

4. Mecanizado con máquinas de control numérico computacional

INTRODUCCIÓN

Este módulo consta de 228 horas pedagógicas y tiene como propósito que los y las estudiantes de cuarto medio de la especialidad de Mecánica Industrial mencionada Máquinas-Herramientas desarrollen las competencias necesarias para fabricar partes y piezas de conjuntos mecánicos con la asistencia de *software* especializado.

Se espera, además, que comprendan que el proceso de fabricación asistida por computador entrega significativas ventajas con respecto a los métodos tradicionales. Al utilizar equipos CAM, se pretende que sean capaces de reducir errores ocasionados por el factor humano, lo cual implica la reducción de los costos de mano de obra. Además, la precisión constante y el uso óptimo del equipo representarán ventajas mayores en su trabajo, como es el caso de las cuchillas y herramientas de corte que se desgastan más lentamente y se estropean con menos frecuencia, reduciendo aún más los costos de operación, entre otras razones.

Al finalizar el módulo, se espera que los y las estudiantes estén familiarizados con el uso de los códigos numéricos de los equipos CAM, almacenados en archivos informáticos, para controlar las tareas de fabricación. Este Control Numérico por Computadora (CNC) les permitirá describir las operaciones de la máquina en términos de los códigos especiales y de la geometría de formas de los componentes, creando archivos informáticos especializados o programas de piezas. La creación de estos programas de piezas es una tarea que realizarán por medio de un *software* informático especial que organiza el vínculo entre los

sistemas CAD y CAM. Los procesos de control numérico que se busca que asimilen los y las estudiantes se dividen en dos categorías: aplicaciones con máquina-herramienta, como taladrado, laminado y torneado, y aplicaciones sin máquina-herramienta, como ensamblaje, trazado e inspección.

Se sugiere que las actividades incorporen metodologías de aprendizaje activo, centradas en cada estudiante y en el tratamiento de los Objetivos de Aprendizaje Genéricos. Se han dividido los tiempos en clases teóricas y prácticas, con un fuerte énfasis en estas últimas. Las clases teóricas contemplan exposición de los temas que incluye el Plan de Estudio, desarrollo de trabajos grupales, análisis de casos e investigaciones, con lo cual se busca que el o la estudiante se relacione conceptualmente con los contenidos. En las clases prácticas, el o la docente actuará como facilitador en las actividades grupales de laboratorio, aclarará dudas y profundizará en algunos tópicos asociados con la aplicación de conocimientos. Cada docente debe planificar las actividades del taller según los recursos disponibles. Es fundamental enfatizar y generar conciencia sobre el vínculo con otros módulos.

Se recomienda incentivar la colaboración en equipo y el respeto absoluto por la seguridad personal, ya que, como en otros módulos, las actividades requieren la manipulación de una gran variedad de herramientas y equipos riesgosos, por lo que el o la docente debe velar permanentemente por la prevención de riesgos y la seguridad en el trabajo de sus estudiantes.

APRENDIZAJES ESPERADOS Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN

MÓDULO 4 · MECANIZADO CON MÁQUINAS DE CONTROL NUMÉRICO COMPUTACIONAL		228 HORAS	CUARTO MEDIO	
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ESPECIALIDAD				
<p>OA 4 Programar y utilizar máquinas de control numérico (CNC) y manufactura asistida por computación (CAM) para la fabricación de piezas y partes de conjuntos mecánicos, de acuerdo a los procedimientos establecidos, a las indicaciones del fabricante y a las especificaciones técnicas.</p> <p>OA 5 Programar y utilizar centros de mecanizado para la fabricación de piezas y partes de conjuntos mecánicos, de acuerdo a las indicaciones del fabricante y a las especificaciones técnicas.</p>				
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS		
<p>1. Utiliza <i>software</i> de manufactura asistida por computadora (CAM) para programar la fabricación de partes y piezas de conjuntos mecánicos en máquina de control numérico (CNC), de acuerdo a los procedimientos establecidos, a las indicaciones del fabricante y a las especificaciones técnicas.</p>	<p>1.1 Programa proceso de fabricación de piezas y partes de conjuntos mecánicos, definiendo fases de operación y orden cronológico, herramientas y útiles necesarios, de acuerdo a <i>software</i> de manufactura asistida por computadora (CAM), la capacidad y características de la máquina y pieza a fabricar, de acuerdo especificaciones técnicas del fabricante.</p>	B	C	
	<p>1.2 Ejecuta simulación de fabricación de piezas y partes en <i>software</i> de manufactura asistida por computadora (CAM), corrige sus defectos o discrepancias y realiza las modificaciones pertinentes, de acuerdo a las especificaciones técnicas del producto.</p>	B	C	D
	<p>1.3 Acomoda datos y variables a la sintaxis del controlador del programa, considerando las especificaciones técnicas establecidas en su manual.</p>	B	C	

APRENDIZAJES ESPERADOS		CRITERIOS DE EVALUACIÓN	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS		
		<p>1.4 Ingresa la información de la programación a la memoria de la máquina control numérico (CNC), considerando requerimientos técnicos de la máquina.</p>	B	C	
2.	Fabrica piezas y partes de conjuntos mecánicos, utilizando máquina de control numérico (CNC), respetando los procedimientos establecidos, las indicaciones del fabricante y las especificaciones técnicas.	<p>2.1 Prepara referenciación de máquina, material y herramientas para comenzar la fabricación de piezas y partes de conjuntos mecánicos, considerando las indicaciones del fabricante y las especificaciones técnicas de la máquina.</p>	B	C	
		<p>2.2 Selecciona y monta herramientas, de acuerdo a la secuencia de programación definida en <i>software</i>, considerando los requerimientos técnicos de fabricación de la pieza.</p>	B	C	D
		<p>2.3 Monta y fija material en máquina control numérico (CNC) en forma precisa, considerando principios de mecanizado y especificaciones técnicas del fabricante, respetado las normas de seguridad vigentes.</p>	B K	C	D
		<p>2.4 Fabrica piezas y partes de conjuntos mecánicos, utilizando máquina control numérico (CNC) de acuerdo a los procedimientos establecidos, las indicaciones y especificaciones técnicas del fabricante, respetando las normas de seguridad laboral y protección medioambiental.</p>	B K	C	D
3.	Programa centro de mecanizado (CNC) para la fabricación de piezas y partes de conjuntos mecánicos, considerando el tipo de operación y herramientas a utilizar, de acuerdo a los requerimientos técnicos del producto.	<p>3.1 Define proceso de mecanizado, considerando una óptima combinación de las operaciones y reducción de tiempo de mecanizado, de acuerdo a las características de las máquinas y especificaciones técnicas de la pieza exigida.</p>	B	C	
		<p>3.2 Realiza programación de un centro de mecanizado de forma manual (a pie de máquina) o utilizando <i>software</i> (CAM), aplicando correctamente los códigos de programación, de acuerdo a especificaciones técnicas del manual del controlador.</p>	B	C	
		<p>3.3 Ejecuta simulación de proceso de fabricación de una pieza en centro de mecanizado, controlando y verificando su correcto funcionamiento, en consideración a las especificaciones técnicas del fabricante.</p>	B	C	

APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS
<p>4. Fabrica piezas y partes de conjuntos mecánicos en centro de mecanizado, considerando especificaciones técnicas e indicaciones del fabricante.</p>	<p>4.1 Prepara materiales y herramientas para la fabricación de piezas y conjuntos mecánicos, de acuerdo a los requerimientos de la programación, especificaciones técnicas y principios de mecanizado.</p>	<p>B C</p>
	<p>4.2 Mecaniza por partes o bloques, controlando y verificando medidas y tolerancias, de acuerdo al plano de fabricación.</p>	<p>B C D</p>
	<p>4.3 Fabrica piezas y partes de conjuntos mecánicos, de acuerdo a las fases programadas de mecanizado en la máquina (CNC), respetando las normas de seguridad laboral y protección del medioambiente.</p>	<p>B C D</p>
<p>5. Verifica y controla las dimensiones de las piezas durante el proceso de fabricación en máquina (CNC) o centro de mecanizado, respetando los planos de construcción, los principios del mecanizado y las normas de seguridad.</p>	<p>5.1 Selecciona y prepara instrumentos de verificación, de acuerdo a las características geométricas y dimensión de la pieza o conjunto mecánico, considerando la información emanada de los planos de fabricación.</p>	<p>B C</p>
	<p>5.2 Controla, verifica y corrige, si es necesario, dimensiones y terminaciones de partes y piezas durante el proceso de mecanizado, respetando medidas y tolerancias del producto, de acuerdo a especificaciones técnicas y normas de calidad.</p>	<p>B C D</p>
	<p>5.3 Aprueba o rechaza calidad de piezas durante el proceso de fabricación, realizando acciones preventivas y correctivas, de acuerdo a medidas y tolerancias establecidas en planos de fabricación emanadas.</p>	<p>A B C</p>

4.

EJEMPLO DE ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

NOMBRE DEL MÓDULO	Mecanizado con máquinas de control numérico computacional
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	Programación para mecanizado en máquina (CNC)
DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD	12 horas
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN QUE INCLUYE
<p>3. Programa centro de mecanizado (CNC) para la fabricación de piezas y partes de conjuntos mecánicos, considerando el tipo de operación y herramientas a utilizar, de acuerdo a los requerimientos técnicos del producto.</p>	<p>3.2 Realiza programación de un centro de mecanizado de forma manual (a pie de máquina) o utilizando <i>software</i> (CAM), aplicando correctamente los códigos de programación, de acuerdo a especificaciones técnicas del manual del controlador.</p>
METODOLOGÍAS SELECCIONADAS	Demostración guiada

DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS QUE REALIZAN DOCENTES Y ESTUDIANTES, Y LOS RECURSOS QUE SE UTILIZAN EN CADA UNA DE LAS SIGUIENTES ETAPAS:

PREPARACIÓN DE LA ACTIVIDAD

Docente:

- › Presenta, por medio de una charla y con apoyo visual, cómo se lleva a cabo la correcta programación, considerando secuencia de operaciones, herramientas, parámetros de mecanizado y pieza de trabajo.
- › Demuestra, a pie de máquina, cómo se programa una pieza a mecanizar, integrando gradualmente a sus estudiantes.
- › Motiva y crea un ambiente de participación, en el cual resuelve dudas y retroalimenta sobre la correcta programación de la máquina (CNC), la importancia de aplicar una secuencia lógica de operaciones, utilizando la herramienta apropiada y los parámetros seleccionados.

Estudiantes:

- › Escuchan la explicación del o la docente, toman notas y formulan preguntas para aclarar dudas.

Recursos:

- › Máquina (CNC).
- › Manual de programación (eventualmente, un programa de simulación para computador).
- › Pauta de trabajo.
- › Rúbrica.
- › Pauta de autoevaluación.



DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS QUE REALIZAN DOCENTES Y ESTUDIANTES, Y LOS RECURSOS QUE SE UTILIZAN EN CADA UNA DE LAS SIGUIENTES ETAPAS:

EJECUCIÓN	<p>Docente:</p> <ul style="list-style-type: none">› En el taller y con una máquina (CNC), señala la forma correcta de programación, aplicando los códigos compatibles con la máquina, respetando la sintaxis y siguiendo la secuencia lógica de las operaciones.› Muestra el proceso de programación de la máquina, explicando paso a paso la importancia de cada etapa, y la forma de corregir en caso de error.› Organiza al curso en parejas, las que deben programar una pieza siguiendo las instrucciones entregadas en la pauta de trabajo.› Evalúa con una rúbrica el desempeño de sus estudiantes y, posteriormente, retroalimenta. <p>Estudiantes:</p> <ul style="list-style-type: none">› Realizan la actividad mientras que su docente debe corregir solo si no se está siguiendo el procedimiento establecido.› Explican y argumentan por qué lo hacen de esa manera, indicando los puntos más importantes.
CIERRE	<p>Docente:</p> <ul style="list-style-type: none">› Entrega una pauta de autoevaluación, solicitando total honestidad en su aplicación.› Organiza al curso para, en un plenario, analizar los aciertos y los errores en el desarrollo de la actividad. <p>Estudiantes:</p> <ul style="list-style-type: none">› Se autoevalúan a partir de una pauta.› Participan del plenario organizado por el o la docente.

EJEMPLO DE ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

NOMBRE DEL MÓDULO	Mecanizado con máquinas de control numérico computacional
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	Preparar la máquina CNC (Centro de mecanizado)
DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD	6 horas
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN QUE INCLUYE
<p>4. Fabrica piezas y partes de conjuntos mecánicos en centro de mecanizado, considerando especificaciones técnicas e indicaciones del fabricante.</p>	<p>4.1 Prepara materiales y herramientas para la fabricación de piezas y conjuntos mecánicos, de acuerdo a los requerimientos de la programación, especificaciones técnicas y principios de mecanizado.</p>
METODOLOGÍAS SELECCIONADAS	Demostración guiada

DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS QUE REALIZAN DOCENTES Y ESTUDIANTES, Y LOS RECURSOS QUE SE UTILIZAN EN CADA UNA DE LAS SIGUIENTES ETAPAS:

PREPARACIÓN DE LA ACTIVIDAD

Docente:

- › Mediante una charla y con apoyo visual, muestra la correcta preparación de un centro de mecanizado, considerando máquina, herramientas y pieza de trabajo.
- › Motiva y crea un ambiente de participación, en el cual resuelve dudas y retroalimenta sobre la correcta preparación de la máquina (CNC), la importancia del trabajo de preparación a realizar y las medidas de seguridad personal e industrial.

Estudiantes:

- › Escuchan la explicación del o la docente, toman notas y formulan preguntas para aclarar dudas.

Recursos:

- › Máquina (CNC).
- › Herramientas.
- › Material a mecanizar.
- › Pauta de trabajo.
- › Pauta de cotejo.



DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS QUE REALIZAN DOCENTES Y ESTUDIANTES, Y LOS RECURSOS QUE SE UTILIZAN EN CADA UNA DE LAS SIGUIENTES ETAPAS:

EJECUCIÓN	<p>Docente:</p> <ul style="list-style-type: none">› En el taller y con una máquina (CNC), señala las precauciones que se deben tener previo al montaje del equipo, da a conocer las herramientas y partes del equipo por medio de manuales y el video visto con anterioridad.› Demuestra el proceso de preparación de la máquina, explicando paso a paso la importancia de cada etapa.› Organiza al curso en parejas, las que deben preparar la máquina siguiendo las instrucciones entregadas en la pauta de trabajo.› Observa con una pauta de cotejo el desempeño de sus estudiantes y, posteriormente, retroalimenta. <p>Estudiantes:</p> <ul style="list-style-type: none">› Realizan la actividad, mientras su docente corrige solo si no se está siguiendo el procedimiento establecido.› Explican y argumentan por qué lo hacen de esa manera, indicando los puntos más importantes.
CIERRE	<p>Docente:</p> <ul style="list-style-type: none">› Entrega la pauta de autoevaluación, solicitando total honestidad en su aplicación.› Organiza al curso para, en un plenario, analizar los aciertos y los errores en el desarrollo de la actividad. <p>Estudiantes:</p> <ul style="list-style-type: none">› Se autoevalúan a partir de una pauta.› Participan del plenario organizado por el o la docente.

EJEMPLO DE ACTIVIDAD DE EVALUACIÓN

NOMBRE DEL MÓDULO	Mecanizado con máquinas de control numérico computacional	
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS A EVALUAR
<p>3. Programa centro de mecanizado (CNC) para la fabricación de piezas y partes de conjuntos mecánicos, considerando el tipo de operación y herramientas a utilizar, de acuerdo a los requerimientos técnicos del producto.</p>	<p>3.1 Realiza programación de un centro de mecanizado de forma manual (a pie de máquina) o utilizando <i>software</i> (CAM), aplicando correctamente los códigos de programación, de acuerdo a especificaciones técnicas del manual del controlador.</p>	<p>A Comunicarse oralmente y por escrito con claridad, utilizando registros de habla y de escritura pertinentes a la situación laboral y a la relación con los interlocutores.</p> <p>B Leer y utilizar distintos tipos de textos relacionados con el trabajo, tales como especificaciones técnicas, manuales de programación.</p> <p>C Prevenir situaciones de riesgo y enfermedades ocupacionales, evaluando las condiciones del entorno del trabajo y utilizando los elementos de protección personal según la normativa correspondiente.</p>

Selección de cómo evaluar

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN SELECCIONADOS
<p>Actividad de evaluación: Estudiantes realizan un programa para máquina (CNC) a pie de máquina, aplicando una secuencia de operaciones, seleccionando parámetros de trabajo y herramientas apropiadas para la operación u operaciones a realizar.</p>	<p>Indicadores de escala de apreciación:</p> <ul style="list-style-type: none"> › Herramientas apropiadas. › Parámetros de trabajo. › Códigos de programación compatibles. › Simulación del programa. › Informe de trabajo.

Ejemplo de escala de apreciación

INDICADORES	CONCEPTOS			
	MUY BIEN	BIEN	SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Herramientas apropiadas.				
Parámetros de trabajo.				
Códigos de programación compatibles.				
Simulación del programa.				
Informe de trabajo.				

BIBLIOGRAFÍA

Ferré, R. (1999). *Fabricación asistida por computador-CAM*. Ciudad de México: Alfaomega.

Gerling, H. (2000). *Alrededor de las máquinas-herramienta. Máquinas-herramientas para arranque de viruta y herramientas: Medición y calibrado*. Barcelona: Reverté.

Gómez, S. (2012). *Verificación de productos: Metrología, ensayos y control de procesos*. Barcelona: Ceysa.

González, J. (1986). *El control numérico y la programación manual de las máquinas-herramienta con control numérico*. Bilbao: Urmo.

Krar, F., Amand, E. y Oswald, W. (1985). *Operación de máquinas-herramientas*. Medellín: McGraw-Hill Interamericana.