

## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Sistemas integrados de manufactura
<b>Clave de la asignatura:</b>	AUC-1804
<b>Créditos (Ht-Hp_ créditos):</b>	2-2-4
<b>Carrera:</b>	Ingeniería Electromecánica

## 2. Presentación

<b>Caracterización de la asignatura</b>
Esta asignatura aporta el perfil profesional del ingeniero electromecánico los elementos necesarios para comprender y plantear soluciones integrales, diseñar y fabricar elementos de máquinas mediante equipos de Control Numérico por Computadora (CNC), operar y programar sistemas de Manufactura Integrada por Computadora (CIM), para la solución de problemas en procesos Industriales.
<b>Intención didáctica</b>
El estudiante se familiarizará con el manejo de máquinas CNC para el diseño y fabricación de elementos de máquinas. Será capaz de operar y programar las diferentes tecnologías que componen un sistema de manufactura integrada.
En el tema uno se abordan los tópicos referentes a historia, clasificación y partes de las máquinas CNC, así como el cálculo de parámetros de corte, puesta a punto de máquinas de control numérico y la normativa de seguridad.
En el tema dos se revisa el procedimiento para elaborar una pieza mediante máquinas CNC, considerando cálculo de parámetros, estructura del programa, códigos G y M. Se realiza el maquinado de piezas mediante la programación con CAD- CAM (Diseño Asistido por Computadora – Manufactura Asistido por Computadora), analizando los distintos tipos de maquinados a través de planos mecánicos.
Para el tema tres se analizan las características de los sistemas de inspección, así como sus limitantes y requerimientos para su implementación. Se revisa el procedimiento para generar patrones para la inspección de piezas. Se trata además los tópicos

referentes a sistemas de almacenamiento automáticos, criterios de codificación y programación de material.

En el tema cuatro se establecen los diversos elementos de los manipuladores robóticos además de realizar la programación aplicando los diversos comandos de operación para un robot alimentador de partes en una maquina.

En el tema cinco se realiza la comunicación entre las distintas estaciones de la celda de manufactura para así programar la producción, además de interpretar y monitorear señales del proceso y puesta en marcha de las estaciones.

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

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Dirección de Institutos Tecnológicos Descentralizados.	Representantes de: Instituto Tecnológico Superior de Centla, Instituto Tecnológico Superior de Misantla, Instituto Tecnológico Superior de Nuevo Casas Grandes, Instituto Tecnológico Superior de la Región Carbonífera, Instituto Tecnológico Superior de Lerdo e Instituto Tecnológico Superior de Chalco.	Definición de los programas de estudio de especialidad de la carrera de ingeniería Electromecánica.
Institutos Tecnológico de Estudios Superiores de la Región Carbonífera, Noviembre 2012.	Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de la Región Carbonífera.	Se revisó y actualizó de acuerdo al formato de competencias (Asignatura AUF-1102).



<p>Dirección de Institutos Tecnológicos Descentralizados.</p>	<p>Representantes de: Instituto Tecnológico Superior de Misantla, Instituto Tecnológico Superior de Nuevo Casas Grandes, Instituto Tecnológico Superior de la Región Carbonífera, Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, Tecnológico de Estudios Superiores de Chalco, Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán, Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco, Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de</p>	<p>Reunión en la Dirección de Institutos Tecnológicos Descentralizados para el Análisis por Competencias Profesionales de la Especialidad de la Carrera de Ingeniería Electromecánica.</p>
---	---	--

	Hidalgo, Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Constitución, Instituto Tecnológico Superior de Irapuato e Instituto Tecnológico Superior de Los Cabos	
--	--	--

#### 4. Competencias a desarrollar

<b>Competencia general de la asignatura</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseña y fabrica elementos de máquinas utilizando equipos de control numérico y CAD/CAM.</li> <li>• Monitorea la calidad por medio de inspección máquina y automatiza celdas de manufactura flexible.</li> </ul>
<b>Competencias específicas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifica las partes principales de una maquina CNC, así como las ventajas y desventajas del uso de las máquinas CNC.</li> <li>• Realiza los procedimientos de cero máquina, cero pieza y compensación de herramientas, tanto para TORNO como para Centro de Maquinado.</li> <li>• Identifica la normatividad para la seguridad en la manipulación en el centro de maquinado CNC</li> <li>• Maquina piezas tanto en Torno como en Centro de Maquinado empleando programación G –M y CAD/CAM.</li> <li>• Genera patrones de inspección por visión y aplicar los criterios de codificación de piezas en la programación de Almacenes Automáticos.</li> <li>• Identifica y manipula Robots Industriales para integrar procesos de manufactura.</li> <li>• Adapta, programa y opera una Celda de Manufactura Flexible.</li> </ul>
<b>Competencias genéricas</b>

1. Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
2. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
3. Capacidad para organizar y planificar el tiempo.
4. Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión.
5. Capacidad de comunicación oral y escrita.
6. Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.
7. Capacidad de investigación.
8. Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente.
9. Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.
10. Capacidad crítica y autocrítica.
11. Capacidad para actuar en nuevas situaciones.
12. Capacidad creativa.
13. Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
14. Capacidad de trabajo en equipo.
15. Habilidades interpersonales.
16. Habilidad para trabajar en forma autónoma.
17. Capacidad para formular y gestionar proyectos.

## 5. Competencias previas de otras asignaturas

<b>Competencias previas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifica los procesos que provocan el desprendimiento de viruta.</li> <li>• Comprende los fundamentos del proceso de cortes de metales.</li> <li>• Interpreta planos mecánicos y normas de dibujo.</li> <li>• Usa apropiadamente diversos instrumentos de medición y sistemas de unidades</li> <li>• Domina los sistemas de coordenadas rectangulares y polares, trigonometría.</li> <li>• Concepto de velocidad angular y velocidad tangencial.</li> <li>• Aplica el concepto de algoritmo.</li> <li>• Identifica las propiedades de los materiales.</li> <li>• Domina el lenguaje de programación de Autómatas programables.</li> <li>• Aplicas normas de seguridad industrial y ambiental.</li> <li>• Identifica y aplica los conceptos básicos de Neumática e Hidráulica.</li> </ul>

## 6. Temario

<b>Unidad</b>	<b>Temas</b>	<b>Subtemas</b>
1.	Fundamentos y Preparación de máquinas CNC	1.1 Historia, situación actual y tendencias del CNC. 1.2 Partes principales de una maquina CNC. 1.3 Calculo de los parámetros de corte. 1.4 Maquinas convencionales y CNC. 1.5 Procedimiento para cero maquina en torno y fresadora. 1.6 Procedimiento y criterios para determinar el cero pieza en torno y fresadora. 1.7 Procedimiento para hacer la compensación de herramientas en torno y fresadora. 1.8 Principios y conceptos básicos de seguridad en máquina CNC
2.	Programación de máquinas CNC mediante códigos G - M y CAD-CAM.	2.1 Procedimiento para la elaboración de una pieza en una máquina CNC. 2.2 Calculo de los parámetros de corte. 2.3 Programación mediante códigos G y M. 2.3.1 Estructura de un programa CNC. 2.3.2 Códigos G de programación. 2.3.3 Códigos M, S, T y F. 2.3.4 Códigos de parámetros de corte. 2.3.5 Códigos de subrutinas. 2.3.6 Ciclos enlatados. 2.4 Programación con CAD-CAM 2.4.1 Manejo de la pantalla. 2.4.2 Planos Mecánicos en 2d y 3d.

		<p>2.4.3 Tipos de maquinados. 2.4.5 Simulación de maquinado. 2.4.6 Cambiar a control numérico. 2.4.7 Ejecución y edición en post procesador. 2.4.8 Enviar programa a máquina CNC. 2.4.9 Maquinado de pieza.</p>
3.	Sistema de inspección y almacenes automáticos	<p>3.1 Sistemas de inspección 3.1.1 Principios y limitaciones de un sistema de inspección con visión. 3.1.2 Condiciones ambientales del área de inspección. 3.1.3 Generación de patrones de inspección. 3.1.4 Inspección de piezas. 3.2 Almacenes automáticos 3.2.1 Criterios de codificación. 3.2.2 Programación de materiales con: 3.2.2.1 Motores de DC. 3.2.2.2 Motores de pasos. 3.2.2.3 Servomotores.</p>
4.	Robot industrial	<p>4.1 Introducción. 4.2 Clasificación general de los sistemas robotizados. 4.3 Morfología de los robots manipuladores. 4.4 Sistemas de coordenadas en robots manipuladores. 4.5 Programación y control de manipuladores industriales. 4.6 Comunicación de robot con dispositivos de control.</p>
5.	Integración de celda de Manufactura flexible	<p>6.1 Comunicación entre las estaciones de la celda. Programación de producción. 6.2 Interpretación y monitoreo de señales del proceso. 6.3 Arranque de cada una de las estaciones de la celda Robots.</p>

## 7. Actividades de aprendizaje

Competencias específicas y genéricas.	
<p>Identifica las partes principales de una maquina CNC, así como las ventajas y desventajas del uso de las máquinas CNC. Realiza los procedimientos de cero máquina, cero pieza y compensación de herramientas, tanto para TORNO como para Centro de Maquinado. Identifica la normatividad para la seguridad en la manipulación en el centro de maquinado CNC</p>	
Tema	Actividades de aprendizaje
<p>1. Fundamentos y Preparación de máquinas CNC</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigación bibliográfica referente a la historia e impacto del uso del CNC.</li> <li>• Identificar las partes de una máquina CNC.</li> <li>• Identificar las ventajas y desventajas de las máquinas CNC.</li> <li>• Realizar ejercicios de los procedimientos para cero máquina en Torno y Centro de Maquinado, considerando situaciones normales y especiales (fuera de carrera).</li> <li>• Realizar ejercicios de los procedimientos para el cero pieza en torno y Centro de Maquinado, considerando los diferentes criterios de preparación de Máquinas CNC.</li> <li>• Realizar ejercicios de los procedimientos para hacer la compensación de herramientas en el Torno y Centro de Maquinado.</li> <li>• Recomendar la mejor forma de preparar una Máquina CNC en una situación particular planteada.</li> <li>• Investigar las precauciones y cuidados al preparar una máquina CNC de acuerdo a normatividad.</li> </ul>

Competencias específicas y genéricas.	
<p>Maquina piezas tanto en Torno como en Centro de Maquinado empleando programación G –M y CAD/CAM.</p>	
Tema	Actividades de aprendizaje



<p>2. Programación de máquinas CNC mediante códigos G - M y CAD/CAM.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Maquinar una pieza en Torno y otra en el Centro de Maquinado.</li><li>• En Computadora editar y simular los programas desarrollados.</li><li>• En Torno y Centro de Maquinado, ejecutar los programas desarrollados,</li></ul>
--	--

	<p>verificando la preparación de las máquinas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dibujar una pieza factible de maquinar en un Torno y otra en el Centro de Maquinado utilizando software de CAD/CAM.</li> <li>• Generar planos mecánicos de las piezas a maquinar.</li> <li>• Utilizar los dibujos de las piezas, asignando herramientas y parámetros de maquinados para simular su maquinado en computadora.</li> <li>• Cambiar a control Numérico los programas simulados y aceptados, editándolos en post procesador CAD/CAM.</li> <li>• En Torno y Centro de Maquinado, ejecutar los programas desarrollados, verificando la preparación de las máquinas.</li> </ul>
--	---

Competencias específicas y genéricas.	
Genera patrones de inspección por visión y aplicar los criterios de codificación de piezas en la programación de Almacenes Automáticos.	
Tema	Actividades de aprendizaje
3. Sistema de inspección y almacenes automáticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar los principios y limitaciones de un sistema de inspección por visión.</li> <li>• Analizar las condiciones ambientales del área de inspección.</li> <li>• Generar el patrón de inspección de una pieza con un sistema de visión.</li> <li>• Programación de Almacenes Automáticos.</li> <li>• Seguimiento de código de materiales a través de cada una de las estaciones de trabajo de una Celda de Manufactura Flexible.</li> </ul>

Competencias específicas y genéricas.	
Identifica y manipula Robots Industriales para integrar procesos de manufactura	
Tema	Actividades de aprendizaje

<p>4. Robot industrial</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Clasificar los sistemas robotizados.</li><li>• Conocer la morfología de los robots manipuladores.</li><li>• Conocer los sistemas de coordenadas en robots manipuladores.</li></ul>
----------------------------	--

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programación de robots manipuladores.</li> <li>• Comunicar Robots con dispositivos de control.</li> </ul>
--	--

Competencias específicas y genéricas.	
Adapta, programa y opera una Celda de Manufactura Flexible.	
Tema	Actividades de aprendizaje
5. Integración de celda de Manufactura flexible	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adaptación de cada una de las estaciones que conforman la Celda de Manufactura Flexible.</li> <li>• Programación y Operación de la Celda de Manufactura Flexible.</li> </ul>

## 8. Prácticas

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prácticas de los procedimientos de preparación de máquina (cero máquinas, cero piezas y compensación de herramientas).</li> <li>• Prácticas de maquinados simples en torno y fresa.</li> <li>• Prácticas de dibujo de piezas y generación de código máquina con herramientas de CAM.</li> <li>• Prácticas de fabricación de piezas desarrolladas en CAD/CAM.</li> <li>• Prácticas de generación de programas para robot con trayectorias simples y considerando señales de I/O con Controladores Lógicos Programables y maquinas CNC.</li> <li>• Practicas de programación de robot manipulador industrial.</li> <li>• Prácticas de generación de patrones de inspección con visión.</li> <li>• Prácticas de programación de almacenes automáticos.</li> <li>• Práctica de seguimiento manual de los códigos de los materiales en cada estación y simulando el proceso.</li> <li>• Prácticas de integración de la celda de manufactura flexible.</li> <li>• Prácticas de generación de pantallas de control del proceso.</li> </ul>
--

## 9. Proyecto integrador

**Nombre del Proyecto:** Integración de las celdas de manufactura flexible

### Objetivo:

El presente proyecto tiene como finalidad integrar la materia de Sistemas Integrados de Manufactura con las competencias específicas y genéricas adquiridas en las asignaturas de: Controles Eléctricos, en lo referente al manejo de dispositivos de entrada a sistemas de control, como lo son botoneras, sensores, interruptores de todo tipo, etc.; y con la materia de Sistemas Hidráulicos y Neumáticos de Potencia en cuanto al conocimiento y manejo de válvulas accionadas por solenoides, en conjunto con la capacidad de dimensionar los elementos de potencia, como actuadores lineales y rotativos.

Se integran además los conocimientos y destrezas adquiridas en la materia de Automatas Programables, en cuanto a la conexión de entradas y salidas, mediante la programación en lenguaje escalera y comunicación entre Controladores Lógicos Programables. Esto se logra al desarrollar una red de comunicación entre Controladores Lógicos Programables y varios periféricos para el control a distancia, generando la integración de las celdas de manufactura flexible, como lo son las máquinas CNC, sistemas de inspección máquina, almacenes automáticos y robots.

### Desarrollo:

- Planificar el proyecto de automatización.
- Programar los distintos componentes programables (Controladores Lógicos Programables, ROBOTS MAQUINAS CNC).
- Simular de acuerdo a la secuencia de operaciones de los procesos.
- Implementar la red con los componentes ya programados en las celdas de manufactura.
- Analizar los resultados obtenidos.

### Aportación al perfil del egresado

#### Competencias genéricas

- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Capacidad para organizar y planificar el tiempo.
- Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.
- Capacidad de investigación.

#### Competencias específicas

- Programa máquinas CNC para el maquinado de piezas en torno y fresadora.
- Genera el patrón para la inspección de piezas por visión artificial.
- Analiza los criterios de codificación de material para la programación de almacenes automáticos.
- Adapta, opera y programa la integración de la celda de manufactura flexible.



**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO**  
**Secretaría Académica, de Investigación e Innovación**  
Dirección de Docencia e Innovación Educativa

**NOTA:** El proyecto integrador deberá ser evaluado como lo indica el apartado 10 de este documento

## 10. Evaluación por competencias

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

- Tareas extra-clase.
- Exámenes.
- Evaluación de los proyectos desarrollados por los alumnos como el maquinado de una pieza programada manualmente, otro utilizando sistemas CAD/CAM, otro de Programación y Operación de Robot considerando señales de I/O, otro de Generación de interfaces de control del proceso, y otro de Generación de un Patrón de Inspección por Visión.
- Corrida de integración de la calda de manufactura flexible.
- Se sugiere que el porcentaje de cada uno de los cuatro elementos mencionados respecto a la calificación final sea acordado con los alumnos en la primera clase.

## 11. Fuentes de información

1. Krar, Check. Tecnología de las maquinas herramienta, Ed. Alfaomega.
2. Groover, M. P. Fundamentos de manufactura moderna Ed. Prentice may.
3. Manuales del CIM y de las máquinas CNC
4. Morpin P. J. Sistemas CAD/CAM/CAE, Diseño y Fabricación por Computador. Marcombo
5. James J. Numerical Control Part Programming Industrial Press.
6. Antonio Barrientos, Balaguer Carlos. Fundamentos de Robotica. McGraw-Hill.
7. Mc Mahon, Ch., Browne, J. CAD/CAM: Principles, Practice and Manufacturing Management Addison-Wesley.
8. SOFTWARE:
  - VISI-CAD
  - WVUNIC
  - ROBCOMM3
  - LMODSOFT
  - ISPO
  - Programación CNC