

**PROGRAMA EDUCATIVO:**  
**LICENCIATURA EN INGENIERÍA AERONÁUTICA EN MANUFACTURA**  
**EN COMPETENCIAS PROFESIONALES**

**PROGRAMA DE ASIGNATURA: MECANIZADO CNC**

**CLAVE: E-MCNC-2**

Propósito de aprendizaje de la Asignatura		El estudiante desarrollará procesos de manufactura mediante los métodos y técnicas de mecanizado CNC para contribuir al cumplimiento de los requerimientos de la industria aeronáutica.			
Competencia a la que contribuye la asignatura		Desarrollar la manufactura de piezas aeronáuticas mecanizadas considerando las especificaciones técnicas, de calidad, equipos y métodos de mecanizado, con un enfoque sustentable para contribuir al crecimiento económico y tecnológico del sector y del país.			
Tipo de competencia	Cuatrimestre	Créditos	Modalidad	Horas por semana	Horas Totales
Específica	5	6.56	Escolarizada	7	105

Unidades de Aprendizaje	Horas del Saber	Horas del Saber Hacer	Horas Totales
	I.- Centro de torneado CNC	10	35
II.- Centro de maquinado CNC	10	40	50
III.- Mecanizado no convencional	10	0	10
<b>Totales</b>	30	75	105

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-53.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE DE 2024	

Funciones	Capacidades	Criterios de Desempeño
<p>Implementar el proceso de mecanizado de piezas aeronáuticas a través de interpretación de planos, operación de equipos de mecanizado y métodos y técnicas de evaluación y control de parámetros de producción para cumplir con los requerimientos de producción y calidad</p>	<p>Manufacturar piezas aeronáuticas mecanizadas a través de un programa de fabricación, insumos y herramientas, puesta a punto y operación del equipo de maquinado convencional, CNC, no convencional y estándares aplicables, para garantizar la precisión del producto.</p>	<p>Presenta el plan de trabajo del maquinado de piezas mecanizadas que contenga:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bosquejo de la pieza o herramental</li> <li>- Bosquejo de los herramientas necesarios.</li> <li>- Diagrama de flujo del proceso de mecanizado</li> <li>- Propuesta de equipo de mecanizado a utilizar</li> </ul> <p>Entrega la pieza terminada y documentación del proceso, que contenga:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Parámetros de operación del equipo</li> <li>- Materiales y herramientas utilizadas</li> <li>- Procesos de detallado</li> <li>- Formato de la secuencia de operaciones de la pieza cumplimentado.</li> <li>- Inspecciones de calidad de acuerdo a características del plano.</li> <li>- Reporte de producción durante la jornada</li> <li>- Conclusiones y observaciones finales de operación</li> </ul>
	<p>Verificar piezas aeronáuticas mecanizadas a través de la medición y comparación de los criterios de aceptación para el cumplimiento con los requerimientos de ingeniería</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reporte del componente que incluya.</li> <li>- Evaluación de dimensiones</li> <li>- Evaluación de criterios de aceptación</li> </ul>

<b>ELABORÓ:</b>	<b>DGUTYP</b>	<b>REVISÓ:</b>	<b>DGUTYP</b>	<b>F-DA-01-PA-LIC-53.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	<b>DGUTYP</b>	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	<b>SEPTIEMBRE DE 2024</b>	

## UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje	I. Centro de torneado CNC					
Propósito esperado	El estudiante realizará la manufactura de partes y componentes aeronáuticos en centros de torneado CNC, para contribuir a los procesos productivos.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	10	Horas del Saber Hacer	35	Horas Totales	45

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Introducción en operaciones de maquinado en Torno CNC	Identificar los conceptos: -Ejes de coordenadas -Coordenadas absolutas e incrementales -Código de programación CNC -Centro de torneado -Código modal y no modal -Códigos enlatados	Determinar el eje de coordenadas (cero pieza) dependiendo de la geometría y los requerimientos técnicos de la pieza a maquinar.	Desarrollar el pensamiento analítico a través de la identificación de conceptos para resolver problemas en su formación académica o su entorno.
Códigos de programación.	Identificar códigos de lenguaje CNC: G y M, Macro y ciclos enlatados. Identificar la sintaxis de los códigos de programación básicos: G00, G01, G02, G03 y G83.		Asumir la responsabilidad y honestidad para realizar actividades en forma individual y en equipo en forma proactiva.
Estructura del Programa torno CNC.	- Describir la sintaxis de programación CNC en centro de torneado, con base a los requerimientos de ingeniería. - Describir la sintaxis del encabezado, fin de programa y cambios de herramienta en un código de programación. - Describir la estructura del cuerpo del programa de cada bloque que integra el programa.	Elaborar programas CNC para el centro de torneado con base a los requerimientos técnicos.	Desarrollar conciencia moral sobre seguridad para conservar su integridad física y la de sus compañeros.

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-53.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Simulación de Programas torno CNC.	Identificar los simuladores de programación de códigos y mecanizado CNC.  Describir el proceso de simulación de programas de código CNC.	Realizar la simulación de la manufactura de piezas aeronáuticas.  Generar el código de lenguaje CNC resultante de la simulación.	
Programación.	Describir el procedimiento de programación directa en el centro de torneado CNC.  Explicar el procedimiento de transferencia de programas generados en el software de simulación.	Realizar operaciones manuales básicas en el centro de torneado CNC.  Transferir, guardar y ejecutar códigos de programación CNC en el centro de torneado.	
Proceso de fabricación por arranque de viruta.	Identificar las funciones de los sistemas de mando del centro de torneado CNC. Identificar el proceso de preparación de la máquina:  -Posicionamiento de pieza, -Puntos de referencia máquina y pieza. -Compensaciones de longitud y diámetro del herramienta -Modos de operación -Funciones auxiliares -Programación de coordenadas  Reconocer el equipo de protección personal.	Realizar las operaciones básicas necesarias, de preparación, para maquinar dentro del centro de torneado CNC  Realizar el proceso de manufactura de componentes aeronáuticos en el centro de torneado CNC.	

<b>ELABORÓ:</b>	<b>DGUTYP</b>	<b>REVISÓ:</b>	<b>DGUTYP</b>	<b>F-DA-01-PA-LIC-53.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	<b>DGUTYP</b>	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	<b>SEPTIEMBRE DE 2024</b>	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
Equipos colaborativos Tareas de investigación Mapas conceptuales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Torno CNC</li> <li>- Rectificadora plana</li> <li>- Taladro vertical de banco</li> <li>- Cortadora de sierra mecánica</li> <li>- Esmeril</li> <li>- Computadora</li> <li>- Medios Audiovisuales.</li> <li>- Pintarrón.</li> <li>- Conexión a internet.</li> <li>- Refractómetro</li> <li>- Equipo de protección personal</li> </ul>	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
<p>Los estudiantes comprenden y analizan la diferencia entre los parámetros de coordenadas absolutas e incrementales.</p> <p>Los estudiantes identifican el lenguaje de programación CNC, en los diferentes modos de programación.</p> <p>Los estudiantes realizan la simulación de código de programación CNC en softwares especializados.</p> <p>Los estudiantes comprenden las operaciones manuales de los centros de torneado CNC.</p>	<p>A partir de un caso práctico, elabora un portafolio de evidencias que contenga:</p> <p>Listado del equipo de seguridad necesario para la fabricación en un centro de torneado CNC.</p> <p>Definición del eje de coordenadas de programación (cero pieza).</p> <p>Dimensiones y Material de la materia prima para tornear.</p> <p>Programación en código ISO (G y M) para la manufactura de la pieza.</p>	<p>Lista de cotejo</p> <p>Estudios de casos.</p> <p>Proyecto grupal.</p>

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-53.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

<p>Los estudiantes realizan el proceso de transferencia, guardado, captura y ejecución de programas en el centro de torneado CNC.</p> <p>Los estudiantes realizan el proceso de preparación (setup y offset) de las herramientas y de la pieza dentro del centro de torneado CNC.</p> <p>Los estudiantes realizar la manufactura de una pieza aeronáutica en el centro de torneado CNC</p>	<p>Listado técnico de todas las herramientas necesarias para la manufactura de la pieza.</p> <p>Cálculos de velocidades de avance y RPM's de cada herramienta a utilizar.</p> <p>Listado técnico de todos los dispositivos de sujeción requeridos para la fabricación de la pieza.</p> <p>Lista de verificación del procedimiento de preparación del torno CNC.</p> <p>Ejecución del programa CNC de la Pieza en el centro de torneado CNC.</p> <p>Verificación visual y análisis dimensional de la pieza terminada.</p> <p>Reporte de contingencias</p> <p>Conclusiones.</p>	
--	---	--

<b>ELABORÓ:</b>	<b>DGUTYP</b>	<b>REVISÓ:</b>	<b>DGUTYP</b>	<b>F-DA-01-PA-LIC-53.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	<b>DGUTYP</b>	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	<b>SEPTIEMBRE DE 2024</b>	

## UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje	II. Centro de maquinado CNC					
Propósito esperado	El estudiante realizará la manufactura de partes y componentes aeronáuticos en centros de maquinado CNC, para contribuir a los procesos productivos.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	10	Horas del Saber Hacer	40	Horas Totales	50

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Introducción en operaciones de maquinado en centro de maquinado CNC.	Identificar los conceptos: Ejes de coordenadas Coordenadas absolutas e incrementales Código de programación CNC Centro de maquinado Código modal y no modal Códigos enlatados	Determinar el eje de coordenadas (cero pieza) dependiendo de la geometría y los requerimientos técnicos de la pieza a maquinar.	Desarrollar el pensamiento analítico a través de la identificación de conceptos para resolver problemas en su formación académica o su entorno.
Códigos de programación.	Identificar códigos de lenguaje CNC: G y M, Macro y ciclos enlatados.  - Identificar la sintaxis de los códigos de programación básicos: G00, G01, G02, G03 y G83.		Asumir la responsabilidad y honestidad para realizar actividades en forma individual y en equipo en forma proactiva.
Estructura del Programa centro de maquinado CNC.	Describir la sintaxis de programación CNC en centro de maquinado, con base a los requerimientos de ingeniería.	Elaborar programas CNC para el centro de maquinado con base a los requerimientos técnicos.	Desarrollar conciencia moral sobre seguridad para conservar su integridad

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-53.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

	<p>- Describir la sintaxis del encabezado, fin de programa y cambios de herramienta en un código de programación.</p> <p>Describir la estructura del cuerpo del programa de cada bloque que integra el programa.</p>		física y la de sus compañeros.
Simulación de Programas centro de maquinado CNC.	<p>Identificar los simuladores de programación de códigos y mecanizado CNC.</p> <p>Describir el proceso de simulación de programas de código CNC.</p>	<p>Realizar la simulación de la manufactura de piezas aeronáuticas.</p> <p>Generar el código de lenguaje CNC resultante de la simulación.</p>	
Programación.	<p>Describir el procedimiento de programación directa en el centro de maquinado CNC.</p> <p>Explicar el procedimiento de transferencia de programas generados en el software de simulación.</p>	<p>Realizar operaciones manuales básicas en el centro de maquinado CNC.</p> <p>Transferir, guardar y ejecutar códigos de programación CNC en el centro de maquinado.</p>	
Proceso de fabricación por arranque de viruta.	<p>Identificar las funciones de los sistemas de mando del centro de maquinado CNC.</p> <p>Identificar el proceso de preparación de la máquina:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Posicionamiento de pieza,</li> <li>-Puntos de referencia máquina y pieza.</li> <li>-Compensaciones de longitud y diámetro del herramental</li> </ul>	<p>Realizar las operaciones básicas necesarias, de preparación, para maquinar dentro del centro de maquinado CNC</p> <p>Realizar el proceso de manufactura de componentes aeronáuticos en el centro de maquinado CNC.</p>	

<b>ELABORÓ:</b>	<b>DGUTYP</b>	<b>REVISÓ:</b>	<b>DGUTYP</b>	<b>F-DA-01-PA-LIC-53.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	<b>DGUTYP</b>	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	<b>SEPTIEMBRE DE 2024</b>	

	-Modos de operación -Funciones auxiliares -Programación de coordenadas Reconocer el equipo de protección personal.		
--	---	--	--

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
Equipos colaborativos Tareas de investigación Mapas conceptuales Mapas mentales Prácticas de taller	- Fresa CNC - Rectificadora plana - Taladro vertical de banco - Cortadora de sierra mecánica - Esmeril - Computadora - Medios Audiovisuales. - Pintarrón. - Conexión a internet. - Refractómetro - Equipo de protección personal	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-53.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
<p>Los estudiantes comprenden y analizan la diferencia entre los parámetros de coordenadas absolutas e incrementales.</p> <p>Los estudiantes identifican el lenguaje de programación CNC, en los diferentes modos de programación.</p> <p>Los estudiantes realizan la simulación de código de programación CNC en softwares especializados.</p> <p>Los estudiantes comprenden las operaciones manuales de los centros de maquinado CNC.</p> <p>Los estudiantes realizan el proceso de transferencia, guardado, captura y ejecución de programas en el centro de maquinado CNC.</p> <p>Los estudiantes realizan el proceso de preparación (setup y offset) de las herramientas y de la pieza dentro del centro de maquinado CNC.</p> <p>Los estudiantes realizar la manufactura de una pieza aeronáutica en el centro de maquinado CNC</p>	<p>A partir de un caso práctico, elabora un portafolio de evidencias que contenga:</p> <p>Listado del equipo de seguridad necesario para la fabricación en un centro de maquinado CNC.</p> <p>Definición del eje de coordenadas de programación (cero pieza).</p> <p>Dimensiones y Material de la materia prima para fresado.</p> <p>Programación en código ISO (G y M) para la manufactura de la pieza.</p> <p>Listado técnico de todas las herramientas necesarias para la manufactura de la pieza.</p> <p>Cálculos de velocidades de avance y RPM's de cada herramienta a utilizar.</p> <p>Listado técnico de todos los dispositivos de sujeción requeridos para la fabricación de la pieza.</p> <p>Lista de verificación del procedimiento de preparación del torno CNC.</p> <p>Ejecución del programa CNC de la Pieza en el centro de maquinado CNC.</p> <p>Verificación visual y análisis dimensional de la pieza terminada.</p> <p>Reporte de contingencias</p> <p>Conclusiones.</p>	<p>Lista de cotejo</p> <p>Estudios de casos.</p> <p>Proyecto grupal.</p>

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-53.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

### UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje	III. Mecanizado no convencional					
Propósito esperado	El estudiante identificará los componentes y accesorios de las Máquinas-herramienta No Convencionales para contribuir a las operaciones de mecanizado de piezas aeronáuticas.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	10	Horas del Saber Hacer	0	Horas Totales	10

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Generalidades de las máquinas-herramienta No Convencionales	<p>Explicar los procesos de maquinados no convencional (Electro erosionado electroquímico, Chorro de agua, Laser, Plasma, Ultrasonido, Manufactura aditiva, entre otros) y su relación con la manufactura aeronáutica.</p> <p>Identificar los tipos, características y aplicaciones de las Máquinas-herramienta No Convencionales (Electro erosionado electroquímico, Chorro de agua, Laser, Plasma, Ultrasonido, Manufactura aditiva, entre otros).</p>		<p>Desarrollar el pensamiento analítico a través de la identificación de conceptos para resolver problemas en su formación académica o su entorno.</p> <p>Asumir la responsabilidad y honestidad para realizar actividades en forma individual y en equipo en forma proactiva.</p> <p>Desarrollar conciencia moral sobre seguridad para conservar su integridad física y la de sus compañeros.</p>

<b>ELABORÓ:</b>	<b>DGUTYP</b>	<b>REVISÓ:</b>	<b>DGUTYP</b>	<b>F-DA-01-PA-LIC-53.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	<b>DGUTYP</b>	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	<b>SEPTIEMBRE DE 2024</b>	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
Equipos colaborativos Tareas de investigación Mapas conceptuales Mapas mentales Prácticas de taller	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Computadora</li> <li>- Medios Audiovisuales.</li> <li>- Pintarrón.</li> <li>- Conexión a internet.</li> <li>- Refractómetro</li> <li>- Equipo de protección personal</li> </ul>	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
<p>Los estudiantes comprenden los procesos de maquinado No Convencional.</p> <p>Los estudiantes identificar las máquinas- herramienta No Convencionales en un taller de maquinado de piezas aeronáuticas</p> <p>Los estudiantes identificación de los elementos de seguridad y elementos de control de las máquina-herramienta No Convencionales</p>	<p>A partir de una visita guiada, elabora un reporte que contenga:</p> <p>Descripción de los procesos que utilizan Máquina-herramientas No Convencionales</p> <p>Identificación de los elementos de seguridad y elementos de control de las máquina-herramienta No Convencionales</p>	<p>Lista de cotejo</p> <p>Estudios de casos.</p> <p>Proyecto grupal.</p> <p>Lista de cotejo</p>

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-53.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Perfil idóneo del docente		
Formación académica	Formación Pedagógica	Experiencia Profesional
Licenciatura, maestría y/o doctorado en: Aeronáutica, Mecatrónica, Mecánico, Industrial y carreras afines.	Manejo de grupos Técnicas didácticas Técnicas pedagógicas Ambientes virtuales de aprendizaje Máquinas y herramientas Lectura de planos Seguridad industrial EPP SGC GD&T Gestión de procesos PPAP y APQP	Experiencia: - Docente (Preferentemente en educación superior). - De acuerdo con su formación académica (3 años). Dos años de experiencia en: - Control de procesos - Maquinado CNC - Calidad - Ingeniería - Gestión de procesos.  Proyectos: - En industria - De investigación

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-53.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Referencias bibliográficas					
Autor	Año	Título del documento	Lugar de publicación	Editorial	ISBN
Jordi Sans García	2008	Aplicaciones de control numérico para fresadora	Catalunya España	Ediciones de la UP	
Francisco Cruz Teruel	2007	Control numérico y programación	Barcelona España	Marcombo	
Peter Smid	2008	CNC Programming Handbook	New york EU	Industrial press	
Peter Smid	2010	CNC control SETUP for milling and turning	New york EU	Industrial Press	

Referencias digitales			
Autor	Fecha de recuperación	Título del documento	Vínculo

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-53.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	