



A) CURSO

Clave	Asignatura
5631	Control Numérico Computarizado

Horas de teoría por semana	Horas de práctica por semana	Horas trabajo adicional estudiante	Créditos	Horas Totales
3	2	3	8	48 hrs. teoría 32 hrs. Lab 80 hrs. totales

B) DATOS BÁSICOS DEL CURSO

	IEA	IM	IMA	IME	IMT
Nivel:	N.A.	VIII	X	X	IX
Tipo (Optativa, Obligatoria)		Obligatoria	Optativa	Optativa	Optativa
Prerequisito:		Procesos de Fabricación III (5626)	Procesos de Fabricación III (5626)	Procesos de Manufactura II (5504)	Procesos de Manufactura II (5504)
Clasificación CACEI:		IA	IA	IA	IA

C) OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

Conocer, operar y programar en las máquinas herramientas de control numérico, así como disponer de una serie de conceptos básicos sobre mecanizado, para aplicar el lenguaje y poder efectuar un programa de CNC. Todo ello por supuesto sin olvidar los conocimientos sobre orígenes, puntos de referencia, y especialmente el control de las herramientas de corte; que conlleve al diseño de una pieza por este proceso de Manufactura avanzado.

D) CONTENIDOS Y MÉTODOS POR UNIDADES Y TEMAS

1.- Tecnología CNC-CAD-CAM		2 horas
Objetivo Especifico:	El El alumno conocerá los principios del CAD-CAM	
1.1 ¿Qué es el diseño asistido por computadora?		
1.2 ¿Qué es la manufactura asistida por computadora?		
1.3 ¿Qué es el control numérico computarizado?		
1.4 ¿Qué es un postprocesador?		
1.5 Sistemas de coordenadas y movimientos de una máquina CNC		
Lecturas y otros recursos	Ver bibliografía	
Métodos de enseñanza	Conducción de deliberaciones, presentación	



Actividades de aprendizaje	Lecturas, prácticas
-----------------------------------	---------------------

2.- Simuladores CNC		2 horas
Objetivo	El alumno conocerá las funciones principales de los simuladores CNC.	
Específico:		
2.1 ¿Qué es la simulación?		
2.2 Ventajas y desventajas de la simulación en CNC		
2.3 Funciones de las teclas del simulador CNC		
2.4 Pasos para activar el simulador en la computadora		
Lecturas y otros recursos	Práctica de laboratorio, ver bibliografía	
Métodos de enseñanza	Conducción de deliberaciones, presentación, supervisión de prácticas	
Actividades de aprendizaje	Ejercicios en clases, lecturas, prácticas, tareas	

3.- Programación CNC (fresar y torneear)		6 horas
Objetivo	El alumno conocerá los conceptos fundamentales para el torneado y fresado en control numérico.	
Específico:		



<ul style="list-style-type: none">3.1 Fundamentos geométricos<ul style="list-style-type: none">3.1.1 Sistema de coordenadas de la máquina3.1.2 Sistema de coordenadas base3.1.3 Sistemas de coordenadas de la pieza3.1.4 Asignación sistema de coordenadas de máquina/sistema de coordenadas de la pieza3.2 Fundamentos de la programación NC<ul style="list-style-type: none">3.2.1 Estructura de un programa NC según DIN 660253.2.2 Elementos de lenguaje3.2.3 Estructura de programa3.3 Elementos de lenguaje<ul style="list-style-type: none">3.3.1 Instrucciones de marcha (instrucción – G)3.3.2 Direcciones3.3.3 Instrucciones para carreras, puntos cero y planos3.3.4 Instrucciones de máquina (instrucción – M)3.4 Indicaciones sobre el recorrido<ul style="list-style-type: none">3.4.1 Programación de la medida absoluta (G90)3.4.2 Programación de la medida incremental (G91)3.4.3 Indicación de la medida métrica/pulgadas (G70, G71)3.4.4 Corrimientos del cero (G54-G58)3.4.5 Selección del plano de trabajo (G17-G19)3.5 Instrucciones de trayecto<ul style="list-style-type: none">3.5.1 Movimiento de marcha rápida G03.5.2 Interpolación de la línea recta G13.5.3 Interpolación de círculo G2, G33.5.4 Instrucciones de marcha modales3.5.5 Correcciones de radio de herramienta G40, G41, G423.6 Regulación del avance y del movimiento del husillo<ul style="list-style-type: none">3.6.1 Dirección F3.6.2 Avance en mm/min G943.6.3 Avance en mm/rev G953.6.4 Dirección S3.6.5 Sentido de giro del husillo M3, M43.6.6 Velocidad de corte constante G96, G973.7 Herramientas<ul style="list-style-type: none">3.7.1 Dirección T3.7.2 Correcciones de herramienta	
Lecturas y otros recursos	Ver bibliografía
Métodos de enseñanza	Conducción de deliberaciones, presentación, supervisión de prácticas
Actividades de aprendizaje	Ejercicios en clase, lecturas, prácticas, tareas

4.- Programación fresado		8 horas
Objetivo	El alumno conocerá los códigos necesarios para fresar en control numérico	
Específico:		



- 4.1 Distribución en grupos y estados de puesta en marcha de las funciones g
- 4.1.1 G00 Marcha rápida
 - 4.1.2 G01 Interpolación lineal. Ejemplos en Programación absoluta y en programación incremental
 - 4.1.3 G02 Interpolación circular en el sentido horario. Ejemplos en programación absoluta y en programación incremental
 - 4.1.4 G03 Interpolación circular en el sentido anti horario. Ejemplos en programación absoluta y en programación incremental
 - 4.1.5 G04 Tiempo de espera
 - 4.1.6 G17 Cambio de plano
 - 4.1.7 M17 Orden de retroceso
 - 4.1.8 Salto incondicionado goto b/f
 - 4.1.9 Corrección de la trayectoria de la herramienta
 - 4.1.10 G40 Supresión de la corrección de la trayectoria de la herramienta
 - 4.1.11 G41 Corrección de la trayectoria de la herramienta a la izquierda
 - 4.1.12 G42 Corrección de la trayectoria de la herramienta a la derecha
 - 4.1.13 Compensación del radio de filo. Activación y desactivación de la compensación del radio de filo
 - 4.1.14 Desplazamiento del punto cero con registro de desplazamiento de posición G54-G58
 - 4.1.15 Programación en mm G71
 - 4.1.16 Programación absoluta G90
 - 4.1.17 Programación incremental G91
 - 4.1.18 Indicación del avance en mm/min (1/100 inch/min) G94
 - 4.1.19 Indicación del avance en mm/rev (1/10000 inch/rev) G95
 - 4.1.20 Velocidad de corte constante G96
 - 4.1.21 Programación directa de la velocidad de giro G97
 - 4.1.22 Limitación de la velocidad de giro G96 lims
 - 4.1.23 Tipos de ciclos
 - Cycle 71 Fresado plano
 - Cycle 72 Fresado de contorno
 - Pocket 1 Cajeadado rectangular
 - Pocket 2 Cajeadado circular
 - Cycle 81 Taladro centrado
 - Cycle 84 Roscado con macho sin plato compensador
- 4.2 Distribuciones en grupo y estado de puesta en marcha de las funciones M
- 4.2.1 M00 Paro intermedio programado
 - 4.2.2 M03 Husillo principal conectado en sentido horario
 - 4.2.3 M04 Husillo principal conectado en el sentido antihorario
 - 4.2.4 M05 Paro del husillo principal
 - 4.2.5 M08 Refrigerante conectado
 - 4.2.6 M09 Refrigerante desconectado
 - 4.2.7 M17 Final de subprograma
 - 4.2.8 M19 Paro exacto del husillo principal
 - 4.2.9 M30 Final del programa con regreso al principio del programa
 - 4.2.10 M38 Paro exacto conectado
 - 4.2.11 M39 Paro exacto desconectado
 - 4.2.12 M50 Desactivar la lógica de dirección
 - 4.2.13 M51 Activar la lógica de dirección
 - 4.2.14 Funciones de reflexión
 - 4.2.15 Reflexión de los elementos del contorno
 - 4.2.16 M90 Desactivación de la función de reflexión
 - 4.2.17 M91 Reflexión en el eje X
 - 4.2.18 M92 Reflexión en el eje Y
 - 4.2.19 M93 Reflexión en los ejes X y Y

Lecturas y otros recursos	Ver bibliografía
Métodos de enseñanza	Conducción de deliberaciones, presentación, supervisión de prácticas



Actividades de aprendizaje	Ejercicios en clases, lecturas, prácticas, tareas
-----------------------------------	---

5.- Programación torneear		8 horas
Objetivo	El alumno conocerá los códigos necesarios para torneear en control numérico	
Específico:		



5.1 Funciones G

- 5.1.1 G00 Marcha rápida
- 5.1.2 G01 Interpolación lineal. Ejemplos en programación absoluta y en programación incremental
- 5.1.3 G02 Interpolación circular en el sentido horario. Ejemplos en programación absoluta y en programación incremental
- 5.1.4 G04 Interpolación circular en el sentido anti horario. Ejemplos en programación absoluta y en programación incremental
- 5.1.5 G04 Tiempo de espera
- 5.1.6 Llamada de subprogramas
- 5.1.8 M17 Orden de retroceso
- 5.1.9 Salto incondicionado goto b/f
- 5.1.10 Corrección de la trayectoria de la herramienta
- 5.1.11 G40 Supresión de la corrección de la trayectoria de la herramienta
- 5.1.12 G41 Corrección de la trayectoria de la herramienta a la izquierda
- 5.1.13 G42 Corrección de la trayectoria de la herramienta a la derecha
- 5.1.14 Compensación del radio de filo. Activación y desactivación de la compensación del radio de filo
- 5.1.15 Desplazamiento del punto cero con registro de desplazamiento de posición G54-G58
- 5.1.16 Programación de pulgadas G70
- 5.1.17 Programación en mm G71
- 5.1.18 Programación absoluta G90
- 5.1.19 Programación incremental G91
- 5.1.20 Indicación del avance en mm/min (1/100 Inch/min) G94
- 5.1.21 Indicación del avance en $\mu\text{m}/\text{rev}$ (1/10000 Inch/rev) G95
- 5.1.22 Velocidad de corte constante G96
- 5.1.23 Programación directa de la velocidad de giro G97
- 5.1.24 Limitación de la velocidad de giro G96 lims
- 5.1.25 Tipos de ciclos
 - cycle93 ciclo de ranurado
 - cycle95 ciclo de cilindrado
 - cycle97 ciclo de roscado
 - cycle83 ciclo de barrenado
 - cycle81 taladro centrado
 - cycle84 roscado con macho sin plato compensador

5.2 Distribuciones en grupo y estado de puesta en marcha de las funciones M

- 5.2.1 M00 paro intermedio programado
- 5.2.2 M03 husillo principal conectado en sentido horario
- 5.2.3 M04 husillo principal conectado en el sentido antihorario
- 5.2.4 M05 paro del husillo principal
- 5.2.5 M08 refrigerante conectado
- 5.2.6 M09 refrigerante desconectado
- 5.2.7 M17 final de subprograma
- 5.2.8 M20 contrapunto retrasado
- 5.2.9 M21 contrapunto adelantado
- 5.2.10 M23 cubeta de recogida retrasada
- 5.2.11 M24 cubeta recogida adelantada
- 5.2.12 M25 abrir el elemento de sujeción
- 5.2.13 M26 cerrar el elemento de sujeción
- 5.2.14 M30 final del programa con regreso al principio del programa
- 5.2.15 Spcon paro exacto conectado
- 5.2.16 Spcof paro exacto desconectado

Lecturas y otros recursos	Ver bibliografía
Métodos de enseñanza	Conducción de deliberaciones, presentación, supervisión de prácticas
Actividades de aprendizaje	Ejercicios en clases, lecturas, prácticas, tareas



6.- Vista general del control Sinumerik 840D		2 horas
Objetivo	El alumno conocerá el lenguaje de programación	
Específico:		
6.1 Instrucciones para elaborar un programa CNC en el tablero del simulador CNC		
6.2 Ejercicios de simulación		
6.3 Prácticas para programación de pieza “bruta”, programación CNC y CAD/CAM		
Lecturas y otros recursos	Ver bibliografía	
Métodos de enseñanza	Conducción de deliberaciones, presentación, supervisión de prácticas	
Actividades de aprendizaje	Ejercicios en clases, lecturas, prácticas, tareas	

7.- Vista general del control Sinumerik 840D		2 horas
Objetivo	El alumno conocerá los comandos y la ubicación de controles en la máquina.	
Específico:		
7.1 Panel de control		
7.1.1 Área de mando maquina		
7.1.2 Área de mando parámetros		
7.1.3 Área de mando programa		
7.1.4 Área de mando de servicios		
7.1.5 Área de mando diagnosis		
7.1.6 Entrada corrección de herramientas		
7.1.7 Entrada desplazamiento del punto cero		
7.1.8 Entrada del programa y manejo		
7.1.9 Test del programa		
Lecturas y otros recursos	Ver bibliografía	
Métodos de enseñanza	Conducción de deliberaciones, presentación, supervisión de prácticas	
Actividades de aprendizaje	Ejercicios en clases, lecturas, prácticas, tareas	

8.- Operación del equipo (fresa, torno)		8 horas
Objetivo	El alumno conocerá los comandos básicos para el manejo de equipo de control numérico.	
Específico:		
8.1 Datos técnicos de la máquina		
8.2 Encendido del equipo		
8.3 Apagado del equipo		
8.4 Referencia de los ejes		
8.5 Movimiento de los ejes		
8.6 Operación del husillo		
8.7 Carga de herramientas		
8.8 Cambio de herramientas		
8.9 Montaje del dispositivo de sujeción		
8.10 Recomendaciones sobre seguridad		
Lecturas y otros recursos	Ver bibliografía	
Métodos de enseñanza	Conducción de deliberaciones, presentación, supervisión de prácticas	
Actividades de aprendizaje	Ejercicios en clases, lecturas, prácticas, tareas	



9.- Ajuste del equipo (fresa, torno)		8 horas
Objetivo	El alumno aprenderá a aprenderá a calibrar el equipo de control numérico.	
Específico:		
9.1 Gestión de herramientas: crear la herramienta y cargarla en el almacén		
9.2 Corrección de herramientas: calcular las longitudes de la herramienta		
9.3 Cálculo de decalaje: montar la pieza de trabajo y establecer el cero de trabajo		
Lecturas y otros recursos	Ver bibliografía	
Métodos de enseñanza	Conducción de deliberaciones, presentación, supervisión de prácticas	
Actividades de aprendizaje	Ejercicios en clases, lecturas, prácticas, tareas	

10.- Gestionar y ejecutar programas		2 horas
Objetivo	El alumno desarrollará el maquinado de una pieza desde su dibujo hasta su fabricación, incluyendo la	
Específico:	calibración de herramientas	
10.1 Crear programa NC		
10.2 Simular programa para su validación		
10.3 Cargar, liberar, seleccionar y ejecutar el programa		
10.4 Proyecto: elaboración de una pieza a partir de un proceso de manufactura de CNC, utilizando simuladores disponibles.		
Lecturas y otros recursos	Ver bibliografía	
Métodos de enseñanza	Conducción de deliberaciones, presentación, supervisión de prácticas	
Actividades de aprendizaje	Ejercicios en clases, lecturas, prácticas, tareas	

E) ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

EXPOSICIÓN DE LOS TEMAS POR PARTE DEL DOCENTE.

EXPOSICIÓN DE LOS TEMAS POR PARTE DEL DOCENTE EMPLEANDO LAS HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS DE SIMULACIÓN CNC, TEMAS: 1,2 Y 6 A 10.

ELABORACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, EJERCICIOS DE PROGRAMACIÓN CNC POR PARTE DE LOS ALUMNOS, EN DONDE INTEGREN LOS CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS EN EL AULA PARA SU EJECUCIÓN EN LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

SIMULACIÓN DEL PROCESO DE MANUFACTURA CNC EMPLEANDO ALGUNO DE LOS SIMULADORES DISPONIBLES Y MENCIONADOS EN LA BIBLIOGRAFÍA.

F) EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN

Evaluación:	Periodicidad	Forma de Evaluación y Ponderación Sugerida	Temas a Cubrir
1er. Evaluación Parcial	Sesión 16	33% Evaluación total Evaluación Parcial: <ul style="list-style-type: none">Examen escrito y/o por computadora: 80%Tareas y actividades: 20%	Unidad 1 a 3
2º Evaluación Parcial	Sesión 32	33% Evaluación total Evaluación Parcial: <ul style="list-style-type: none">Examen escrito y/o por computadora: 80%	Unidad 4 a 6



		• Tareas y actividades: 20%	
3er. Evaluación Parcial	Sesión 48	33% Evaluación total Evaluación Parcial: <ul style="list-style-type: none">Examen escrito y/o por computadora: 30%Proyecto de clase: 50%Tareas y actividades: 20%	Unidad 7 a 10
Evaluación Final Ordinario		100% (Promedio de las Evaluaciones Parciales)	
Otra Actividad:	Incluye Laboratorio de: CNC Con actividades especificadas con el Manual correspondiente.		
Examen Extraordinario	Semana 17 del semestre en curso	100% Examen	100% Temario
Examen a título	De acuerdo a programación de Secretaría Escolar	100% Examen	100% Temario
Examen de regularización	De acuerdo a programación de Secretaría Escolar	100% Examen	100% Temario

Examen ordinario	100% (Promedio de las Evaluaciones Parciales)
Examen extraordinario	Examen teórico con contenidos de las tres unidades 50% Examen práctico de laboratorio donde se demuestre el uso y manejo correcto del equipo: 50%
Examen a título	Examen teórico con contenidos de las tres unidades 100% Requisito haber aprobado el laboratorio referente a la materia.
Examen de regularización	Examen teórico con contenidos de las tres unidades 100% Requisito haber aprobado el laboratorio referente a la materia.
Otras actividades académicas requeridas	Prácticas de laboratorio.

G) BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS INFORMÁTICOS

Textos básicos

THYER, G. E. *COMPUTER NUMERICAL CONTROL OF MACHINE TOOLS*. ELSEVIER, 2014.

SMID, PETER. *CNC PROGRAMMING HANDBOOK*. INDUSTRIAL PRESS, 2007.

VALENTINO, JAMES; GOLDENBERG, JOSEPH. *INTRODUCTION TO COMPUTER NUMERICAL CONTROL (CNC)*. ENGLEWOOD CLIFFS: PRENTICE HALL, 2003.

SEAMES, WARREN S. *COMPUTER NUMERICAL CONTROL: CONCEPTS AND PROGRAMMING*. CENGAGE LEARNING, 2001.

Textos complementarios



SMID, PETER. *CNC PROGRAMMING TECHNIQUES*. INDUSTRIAL PRESS, 2006.

KRAR, STEPHEN F.; GILL, ARTHUR; SMID, PETER. *COMPUTER NUMERICAL CONTROL SIMPLIFIED*. INDUSTRIAL PRESS INC., 2001.

CHILDS JAMES F., *PRINCIPLES OF INDUSTRIAL NUMERICAL CONTROL*.

PATTON WILLIAM, *NUMERICAL CONTROL, PRACTICE AND APPLICATION*. RESTON PUBLISHING COMPANY INC., 1982.

- **Sitios de Internet**

<http://tocs.ulb.tu-darmstadt.de/200101463.pdf>

TICs, y simuladores CNC empleados en la enseñanza-aprendizaje.

<http://www.emco-world.com/en/products/industrial-training/softwarecontrols/cat/31/d/1/p/31.html>

<https://www.mastercam.com/en-us/>

<http://www.hsmworks.com/>

<http://www.surfcam.com/>

<http://www.delcam.com/es/>

- **Bases de datos**

<http://www.delcam.tv/LZ/>