



**1. Datos Generales de la asignatura**

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Manufactura Avanzada en Aeronáutica
<b>Clave de la asignatura:</b>	AOD-1314
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	2-3-5
<b>Carrera:</b>	Ingeniería Aeronáutica

**2. Presentación**

<b>Caracterización de la asignatura</b>
<p>Esta asignatura aporta al perfil del ingeniero aeronáutico los conocimientos y habilidades necesarias para el diseño y fabricación de productos, proporcionando las herramientas suficientes para manufacturar elementos y componentes utilizando procesos avanzados de manufactura, diseñando e implementando mejoras de sistemas integrados de manufactura mediante la utilización de nuevas tecnologías, en el desarrollo de nuevos procesos en la industria. El curso se desarrolla de manera teórico-práctico dando énfasis en la práctica que permita corroborar la teoría, por lo que se tiene la necesidad de aplicar los conocimientos en el diseño, simulación y fabricación de partes manufacturadas en equipos reales.</p> <p>Dado que esta asignatura involucra los conocimientos de otras cursadas para aplicarlos en el diseño de partes cumpliendo con las normas de fabricación requeridas que hoy en día se encuentran en el sector industrial y de servicio.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunica de manera asertiva las ideas para los diferentes niveles o ámbitos laborales, reconociendo sus responsabilidades éticas y morales de forma profesional en situaciones en donde se deba considerar el impacto de las soluciones de ingeniería en el contexto económico global, ambiental y social.</li> <li>• Reconoce la necesidad permanente de educación continua para evaluar, integrar y aplicar los conocimientos adquiridos en el ámbito aeronáutico.</li> <li>• Colabora efectivamente en equipos de trabajo que establecen metas, planes, tareas, cumplen fechas límite y analizan riesgos y oportunidades para los distintos proyectos aeronáuticos multidisciplinarios.</li> <li>• Diseña y desarrolla sistemas, partes, componentes y procesos aplicados en la industria aeronáutica, mediante el uso de herramientas matemáticas, físicas, experimentales y computacionales cumpliendo con las regulaciones de calidad vigentes.</li> </ul>
<b>Intención didáctica</b>
<p>El contenido temático se organiza en 5 temas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En el tema uno se tendrá una visión de las operaciones de maquinado para la creación de una pieza determinada por medio del control numérico y su aplicación a procesos de manufactura.</li> <li>• En el tema dos se induce al estudiante a analizar las piezas diseñadas de acuerdo a las características de las superficies y al material con que debe fabricarse.</li> <li>• En el tema tres El estudiante define y establece los puntos de inicio y trayectorias del maquinado sobre las superficies de trabajo.</li> <li>• En el tema cuatro el estudiante se induce en la aplicación de lenguajes de programación para torno y máquinas de 3 o más ejes aplicando los códigos de programación.</li> <li>• En el tema cinco Se usa software de diseño asistido por computadora CAD y de manufactura asistida por computadora CAM, para generar programas en equipos CNC.</li> </ul>

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

El enfoque sugerido para la materia requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades como: identificación, manejo y control de variables y datos relevantes, planteamiento de hipótesis y trabajo en equipo.

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

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, del 5 al 8 de noviembre de 2012	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Celaya, de Estudios Superiores de Ecatepec, Tlalnepantla, Saltillo, Apizaco, Tijuana, Superior de Irapuato, Hermosillo, Mexicali, Querétaro, Superior de Coacalco, Superior de Chalco, Superior de Matamoros, León, Chihuahua, San Luís Potosi, IPN, UNAQ,UANL,	Reunión Nacional De Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Aeronáutica
Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 12 de noviembre 2012 al 22 de febrero de 2013	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Superiores de Ecatepec	Elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para la Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales de Ingeniería Aeronáutica del SNIT.
Instituto Tecnológico de Querétaro, del 25 al 28 de febrero de 2013	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Estudios Superiores de Ecatepec, Tlalnepantla, Saltillo, Apizaco, Tijuana, Superior de Irapuato, Hermosillo, Mexicali, Querétaro, Superior de Coacalco, Superior de Chalco, Superior de Matamoros, León, Chihuahua, IPN, UNAQ	Reunión Nacional de Consolidación del Programas en Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Aeronáutica.
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, del 4 al 7 de diciembre de 2018	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Estudios Superiores de Ecatepec, de Tijuana, Superior de Irapuato, de Veracruz, de Boca del Río, de Tepic y de Zacatepec.	Reunión de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de; Ingeniería Aeronáutica, Ingeniería en Minería, Ingeniería en Diseño Industrial e Ingeniería en Biotecnología del Tecnológico Nacional de México.

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

<b>Competencia(s) específica(s) de la asignatura</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Dibujar piezas en dos y tres dimensiones para establecer el método de manufactura utilizando programas de diseño asistido por computadora.</li> <li>Desarrolla y obtiene programas de control numérico de acuerdo al diseño de piezas, el método de fabricación, el material y las herramientas para su fabricación utilizando programas de manufactura asistida por computadora, en máquina CNC.</li> <li>Aplica los conocimientos de las asignaturas de dibujo electromecánico, procesos de fabricación, ingeniería de materiales, metrología y normalización.</li> <li>Utiliza las propiedades de los materiales y la aplicación de la pieza a fabricar para tomar las mejores decisiones en la manufactura.</li> </ul>

#### 5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> <li>Identifica y aplica la clasificación y normatividad de los materiales metálicos, cerámicos, polímeros y compuestos en función de su procesamiento, microestructura, imperfecciones cristalinas, propiedades mecánicas, eléctricas, magnéticas, comportamiento a la corrosión-degradación y condición de tratamiento térmico para una selección óptima.</li> <li>Representar en forma gráfica de acuerdo a las normas nacionales e internacionales del dibujo técnico, los componentes y el ensamble de un conjunto e interpretar la interrelación que existe ellos. Realizar mediciones de elementos de máquinas y dispositivos utilizando los diferentes instrumentos de precisión, con la aplicación de la normatividad correspondiente.</li> <li>Realizar mediciones de elementos de máquinas y dispositivos utilizando los diferentes instrumentos de precisión, con la aplicación de la normatividad correspondiente.</li> <li>Identificar el proceso de fabricación para la manufactura de componentes aeronáuticos.</li> <li>Seleccionar el proceso adecuado de fabricación, dependiendo de la aplicación del elemento mecánico aeronáutico.</li> <li>Ser capaz de fabricar elementos mecánicos básicos generales bajo diferentes procesos.</li> </ul>
--

#### 6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Introducción a la manufactura avanzada.	1.1 Elaboración de planos de fabricación bajo normas. 1.2 Análisis de fabricación. 1.2 Metodología para la manufactura de una pieza determinada. 1.3 Control numérico y su aplicación en los procesos de manufactura.
2	Análisis y diseño de pieza.	2.1 Análisis de tolerancias geométricas. 2.2 Selección de material. 2.3 Análisis de las superficies a maquinar 2.4 Selección de herramientas y parámetros de corte. 2.4.1 Tipos de herramientas. 2.4.2 Material para herramienta de corte. 2.4.3 Parámetros de corte. 2.4.3.1 Avance. 2.4.3.2 Velocidad de corte. 2.4.3.3 Profundidad de corte. (Análisis de superficies)

3	Definición de trayectorias de herramienta.	3.1 Definición del cero máquina. 3.2 Parámetros y criterios para la definición del cero pieza (origen). 3.3 Superficies a maquinar. 3.4 Geometría de la herramienta. 3.5 Trayectorias de herramientas y soluciones alternas.
4	Lenguajes de programación para torno y máquinas de 3 o más ejes.	4.1 Lenguajes de programación para torno. 4.1.1. códigos de programación G y M para torno (2 ejes) 4.1.2 Estructura del programa para torno (2 ejes). 4.2 Lenguajes de programación para centros de maquinado de 3 o más ejes. 4.2.1. códigos de programación G y M para centro de maquinado (3 o más ejes) 4.2.2 Estructura del programa para máquinas de 3 o más ejes.
5	Uso de programas CAD-CAM	5.1 Manejo de la pantalla. 5.1.1 Dibujo 2D. 5.1.2 Dibujo 3D. 5.1.3 Planos de fabricación. 5.2 Tipos de maquinados. 5.3 Parámetros de maquinados. 5.4 Simulación de maquinados. 5.5 Cambiar a control numérico. 5.6 Ejecución y edición en postprocesador. 5.7 Enviar programa a máquina CNC. 5.8 Maquinado de pieza. 5.9 Operación de las máquinas de control numérico (CNC).

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

<b>1. Introducción a la Manufactura Avanzada.</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Identifica la importancia de los procesos para la fabricación de piezas mecánicas.</li> <li>Aplica los sistemas de control numérico para fabricación de piezas.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.</li> <li>Habilidad para buscar, procesar y analizar información procedente de diversas fuentes.</li> <li>Capacidad de trabajo en equipo.</li> <li>Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaborar planos de fabricación con base en las normas aplicables vigentes</li> <li>Investigar los procesos de fabricación que utilizan control numérico.</li> <li>Identificar las partes principales de las máquinas herramienta convencionales y de control numérico.</li> <li>Consultar manuales de máquinas herramientas modernas.</li> <li>Realizar visitas a talleres para la identificación de las máquinas herramientas.</li> <li>Identificar los procesos de manufactura en piezas reales cotejando con el dibujo</li> <li>Elaborar un método de fabricación de acuerdo al diseño de una pieza.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> <li>• Capacidad crítica y autocrítica.</li> </ul>	
<b>2. Análisis y diseño de pieza.</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determina el tipo de material a utilizar para la manufactura de la pieza de acuerdo al diseño.</li> <li>• Aplica las tolerancias dimensionales y del mejor acabado para la elaboración de piezas de superficies en el diseño de la pieza.</li> <li>• Utiliza los parámetros de corte adecuados para cada material</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.</li> <li>• Habilidad para buscar, procesar y analizar información procedente de diversas fuentes.</li> <li>• Capacidad de trabajo en equipo.</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> <li>• Capacidad crítica y autocrítica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar diseños de partes para identificar el material y las dimensiones de la materia prima necesaria para su fabricación.</li> <li>• Seleccionar de catálogos los materiales para la elaboración de piezas de acuerdo al diseño.</li> <li>• Realizar un proyecto de investigación donde describa la secuencia de operaciones de una pieza y el material que se utilizará.</li> </ul>
<b>3. Definición de trayectorias de herramienta.</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determina las trayectorias de maquinado de la herramienta de acuerdo a la geometría del dibujo considerando las tolerancias y acabados.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.</li> <li>• Habilidad para buscar, procesar y analizar información procedente de diversas fuentes.</li> <li>• Capacidad de trabajo en equipo.</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> <li>• Capacidad crítica y autocrítica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar los materiales de las herramientas de corte.</li> <li>• Determinar a través de catálogos, tablas o formulas los parámetros de corte.</li> <li>• Determinar los puntos de desbaste y acabado aplicando geometría y trigonometría.</li> <li>• Elaborar una pieza de acuerdo a la geometría de un dibujo.</li> <li>• Capacidad de ubicar el cero pieza y cero máquina.</li> </ul>

**4. Definición de trayectorias de herramienta.**

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrolla programas para maquinado en máquinas CNC de 2, 3 o más ejes.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.</li> <li>Habilidad para buscar, procesar y analizar información procedente de diversas fuentes.</li> <li>Capacidad de trabajo en equipo.</li> <li>Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> <li>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> <li>Capacidad crítica y autocrítica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar la estructura de un programa de CNC.</li> <li>Elaborar ejercicios básicos de aplicación de programas de CNC en forma manual.</li> <li>Realizar simulaciones de maquinado en software especializado.</li> <li>Proyectos por equipo para generar programas de CNC.</li> </ul>

**5. Uso de programas CAD-CAM.**

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Elabora piezas en máquinas CNC utilizando software CAD-CAM.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.</li> <li>Habilidad para buscar, procesar y analizar información procedente de diversas fuentes.</li> <li>Capacidad de trabajo en equipo.</li> <li>Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> <li>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> <li>Capacidad crítica y autocrítica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar dibujos en 2D y 3D utilizando programas CAD con base en las normas aplicables vigentes</li> <li>Utilizar software de manufactura asistida por computadora para generar programas de máquinas CNC.</li> <li>Simular programas de máquinas CNC.</li> <li>Transferir programas realizados en software a máquina para la fabricación de piezas en máquinas CNC.</li> </ul>

**8. Práctica(s)**

<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboración de planos de fabricación bajo normas aplicables vigentes.</li> <li>Procedimientos de preparación de máquina (cero-máquina, cero pieza y compensación de herramientas).</li> <li>Desarrollar dibujos de piezas y generación de programas utilizando las herramientas de CAM.</li> <li>Simulación de fabricación de piezas mediante software.</li> <li>Fabricar piezas desarrolladas en CAD-CAM para máquinas CNC.</li> </ul>
--

## 9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- **Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.
- **Planeación:** con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.
- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

## 10. Evaluación por competencias

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:

- Reportes escritos de las observaciones hechas durante las actividades, así como de las conclusiones obtenidas de dichas observaciones.
  - Información obtenida durante las investigaciones solicitadas plasmada en documentos escritos.
  - Evaluación escrita para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos.
  - Reporte de prácticas realizadas en simuladores y máquinas de CNC.
  - Reporte de diseño de programas de maquinado realizados en software de simulación.
- Portafolio de evidencias  
Rubricas  
Cuestionarios

## 11. Fuentes de información

1. Mario Gomez Villeda/Eduardo Gomez Medina. (2006). Control Numerico computarizado. UAM Azcapotzalco.
2. Peter Smid. (2003). CNC programming handbook. Industrial Press Inc.
3. Krar / Check. (2002). *Tecnología de Las Maquinas Herramienta*, Ed. Marcombo.
2. Groover, M. P. (1997). *Fundamentos de Manufactura Moderna*, Ed. Pearson educación.
3. Manuales del CIM.
4. Poblet, J. M. (1986). *Sistemas CAD/CAM/CAE, Diseño y Fabricación por Computador*, Ed. Boixareu.
5. Childs, J. J. *Numerical Control Part Programming*. Industrial Press.
6. Mc Mahon, C.; Browne, J. (1998). *CAD/CAM: Principles, Practice and Manufacturing Management*, Ed. Addison-Wesley