño. Introducción a los Sistemas CAE.</p> <p>2.4. El método de los elementos finitos en el ámbito de la resistencia de materiales, flujo y transferencia de calor.</p> <p>2.4.1 Establecimiento de condiciones de frontera.</p> <p>2.4.1. Aplicación del método para la simulación de elementos mecánicos sometidos a esfuerzos.</p> <p>2.4.2. Aplicación del método para la simulación de elementos en condiciones de transferencia de calor o energía térmica.</p> <p>2.5. Realización de cálculos y análisis de resultados.</p>
3	Manufactura asistida por computadora	<p>3.1. Generalidades de los procesos de manufactura auxiliada por computadora y control numérico.</p> <p>3.2. Programación NC a pie de máquina y mediante software CAM-2D. Simulaciones básicas de maquinado.</p> <p>3.3. Partes principales de una máquina de CNC.</p> <p>3.4. Procedimiento para la elaboración de una pieza en una máquina CNC.</p> <p>3.5. Programación CNC mediante software CAM-3D. Importación de dibujos y modelos.</p> <p>3.6. Post-procesado de programas NC.</p> <p>3.7. Otros procesos CNC avanzados.</p> <p>3.8. La integración de robots en líneas de producción automatizada.</p>
4	Sistemas de manufactura, planeación y control de la producción.	<p>4.1. Sistemas de manufactura:</p> <p>4.1.1. Manufactura secuencial y por lotes.</p> <p>4.1.2. Manufactura flexible.</p> <p>4.1.3. Lean Manufacturing</p> <p>4.2. Planeación y organización de la producción.</p> <p>4.2.1. PDM y PLM</p> <p>4.2.3. Sistemas de Inventario y gestión de Materiales.</p> <p>4.2.4. Sistema JIT de Inventario Cero.</p> <p>4.2.5. Estrategia de Manufactura Global: Tier Deployment.</p>



		<p>4.3. Administración y control de la manufactura (CAPP).</p> <p>4.3.2. Aplicación de sistemas ERP/TQM/TPM</p> <p>4.3.3. Aspectos de control de eficiencia y productividad.</p> <p>4.3.4. Importancia del control de costo y ventajas de la automatización.</p> <p>4.3.5. Planeación del mantenimiento.</p> <p>4.3.6. Estrategia de integración total CIM.</p>
--	--	---



7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Introducción a la Manufactura	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Conocerá los sistemas de manufactura y su impacto en el proceso productivo.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Capacidad de organizar y planificar. • Comunicación oral y escrita. • Habilidades básicas de manejo de la Computadora. • Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas. • Solución de problemas. • Trabajo en equipo. • Habilidades interpersonales. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Habilidad para trabajar en forma autónoma. • Capacidad para obtener información de bases de datos de artículos científicos, patentes y normas de manufactura. 	<ul style="list-style-type: none"> • Distinguirá los tipos de manufactura involucradas en los procesos industriales. • Investigará los grandes paradigmas sobre sistemas de manufactura comentando los elementos principales que han sido pautas en el desarrollo de la competitividad global. • Identificará sistemas automatizados de manufactura utilizados en empresas modernas. • Conocerá las normas aplicables y requerimientos técnicos comunes en los sistemas de manufactura.
2. Diseño asistido por computadora	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Conocerá herramientas para el modelado y simulación asistida por computadora, los cuales son utilizados para validar la ingeniería preliminar correspondiente a la manufactura.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Capacidad de organizar y planificar. • Comunicación oral y escrita. 	<ul style="list-style-type: none"> • Creará modelos manufacturables aplicando criterios de diseño funcional y herramientas de ingeniería concurrente. • Conocerá las técnicas de diseño de mallados y preparación para análisis de Ingeniería CAE. • Aplicará criterios de diseño mediante análisis de modelos CAD-CAE.



<ul style="list-style-type: none"> • Habilidades básicas de manejo de la Computadora. • Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas. • Solución de problemas. • Trabajo en equipo. • Habilidades interpersonales. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Habilidad para trabajar en forma autónoma. • Capacidad para obtener información de bases de datos de artículos científicos, patentes y normas de manufactura. 	
<p>3. Manufactura asistida por computadora</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <p>Fabricará piezas en máquinas automáticas y de Control numérico utilizando Software CAD/CAM.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Capacidad de organizar y planificar. • Comunicación oral y escrita. • Habilidades básicas de manejo de la Computadora. • Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas. • Solución de problemas. • Trabajo en equipo. • Habilidades interpersonales. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Habilidad para trabajar en forma autónoma. • Capacidad para obtener información de bases de datos de artículos científicos, patentes y normas de manufactura. 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificará las partes principales de una máquina CNC, así como las ventajas tecnológicas del uso de estos equipos. • Conocerá las precauciones y cuidados al preparar mecanizado en una máquina CNC. • Realizará los procedimientos de preparación de máquina, de pieza y compensaciones de herramientas. • Creará programas para mecanizado mediante software CAD-CAM. • Editará, simulará y ejecutará los programas desarrollados, verificando la preparación de las máquinas.



4. Sistemas de manufactura, planeación y control de la producción.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Conocerá las principales herramientas para la planeación y el control de los diferentes sistemas de manufactura y las interrelaciones con la ingeniería de proceso.</p> <p>Analizará los factores que intervienen en la optimización de la producción e identificará las ventajas de los sistemas de manufactura flexible.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Capacidad de organizar y planificar. • Comunicación oral y escrita. • Habilidades básicas de manejo de la Computadora. • Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas. • Solución de problemas. • Trabajo en equipo. • Habilidades interpersonales. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Habilidad para trabajar en forma autónoma. • Capacidad para obtener información de bases de datos de artículos científicos, patentes y normas de manufactura. 	<ul style="list-style-type: none"> • Analizará los elementos que conforman los sistemas de manufactura actuales y su diferencia con los tradicionales, comparando ventajas y desventajas de estos. • Analizará los parámetros y herramientas tecnológicas que sirven para estructurar un sistema de manufactura flexible. • Identificará técnicas actuales de control de producción (CAPP) y explorará software relacionado (ERP/TQM/TPM) • Diferenciará aspectos de eficiencia, productividad y costos asociados con la producción industrial. • Propondrá un sistema de celdas flexibles y elaborará un layout funcional de planta para un producto simple, acorde con un requerimiento de producción.

8. Práctica(s)

<ol style="list-style-type: none"> 1. Procesos de manufactura de taller, repaso de metrología y manejo de materiales. 2. Manufactura clásica de una pieza. 3. Modelado de un ensamble con software CAD 4. Análisis de elemento finito de un modelo mecánico con software CAE.



5. Programación CAM de una pieza en dos dimensiones
6. Programación CAM de una pieza en tres dimensiones.
7. Mecanizado de una pieza en máquina CNC
8. Proyecto virtual de implementación del proceso productivo de un producto.



9. Proyecto de asignatura

Planeación de la producción industrial de un producto ensamblado, manufacturable en taller.

- **Fundamentación:** La producción industrial requiere como punto de partida un diseño de ingeniería que justifique su desarrollo además del requerimiento comercial. Es necesario, por lo tanto, que todo proyecto productivo contemple las diversas situaciones que pueden afectar la calidad de un producto o el costo de su producción.
- **Planeación:** La presentación del proyecto se hará al finalizar la primera unidad del temario, permitiendo así la preparación técnica consecuyente con el avance del curso. En esta etapa, podrán también calendarizar sus avances parciales.
- **Ejecución:** La ejecución material del proyecto se hará como parte de las prácticas programadas y se podrá finalizar con el contenido de la última unidad, en el que ya habrán elaborado la manufactura físicamente y agregarán la documentación requerida.
- **Evaluación:** La evaluación podrá contemplarse en dos aspectos: a) en la calidad de la manufactura y su elaboración material en tiempo y forma, y en b) la calidad documental y la validez de los datos o cálculos correspondientes.

10. Evaluación por competencias

Son las técnicas, instrumentos y herramientas sugeridas para constatar los desempeños académicos de las actividades de aprendizaje.

El proceso de evaluación debe ser continuo (utilizar evaluaciones diagnóstica, formativa y sumativa) por lo que se debe considerar el desempeño en cada una de las actividades de aprendizaje, haciendo especial énfasis en la obtención de evidencias de competencias adquiridas:

- Evidencias por conocimiento (exámenes exploratorios).
- Evidencias por desempeño (responsabilidad y grado de cumplimiento, entre otros).
- Evidencias por producto (elaboración de prácticas, investigaciones y reportes, entre otros).
- Evidencias por conducta (actitud, disciplina, puntualidad y asistencia, entre otras).

Estas evidencias deben estar interrelacionadas para la evaluación de las competencias específicas y genéricas.



El docente establecerá la ponderación correspondiente a cada una de estas evidencias para determinar si el estudiante alcanzó la competencia. Investigación documental y videográfica.

Ejemplos de evidencias que pueden solicitarse:

- Reportes de prácticas en diferentes niveles de aplicación o complejidad.
- Exámenes con contenido aplicativo o práctico (no teórico)
- Manufactura de prototipos.
- Simulaciones de manufactura asistida por computadora, con cálculos relacionados.
- Ensayos de simulación de software, con análisis de resultados.
- Proyecto de integración, documentada y referenciada con cálculos correspondientes.
- Asistencia, participación en clase y contribuciones significativas en equipos de trabajo.

11. Fuentes de información

- Kalpakjian, S., (2014), Manufactura ingeniería y tecnología: Ingeniería y tecnología de Materiales, Volumen 1 y 2. Séptima edición, México DF. Pearson Educación.
- Gómez, S., (2015). El gran libro de Solidworks. Segunda edición, México DF. Alfaomega grupo editor.
- Hansen, L. Scott. (2006), Applied SolidWorks, Ed. New York Industrial Press.
- Ariza Moreno, Pilar, (2004), Método de los elementos finitos: introducción a ANSYS. Edición: 1ª ed., 1ª reimp. Editorial: Sevilla: Universidad de Sevilla, Secretariado de Publicaciones.
- Radhakrishnan, P., (2009) CAD/CAD/CIM. Ed. New Age International
- Izar, J. M., (2016), Manufactura de clase mundial. Primera edición. Alfaomega grupo editor.
- Hernández, G., (2014), Fundamentos y planeación de la manufactura automatizada: un enfoque de los sistemas integrados de manufactura. Primera edición. Pearson Educación.