

## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Ingeniería Asistida por Computadora
<b>Clave de la asignatura:</b>	DSD-1703
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	2-3-5
<b>Carrera:</b>	Ingeniería Mecánica

## 2. Presentación

### Caracterización de la asignatura

Esta materia está relacionada con el enfoque de Ingeniería concurrente. Con esta área se tiene por objetivo promover el diseño de productos y servicios nuevos y/o mejorados, aumentando su vida útil y su funcionamiento en condiciones óptimas y conformes a las normas de seguridad, reduciendo los costes del ciclo de vida y aumentando el valor añadido para los clientes. El enfoque es remarcado sobre los aspectos de sostenibilidad y la consideración del proceso de manufactura y el mantenimiento desde la etapa de diseño.

Las competencias desarrolladas en este curso contribuyen a la definición del perfil de egreso en aspectos relacionados principalmente con:

- Gestionar proyectos de diseño, manufactura, diagnóstico, instalación, operación, control y mantenimiento, tanto de sistemas mecánicos como de sistemas de aprovechamiento de fuentes de energías convencionales y no convencionales.
- Aplicar herramientas matemáticas, computacionales y métodos experimentales en la solución de problemas para formular modelos, analizar procesos y elaborar prototipos mecánicos.
- Seleccionar y emplear los materiales adecuados para: el diseño y fabricación de elementos mecánicos; o para su uso en instalaciones industriales con base en el conocimiento de sus propiedades.
- Crear, innovar, transferir y adaptar tecnologías en el campo de la ingeniería mecánica, con actitud emprendedora y de liderazgo, respetando los principios éticos y valores universales, ejerciendo su profesión de manera responsable en un marco legal.
- Formar parte de grupos multidisciplinarios en proyectos integrales con una actitud que fortalezca el trabajo de equipo, ejerciendo diversos roles contribuyendo con su capacidad profesional al logro conjunto.
- Observar y aplicar las normas y especificaciones nacionales e internacionales relacionadas con el tratamiento adecuado de las materias primas, los productos terminados, así como los materiales residuales, generados en los procesos industriales.

La materia de Ingeniería Asistida por Computadora aporta al perfil del estudiante de Ingeniería Mecánica, la capacidad para evaluar diseños de componentes y sistemas mecánicos, a través del uso de las herramientas computacionales de dibujo (CAD), Ingeniería (CAE) y manufactura (CAM), para la toma de decisiones en cuanto su rediseño, optimización y/o fabricación.

<sup>1</sup> Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

La asignatura aborda los aspectos conceptuales del diseño asistido por computadora por medio del elemento finito, el análisis de componentes y ensambles mecánicos, resultando en la incorporación de las tecnologías computacionales como una ayuda en la toma de decisiones sobre la funcionalidad y desempeño de estos sistemas.

#### **Intención didáctica**

La Ingeniería Asistida por Computadora integra el dibujo asistido por computadora, el método del elemento finito para el análisis estático, cinemático, dinámico y estructural, el maquinado por control numérico y la generación de archivos para la impresión en máquinas de prototipado rápido. Se incluyen los procesos de simulación, validación y optimización dentro de sus actividades para brindar soporte a los departamentos de ingeniería en la toma de decisiones. De esta manera, los temas como el análisis de interferencia en ensambles, el análisis estático, el análisis dinámico, el análisis para la manufactura y la programación de máquinas de control numérico y de impresoras 3D, son considerados durante el curso a través de un enfoque teórico-práctico a través de análisis de casos de estudio.

Se pretende en esta materia aprovechar las posibilidades de mejora en procesos y productos, que pueden derivarse del tratamiento digitalizado de la información. Se espera del alumno, un conocimiento más detallado de las técnicas y procedimientos para un diseño integrado de productos y procesos que le posibilite participar también en proyectos de Manufactura avanzada. El manejo de esta materia por medio de proyectos y el empleo exhaustivo de la infraestructura informática y del software especializado para el diseño sustentable le permitiría cubrir con suficiencia los objetivos del módulo de especialidad.

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

<b>Lugar y fecha de elaboración o revisión</b>	<b>Participantes</b>	<b>Observaciones</b>
Instituto Tecnológico de Puebla. Septiembre de 2016	Dr. Sergio Javier Torres Méndez MC. Miguel Ángel Domínguez Ramírez MC Raúl Pichardo Macías MC José Luis Valencia Ramos Ing. Sergio Maceda Gómez	Reuniones de trabajo de la Academia de Ingeniería Mecánica

### **4. Competencia(s) a desarrollar**

#### **Competencia(s) específica(s) de la asignatura**

Evaluar la viabilidad de diseños de piezas y sistemas mecánicos estáticos o en movimiento para optimizar su proceso de manufactura, mediante herramientas de cómputo CAD/CAM/CAE (Diseño Asistido por Computadora/Manufactura Asistida por Computadora/Ingeniería asistida por computadora),

### **5. Competencias previas**

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretar y elaborar de planos de ingeniería de sistemas mecánicos y el manejo de Software especializado para el dibujo 2D y 3D.</li> <li>• Analizar y diseñar cinemáticamente mecanismos planos, engranes, trenes de engranes y levas.</li> <li>• Analizar, optimizar y seleccionar elementos mecánicos (rodamientos, bandas, poleas, cadenas, catarinas, coples y cables) en el diseño de máquinas,</li> <li>• Aplicar los criterios de fallas por cargas estáticas y dinámicas en elementos mecánicos y en el diseño de ejes, fatiga.</li> <li>• Analizar, optimizar y seleccionar elementos mecánicos (uniones soldadas, uniones atornilladas, tornillos de sujeción, tornillos de potencia, resortes, engranajes, embragues, frenos y volantes) en el diseño de máquinas.</li> <li>• Aplicar métodos para la determinación de la frecuencia natural, determinar las características del amortiguamiento de los sistemas mecánicos, identificar los diferentes parámetros que generan vibraciones en sistemas mecánicos, analizar sistemas sujetos a una fuerza armónica externa.</li> <li>• Aplicar los reglamentos de seguridad para la manufactura, operar las máquinas-herramientas comunes de forma correcta, escoger la secuencia en que intervienen diferentes equipos para obtener el producto especificado en un dibujo de proyecto.</li> <li>• Conocimiento de los procesos de Manufactura</li> <li>• Conocimiento de la Filosofía Lean</li> </ul>
---

## 6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Diseño Mecánico asistido por computadora	1.1 Definición del proyecto 1.2 Generación y evaluación del concepto 1.3 Funciones CAD/CAE 1.4 Diseño paramétrico 1.5 Modelado de sistemas mecánicos. Ensamblajes 1.6 Dibujo de ingeniería de sistemas mecánicos
2.	Análisis de Diseños	2.1 Método del Elemento Finito (FEM) 2.2 Tipos de simulación 2.3 Proceso de simulación <ul style="list-style-type: none"> <li>2.2.1 Inicio del análisis</li> <li>2.2.2 Simulación</li> <li>2.2.3 Interpretación de resultados</li> </ul> 2.4 Análisis estático lineal 2.5 Análisis del movimiento de sistemas mecánicos
3.	Diseño para la Manufactura	3.1 Introducción 3.2 Diseño de producto para ensamble 3.3 Diseño para moldeado por fundición 3.4 Diseño para moldeado por inyección 3.5 Diseño para trabajo en lámina

4.	Manufactura Asistida por Computadora	4.1 Introducción. Sistemas CAD-CAM 4.2 Prototipos rápidos 4.4 Máquinas de Control Numérico 1.5 Impresoras 3D
----	--------------------------------------	---

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

Diseño Mecánico asistido por computadora	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Comprender los conceptos básicos para el diseño mecánico asistido por computadora.</li> <li>Realizar el análisis de interferencia de ensambles de sistemas mecánicos.</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>El alumno adquirirá la visión de las competencias necesarias para seguir de manera estructurada y colaborativa un conjunto de métodos que, desde las perspectivas ingenieril y de responsabilidad ética y de medio ambiente, integren las funciones de diseño, manufactura y para el desarrollo de productos innovadores y competitivos</li> <li>Hablar, redactar, crear ideas, relacionar ideas, expresarlas con claridad, orden y rigor oralmente y por escrito.</li> <li>Dialogar, argumentar, replicar, discutir, explicar, sostener un punto de vista.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El profesor asignará problemas de diseño para ser resueltos, en su fase conceptual, por equipos, aplicando la metodología apropiada y demostrando su viabilidad y sostenibilidad.</li> </ul> <p>En el desarrollo de estas actividades, propiciar que el alumno pueda:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Apropiarse de la metodología relacionada con el diseño sostenible</li> <li>Conocer los parámetros de evaluación de los diseños</li> <li>Reconocer las ventajas de la simulación en el proceso de diseño</li> <li>Aplicar conceptos, modelos y metodologías que se va aprendiendo en el desarrollo de la asignatura.</li> <li>Usar adecuadamente conceptos, y terminología científico-tecnológica.</li> <li>Relacionar los contenidos de la asignatura con las demás del plan de estudios para desarrollar una visión interdisciplinaria.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Participar en actividades colectivas, colaborar con otros en trabajos diversos, trabajar en equipo, intercambiar información.</li> <li>Producir textos originales, elaborar proyectos de distinta índole, diseñar y desarrollar prácticas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aplicar los conceptos básicos que se emplean en el análisis de sistemas mecánicos por medio del método de elementos finitos.</li> <li>Determinar las interferencias en ensambles mecánicos.</li> </ul>

<b>Análisis de Diseños</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar el análisis cinemático y dinámico de componentes y ensambles mecánicos que permitan determinar la posición, velocidad y aceleración de puntos de interés mediante la modelación y simulación en sistemas de cómputo CAD/CAE.</li> <li>Realizar el análisis estático y dinámico de componentes mecánicos y estructuras que permitan determinar los esfuerzos, deformaciones y factor de seguridad mediante la modelación y simulación en sistemas de cómputo CAD/CAE.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analizar la opción seleccionada como solución al problema de diseño, después de la fase conceptual, por equipos, para demostrar su viabilidad y sostenibilidad</li> <li>Analizar componentes y sistemas de ensambles mecánicos mediante la determinación de la posición, velocidad, aceleración, fuerzas, y momentos, empleando diferentes métodos y con la aplicación de software específico.</li> <li>Analizar casos de estudios donde evaluará la funcionalidad y desempeño de componentes y sistemas mecánicos, empleando diferentes métodos y con la aplicación de software específico.</li> </ul>
<b>Diseño para la Manufactura</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Diseñar productos, empleando el análisis de las relaciones que existen entre los sistemas de manufactura y los procesos de desarrollo de un producto para establecer criterios para el diseño y/o selección de equipos de producción, herramientas y sistemas de medición que sean robustos y flexibles ante los cambios en la demanda y configuraciones de los productos</li> <li>Realizar el diseño de para manufactura y ensambles mecánicos mediante la modelación y simulación en sistemas de cómputo CAD/CAE.</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Habilidad para trabajar en forma autónoma</li> <li>Solución de problemas</li> <li>Trabajo en equipo</li> <li>Capacidad de aprender</li> <li>Habilidad para simular mediante modelaje computacional de los sistemas físicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El alumno analizará componentes y sistemas de ensambles mecánicos para su fabricación en procesos de fundición, inyección de plásticos, y para trabajo en lámina, empleando diferentes métodos y con la aplicación de software específico.</li> <li>El profesor mostrará las diferencias en las metodologías para el diseño, de acuerdo con los diferentes procesos de manufactura.</li> <li>El profesor propondrá a equipos de alumnos, problemas de diseño de productos, para ser resueltos, en su fase de determinación de viabilidad, mediante el apoyo de software ex profeso y la consulta a fuentes especializadas</li> <li>El profesor propondrá a equipos de alumnos, problemas de diseño de productos, para ser resueltos, en su fase de determinación de viabilidad, mediante el apoyo de software ex profeso y la consulta a fuentes especializadas</li> <li>El profesor propondrá a equipos de alumnos, problemas de organización del proceso de manufactura, para ser resueltos mediante el apoyo de software ex profeso y</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>Habilidad de manejo de software de Ingeniería</li> </ul>	<p>la consulta a fuentes especializadas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Los alumnos, por equipos, demostrarán la viabilidad de sus diseños</li> </ul>
<b>Manufactura Asistida por Computadora</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Manufacturar productos mediante el empleo de máquinas herramientas computarizadas</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Habilidad para trabajar en forma autónoma</li> <li>Solución de problemas</li> <li>Trabajo en equipo</li> <li>Capacidad de aprender</li> <li>Habilidad para simular mediante modelaje matemático los sistemas físicos</li> <li>Habilidad de manejo de software de Ingeniería</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El profesor revisará los conocimientos relacionados con el manejo de los parámetros importantes a considerar en cada proceso de manufactura disponible en el Instituto.</li> <li>El profesor mostrará los procedimientos para el manejo del equipo computarizado.</li> <li>El profesor asignará tareas de manufactura de piezas a los alumnos</li> <li>El profesor asignará tareas de ensamble a los alumnos</li> <li>Los alumnos, por equipos harán demostraciones de funcionalidad de las piezas o maquinaria manufacturados</li> <li>El alumno analizará las trayectorias de corte para la manufactura de componentes por medio de máquinas de Control Numérico e impresoras 3D, empleando diferentes métodos y con la aplicación de software específico CAM y para prototipos rápidos.</li> </ul>

## 8. Práctica(s)

<p>Práctica 1.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>A cada caso de estudio planteado por el profesor, se recomiendan las siguientes actividades: a) Realizar el análisis de funcionalidad.</li> <li>Generar el modelado computacional.</li> <li>Realizar el análisis de interferencia del ensamble</li> <li>Realizar el análisis cinemático y dinámico</li> <li>Desarrollar el análisis estático</li> </ol> <p>Práctica 2.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Dado un componente, planteado por el profesor, se recomiendan las siguientes actividades:</li> <li>Realizar el análisis de la planeación del proceso de manufactura</li> <li>Generar las trayectorias de corte de control numérico</li> <li>Realizar el análisis de las trayectorias por medio de un software CAM</li> <li>Realizar el proceso de maquinado CNC</li> </ol> <p>Práctica 3.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Dado un componente, planteado por el profesor, se recomiendan las siguientes actividades:</li> <li>Realizar el análisis de la planeación del proceso de manufactura</li> </ol>
---



- c) Generar el modelo sólido
- d) Generar el archivo STL por medio de un software CAD
- e) Realizar el proceso de impresión 3D

## 9. Proyecto de asignatura

### Objetivo:

El alumno desarrollará el proyecto de la producción de un sistema mecánico (mínimo dos componentes) por medio de máquinas de control numérico y de impresoras 3D,

- **Fundamentación:**

La incorporación de la ingeniería y tecnología mecatrónica a los sistemas productivos ha permitido dar una ventaja competitiva a compañías que buscan una posición permanente en el mercado global. El uso de sistemas de cómputo para el auxilio en las tomas de decisión de Ingeniería permite la rapidez y la reducción de costos que las empresas necesitan en un mundo cambiante, donde la respuesta oportuna y correctamente justificada, da el posicionamiento industrial buscado.

Los sistemas computacionales CAD-CAM-CAE, representan un conjunto de herramientas para el auxilio del modelado, análisis y manufactura de componentes o partes físicas. La integración de estas herramientas en la solución de un producto final permite aprovechar la capacidad de respuesta y adaptación de los sistemas productivos. Sin embargo, el ingeniero debe tener en cuenta que la última decisión queda a sus manos, de tal manera que la combinación de experiencia y conocimiento se hacen imprescindibles en la solución de estos problemas de ingeniería que requieren que un producto sea aceptado u optimizado.

- **Planeación:**

El estudiante planeará sus actividades de acuerdo con el tipo de proyecto asignado, Tomando como referencia un período de 12 semanas. Entre las actividades que debe considerar se anotan:

1. Análisis de la funcionalidad del sistema mecánico
2. Análisis de las condiciones de carga
3. Análisis cinemático y dinámico (obtención de graficas de movimiento)
4. Análisis cuasi estático en condiciones máximas
5. Selección de las zonas y puntos de interés para refinado de malla
6. Modelación y simulación de las deformaciones, esfuerzos, y factor de seguridad
7. Evaluación y validación de la simulación
8. Interpretación de los resultados
9. Desarrollo del mejoramiento u optimización
10. Análisis del proceso de manufactura
11. Desarrollo de las trayectorias de corte y del programa para maquinado CNC
12. Propuesta para la creación de un prototipo rápido en impresora 3D
13. Realizar las pruebas experimentales
14. Realizar las correcciones a la propuesta
15. Calcular los índices de desempeño de la propuesta
16. Preparar la presentación de los resultados obtenidos

Además de aquellas relacionadas con la obtención de los insumos correspondientes y la disponibilidad del equipo y maquinaria de los Laboratorios.

- **Ejecución:**

La ejecución de las actividades planeadas se dará de acuerdo con la planeación propuesta. La intención es que actividad establecida en la planeación de ser cubierta conforme se vaya avanzado con el programa de la materia.

- **Evaluación:**

La evaluación involucra el desempeño del estudiante y el producto obtenido. El producto puede ser evaluado de acuerdo con el cumplimiento de las características dimensionales y funcionales, especificadas al inicio del proyecto. La evaluación del desempeño durante el desarrollo del proyecto lleva la intención de retroalimentar al alumno y proporcionarle las condiciones para que pueda cumplir su planeación. Algunas de las evidencias solicitadas al alumno, pueden incluir:

- a) Entrega del reporte escrito de su proyecto
- b) Defensa oral del proyecto
- c) Comparación de los índices de desempeño requeridos

## 10. Evaluación por competencias

Se sugiere que las evidencias se generen a partir de la aplicación del conocimiento en situaciones lo más cercanas posible a las condiciones reales. Como ejemplos:

- Memoria de diseño para un producto o pieza mecánica en el contexto del diseño sostenible.
- Memoria técnica del diseño de un prototipo basado en un proceso de manufactura seleccionado deliberadamente
- Memoria técnica del diseño de un prototipo basado en un proceso de ensamble seleccionado deliberadamente
- Manufactura de prototipos especificados por condiciones de diseño      Ensamble de prototipos especificados por condiciones de diseño

Estas evidencias podrían formar parte de una evidencia global que sería demostrar la factibilidad técnica de la manufactura un producto sostenible.

La evaluación debe ser continua y formativa por lo que se debe considerar el desempeño en cada una de las actividades de aprendizaje, haciendo especial énfasis en:

- Ejercicios y problemas en clase
- Exposición de temas por parte de los alumnos con apoyo y asesoría del profesor
- Evaluación trabajos de investigación entregados en forma escrita
- Evaluación de las prácticas por unidad, considerando los temas que ésta contiene
- Considerar reporte de un proyecto final que describa las actividades realizadas y las conclusiones del mismo



## 11. Fuentes de información

1. Kalpajkian, Seropian & Schmid, Steven R. Manufactura, Ingeniería y Tecnología. Pearson Educación, México. 2002.
2. Atila Ertas and Jesse C. Jones, The engineering design process, John Wiley and Sons, 1993.
3. David G. Ullman., The mechanical design process. McGraw Hill, 2009.
4. Bralla, James. Design for Manufacturability Handbook. 2<sup>nd</sup>. Edition. McGraw Hill, 1999.
5. John A Schey. Procesos de Manufactura edit. Mc Graw-Hill
6. Cruz Teruel F. Control Numérico y Programación. Marcombo, Edit. Alfaomega.
7. Mundo Electrónico Sistemas Cad/Cam/ Cae, Diseño y Fabricación Por Computadora Publicaciones Marcombo.
8. Mikell P. Groover Automation, Production Systems And Computer – Integrated Manufacturing. Edit. Prentice-Hall
9. Materials And Processes In Manufacturing E. Paul Degarmo, J. Temple Black, Ronald A. Kohser. Edit.
10. Macmillan, Publishing Company.
11. Richard Muther. Distribución De Planta, Edit. Hispano-Europea
12. Vásquez Angulo, José Antonio. Análisis y Diseño de Piezas de máquinas con CATIA V5, Marcombo. Edit. Alfaomega.
13. B.H. Amstead, Ph. F. Ostwald, M. L. Begeman. Procesos de Manufactura, Versión SI, Edit. Continental Chandrupatla, Tirupathi R.; Belegundu, Ashok D., “Introducción al estudio del Elemento Finito en Ingeniería”, Segunda Edición, Pearson Prentice Hall, México, 1999.
14. Cook, Robert D., “Finite Element Modelling for Stress Analysis”, John Wiley.
15. Gómez, Sergio, “SolidWorks Simulation”, Primera edición, Alfaomega Grupo Editor, S.A, de C.V., México, 2010.
16. Manual del usuario del software utilizado (SolidWorks 2013, 2014, 2015 o 2016)
17. Manual del usuario del torno y fresadora CNC
18. Manual de usuario de impresoras 3D