

TÉCNICO SUPERIOR UNIVERSITARIO EN
MECATRÓNICA ÁREA SISTEMAS DE
MANUFACTURA FLEXIBLE
EN COMPETENCIAS PROFESIONALES

ASIGNATURA DE MANUFACTURA ASISTIDA POR COMPUTADORA

1. Competencias	Desarrollar el proceso de manufactura utilizando técnicas y métodos automatizados para la fabricación de piezas y ensambles.
2. Cuatrimestre	Quinto
3. Horas Teóricas	31
4. Horas Prácticas	59
5. Horas Totales	90
6. Horas Totales por Semana Cuatrimestre	6
7. Objetivo de aprendizaje	El alumno desarrollará programas de control numérico a través de la utilización de un software de Diseño asistido por computadora (CAD), Manufactura asistida por computadora (CAM) e Ingeniería asistida por computadora (CAE), para el mecanizado de piezas en máquinas de Control Numérico computarizado (CNC).

Unidades de Aprendizaje	Horas		
	Teóricas	Prácticas	Totales
I. Introducción a la Manufactura Asistida por Computadora	5	5	10
II. Programación de Control Numérico Computarizado	11	24	35
III. Manufactura Automática	15	30	45
Totales	31	59	90

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de TSU en Mecatrónica	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2018	

MANUFACTURA ASISTIDA POR COMPUTADORA

UNIDADES DE APRENDIZAJE

1. Unidad de aprendizaje	I. Introducción a la Manufactura Asistida por Computadora
2. Horas Teóricas	5
3. Horas Prácticas	5
4. Horas Totales	10
5. Objetivo de la Unidad de Aprendizaje	El alumno describirá el proceso de manufactura a través de la relación de las características técnicas y específicas de la pieza/máquina para el control de la manufactura del producto.

Temas	Saber	Saber hacer	Ser
Conceptos de Diseño asistido por computadora (CAD), Manufactura asistida por computadora (CAM), Manufactura integrada por computadora (CIM) e Ingeniería asistida por computadora (CAE)	<p>Describir los conceptos de la manufactura asistida por ordenador y su aplicación en la industria 4.0</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diseño asistido por computadora (CAD) - Manufactura Asistida por Computadora (CAM) - Manufactura Integrada por Computadora (CIM) - Ingeniería Asistida por Computadora (CAE) 	<p>Relacionar los sistemas de Diseño asistido por computadora (CAD), Manufactura asistida por computadora (CAM) e Ingeniería asistida por computadora (CAE) CAD, CAM y CAE con sus aplicaciones en la industria 4.0</p>	<p>Disciplina Responsabilidad Trabajo en equipo Proactivo Analítico</p>

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de TSU en Mecatrónica	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2018	

Temas	Saber	Saber hacer	Ser
Descripción del proceso de Diseño asistido por computadora (CAD) y Manufactura asistida por computadora (CAM),	<p>Describir las etapas que intervienen en el proceso de Diseño y Manufactura asistidos por ordenador.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diseño - Optimización - Evaluación - Documentación - Planificación de la producción - Control Numérico - Control de calidad 	<p>Localizar las etapas del proceso de Diseño asistido por computadora (CAD) y de Manufactura asistida por computadora (CAM), y la relación entre estos.</p>	<p>Disciplina Responsabilidad Trabajo en equipo Proactivo Analítico</p>
Componentes que integran los Centros de Maquinado y Tornos de Control Numérico computarizado (CNC)	<p>Identificar los componentes que integran a los Tornos de Control Numérico computarizado (CNC) y Centros de Maquinado:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ejes de desplazamiento - Tipos de transmisión - Cabezal - Dispositivo de medida - Dispositivos de seguridad - Elementos de sujeción - Portaherramientas (carrusel y torreta) - Ejes complementarios -Interfaz humano máquina 	<p>Localizar los componentes que integran los Tornos de Control Numérico computarizado (CNC) y Centros de Maquinado.</p>	<p>Disciplina Responsabilidad Trabajo en equipo Proactivo Analítico</p>
Ejes de control y sistemas de coordenadas	<p>Identificar el número de ejes de trabajo de una máquina herramienta que opera con Control Numérico computarizado (CNC), sistemas de coordenada rectangular y polar (absolutas e incrementales).</p>	<p>Elaborar el croquis de un elemento mecánico a través de la representación cartesiana en coordenadas absolutas y relativas, según la disposición de los ejes principales y complementarios de una máquina de control numérico.</p>	<p>Disciplina Responsabilidad Trabajo en equipo Proactivo Analítico</p>

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de TSU en Mecatrónica	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2018	

MANUFACTURA ASISTIDA POR COMPUTADORA

PROCESO DE EVALUACIÓN

Resultado de aprendizaje	Secuencia de aprendizaje	Instrumentos y tipos de reactivos
<p>A partir de un producto, elaborará un reporte que incluya:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Descripción de las partes y parámetros de la máquina de Control Numérico computarizado (CNC) - Conversión entre coordenadas absolutas y relativas - Descripción de los requerimientos para la puesta en marcha del equipo de Control Numérico Computarizado (CNC) - Etapas del proceso de transformación desde su diseño hasta el control de calidad, considerando las características, ventajas y desventajas de los sistemas de Diseño asistido por computadora (CAD), Manufactura asistida por computadora (CAM) e Ingeniería asistida por computadora (CAE) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comprender los conceptos de los sistemas Diseño asistido por computadora (CAD), Manufactura asistida por computadora (CAM) e Ingeniería asistida por computadora (CAE) 2. Identificar las etapas que integran el proceso de un producto en los sistemas de Diseño asistido por computadora (CAD), Manufactura asistida por computadora (CAM) e Ingeniería asistida por computadora (CAE) 3. Reconocer un ciclo de producción en los sistemas Diseño asistido por computadora (CAD), Manufactura asistida por computadora (CAM) e Ingeniería asistida por computadora (CAE) 4. Identificar los elementos que componen una máquina de Control numérico (CNC) 5. Aplicar las etapas de transformación de una pieza o producto en los sistemas de Diseño asistido por computadora (CAD), Manufactura asistida por computadora (CAM) e Ingeniería asistida por computadora (CAE) 	<p>Ejercicio práctico Lista de cotejo</p>

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de TSU en Mecatrónica	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2018	

MANUFACTURA ASISTIDA POR COMPUTADORA

PROCESO ENSEÑANZA APRENDIZAJE

Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos
Análisis de casos Ejercicios prácticos Prácticas de laboratorio	Proyector de video Laptop Pintarrón Impresos de hojas técnicas o manuales Internet Equipo de laboratorio Software dedicado (Solidworks, CATIA, NX)

ESPACIO FORMATIVO

Aula	Laboratorio / Taller	Empresa
X	X	

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de TSU en Mecatrónica	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2018	

MANUFACTURA ASISTIDA POR COMPUTADORA

UNIDADES DE APRENDIZAJE

1. Unidad de aprendizaje	II. Programación de Control Numérico Computarizado (CNC)
2. Horas Teóricas	11
3. Horas Prácticas	24
4. Horas Totales	35
5. Objetivo de la Unidad de Aprendizaje	El alumno ejecutará programas de Control Numérico (CNC) a través de códigos ISO de control numérico para el mecanizado de piezas en tornos y centros de maquinado.

Temas	Saber	Saber hacer	Ser
Estructura básica de un programa de Control Numérico (CNC)	Definir block en la programación Control Numérico (CNC), así como las etapas que constituyen el programa (Inicio del programa, etapa de trabajo, fin del programa).	Interpretar las etapas (Inicio de programa, trabajo y fin de programa), en la estructura de un programa Control Numérico (CNC).	Disciplina Orden Responsabilidad Trabajo en equipo Proactivo Analítico
Códigos preparatorios (G), misceláneos (M) y funciones generales	Describir los códigos de programación y las siguientes funciones: <ul style="list-style-type: none"> - Número o nombre del programa - Número de bloque - Compensación de la herramienta - Selección de la herramienta - Velocidad de avance - Tiempo de retraso - RPM del husillo - Ejes principales - Ejes auxiliares - Preparatorias (Códigos G) - Misceláneas (Códigos M) 	Relacionar los códigos de control numérico y las funciones generales con las especificaciones de una pieza para su elaboración, empleando software dedicado.	Disciplina Orden Responsabilidad Trabajo en equipo Proactivo Analítico

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de TSU en Mecatrónica	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2018	

Temas	Saber	Saber hacer	Ser
Programación en Torno de Control Numérico Computarizado (CNC)	<p>Identificar los parámetros geométricos y tecnológicos que se toman en cuenta para elaborar las siguientes operaciones en tornos de Control Numérico computarizado (CNC).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Parámetros de ajuste de herramienta - Tipos de herramientas - Tipos de refrigerante - Velocidades de avance y giro del husillo 	<p>Realizar simulación de programas de Control Numérico computarizado (CNC) de acuerdo a los parámetros requeridos para el mecanizado de una pieza, empleando software dedicado, como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Refrentados - Interpolaciones lineales para cilindrar - Interpolaciones circulares - Ciclos de cilindrado - Ranurados - Tronzado - Barrenado - Conicidades - Ciclos de maquinado 	<p>Disciplina Orden Responsabilidad Trabajo en equipo Proactivo Analítico</p>
Programación en Centros de Maquinado	<p>Identificar los parámetros geométricos que se toman en cuenta para elaborar piezas en centros de maquinado de Control Numérico Computarizado (CNC).</p>	<p>Realizar diseño y simulación de programas de Control Numérico computarizado (CNC), empleando software dedicado, de piezas que requieren operaciones tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Refrentado. - Fresado de cavidades. - Fresado con islas. - Contorneado. - Superficies - Taladrado y machueleado - Ciclos de maquinado 	<p>Disciplina Orden Responsabilidad Trabajo en equipo Proactivo Analítico</p>

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de TSU en Mecatrónica	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2018	

MANUFACTURA ASISTIDA POR COMPUTADORA

PROCESO DE EVALUACIÓN

Resultado de aprendizaje	Secuencia de aprendizaje	Instrumentos y tipos de reactivos
<p>Ejecutará un programa de Control Numérico computarizado (CNC) según los códigos ISO, las especificaciones y el tipo de material de la pieza a mecanizar que incluya ciclos y rutinas de roscado, función espejo y rotación.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comprender los conceptos de los sistemas de Diseño asistido por computadora (CAD), Manufactura asistida por computadora (CAM) e Ingeniería asistida por computadora (CAE) 2. Identificar las etapas que integran el proceso de un producto en los sistemas Diseño asistido por computadora (CAD), Manufactura asistida por computadora (CAM) e Ingeniería asistida por computadora (CAE) 3. Reconocer un ciclo de producción en los sistemas Diseño asistido por computadora (CAD), Manufactura asistida por computadora (CAM) e Ingeniería asistida por computadora (CAE) 4. Identificar los elementos que componen una máquina de Control Numérico computarizado (CNC) 5. Aplicar las etapas de transformación de una pieza o producto en los sistemas de Diseño asistido por computadora (CAD), Manufactura asistida por computadora (CAM) e Ingeniería asistida por computadora (CAE) 	<p>Estudio de caso Lista de cotejo</p>

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de TSU en Mecatrónica	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2018	

MANUFACTURA ASISTIDA POR COMPUTADORA

PROCESO ENSEÑANZA APRENDIZAJE

Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos
Análisis de casos Prácticas en laboratorios Aprendizaje basado en nuevas tecnologías	Proyector de video Laptop Pintarrón Impresos de hojas técnicas o manuales Internet Equipo de laboratorio Software dedicado CAD –CAM Maquinaria de control numérico computarizado o simuladores de control numérico computarizado

ESPACIO FORMATIVO

Aula	Laboratorio / Taller	Empresa
	X	

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de TSU en Mecatrónica	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2018	

MANUFACTURA ASISTIDA POR COMPUTADORA

UNIDADES DE APRENDIZAJE

1. Unidad de aprendizaje	III. Manufactura Automática
2. Horas Teóricas	15
3. Horas Prácticas	30
4. Horas Totales	45
5. Objetivo de la Unidad de Aprendizaje	El alumno realizará maquinados en 2D y 3D a través de las operaciones de Manufactura asistida por computadora (CAM) para la fabricación de piezas.

Temas	Saber	Saber hacer	Ser
Maquinado en 2D y 3D	<p>Identificar las operaciones para el proceso de maquinado 2D y 3D en software dedicado de Manufactura asistida por computadora (CAM):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Determinación del tamaño de la pieza - Cero de pieza - Selección de herramientas - Parámetros de corte - Trayectorias e inicio de corte 	<p>Simular operaciones de maquinado de trayectorias en el plano 2D y 3D, asignando los parámetros de corte según las especificaciones de la pieza.</p> <p>Para Centros de Maquinado.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Contorneados - Careado - Cavidades - Islas - Taladrado - Maquinado de 3 ejes <p>Para Torno</p> <ul style="list-style-type: none"> - Refrentados - Interpolaciones lineales para cilindrar - Interpolaciones circulares - Ciclos de cilindrado - Ranurados - Tronzado - Taladrado 	<p>Disciplina</p> <p>Orden</p> <p>Responsabilidad</p> <p>Trabajo en equipo</p> <p>Proactivo</p> <p>Limpieza</p>

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de TSU en Mecatrónica	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2018	

Temas	Saber	Saber hacer	Ser
Post-procesador y transferencia de programas a la máquina de Control Numérico computarizado (CNC)	<p>Explicar la función de los post-procesadores en el software dedicado de Manufactura asistida por computadora (CAM).</p> <p>Describir el procedimiento para transferir los códigos de control numérico a la máquina de Control Numérico computarizado (CNC).</p>	<p>Generar los programas de Control Numérico computarizado (CNC) de las operaciones de maquinado asignadas a través de software dedicado de Manufactura asistida por computadora (CAM).</p>	<p>Disciplina</p> <p>Orden</p> <p>Responsabilidad</p> <p>Trabajo en equipo</p> <p>Proactivo</p> <p>Limpieza</p>
Ejecución de programas en la máquina	<p>Explicar el procedimiento para ejecutar y simular programas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tornos de Control Numérico computarizado (CNC) - Centros de maquinado 	<p>Ejecutar en la máquina de Control Numérico computarizado (CNC), los programas generados en software dedicado de Manufactura asistida por computadora (CAM).</p>	<p>Disciplina</p> <p>Orden</p> <p>Responsabilidad</p> <p>Trabajo en equipo</p> <p>Proactivo</p> <p>Limpieza</p>

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de TSU en Mecatrónica	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2018	

MANUFACTURA ASISTIDA POR COMPUTADORA

PROCESO DE EVALUACIÓN

Resultado de aprendizaje	Secuencia de aprendizaje	Instrumentos y tipos de reactivos
<p>A partir del plano de una pieza, elaborará un reporte que contenga:</p> <ul style="list-style-type: none">- La descripción de las operaciones del maquinado en software dedicado de Manufactura asistida por computadora (CAM)- La simulación del maquinado en software dedicado de Manufactura asistida por computadora (CAM)- Programa de Control Numérico y la transferencia a la máquina Control Numérico computarizado (CNC)- Entrega de la pieza virtual y física	<ol style="list-style-type: none">1. Comprender el maquinado en 2D y 3D2. Identificar las operaciones del proceso de maquinado3. Relacionar la simulación de las operaciones de maquinado4. Analizar el programa de Control Numérico5. Ejecutar el programa de control en la máquina de Control Numérico computarizado (CNC)	<p>Estudio de caso Lista de verificación Ejercicios prácticos</p>

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de TSU en Mecatrónica	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2018	

MANUFACTURA ASISTIDA POR COMPUTADORA

PROCESO ENSEÑANZA APRENDIZAJE

Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos
Equipos colaborativos Prácticas situada Estudio de caso	Proyector Laptop Laboratorio de cómputo Equipo demostrativo Taller de CNC Software dedicado (SolidWorks, CATIA,NX,etc.)

ESPACIO FORMATIVO

Aula	Laboratorio / Taller	Empresa
	X	

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de TSU en Mecatrónica	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2018	

MANUFACTURA ASISTIDA POR COMPUTADORA

CAPACIDADES DERIVADAS DE LAS COMPETENCIAS PROFESIONALES A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Capacidad	Criterios de Desempeño
Representar las piezas y ensambles analizando sus características técnicas, utilizando software especializado y la normatividad aplicable, para establecer los requerimientos de su fabricación.	Elabora el plano de la pieza de acuerdo a la normatividad y requerimientos establecidos, en donde se exhiba el autor, escala, material, tolerancias de forma y posición, acotaciones, ajustes, vistas auxiliares, cortes, detalles; en el sistema Americano, Europeo, o según se requiera.
Verificar las piezas y ensambles a través del software de simulación para confirmar que cumple con las características requeridas.	Realiza la simulación de ensamble o funcionamiento mediante el software, donde revisa ajustes, tolerancias, rangos de movimiento y elimina colisiones o interferencias.
Determinar el proceso de manufactura a partir de la interpretación del plano, para definir la maquinaria, materiales y herramental requerido.	Elabora la hoja de proceso para la pieza donde se especifiquen las operaciones, maquinaria, herramientas, materia prima, regímenes de corte (Velocidad de Corte, Avance), y descripción gráfica de cada operación.

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de TSU en Mecatrónica	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2018	

Capacidad	Criterios de Desempeño
<p>Desarrollar programas de manufactura utilizando software dedicado CAD - CAM, programación de robots y/o sistemas de manufactura flexible, para fabricar piezas y ensambles.</p>	<p>Realiza el programa de control numérico, manual y/o mediante software dedicado CAM, en donde se indique, el número de operación, sistema de coordenadas, velocidades de corte, de avance, cambio de herramientas, paros programados, ciclos en bloque (enlatados), subrutinas, refrigerante, inicio y fin de programa, compensaciones de radio de herramienta.</p> <p>Realiza el programa del robot, en donde se incluye: velocidades de movimiento, ciclos, subrutinas generación de puntos, manejo de coordenadas mundiales, cilíndricas y esféricas, posicionamiento del efector final.</p> <p>Realiza la programación de un sistema de Manufactura Flexible, considerando los programas anteriores, así como protocolos de comunicación que permitan interactuar a los elementos y sistemas para manufacturar el producto, eliminando fallas de sincronismo, posición y tiempos.</p>
<p>Manufacturar el componente considerando el programa de maquinado y/o ensamble, verificando las especificaciones iniciales de diseño, para obtener el producto requerido.</p>	<p>Verifica las operaciones programadas a través de una corrida en vacío, libre de errores.</p> <p>Elabora el producto y utiliza adecuadamente los instrumentos y equipos de medición para verificar la pieza de acuerdo con los parámetros que validen las dimensiones y características del producto cumpliendo con las especificaciones técnicas requeridas en el plano de fabricación y el uso adecuado de la maquinaria y herramientas.</p> <p>Realiza el ensamble del producto a través de un sistema automatizado, de acuerdo a las especificaciones del proceso.</p>

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de TSU en Mecatrónica	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2018	

MANUFACTURA ASISTIDA POR COMPUTADORA

FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

Autor	Año	Título del Documento	Ciudad	País	Editorial
Lydia Sloan Cline	(2018)	<i>Fusion 360 for Makers: Design Your Own Digital Models for 3D Printing and Cnc Fabrication</i>	Overland Park, KS.	EUA	Maker Media Inc. ISBN: 1680453556
Sergio Gómez González	(2015) 2a Edición	<i>El gran libro de SolidWorks</i>	México, D.F	México	Alfaomega, Marcombo ISBN: 978-607-622-233-1
James Harvey	(2014)	<i>CNC Trade Secrets : A Guide to CNC Machine Shop Practices</i>	New York	EUA	Industrial Press Inc., U.S. ISBN10 0831135026 ISBN13 9780831135027
Peter Smid	(2013)	<i>CNC Tips and Techniques : A Reader for Programmers</i>	Nueva York	EUA	Industrial Press Inc. ISBN10 0831134720 ISBN13 9780831134723
Chennakesava R. Alavala	(2013)	<i>CAD/CAM : Concepts and Applications</i>	-	India	PHI Learning ISBN10 8120333403 ISBN13 9788120333406
Garijo Gómez, Egberto	(2012)	<i>Libro diseño y fabricación con CATIAv5: Módulos CAM mecanizado por arranque de viruta</i>	Barcelona	España	Vision Net ISBN: 978-8490113691

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Carrera de TSU en Mecatrónica	REVISÓ:	Dirección Académica	
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre de 2018	