

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**  
**COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA**  
**COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA**  
**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

1. **Unidad Académica:** Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería y Negocios, Tecate; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.
2. **Programa Educativo:** Ingeniero en Mecatrónica
3. **Plan de Estudios:**
4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Máquinas Herramientas CNC
5. **Clave:**
6. **HC:** 03 **HL:** 02 **HT:** 00 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 03 **CR:** 08
7. **Etapas de Formación a la que Pertenece:** Disciplinaria
8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje:** Optativa
9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno



**Equipo de diseño de PUA**

Luis Antonio González Uribe  
Manuel Javier Rosel Solís  
Carlos Alberto Chávez Guzmán

**Firma**

**Vo.Bo. de Subdirectores de  
Unidades Académicas**

Alejandro Mungaray Moctezuma  
Angélica Reyes Mendoza  
María Cristina Castañón Bautista

**Firma**

M. CRISTINA CASTAÑÓN B.

**Fecha:** 01 de junio de 2018

## II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

En la asignatura Máquinas y Herramientas CNC (Control Numérico Computarizado), el alumno adquirirá los conocimientos teóricos y prácticos para la manufactura de piezas en un centro de maquinado utilizando la programación en código G y archivos NC (Control Numérico) previamente generados por software CAD/CAM; además el alumno desarrollará la habilidad de elaborar programas en código G, transferir programas previamente generados en software CAD/CAM a máquinas CNC y operar máquinas con tecnología CNC para lograr la manufactura de piezas de forma automática.

Provee herramientas esenciales para el Ingeniero Mecatrónica a desempeñarse en el área de manufactura, ya que el Control Numérico Computarizado es una tecnología ampliamente utilizada en las empresas de la actualidad. Al término del curso el alumno comprenderá el lenguaje de programación básico de las máquinas de control numérico, logrando el manejo adecuado de las mismas, así como la interacción con software de programación y diseño de piezas, finalizando su proceso de aprendizaje con respecto a la integración adecuada del diseño asistido por computadora, ingeniería asistida por computadora y manufactura asistida por computadora en la elaboración y proyecto de productos y piezas.

Esta asignatura es optativa de la etapa disciplinaria y pertenece al área de diseño en Ingeniería.

## III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar y aplicar de manera manual los códigos de programación G y M en que se basan los lenguajes para el movimiento de máquinas de control numérico, mediante el de las maquinas herramientas CNC y software CAD/CAM, para el diseño de piezas que logren maquinarse en un centro de maquinado vertical, generación de la ruta de la herramienta y obtención de los códigos de programación, con responsabilidad, creatividad y actitud proactiva

## IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Desarrolla un proyecto de aplicación que involucre los conocimientos adquiridos en el curso, mediante el maquinado de una pieza en aluminio o madera el cual deberá ser implementado en una aplicación de mejora para otro producto o sistema, el alumno presentará los planos desarrollados en el software CAD/CAM, el programa en código G y el maquinado terminado a través de un reporte fotográfico de todo el proceso hasta su implementación.

## V. DESARROLLO POR UNIDADES

### UNIDAD I. Antecedentes y elementos básicos

**Competencia:**

Identificar los elementos básicos que componen una máquina CNC y su inicialización, mediante el análisis de los principales elementos y la descripción de su utilidad en la industria moderna, con la finalidad de sensibilizarse en el uso de las máquinas herramientas y crear diseños adecuados y eficientes para su manufactura, con interés y responsabilidad.

**Contenido:****Duración:** 9 horas

- 1.1. Antecedentes
- 1.2. Elementos básicos de un sistema CNC
- 1.3. Aplicaciones
- 1.4. Sistemas de coordenadas
- 1.5. Puntos cero (home) de referencia de la máquina

### UNIDAD II. Código G

**Competencia:**

Analizar la programación, mediante el uso del código g y la comprensión de sus funciones dentro de la fabricación del objeto, con la finalidad de programar las maquinas herramientas CNC, con disciplina y creatividad.

**Contenido:****Duración:** 12 horas

- 2.1. Partes de un programa
- 2.2. Introducción a los códigos G
- 2.3. Coordenadas absolutas e incrementales
- 2.4. Maquinados en línea recta, círculos, arcos, etc.
- 2.5. Códigos misceláneos M
- 2.6. Funciones del husillo (avance, giro, etc.)
- 2.7. Compensación de herramienta

### UNIDAD III. Ciclos de maquinado

**Competencia:**

Identificar los diferentes ciclos de maquinados que existen, a través de la definición de las operaciones de mecanizado que son típicas del torno, para realizar diseños de maquinados eficientes, con responsabilidad.

**Contenido:****Duración:** 9 horas

- 3.1. Selección de plano de retorno o referencia
- 3.2. Ciclo de barrenado
- 3.3. Ciclo de counterboring (detención en fondo de agujero)
- 3.4. Ciclo para barrenar por intervalos (peaking)
- 3.5. Ciclo para roscar (machueado)
- 3.6. Otros códigos enlatados
- 3.7. Subprogramas

### UNIDAD IV. Software de manufactura

**Competencia:**

Describir las herramientas modernas de computación con software de aplicación particular para generación de programas de máquinas CNC, mediante el modelado de piezas y la simulación de procesos de maquinado, para ahorrar tiempo y dinero en la producción de piezas especializadas, con responsabilidad.

**Contenido:****Duración:** 9 horas

- 4.1. Descripción de la pantalla principal y de sus menús (de barras, iconos, cascada, etc.)
- 4.2. Elaboración de dibujos utilizando las entidades básicas de CAD
- 4.3. Generación de las rutas de la herramienta para el corte simulado en computadora
- 4.4. Generación de la edición de códigos de programación (postprocesador)
- 4.5. Exportación e importación de dibujos de otro software y de información al controlador de la maquina CNC

## UNIDAD V. Comunicación y operación de CNC

### **Competencia:**

Identificar las buenas prácticas al implementar la programación de máquinas herramientas CNC, a través del análisis de los procedimientos certificados, para efectuar un uso adecuado y eficiente de la maquinaria, con sentido crítico.

### **Contenido:**

**Duración:** 9 horas

- 5.1. Panel de control y funciones del teclado
- 5.2. Setup de las herramientas y compensaciones
- 5.3. Establecimiento de ceros de trabajo para la pieza
- 5.4. Operación manual
- 5.5. Edición, grabación, apertura de programas
- 5.6. Comunicación controlador con computadora

## VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

No. de Práctica	Competencia	Descripción	Material de Apoyo	Duración
1	Identificar los principales componentes de las maquinas CNC, mediante el análisis del equipo de laboratorio y de las instrucciones, con la finalidad de familiarizarse con todos sus componentes y comprender el funcionamiento del equipo, con actitud proactiva.	<p>El facilitador relatará cada una de las partes de la máquina herramienta, haciendo énfasis en los componentes principales.</p> <p>Producto final: El alumno entregará un reporte detallado de cada una de las partes que conforma la máquina herramienta.</p>	<p>Maquina CNC Vertical, flexómetro y vernier.</p> <p>Seguridad: utilizar lentes de protección, bata de manga corta y tener activo el seguro facultativo.</p>	4 horas
2	Describir las funciones de la interfaz usuario/máquina, demostrando cada una de las funciones de los botones, para comprender a detalle su funcionamiento y posterior utilización, con actitud proactiva.	<p>Durante la práctica el facilitador explicará a detalle cada una de las funciones con las que cuenta la CNC mediante la interfaz usuario/máquina mediante ejemplos prácticos.</p> <p>Producto final: El alumno entregará un reporte detallado de cada una de las funciones de los botones en la interfaz.</p>	<p>Maquina CNC Vertical, flexómetro y vernier.</p> <p>Seguridad: utilizar lentes de protección, bata de manga corta y tener activo el seguro facultativo.</p>	4 horas
3	Comprender el concepto de la compensación de altura de herramientas dentro de los planos y volumen de trabajo y así como la necesidad de acceder información correcta de la ubicación de la pieza de trabajo en el plano de coordenadas utilizado, a través de la interfaz seleccionado los códigos adecuados, para que la maquina pueda ubicar en una dirección de trabajo a la pieza y se dé el proceso de maquinado en	<p>El facilitador brindará las instrucciones necesarias para realizar el procedimiento de localización de ceros de trabajo de una pieza, así como el procedimiento de medición de alturas de herramientas.</p> <p>Producto final: El alumno entregará un reporte detallado que contendrá en código G las operaciones implementadas en la CNC.</p>	<p>Maquina CNC Vertical, calibrador de alturas, localizador de ceros de trabajo y pieza Materia Prima, además material de apoyo como flexómetro y vernier.</p> <p>Seguridad: utilizar lentes de protección, bata de manga corta y tener activo el seguro facultativo.</p>	4 horas

	las coordenadas preestablecidas en el programa que se estará ejecutado a por medio del controlador, con actitud proactiva.			
4	Transferir, editar, simular y maquinar una pieza de trabajo, a través de un programa CNC, el cual se realizará en un editor de texto con el anterior formato y se comunicará con el controlador por medio de un sistema de interconexión que considerará los parámetros de comunicación, con la finalidad de aprender la intercomunicación directa con actitud proactiva.	<p>Edita y simula el programa transferido al controlador, para su posterior fabricación. Realiza un programa en código G y M de acuerdo al esquema que será entregado por el instructor.</p> <p>La pieza de trabajo se realizara en un bloque de madera de 6" X 8" X 2"</p> <p>Realiza las operaciones de</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>A. Creación del programa</li> <li>B. Trasmisión al controlador</li> <li>C. Edición en Controlador</li> <li>D. Simulación</li> <li>E. Setup de Herramental y localización de Ceros de trabajo</li> </ul> <p>Fabricación de la pieza de trabajo Producto final: entrega un reporte detallado que contendrá en código G las operaciones implementadas en la CNC, así como las evidencias fotográficas del maquinado.</p>	<p>Maquina CNC Vertical, calibrador de alturas, localizador de ceros de trabajo, pieza Materia Prima, herramental de corte, además flexómetro y vernier.</p> <p>Seguridad: utilizar lentes de protección, bata de manga corta y tener activo el seguro facultativo.</p>	4 horas
5	Aplicar el concepto de ciclo preprogramado desde su programación hasta la fabricación de una pieza de trabajo, usando el ciclo G12 el cual está incluido en	Realiza los procedimientos de inicio de la máquina herramienta CNC, coloca en la prensa la pieza a maquinar, da de alta una end mil flat de 1/2 en el carrusel	Maquina CNC Vertical, calibrador de alturas, localizador de ceros de trabajo, pieza Materia Prima y herramental de corte, además flexómetro y vernier.	4 horas

	<p>la programación interna del controlador CNC en la modalidad de ciclo preprogramado y con variables preestablecida, para realizar rutinas por medio del acceso de datos específicos como el tamaño del diámetro y la profundidad de la cavidad y conocer uno de los procesos de maquinados más utilizados en la industria, con actitud proactiva.</p>	<p>en la posición número 6, compensa la altura de la herramienta, posteriormente asigna la ubicación del G54 (Cero de pieza) para posteriormente realizar el maquinado del diseño brindado por el instructor mediante los ciclos preprogramados para cavidades circulares G12 y G13</p> <p>Producto final: entrega un reporte detallado que contendrá en código G las operaciones implementadas en la CNC, así como las evidencias fotográficas del maquinado.</p>	<p>Seguridad: utilizar lentes de protección, bata de manga corta y tener activo el seguro facultativo.</p>	
6	<p>Programar procesos de maquinado tipo cilindro con el uso de herramientas convencionales como la broca y el Machuelo, mediante la programación de los ciclos de barrenado, para conocer la versatilidad de la máquina herramienta repetitiva con pocas líneas de código, con responsabilidad.</p>	<p>Realiza un programa para un esquema utilizando:</p> <p>G81 Ciclo de barrenado simple Usar G98 y G99 para la posición de retracción a plano inicial o plano R.</p> <p>Producto final: entrega un reporte detallado que contendrá en código G las operaciones implementadas en la CNC, así como las evidencias fotográficas del maquinado.</p>	<p>Maquina CNC Vertical, calibrador de alturas, localizador de ceros de trabajo, pieza Materia Prima y herramienta de Corte, además flexómetro y vernier.</p> <p>Seguridad: utilizar lentes de protección, bata de manga corta y tener activo el seguro facultativo.</p>	4 horas
7	<p>Generar programas CNC, considerando el uso de subprogramas o subrutinas y de forma más compacta sin el uso excesivo de líneas de programación que incrementarían el uso de memoria, lo cual le dará</p>	<p>Elabora el siguiente proceso de maquinado para realizar un proceso de Roscado</p> <p>1er. Proceso = Broca de Centros de 3/8 a .25 de Profundidad con G81 2do. Proceso = (Broca de 27/64 a</p>	<p>Maquina CNC Vertical, calibrador de alturas, localizador de ceros de trabajo, pieza Materia Prima y herramienta de corte, además flexómetro y vernier.</p> <p>Seguridad: utilizar lentes de</p>	4 horas



	<p>una ventaja en la compilación del mismo, para utilizar variables de proceso especifica sin el uso de comando de corte lineal o circular, con responsabilidad y creatividad.</p>	<p>1.5" de Prof.)  3er. Proceso = (Machuelo 1/2-20 a 1.2" de Prof.) <math>F=RPM/TPI</math> <math>TPI = 20</math></p> <p>Producto final: entrega un reporte detallado que contendrá en código G las operaciones implementadas en la CNC, así como las evidencias fotográficas del maquinado.</p>	<p>protección, bata de manga corta y tener activo el seguro facultativo.</p>	
8	<p>Modelar piezas mecánicas, a través de sistemas de diseño paramétrico en sus comandos básicos mediante un software CAM, para implementar diseños innovadores y generar el conocimiento necesario que la industria de la actualidad requiere, así como utilizar los diferentes formatos de extensiones para los modelos diseñados con la finalidad de poder transferir archivos entre los sistemas, con responsabilidad.</p>	<p>Realiza un modelo con las operaciones básicas para familiarizarse con el software CAM.</p> <p>Producto final: entrega un reporte detallado que contendrá en código G las operaciones implementadas en la CNC, así como las evidencias fotográficas del maquinado.</p>	<p>PC, software de Modelado de sólidos, además flexómetro y vernier.</p> <p>Seguridad: utilizar lentes de protección, bata de manga corta y tener activo el seguro facultativo.</p>	4 horas

## VII. MÉTODO DE TRABAJO

**Encuadre:** El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

### **Estrategia de enseñanza (docente)**

El maestro expondrá de forma ordenada, clara y consistente la forma de programar mediante código G las máquinas herramientas CNC, apoyándose de ejercicios y de forma práctica en el laboratorio. Además guiará a los estudiantes en el correcto y seguro manejo de la CNC haciendo hincapié en el respeto a las normatividades vigentes.

### **Estrategia de aprendizaje (alumno)**

El estudiante realizará trabajo de investigación de forma individual sobre los últimos procesos de manufactura automatizada que utilizan código G, a través de la revisión de fuentes de información confiable y rigurosa para elaborar mapas conceptuales y cuadros comparativos. También formará parte actividades que evaluarán diseños de piezas a manufacturar a través de parámetros de calidad y tolerancias en la búsqueda de un proceso eficiente.

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

### **Criterios de acreditación**

- 80% de asistencia para tener derecho a examen ordinario y 60% de asistencia para tener derecho a examen extraordinario de acuerdo al Estatuto Escolar artículos 70 y 71.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### **Criterios de evaluación**

- |   |             |
|---|-------------|
| - 3 exámenes parciales.....                 | 25%         |
| - Participación en clase.....               | 05%         |
| - Prácticas.....                            | 20%         |
| - Evidencia de desempeño.....<br>(Proyecto) | 50%         |
| <b>Total.....</b>                           | <b>100%</b> |

## IX. REFERENCIAS

### Básicas

Evans K. (2016) *Programming of CNC Machines* (4<sup>th</sup> Ed.). South Norwalk, Connecticut: Industrial Press, Inc. Recovered from: <http://new.industrialpress.com/programming-of-cnc-machines-4th-edition.html>

Groover M. P. (2016). *Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing* (4<sup>th</sup> Ed.). Harlow, England: Pearson. Recovered from: <https://www.pearson.com/us/higher-education/product/Groover-Automation-Production-Systems-and-Computer-Integrated-Manufacturing-4th-Edition/9780133499612.html>

Rattat C. (2017) *CNC Milling for Makers. Menden.* Germany: Dpunkt Verlag. Recovered from: [https://books.google.com.mx/books?id=d3srDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=d3srDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

### Complementarias

Hans B. K. (2013). *CNC Hanbook. München.* Germany: Mc Graw Hill. Recovered from: [https://books.google.com.mx/books/about/CNC\\_Handbook.html?id=DmO0BwAAQBAJ&source=kp\\_cover&redir\\_esc=y](https://books.google.com.mx/books/about/CNC_Handbook.html?id=DmO0BwAAQBAJ&source=kp_cover&redir_esc=y)

## X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente que imparta esta asignatura debe contar con título en el área de Mecánica y/o Mecatrónica, preferentemente con grado de Doctor en Ingeniería; es necesario que cuente con experiencia práctica utilizando máquinas y herramientas CNC de por lo menos de dos años y preferentemente que cuente con certificación en su uso, y preferentemente con experiencia docente mínima de dos años. Con una actitud propositiva, dinámica y responsable.