



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Manufactura Asistida por Computadora Laboratorio

Programa Académico
Plan de Estudios
Fecha de elaboración
Versión del Documento

Ing. Industrial en Manufactura

29/06/2025
Ver. 1.0



Dra. Martha Patricia Patiño Fierro
Rectora

Mtra. Ana Lisette Valenzuela Molina
**Encargada del Despacho de la Secretaría
General Académica**

Mtro. José Antonio Romero Montaña
Secretario General Administrativo

Lic. Jorge Omar Herrera Gutiérrez
**Encargado de Despacho de Secretario
General de Planeación**

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN.....	4
IDENTIFICACIÓN	6
<i>Carga Horaria de la asignatura</i>	<i>6</i>
<i>Consignación del Documento</i>	<i>6</i>
MATRIZ DE CORRESPONDENCIA.....	7
NORMAS DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS	10
<i>Reglamento general del laboratorio.....</i>	<i>10</i>
<i>Reglamento de uniforme</i>	<i>10</i>
<i>Uso adecuado del equipo y materiales.....</i>	<i>10</i>
<i>Manejo y disposición de residuos peligrosos.....</i>	<i>10</i>
<i>Procedimientos en caso de emergencia</i>	<i>11</i>
RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA.....	12
PRÁCTICAS	14

INTRODUCCIÓN

Como parte de las herramientas esenciales para la formación académica de los estudiantes de la Universidad Estatal de Sonora, se definen manuales de práctica de laboratorio como elemento en el cual se define la estructura normativa de cada práctica y/o laboratorio, además de representar una guía para la aplicación práctica del conocimiento y el desarrollo de las competencias clave en su área de estudio. Su diseño se encuentra alineado con el modelo educativo institucional, el cual privilegia el aprendizaje basado en competencias, el aprendizaje activo y la conexión con escenarios reales.

Con el propósito de fortalecer la autonomía de los estudiantes, su pensamiento crítico y sus habilidades para la resolución de problemas, las prácticas de laboratorio integran estrategias didácticas como el aprendizaje basado en proyectos, el trabajo colaborativo, la experimentación guiada y el uso de tecnologías educativas. De esta manera, se promueve un proceso de enseñanza-aprendizaje dinámico, en el que los estudiantes no solo adquieren conocimientos teóricos, sino que también desarrollan habilidades prácticas y reflexivas para su desempeño profesional.

Este manual de prácticas tiene como propósito proporcionar una guía estructurada y operativa para la ejecución de actividades prácticas dentro del curso Manufactura Asistida por Computadora. Está alineado con el modelo educativo por competencias de la Universidad Estatal de Sonora y busca reforzar los aprendizajes esperados mediante actividades en aula, plataforma y laboratorio, incluyendo el uso de herramientas CAD/CAM, programación CNC, análisis de materiales, y operación de maquinaria controlada por computadora.

Las competencias por desarrollar incluyen:

Competencias blandas:

- Responsabilidad
- Trabajo en equipo
- Resolución de problemas
- Destreza manual
- Atención a detalles

Competencias disciplinares y profesionales:

- Comprensión de las propiedades de materiales CAM.
- Dominio de la operación de máquinas CNC.
- Desarrollo y optimización de programas para maquinado automatizado.
- Aplicación de estándares ISO 9001 y normativas de calidad.

IDENTIFICACIÓN

Nombre de la Asignatura		Manufactura Asistida por Computadora	
Clave	072CE028	Créditos	7
Asignaturas Antecedentes		Plan de Estudios	2021

Área de Competencia	Competencia del curso
Crear sistemas innovadores de manufactura de bienes y servicios, para gestionar la cadena de valor y la mejora continua en empresas de producción de bienes y/o servicios.	Implementar los procesos de la manufactura asistida por computadora (CAM) mediante estrategias integrales para la selección y manipulación de materiales CAM aplicado a un entorno industrial, incorporando un análisis detallado de la procesabilidad de los mismos y su comportamiento bajo diversas condiciones respetando las normas ISO 9001.

Carga Horaria de la asignatura

Horas Supervisadas			Horas Independientes	Total de Horas
Aula	Laboratorio	Plataforma		
2	2	1	2	7

Consignación del Documento

Unidad Académica	Unidad Académica Hermosillo
Fecha de elaboración	29/06/2025
Responsables del diseño	Cristal Anel Alcaraz Dominguez
Validación	
Recepción	Coordinación de Procesos Educativos

MATRIZ DE CORRESPONDENCIA

PRÁCTICA	PERFIL DE EGRESO
EC I F2 Actividad de aprendizaje 3: Practica de laboratorio de comportamiento durante la fabricación.	En esta práctica, el estudiante tiene la oportunidad de aplicar el pensamiento analítico mediante el diseño de un plan experimental orientado a evaluar las propiedades mecánicas de distintos materiales durante procesos de manufactura. Esta experiencia fortalece la capacidad para desarrollar diseños experimentales en ingeniería, ya que implica la planificación y análisis de tablas de propiedades mecánicas en los materiales, lo cual permite interpretar datos de manera crítica y hacer inferencias útiles sobre el comportamiento de los materiales. Además, fomenta una actitud adaptable frente a los cambios tecnológicos y contribuye al desarrollo de soluciones pertinentes para la mejora de procesos industriales.
EC II F2 Actividad de aprendizaje 8: Reporte de práctica de programa de Control Numérico Computarizado (CNC).	Al realizar esta actividad, el alumno pone en práctica su habilidad para integrar conocimientos técnicos con investigación aplicada, al adaptar y mejorar programas CNC extraídos de fuentes externas. Esto se vincula directamente con la competencia de crear soluciones innovadoras en entornos de manufactura, pues la optimización del código busca reducir tiempos de operación y elevar la calidad de los productos. El trabajo autónomo y el análisis del funcionamiento de cada instrucción del programa contribuyen a la formación de profesionales capaces de intervenir creativamente en los procesos productivos con base en criterios de eficiencia y calidad.
EC II F2 Actividad de aprendizaje 9: Reporte de practica de programa de Control Numérico Computarizado (CNC) completo.	La elaboración de un reporte detallado sobre un programa CNC seleccionado y optimizado por el estudiante refleja el desarrollo de competencias asociadas al diseño de procesos de manufactura. Este

	ejercicio no solo consolida conocimientos técnicos en el uso de códigos G y M, sino que también promueve una visión estratégica para alcanzar mejoras en la operación de sistemas automatizados. El análisis cuidadoso de los parámetros del mecanizado fortalece la capacidad para administrar procesos productivos con una actitud proactiva orientada a resultados y al cumplimiento de estándares de calidad en contextos industriales reales.
EC III F1 Actividad de aprendizaje 11: Práctica de laboratorio de la simulación y verificación de un programa CNC.	Esta práctica permite al alumno explorar de forma segura el funcionamiento de programas CNC a través de herramientas digitales de simulación. El análisis del comportamiento del sistema y de la herramienta en respuesta a las instrucciones codificadas fomenta la capacidad de prever errores y optimizar procesos antes de su ejecución en planta. Esta actividad fortalece la competencia de diseñar soluciones técnicas fundamentadas en la experimentación, y al mismo tiempo estimula el pensamiento crítico para identificar áreas de mejora en la automatización, garantizando mayor precisión en la manufactura.
EC III F2 Actividad de aprendizaje 12: Práctica de laboratorio de creación de un programa CNC.	Al diseñar un programa CNC desde cero, el estudiante integra conocimientos sobre selección de herramientas, parámetros de corte y modelado en CAD para llevar a cabo la fabricación virtual de una pieza cilíndrica. Esta práctica propicia el desarrollo de procesos de diseño en ingeniería mediante el uso de tecnologías avanzadas y refuerza la capacidad para aplicar criterios técnicos con creatividad. Al enfrentarse a un reto de manufactura concreto, el alumno desarrolla una visión orientada a la innovación, con conciencia del impacto de sus decisiones en la eficiencia y calidad del producto final.
EC IV F1 Actividad de aprendizaje 15: Práctica de laboratorio de impresión 3D.	La práctica de laboratorio de impresión 3D permite al estudiante aplicar conocimientos

	de diseño asistido por computadora (CAD) para modelar objetos tridimensionales, lo que fortalece la competencia de desarrollar procesos de diseño en ingeniería orientados a requerimientos específicos de manufactura. Al evaluar y ajustar sus modelos, el alumno mejora su capacidad para crear soluciones innovadoras y funcionales bajo estándares de calidad, al tiempo que desarrolla una actitud crítica y adaptable frente a los avances tecnológicos, en concordancia con la competencia de plantear diseños experimentales en entornos reales de producción.
--	--

NORMAS DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS

Reglamento general del laboratorio

Durante la realización de las prácticas de laboratorio de Manufactura Asistida por Computadora, el estudiante deberá observar en todo momento una conducta responsable y profesional. Está estrictamente prohibido el ingreso sin previa autorización del docente, así como el uso de dispositivos móviles o audífonos que interfieran con la concentración o seguridad de la práctica. El alumno debe presentarse puntualmente, registrar su entrada en la bitácora correspondiente y permanecer en el laboratorio únicamente durante el horario establecido. Toda actividad debe realizarse bajo supervisión directa, respetando las indicaciones del personal docente y técnico. Queda prohibido ingerir alimentos o bebidas dentro del laboratorio y se exige mantener una actitud de respeto hacia el equipo, los materiales, los compañeros y el personal académico.

Reglamento de uniforme

El acceso y permanencia en el laboratorio está condicionado al uso obligatorio del uniforme de seguridad, en cumplimiento con las disposiciones institucionales. El estudiante debe portar camisa de manga larga cerrada hasta el cuello, pantalón de mezclilla o de algodón (evitando prendas sintéticas), zapatos cerrados antiderrapantes y gafas de seguridad. En caso de prácticas que involucren equipos de mecanizado, es obligatorio recoger el cabello largo y evitar portar collares, pulseras, relojes o cualquier objeto suelto que pueda generar un riesgo. El incumplimiento del código de vestimenta podrá ser motivo de suspensión temporal de la práctica, según el reglamento de seguridad de la UES.

Uso adecuado del equipo y materiales

Todo el equipo y material del laboratorio deberá ser manipulado únicamente bajo las instrucciones del docente o del personal técnico autorizado. El alumno es responsable de revisar el estado del equipo antes de iniciar su uso y reportar de inmediato cualquier anomalía o mal funcionamiento. Se prohíbe modificar configuraciones, programas o sistemas del equipo sin autorización expresa. Las herramientas de corte, dispositivos de sujeción, computadoras, software especializado y máquinas CNC deberán usarse exclusivamente para los fines de la práctica. Al finalizar, el estudiante deberá limpiar su área de trabajo, asegurar el apagado correcto de los equipos y dejar el material en su lugar asignado.

Manejo y disposición de residuos peligrosos

Durante el desarrollo de las prácticas, el manejo de residuos sólidos o químicos que puedan ser

considerados peligrosos debe realizarse con estricto apego a las normas de seguridad ambiental establecidas por la Universidad Estatal de Sonora. Todo residuo derivado del uso de aceites, lubricantes, materiales metálicos, solventes o productos de limpieza deberá ser recolectado en contenedores etiquetados y destinados para su correcta disposición. El estudiante deberá seguir las instrucciones del personal encargado para asegurar un manejo seguro, sin verter sustancias en drenajes ni mezclar residuos de distinta naturaleza. Cualquier incidente relacionado con exposición o derrames deberá reportarse de inmediato al docente responsable.

Procedimientos en caso de emergencia

En caso de presentarse una situación de emergencia dentro del laboratorio (como incendio, cortocircuito, fuga de sustancias peligrosas, lesiones o fallas eléctricas), el estudiante deberá conservar la calma y seguir los protocolos establecidos en el Plan Interno de Protección Civil de la UES. Debe interrumpir la práctica inmediatamente, desconectar los equipos si es seguro hacerlo y notificar al docente o al responsable del laboratorio. El alumno deberá dirigirse a la ruta de evacuación señalada y concentrarse en el punto de reunión asignado. En caso de accidentes personales, deberá activarse el protocolo de atención médica institucional y llenar el formato correspondiente para el seguimiento del incidente.

RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 1	EC I: Practica de laboratorio de comportamiento durante la fabricación.	Clasificar las propiedades de los materiales utilizados en CAM y su impacto en los procesos de fabricación en entornos industriales actuales para su selección y manipulación respetando las normas ISO 9001.
Práctica No. 2	EC II: Reporte de práctica de programa de Control Numérico Computarizado (CNC).	Dominar el uso de herramientas de torno y fresadora para la procesabilidad de los materiales, dentro del contexto CAM, en el ámbito industrial y de servicios, demostrando habilidad para el manejo de máquinas por control numérico computarizado, enfocados en aumentar la productividad, bajo los estándares internacionales de calidad.
Práctica No. 3	EC II: Reporte de practica de programa de Control Numérico Computarizado (CNC) completo.	Dominar el uso de herramientas de torno y fresadora para la procesabilidad de los materiales, dentro del contexto CAM, en el ámbito industrial y de servicios, demostrando habilidad para el manejo de máquinas por control numérico computarizado, enfocados en aumentar la productividad, bajo los estándares internacionales de calidad.
Práctica No. 4	EC III: Práctica de laboratorio de la simulación y verificación de un programa CNC.	Interpretar los códigos G y M de los programas por control numérico computarizado (CNC) para el manejo de centros de maquinado en la remoción de material en tornos industriales con el fin de adquirir el adiestramiento necesario en la operación de máquinas por CNC, bajo los estándares de calidad nacionales e internacionales.
Práctica No. 5	EC III: Práctica de laboratorio de creación de un programa CNC.	Interpretar los códigos G y M de los programas por control numérico computarizado (CNC) para el manejo de centros de maquinado en la remoción de material en tornos industriales con el fin de adquirir el adiestramiento necesario en la operación de máquinas por CNC, bajo los estándares de calidad nacionales e internacionales.
Práctica No. 6	EC IV: Práctica de laboratorio de	Implementar los fundamentos y

	impresión 3D.	aplicaciones de la impresión 3D utilizados en la actualidad y su impacto en los procesos de fabricación en entornos industriales para proporcionar soluciones integrales bajo estándares de calidad establecidos.
--	---------------	---



PRÁCTICAS

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Comportamiento durante la fabricación
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Clasificar las propiedades de los materiales utilizados en CAM y su impacto en los procesos de fabricación en entornos industriales actuales para su selección y manipulación respetando las normas ISO 9001.

FUNDAMENTO TEÓRICO

El análisis del comportamiento de los materiales en procesos de fabricación es fundamental para seleccionar aquellos que garanticen calidad, seguridad y eficiencia en productos industriales. Propiedades como la dureza, la resistencia a la tracción o el módulo de elasticidad permiten determinar cómo reaccionarán los materiales frente a diferentes esfuerzos y condiciones de trabajo. La dureza, por ejemplo, es una medida crítica en procesos como el maquinado y la conformación, ya que define la resistencia del material a la deformación plástica localizada. La prueba Rockwell es una de las más utilizadas en la industria debido a su facilidad de ejecución, confiabilidad y rapidez (Kalpakjian & Schmid, 2014).

Además, comprender estas propiedades permite diseñar procesos más eficientes y seleccionar correctamente las herramientas, máquinas y parámetros del proceso (Groover, 2020). La experimentación sistemática mediante un plan de pruebas bien estructurado, como el planteado en esta práctica, también fortalece competencias en diseño experimental, interpretación de datos y toma de decisiones fundamentadas.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

- 3 tipos de materiales (metales, polímeros, compuestos)
- Tabla de características mecánicas (dureza, límite elástico y resistencia a la tracción)
- Hojas de Excel para registro
- Computadora con acceso a internet para investigación
- Guantes y lentes de seguridad

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. El equipo selecciona tres materiales distintos.
2. Se diseña un plan experimental con base en la guía docente.
3. Se investigan los valores típicos de las características mecánicas de cada material.
4. Se realiza un análisis de dichas características entre los diversos materiales.
5. Los datos se vacían en una hoja de cálculo.
6. Cada alumno elabora un informe técnico con resultados y conclusiones.

RESULTADOS ESPERADOS

Se espera obtener valores comparativos de dureza, límite elástico y resistencia a la tracción que permitan entender las diferencias entre materiales y su idoneidad para procesos industriales.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

El alumno deberá reflexionar sobre cómo las propiedades medidas afectan su comportamiento en procesos como corte, mecanizado o deformación.

Preguntas guía:

- ¿Cuál material presentó mayor y menor dureza?
- ¿Cuál material presentó mayor y menor límite elástico?
- ¿Cuál material presentó mayor y menor resistencia a la tracción?
- ¿Qué implicaciones tienen estas propiedades en el diseño de procesos?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

A través de esta práctica se evidenció la importancia de conocer las propiedades mecánicas de los materiales, como criterio de selección en procesos de manufactura. El análisis de los valores en pruebas normalizadas, como la escala Rockwell, y los diagramas esfuerzo-deformación, permitió comparar resultados entre los diversos materiales, fortaleciendo habilidades de análisis crítico y validación de datos. Esta experiencia también fomentó el trabajo colaborativo, la planificación experimental y la capacidad de emitir conclusiones técnicas fundamentadas, habilidades esenciales en el campo industrial.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Elaborar una tabla comparativa con al menos tres materiales industriales (metales, polímeros y compuestos), detallando sus propiedades mecánicas (dureza, resistencia a la tracción, módulo de elasticidad) y sus aplicaciones comunes en procesos de manufactura. Reflexionar en un párrafo: ¿cuál material elegirías para fabricar una pieza que estará sujeta a cargas de impacto? Justifica tu respuesta.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	• Selección adecuada y justificada de materiales de prueba. • Diseño estructurado del plan experimental. • Análisis comparativo de las propiedades mecánicas. • Registro claro y preciso de datos en Excel. • Análisis crítico de resultados y redacción del informe técnico. • Trabajo colaborativo y cumplimiento de normas de seguridad en laboratorio.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica Práctica de Laboratorio
Formatos de reporte de prácticas	

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Gibson, I., Rosen, D. W., & Stucker, B. (2021). Additive manufacturing technologies: 3D printing, rapid prototyping, and direct digital manufacturing (3rd ed.). Springer.
2. Groover, M. P. (2020). Fundamentals of modern manufacturing: Materials, processes, and systems (7th ed.). Wiley.
3. Kalpakjian, S., & Schmid, S. R. (2014). Manufacturing engineering and technology (7th ed.). Pearson.
4. Mejía, A. (2018). Control numérico computarizado CNC: Manual teórico-práctico. Trillas.
5. Villalobos, J. R., & Plascencia, M. A. (2019). Diseño asistido por computadora: Fundamentos de CAD 2D y 3D. Alfaomega.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Programa de Control Numérico Computarizado (CNC)
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Dominar el uso de herramientas de torno y fresadora para la procesabilidad de los materiales, dentro del contexto CAM, en el ámbito industrial y de servicios, demostrando habilidad para el manejo de máquinas por control numérico computarizado, enfocados en aumentar la productividad, bajo los estándares internacionales de calidad.

FUNDAMENTO TEÓRICO
El control numérico computarizado (CNC) es una tecnología esencial en la manufactura moderna que permite automatizar con alta precisión operaciones de maquinado como torneado, fresado o taladrado. Los programas CNC están compuestos por instrucciones codificadas (códigos G y M) que definen la trayectoria, velocidad, profundidad y condiciones de corte de la herramienta. Conocer la función de estos códigos es indispensable para optimizar los procesos, reducir tiempos de ciclo, minimizar errores y garantizar la calidad del producto final (Mejía, 2018). El proceso de mejora de un código CNC ya existente implica el desarrollo de habilidades de análisis lógico, interpretación de trayectorias y ajuste fino de parámetros operativos, lo que responde directamente a las necesidades de eficiencia y competitividad en la industria manufacturera (Groover, 2020). Además, el uso de simuladores permite validar las modificaciones antes de implementarlas físicamente, ahorrando recursos y previniendo errores.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
• Computadora con software de simulación CNC • Ejemplo de programa CNC descargado de internet • Manual de códigos G y M • Hoja de evaluación de código • Libreta de anotaciones

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
1. El alumno investiga un programa CNC sencillo (formato ISO o Fanuc). 2. Analiza el código y lo adapta para optimizar tiempos y trayectorias. 3. Se corrigen posibles errores y se realizan simulaciones digitales. 4. Se documentan cambios realizados al código. 5. Se elabora un reporte con evidencias del antes y después.

RESULTADOS ESPERADOS
Se espera que el alumno logre mejorar un código CNC existente, justificando las modificaciones hechas para optimizar el tiempo de mecanizado y la calidad.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

El alumno reflexionará sobre la eficiencia del código original frente al modificado.

Preguntas guía:

- ¿Qué mejoras se obtuvieron al modificar los parámetros?
- ¿Hubo errores en la versión original?
- ¿Qué importancia tienen los códigos G y M en el desempeño del mecanizado?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Esta práctica permitió al estudiante familiarizarse con la lógica del lenguaje CNC, así como con la estructura de un programa de mecanizado básico. Al modificar códigos G y M para optimizar trayectorias, se desarrollaron competencias en análisis técnico y mejora continua. La experiencia reforzó la comprensión de cómo una correcta programación impacta directamente en la calidad del producto, los tiempos de ciclo y el desgaste de las herramientas, haciendo evidente la necesidad de precisión y criterio técnico en los entornos productivos automatizados.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Investigar y analizar un caso real de aplicación de CNC en la industria automotriz o aeronáutica. Presentar un breve resumen escrito (máx. 1 cuartilla) sobre cómo el uso de programación CNC contribuyó a mejorar la precisión, el tiempo de producción o la calidad en ese entorno. Incluye imágenes del proceso si es posible y cita tus fuentes.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	• Investigación y selección de un programa CNC funcional y relevante. • Interpretación adecuada del código CNC (códigos G y M). • Optimización del código para mejorar calidad y eficiencia. • Documentación clara de las modificaciones realizadas. • Presentación ordenada, técnica y con lenguaje apropiado en el reporte.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica Práctica de Laboratorio
Formatos de reporte de prácticas	

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Gibson, I., Rosen, D. W., & Stucker, B. (2021). Additive manufacturing technologies: 3D printing, rapid prototyping, and direct digital manufacturing (3rd ed.). Springer.
2. Groover, M. P. (2020). Fundamentals of modern manufacturing: Materials, processes, and systems (7th ed.). Wiley.
3. Kalpakjian, S., & Schmid, S. R. (2014). Manufacturing engineering and technology (7th ed.). Pearson.
4. Mejía, A. (2018). Control numérico computarizado CNC: Manual teórico-práctico. Trillas.
5. Villalobos, J. R., & Plascencia, M. A. (2019). Diseño asistido por computadora: Fundamentos de CAD 2D y 3D. Alfaomega.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Programa de Control Numérico Computarizado (CNC) completo.
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Dominar el uso de herramientas de torno y fresadora para la procesabilidad de los materiales, dentro del contexto CAM, en el ámbito industrial y de servicios, demostrando habilidad para el manejo de máquinas por control numérico computarizado, enfocados en aumentar la productividad, bajo los estándares internacionales de calidad.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Desarrollar un programa CNC completo desde cero exige una comprensión profunda de la lógica del maquinado automatizado, el tipo de operación, el material a mecanizar y las características de la herramienta. El alumno debe ser capaz de traducir los requerimientos geométricos del producto en instrucciones codificadas precisas y ordenadas. Esto implica no solo escribir líneas de código, sino también aplicar criterios técnicos para elegir parámetros como la velocidad de avance, la velocidad del husillo y la secuencia de operaciones (Kalpakjian & Schmid, 2014).

Un programa optimizado reduce el desgaste de herramientas, mejora el acabado superficial y aumenta la productividad, lo cual es esencial en entornos competitivos (Groover, 2020). Esta práctica promueve el desarrollo de pensamiento crítico, capacidad de mejora continua y visión integral del proceso productivo.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

- Computadora con software CAM/CNC
- Ejemplo base de programa CNC (de actividad 8)
- Manual técnico CNC
- Simulador de trayectoria
- Formato de validación

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. Seleccionar el mejor programa de la actividad anterior.
2. Revisar y adaptar parámetros para mejorar el mecanizado.
3. Simular y verificar la trayectoria completa.
4. Ajustar errores de código o parámetros inadecuados.
5. Elaborar un reporte que incluya: código, simulación, mejoras y resultados esperados.

RESULTADOS ESPERADOS

Lograr un programa funcional, claro y eficiente, listo para implementarse en una máquina CNC real o simulada con resultados óptimos.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

El alumno analizará cómo los cambios impactaron el proceso.

Preguntas guía:

- ¿Qué indicadores de mejora se obtuvieron?
- ¿Cómo afectaron los parámetros al resultado final?
- ¿Qué conocimientos fueron esenciales para realizar ajustes?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

El desarrollo completo de un programa CNC consolidó los conocimientos adquiridos sobre codificación, parámetros tecnológicos y control del proceso. Se comprendió que un programa eficiente no solo depende del código, sino también del conocimiento del comportamiento del material, la geometría de la pieza y las condiciones de corte. Esta práctica fortaleció la autonomía, la capacidad de toma de decisiones técnicas y la documentación profesional de procesos, competencias fundamentales para el rol del ingeniero en manufactura.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Elaborar una lista de verificación (checklist) con los elementos clave que debe cumplir un programa CNC eficiente (estructura del código, uso de códigos G y M adecuados, parámetros tecnológicos, secuencia lógica, entre otros). Aplicar esta lista para autoevaluar el código propio y proponer al menos dos mejoras justificadas.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Crterios de evaluacin	• Seleccin justificada del mejor programa de la actividad anterior. • Desarrollo de un programa funcional, lgico y completo. • Uso adecuado de parmetros tecnolgicos (velocidades, avances, profundidad de corte). • Evidencia de simulacin y validacin del cdigo. • Claridad, argumentacin tcnica y presentacin del reporte.
Rbricas o listas de cotejo para valorar desempeo	Rbrica Prctica de Laboratorio
Formatos de reporte de prcticas	

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Gibson, I., Rosen, D. W., & Stucker, B. (2021). Additive manufacturing technologies: 3D printing, rapid prototyping, and direct digital manufacturing (3rd ed.). Springer.
2. Groover, M. P. (2020). Fundamentals of modern manufacturing: Materials, processes, and systems (7th ed.). Wiley.
3. Kalpakjian, S., & Schmid, S. R. (2014). Manufacturing engineering and technology (7th ed.). Pearson.
4. Mejía, A. (2018). Control numérico computarizado CNC: Manual teórico-práctico. Trillas.
5. Villalobos, J. R., & Plascencia, M. A. (2019). Diseño asistido por computadora: Fundamentos de CAD 2D y 3D. Alfaomega.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Simulación y verificación de un programa CNC.
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Interpretar los códigos G y M de los programas por control numérico computarizado (CNC) para el manejo de centros de maquinado en la remoción de material en tornos industriales con el fin de adquirir el adiestramiento necesario en la operación de máquinas por CNC, bajo los estándares de calidad nacionales e internacionales.

FUNDAMENTO TEÓRICO
La simulación CNC es una etapa clave del proceso de programación que permite verificar trayectorias, prevenir colisiones y ajustar parámetros antes de ejecutar el código en una máquina real. Herramientas como Mach3, FANUC Simulator o fusión 360 ofrecen entornos virtuales donde se puede observar el comportamiento de la herramienta siguiendo las instrucciones del programa. Esto no solo mejora la comprensión del código, sino que también ayuda a detectar errores comunes como trayectorias fuera de límites, omisión de referencias de inicio o velocidades inadecuadas (Mejía, 2018). Simular y validar los programas mejora la seguridad operativa, reduce desperdicio de material y permite optimizar procesos sin detener líneas de producción (Groover, 2020). Además, la revisión línea por línea del código contribuye al desarrollo de habilidades analíticas fundamentales para el control de calidad y la mejora de procesos industriales.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
• Computadora con software de simulación CNC (Ej. Mach3, FANUC Simulator) • Código CNC entregado por docente o investigador • Manual técnico de simulador • Ficha de seguimiento de errores

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
1. Analizar el código línea por línea. 2. Cargar el código al simulador. 3. Observar el comportamiento de la herramienta. 4. Identificar errores o posibles mejoras. 5. Documentar fallas, colisiones o trayectorias ineficientes.

RESULTADOS ESPERADOS
Identificación de errores en la programación y validación del funcionamiento del código. Mejora de

la trayectoria de herramienta antes de la ejecución física.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

El alumno evaluará la precisión del programa y propondrá mejoras.

Preguntas guía:

- ¿Hubo errores en la simulación?
- ¿Qué renglones del código generaron conflictos?
- ¿Cómo evitar errores similares en la práctica real?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Mediante la simulación digital del código CNC, el estudiante pudo observar en tiempo real los efectos de cada instrucción, identificar errores potenciales y corregirlos sin comprometer recursos físicos. Esta actividad demostró el valor de la validación previa a la implementación, promoviendo una cultura de prevención, seguridad y mejora continua. Asimismo, el ejercicio desarrolló habilidades para interpretar trayectorias complejas y aplicar criterios de calidad, contribuyendo a formar un profesional capaz de garantizar resultados óptimos en ambientes de producción digital.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Resolver un ejercicio de detección de errores: el docente proporcionará un código CNC con errores intencionados (trayectoria incorrecta, valores fuera de rango, códigos mal empleados). El estudiante deberá simular el código, identificar los errores, corregirlos y justificar por escrito cada modificación realizada.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	• Carga y ejecución correcta del código en el simulador. • Análisis detallado del comportamiento de la herramienta. • Detección y corrección fundamentada de errores o inconsistencias. • Uso apropiado del software y de herramientas de verificación. • Claridad en las evidencias gráficas y redacción del análisis.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica Práctica de Laboratorio
Formatos de reporte de prácticas	

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Gibson, I., Rosen, D. W., & Stucker, B. (2021). Additive manufacturing technologies: 3D printing, rapid prototyping, and direct digital manufacturing (3rd ed.). Springer.
2. Groover, M. P. (2020). Fundamentals of modern manufacturing: Materials, processes, and systems (7th ed.). Wiley.
3. Kalpakjian, S., & Schmid, S. R. (2014). Manufacturing engineering and technology (7th ed.). Pearson.
4. Mejía, A. (2018). Control numérico computarizado CNC: Manual teórico-práctico. Trillas.
5. Villalobos, J. R., & Plascencia, M. A. (2019). Diseño asistido por computadora: Fundamentos de CAD 2D y 3D. Alfaomega.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Creación de un programa CNC
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Interpretar los códigos G y M de los programas por control numérico computarizado (CNC) para el manejo de centros de maquinado en la remoción de material en tornos industriales con el fin de adquirir el adiestramiento necesario en la operación de máquinas por CNC, bajo los estándares de calidad nacionales e internacionales.

FUNDAMENTO TEÓRICO
La creación de un programa CNC a partir de un modelo CAD involucra el uso de software CAM para convertir una pieza digital en un conjunto de instrucciones entendibles por una máquina de control numérico. El estudiante debe tener claro el tipo de herramienta a emplear, los parámetros tecnológicos del corte (como velocidad de avance y profundidad) y la estrategia de mecanizado (desbaste, acabado, ranurado, etc.) (Kalpakjian & Schmid, 2014). El uso de plataformas integradas como Fusion 360 o MasterCAM permite desarrollar todo el proceso desde el diseño hasta la simulación de manera virtual, fomentando una visión completa del proceso de manufactura asistida por computadora (Villalobos & Plascencia, 2019). Esta práctica integra conocimientos de diseño técnico, programación y planeación del proceso, lo que es esencial en perfiles de ingeniería industrial con enfoque en manufactura.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
• Software CAD-CAM (Ej. Fusion 360, SolidWorks, MasterCAM) • Catálogo de herramientas • Computadora • Manual de programación CNC • Archivo .stl o .step de pieza (pieza cilíndrica, ajedrez)

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
1. Diseñar una pieza cilíndrica (ej. torre de ajedrez). 2. Seleccionar tipo de herramienta y parámetros de corte. 3. Programar la operación en el software. 4. Simular la trayectoria para verificar funcionamiento. 5. Guardar archivo y documentar el proceso.

RESULTADOS ESPERADOS
El alumno obtendrá un archivo de código CNC funcional que simula correctamente el proceso de mecanizado de una pieza diseñada.

ANÁLISIS DE RESULTADOS
Evaluar si el código cumple con los objetivos de precisión, eficiencia y seguridad.

Preguntas guía:

- ¿La herramienta seleccionada fue adecuada?
- ¿Se logró la geometría deseada?
- ¿Qué ajustes podrían mejorar el resultado?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Diseñar una pieza y traducir ese diseño en un programa CNC permitió integrar conocimientos de CAD, CAM y tecnología de maquinado. Esta experiencia resaltó la importancia de planificar el proceso de manufactura desde la concepción del producto, considerando herramientas, parámetros y estrategias. Se fomentó el pensamiento sistémico y la capacidad para relacionar decisiones de diseño con su ejecución real, habilidades clave en la industria 4.0 y en procesos de mejora continua orientados a la eficiencia.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Realizar un diseño alternativo en CAD de una figura geométrica distinta (por ejemplo, una tuerca o una pieza decorativa cilíndrica). A partir del diseño, el alumno deberá explicar cómo cambiarían los parámetros del programa CNC (herramientas, avances, revoluciones) para mecanizar esa nueva figura, en comparación con la pieza cilíndrica original.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	• Diseño CAD correcto de la pieza asignada (ej. pieza de ajedrez). • Selección adecuada de herramientas y parámetros de mecanizado. • Estructura coherente y funcional del programa CNC. • Simulación exitosa de la trayectoria de herramienta. • Argumentación técnica de las decisiones tomadas durante la práctica.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica Práctica de Laboratorio
Formatos de reporte de prácticas	

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Gibson, I., Rosen, D. W., & Stucker, B. (2021). Additive manufacturing technologies: 3D printing, rapid prototyping, and direct digital manufacturing (3rd ed.). Springer.
2. Groover, M. P. (2020). Fundamentals of modern manufacturing: Materials, processes, and systems (7th ed.). Wiley.
3. Kalpakjian, S., & Schmid, S. R. (2014). Manufacturing engineering and technology (7th ed.). Pearson.
4. Mejía, A. (2018). Control numérico computarizado CNC: Manual teórico-práctico. Trillas.
5. Villalobos, J. R., & Plascencia, M. A. (2019). Diseño asistido por computadora: Fundamentos de CAD 2D y 3D. Alfaomega.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Impresión 3D
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Implementar los fundamentos y aplicaciones de la impresión 3D utilizados en la actualidad y su impacto en los procesos de fabricación en entornos industriales para proporcionar soluciones integrales bajo estándares de calidad establecidos.

FUNDAMENTO TEÓRICO
La impresión 3D, también conocida como manufactura aditiva, es un proceso que permite la creación de objetos tridimensionales mediante la deposición controlada de material capa por capa. Este tipo de fabricación se basa en un modelo digital generado en software CAD, que luego es transformado por un "slicer" en instrucciones que controlan el cabezal de la impresora (Gibson et al., 2021). La calidad del objeto impreso depende de factores como la altura de capa, el tipo de relleno, la orientación del modelo y la necesidad de estructuras de soporte. Diseñar para impresión 3D requiere comprender las limitaciones tecnológicas del proceso, las propiedades del material utilizado (generalmente polímeros) y el ajuste fino del modelo para asegurar funcionalidad y resistencia (Villalobos & Plascencia, 2019). Esta práctica fomenta la creatividad, la atención al detalle y la capacidad para validar digitalmente la manufacturabilidad de un diseño.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
• Software de modelado 3D (TinkerCAD, Fusion 360, SolidWorks) • Computadora con conexión a internet • Archivo .stl • Software de laminado (Cura, PrusaSlicer) • Impresora 3D (si aplica)

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
1. Diseñar un modelo 3D simple en CAD. 2. Exportar en formato .stl. 3. Importar a software de laminado y ajustar parámetros. 4. Simular impresión y revisar errores. 5. Documentar diseño y justificación de ajustes.

RESULTADOS ESPERADOS
Obtención de un modelo 3D listo para impresión con parámetros optimizados que aseguren calidad y funcionalidad.

ANÁLISIS DE RESULTADOS
Evaluar el diseño original y los cambios realizados para mejorar su impresión.

Preguntas guía:

- ¿Qué ajustes fueron necesarios para mejorar la calidad?
- ¿Qué tan funcional es el modelo propuesto?
- ¿Cómo influye el diseño en el tiempo de impresión?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

La práctica de modelado e impresión 3D introdujo al estudiante en una de las tecnologías más innovadoras de la manufactura aditiva. Se evidenció la relación entre el diseño digital y su factibilidad física, promoviendo el análisis geométrico, la creatividad y la capacidad de resolver problemas relacionados con la manufacturabilidad. Además, se comprendió la importancia del ajuste de parámetros de impresión y de la iteración en el diseño para mejorar la calidad, lo que refuerza competencias en innovación, adaptación tecnológica y desarrollo de prototipos funcionales.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Investigar y analizar una aplicación innovadora de la impresión 3D en la industria médica, automotriz o de construcción. Elaborar una infografía digital donde se muestre el objeto impreso, el tipo de tecnología utilizada (FDM, SLA, SLS), el material empleado y el beneficio generado por el uso de esta tecnología en comparación con procesos tradicionales.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	• Diseño 3D funcional, claro y conforme a los requerimientos. • Exportación y configuración correcta del archivo para impresión (slicing). • Identificación y ajuste de parámetros de impresión. • Calidad visual y estructural del modelo final (impreso o simulado). • Justificación escrita de mejoras realizadas al diseño.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica Práctica de Laboratorio
Formatos de reporte de prácticas	

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Gibson, I., Rosen, D. W., & Stucker, B. (2021). Additive manufacturing technologies: 3D printing, rapid prototyping, and direct digital manufacturing (3rd ed.). Springer.
2. Groover, M. P. (2020). Fundamentals of modern manufacturing: Materials, processes, and systems (7th ed.). Wiley.
3. Kalpakjian, S., & Schmid, S. R. (2014). Manufacturing engineering and technology (7th ed.). Pearson.
4. Mejía, A. (2018). Control numérico computarizado CNC: Manual teórico-práctico. Trillas.
5. Villalobos, J. R., & Plascencia, M. A. (2019). Diseño asistido por computadora: Fundamentos de CAD 2D y 3D. Alfaomega.



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu