|  |  |
| --- | --- |
| PROGRAMA DE FORMACIÓN | Fabricación digital de mobiliario |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| COMPETENCIA | 290201213 - Mecanizado de piezas en máquinas de control numérico | RESULTADOS DE APRENDIZAJE | 290201213-02. Programar piezas a mecanizar con base en *softwar*e CAM |

|  |  |
| --- | --- |
| NÚMERO DEL COMPONENTE FORMATIVO | CF6 |
| NOMBRE DEL COMPONENTE FORMATIVO | Programación CNC en CAM |
| BREVE DESCRIPCIÓN | El presente contenido fundamenta la fabricación asistida por computador basado en el diseño de un modelo CAD, las máquinas de control numérico computarizado CNC y su programación comprobada en el simulador. |
| PALABRAS CLAVE | Fabricación Asistida por Computador (CAM), Control Numérico Computarizado (CNC), Programación CNC. |

|  |  |
| --- | --- |
| ÁREA OCUPACIONAL | Procesamiento, fabricación y ensamble |
| IDIOMA | Español |

# **Tabla de contenidos**

**Introducción**

1. **Fundamentos de CAM**
   1. Conceptos, definición y tipos de *softwares*
   2. Archivos digitales CAM
   3. Control Numérico Computarizado CNC
2. **Selección y configuración del mecanizado**
   1. Selección de máquinas CNC
   2. Configuración de parámetros para mecanizado CNC
   3. Matemáticas aplicadas al mecanizado
3. **Programación y simulación del mecanizado CNC**
   1. Proceso CNC
   2. Simulación del mecanizado CNC

**Introducción**

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| Bienvenido a este a este recurso educativo, que le permite comprender cómo una vez que se tiene definido el diseño de un producto mediante un modelo en *softwar*e CAD, es necesario proceder a su fabricación con el apoyo de una aplicación llamada CAM, por sus iniciales del inglés *Computer Aided Manufacture* o fabricación asistida por computador. Asimismo, se presentan los conceptos básicos para desarrollar un programa de CAM y para fabricar una pieza con máquinas herramientas de control numérico o CNC. Lo invitamos a ver el siguiente video para que se familiarice con el contexto de los temas a estudiar. |

**Guion de video introductorio**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tipo de recurso** | Video spot animado | | | |
| **NOTA** | **La totalidad del texto locutado para el video no debe superar las 500 palabras aproximadamente** | | | |
| **Título** | Programación CNC en CAM | | | |
| **Escena** | **Imagen** | **Sonido** | **Narración (voz en off)** | **Texto** |
| **1** | Producción: como sugerencia, por favor, crear una secuencia entre las imágenes y videos que se presentan en cada una de las escenas. Utilizar efectos como *fade in* y *fade out* entre cada paso de imagen o video para generar una adaptación amable entre ellos. Si se puede, crear acercamientos o barridos de las imágenes. Utilizar el texto en pantalla para que complemente la voz en off en el momento en que se escuche. Se acepta con agradecimiento el dinamismo y efecto que puedan generar basados en sus conocimientos. Gracias.  Casco de seguridad de ingeniero masculino usando una tableta para comprobar Planeación para el mantenimiento de maquinaria metálica en plantas industriales, conceptos, proyectos de producción. y el metalúrgico en plantas industriales pesadas | Colocar si habrá un sonido o música de fondo | Para lograr fabricar un elemento con tecnología de máquinas-herramientas NC o con control numérico y, una vez, se tenga el modelo generado en CAD o diseño asistido por el computador, se usa un *softwar*e denominado CAM o fabricación asistida por computador; con este, se avanza al paso siguiente que es planear la fabricación. | CAD  CAM  Planeación |
| **2** | Diseño de productos industriales 3D con software CAD y CAM | Colocar si habrá un sonido o música de fondo | En la planeación se comienza por elegir, de acuerdo con las formas geométricas del elemento a fabricar, a las funciones que va a desarrollar, o al material con el que se fabricará, para visualizar cuál es el mejor flujo de proceso o los procesos posibles mediante los cuales se transformará el material de trabajo en una pieza terminada; entonces, al CAM se puede llamar como el puente entre el CAD o diseño asistido por computador y la máquina con control numérico NC. | Formas geométricas  Funciones a desarrollar  Material de fabricación  Flujo de proceso |
| **3** | Producción con máquina CNC, perforación y soldadura y dibujo de construcción en operación industrial. |  | Para continuar con la secuencia y habiendo definido ya los procesos de transformación del material de trabajo y su orden de ejecución, se procede con la elección de las máquinas NC y sus herramientas, buscando el mayor rendimiento y efectividad, de acuerdo con el cumplimiento de las normas del mecanizado y de las operaciones que se encargan de modificar paso a paso el material de trabajo. | Máquinas NC |
| **4** | Multi exposure of stock market graph with man working on laptop on background. Concept of financial analysis. | Colocar si habrá un sonido o música de fondo | Asimismo, se debe comprender también cómo funcionan las máquinas NC o con control numérico, su lenguaje de programación o CNC y las operaciones que se pueden ejecutar con sus diferentes herramientas. | Lenguaje de programación o CNC |
| **5** | The abstract scene of 5-axis CNC milling machine with the NC data background. The 5-axis machining center cutting the automotive parts with solid ball endmill tools. | Colocar si habrá un sonido o música de fondo | Con estos elementos se procede a hacer el programa con el que la máquina NC fabricará nuestro elemento; se compone de bloques (que son los renglones) y estos a su vez por palabras, conocidas también como códigos y que obedecen a estándares, ya que no sería consecuente conocer una serie de códigos para una marca de máquina NC determinada y tener que conocer otros al cambiarse a otra marca. Este programa es el resultado del trabajo con CAM o fabricación asistida por computador. |  |
| **6** | Dos Ingenieros Usando Software De Programación CAD En Laptop | Colocar si habrá un sonido o música de fondo | Para desarrollar un programa para una máquina NC, bien sea un torno, una fresadora o un centro de mecanizado, se debe también conocer los parámetros de mecanizado, por ejemplo, la velocidad óptima a la que debe girar el husillo, o la velocidad de corte de acuerdo con el material de trabajo o con el material de la herramienta de corte; igualmente, la profundidad máxima a la que se hace cada una de las pasadas en el arranque de viruta y la velocidad con la debe avanzar la herramienta si se desea un acabado superficial determinado. | Parámetros de mecanizado |
| **7** | cog wheels sketch in color on abstract math background |  | Estos parámetros de mecanizado se obtienen aplicando las matemáticas, mediante el despeje de algunas fórmulas conocidas, que favorecen la comprensión total de los procesos y los resultados de tiempos y frecuencias. |  |
| **8** |  |  | Gracias a toda esta planeación mediante el CAM, y previo a la ejecución del programa, se permite con mucha precisión, realizar la simulación del mecanizado, detectando, sin haber realizado operación alguna, posibles fallas que se pueden corregir antes de perder material, dañar las herramientas, estropear las máquinas o simplemente perder tiempo al tener que hacer reproceso en las operaciones. | Simulación del mecanizado |
| **Nombre del archivo** | 835201\_ v1 | | | |

**Desarrollo de contenido**

**1. Fundamentos de CAM**

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| El *softwar*e de fabricación asistida por computador (CAM) es el que permite que los proyectos que se han modelado con diseño asistido por computador (CAD) sean transferidos a las máquinas herramientas controladas por computador (CNC) en un lenguaje que estas pueden leer y ejecutar; el cual está estructurado en programas que, mediante códigos o palabras, contienen todas las instrucciones con los parámetros para que la máquina, a través de sus diferentes herramientas, ejecute las operaciones necesarias para transformar un material en bruto en la pieza final diseñada. Vista posterior del ingeniero industrial trabajando en computadoras de escritorio en la oficina brillante. Pantallas Mostrar software IDE / CAD, implementación de aprendizaje automático, redes neuronales e informática en nube  Para poder trabajar con el CAM, la persona debe tener conocimientos básicos en CAD y en mecanizado convencional, ya que inicialmente es necesario interpretar muy bien los planos técnicos, para luego poder evaluar y seleccionar eficazmente los procesos, las máquinas, las herramientas y las operaciones para realizar el programa que logrará controlar las máquinas y así, obtener la pieza final que cumpla con todos los requerimientos planteados. |

1.1Conceptos, definición y tipos de *softwar*e

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| Para comprender el proceso de fabricación de un producto mediante *softwar*e CAM, es necesario tener claros algunos conceptos y definiciones de términos que se mencionan en el desarrollo del componente.post softwares |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tipo de recurso** | Slider Presentación | |
| **Introducción** | A continuación, se explican los siguientes conceptos: CAD, CAE, CAM y CNC | |
| **CAD**  Del inglés **Computer Aided Design** (**CAD**), o diseño asistido por el computador. Con este *softwar*e se pueden crear modelos sólidos a partir de un plano o figuras planas, para luego ser importados en el CAM y planear su fabricación. | | **Diseño de diseño de ingeniería programa de software CAD 3D Modelo de motor industrial modelo de fábrica digital dimensional mecánica de fábrica ingeniero de computadoras pantalla de computadora. 3 quinquies de representación.**  **Imagen:** 835201\_i3 |
| **CAE**  Del inglés **Computer Aided Engineering (CAE)** o ingeniería asistida por computador. Es el *softwar*e que permite a partir del diseño en CAD, realizar simulaciones para analizar aspectos de un proyecto como el comportamiento de un material frente a diferentes condiciones, la funcionalidad de un nuevo producto, etc. y así poder determinar su viabilidad o factibilidad. | | Diseñador industrial tiene discusión de producto con ingeniero senior mientras trabaja en el programa CAD, diseñando un nuevo componente. Trabaja en Computadora Personal con Dos Monitores.  **Imagen:** 835201\_i4 |
| **CAM**  Del inglés **Computer Aided Manufacture** (**CAM**) o fabricación asistida por computador. Con esta ayuda digital se proyectan, se definen y se controlan las máquinas, las herramientas y trayectorias o recorridos necesarios para obtener la pieza o producto que ha sido modelada en CAD, es decir, **las instrucciones que seguirá la máquina para fabricar un producto**. Por ejemplo, en la siguiente imagen se pueden observar las diferentes herramientas seleccionadas para el fresado de un producto y sus trayectorias. | | **La herramienta CoroMill MH20 es ideal para el fresado de cavidades, mecanizado de esquinas, mecanizado recto y en rapa, mecanizado en rampa helicoidal, cajeado, fresado en escuadra, planeado con alto avance y fresado en plunge.Imagen:** 835201\_i5 |
| **CNC**  Del inglés **Computer Numerical Control (CNC)** ocontrol numérico computarizado. Se refiere a las máquinas herramientas a las cuales se les puede programar el control de sus operaciones mediante un *softwar*e CAM y que, al correr el programa, esta las ejecuta de tal manera que se logra la pieza deseada. | | Trabajador que ingresa datos en la máquina CNC en fábrica para poner en marcha la producción  **Imagen:** 835201\_i6 |

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| En una publicación sobre *fabricación asistida por ordenador (CAM)*, publicada por Siemens (2022) se afirma que:  Una definición más amplia de la CAM puede incluir el uso de las aplicaciones de ordenador para definir un plan de fabricación para el diseño de herramientas, el diseño asistido por ordenador (CAD), la preparación de modelos, la programación NC, la programación de inspección de máquinas de medición por coordenadas (CMM), la simulación de máquina-herramienta o el postprocesamiento. A continuación, el plan se ejecuta en un entorno de producción, como el control numérico directo (DNC), la gestión de herramientas, el mecanizado CNC o la ejecución CMM. En la fábrica: Ingeniera Mecánica diseña motor 3D en su computadora personal mientras que Ingeniero de Automatización Masculina Utiliza Portátil para Programar Brazo Robótico. |

*Tipos de software*

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| Existe una gran variedad de *softwar*e de soporte para la programación del **mecanizado con fabricación asistida por computador CAM**, que generalmente también incluye el módulo para la creación o edición de modelos mediante **diseño asistido por computador CAD**, o que se integra con estos y que se puede usar o es compatible con la gran variedad de máquinas herramientas controladas **numéricamente por el computador** o **CNC** que encontramos en la actualidad. |

|  |  |
| --- | --- |
| Tipo de recurso | Cajón de texto de color |
| Las máquinas herramientas con las que se fabrica un modelo real deben ser de control numérico y compatibles con el *softwar*e CAM, es decir, deben permitir recibir los archivos con las instrucciones o el programa generado en CAM. Por ejemplo, si se tiene una máquina de corte con plasma, esta tiene que ser compatible con el *softwar*e CAM. | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tipo de recurso** | Tarjetas avatar | |
| **Introducción** | Algunas de las marcas que fabrican *softwar*e CAM más importantes en el mercado son: | |
| **PowerMill**  Es un software para manufactura CAM especializado para la fabricación de formas complejas típicamente encontradas en la industria aeroespacial, automotriz, dispositivos médicos e industrias fabricantes de herramental. PowerMill fue creado por Delcam, después comprado por Autodesk. | | https://damassets.autodesk.net/content/dam/autodesk/www/products/responsive-imagery/compare-cards/2019/powermill-2019-lockup-610x66.png  835201\_i8 |
| **RhinoCAM**  Es un programa CAM ideal para manufactura de productos, prototipos, moldes, herramentales, y maquinado en general. Adecuado para usuarios con exigencias de manufactura complejas en productos irregulares dentro de Rhinoceros. | | RhinoCAM - Rhino 3D CAM Plugin for CNC835201\_i9 |
| **Solidcam**  Es un software para manufactura CAM 3D que está integrado sobre SolidWorks y Autodesk Inventor. Con operaciones de corte, fresado y torno para ser ejecutadas en centros de maquinado CNC usando la tecnología iMachining, una de sus ventajas es que el sistema explota toda la inteligencia de manejo de sólidos paramétricos 3D. | | SolidCAM Logo Vector - (.SVG + .PNG) - GetLogo.Net  835201\_i10 |
| **BobCAD-CAM V29 5 Ejes**  Es un sistema para la programación de centros de mecanizado de 5 Ejes. BobCAD permite la importación de archivos generados en SolidWorks, AutoCAD, Inventor, Rhino, Catia, NX y muchos más, para ser mecanizado dentro de BobCAD-CAM. Crespo, (2016).  Texto tomado de: 3DCadPortal (2022). Rhinocam. <https://www.3dcadportal.com/rhinocam.html> | | BobCAD CAM - Crunchbase Company Profile & Funding835201\_i11 |

1.2 Archivos digitales CAM

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| Frente al interrogante sobre ¿Qué es un archivo CAM?, la Empresa FilExt (2022) sostiene que:  Los archivos CAM pertenecen principalmente a Eagle de Autodesk. La extensión de nombre de archivo CAM está asociada a los archivos creados con Drawing Editor y guardados en formato FastCAM. El contenido de estos archivos CAM puede incluir el grosor, el material, la trayectoria y la cantidad de un objeto. La extensión de nombre de archivo CAM también está asociada a los diseños de placas de circuitos impresos (PCB) guardados en formato de gráficos vectoriales Gerber. CAM Concepto de automatización de la tecnología industrial con ayuda de computadoras. 3.ª ilustración  Cuando se trabaja con un *softwar*e de fabricación asistida por computador CAM se puede encontrar una gran cantidad de archivos digitales que, para favorecer el proceso o la gestión del ciclo de vida de un producto, deben ser compatibles entre ellos, especialmente para identificar, abrir y editarlos durante las diferentes fases de trabajo. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tipo de recurso** | Slider Presentación | |
| **Introducción** | Las fases de trabajo son las siguientes: | |
| **Fase de diseño**  En la fase de diseño encontramos los archivos generados o importados por el *softwar*e CAD, que pueden tener diferentes extensiones dependiendo del fabricante. Para poder trabajar con estos archivos, estos se deben guardar con extensiones que permitan el intercambio o compatibilidad entre marcas.  Extensiones para 2D:   * DWG: es la extensión con las que se guardan los archivos de diseño vectorizado trabajado con uno de los programas más populares y antiguos del mercado llamado AutoCAD. * DXF: es la más utilizada en diseño asistido por computador CAD el día de hoy, ya que es compatible con los DWG y generalmente se usa para los archivos de dibujo en 2D. Una característica especial es que el tamaño de los archivos queda más reducido que algunas otras extensiones. * PDF: extensión muy utilizada por otros programas, incluso ajenos al diseño, ya que es bastante compatible para importar, exportar o compartir dibujos; también es particular de esta extensión la alta cantidad de usuarios por su accesibilidad y ser gratuito.   Extensiones para 3D:   * DGN: parecida al DWG de AutoCAD, pertenece a MicroStation y sirve para almacenar archivos 2D y 3D. * IGES: sirve para intercambio de modelos sólidos entre diferentes programas de modelado 3D, también soporta almacenar gráficos 2D y es la más popular por ser una de las más antiguas del mercado. * STEP: almacena e intercambia sólidos y ensamblajes, junto a IGES son las extensiones más usadas en el ámbito del diseño 3D. | | **Computer-aided manufacturing of dental prostheses.**  **Imagen:** 835201\_i13 |
| **Fase de programación**  Las máquinas herramientas que trabajan con la tecnología **CNC** o de control numérico computarizado, operan con bastante precisión basadas en un archivo digital proveniente de un *softwar*e CAM y en el que se encuentran todas las instrucciones para transformar el material de trabajo sin importar si es metal, madera, polímero, etc.  El código G es el lenguaje con el que se programan las máquinas herramientas de control numérico; esta información contiene las coordenadas que el controlador de la máquina convierte en los movimientos, revoluciones, velocidades, herramientas y funciones para los demás parámetros del mecanizado.  Al enviar el archivo a la máquina de control numérico, este debe tener la extensión **.NC** o la de la marca de la máquina CNC que se tenga para trabajar el proyecto. | | Programmer developer typing script source languages coding symbols  icon development project data programming software engineering IT technologies computer. 3d rendering.  **Imagen:** 835201\_i14 |
| **Fase de simulación**  El *softwar*e de simulación muestra virtualmente el comportamiento de la máquina de control numérico CNC, interpretando el programa creado con **código G**, con el fin de detectar y corregir los posibles problemas que se presentarían una vez se inicie el mecanizado real.  Entre los *softwarsoftwares* para simulación que hay en el mercado se encuentran:   * Programas como **SolidWorks** y **Fusion 360** permiten simular los procesos de mecanizado en CAM, pero no abrir o leer un programa con código G importado. * **eCam** es un *softwar*e para crear programas de modelos simples en código G y realizar la simulación de las trayectorias de las herramientas de la máquina CNC Compatible con archivos DXF y DWG. * **HeeksCNC** es un *softwar*e de diseño y de fabricación asistida por computador CAD/CAM, para crear y simular programas en código G que, cada vez gana más espacio en el comercio de los programas para máquinas de control numérico CNC, al permitir actualizaciones regularmente. * **CNC Simulator Pro** es un *softwar*e muy completo para modelado CAD 2D y 3D, simulación de gran variedad de máquinas herramientas CNC, incluyendo impresoras 3D.   Otras opciones de *softwarsoftwares* con los que se puede crear y trabajar los programas en código G son NC Viewer, PlanetCNC, Universal Gcode sender (UGS), ChiliPeppr, OpenCNCPilot, Mach3 y Easel, entre otros.  Generalmente los archivos ya importados en el *softwar*e CAM permiten, una vez abiertos, hacer la simulación de su mecanizado. | | **3D modeled view of industrial centrifugal pump prepared in ANSYS software. Steady state analysis of centrifugal pump showing impeller blades, hub, shroud and volute.**  **Imagen:** 835201\_i15 |

1.3 Control Numérico Computarizado CNC

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| El control numérico computarizado o CNC se refiere a las máquinas herramientas que son controladas numéricamente por el computador. Para comprender mejor el tema se debe conocer inicialmente el funcionamiento de estas máquinas sin el control numérico, es decir, las máquinas convencionales. Entonces, las manivelas o mecanismos de control de los avances y de los diferentes movimientos de las herramientas, se reemplazan por servomotores, que son motores que se pueden controlar (velocidad, potencia, sentido de giro, etc.) desde el computador con un programa de CNC.Una mujer joven trabaja como informatizada  ingeniero de control numérico. Se le ve en su lugar de trabajo con un azul en general. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tipo de recurso** | Slider Citas | |
| **Introducción** | Para entender el concepto de CNC se retoma la definición de Autycom (2020) | |
| El Control Numérico Computarizado, también llamado CNC, es todo aquel dispositivo que posee la capacidad de controlar la posición y velocidad de los motores que accionan los ejes de la máquina para realizar movimientos que no se pueden lograr manualmente como círculos, líneas diagonales y figuras complejas tridimensionales. | | Vector de icono de cotización en plantilla de moda  **Imagen:** 835201\_i17 |

*Máquinas CNC*

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| Las principales máquinas que son controladas por el computador o máquinas de control numérico NC, son las de **mecanizado** como el **torno** y la **fresadora**, tal como se mencionó anteriormente; el funcionamiento básico es el mismo de las máquinas convencionales, solo que traen servomotores para controlar el desempeño de las herramientas de corte. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tipo de recurso** | Slider Imagen | |
| **Introducción** | ¿Cómo funciona una máquina de control numérico NC? | |
| El torno  Es la máquina herramienta encargada de generar piezas con forma basada en la revolución del material de trabajo y al que se le arranca viruta o material sobrante con el buril, que en este caso es la herramienta de corte hasta quedar la forma final deseada. | | **Video:** 835201\_v2 |
| La Fresadora  Con esta máquina herramienta se obtienen objetos con formas diferentes mediante el arranque de viruta o material sobrante al material de trabajo a través de la revolución, en este caso, de la herramienta de corte que llamamos fresa, hasta lograr la forma final deseada. | | **Video:** 835201\_v3 |
| Corte por láser  Al igual que las maquinas anteriores, la máquina de corte por láser está controlada por un computador; las formas para corte o grabado se definen a través de un *softwar*e digital de la máquina que permite trabajar con materiales como metal y madera. El rayo láser es un rayo de luz concentrado que corta los materiales con el calor que se concentra en un solo punto. | | **Video:** 835201\_v4 |

*Normativa para el mecanizado*

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| Las normas para mecanizar materiales se enfocan principalmente en la seguridad del operador de la máquina herramienta y pueden cambiar de acuerdo con el proceso de mecanizado que se vaya a ejecutar, con el material que se vaya a mecanizar, si el mecanizado es formativo o productivo, etc. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tipo de recurso** | Tarjetas avatar | |
| **Introducción** | A continuación, un resumen de las normas más importantes para tener en cuenta si se va a mecanizar con máquinas de control numérico NC. | |
| **Elementos de protección personal**  Utilizar los indicados para cada área; generalmente son: gafas de protección, calzado de seguridad con puntera, ropa de trabajo según las indicaciones, así como los protectores para oídos. | | **Ícono relacionado con la explicación o información**  agente de seguridad icono gratis  **Imagen** 835201\_i18 |
| **Recomendaciones del fabricante**  La máquinas se deben utilizar de acuerdo con las recomendaciones del fabricante o proveedor. | | recomendado icono gratis  **Imagen:** 835201\_i19 |
| **Iluminación**  El espacio de trabajo debe tener la mejor iluminación posible. | | **Imagen:** 835201\_i20 |
| **Orden y aseo**  Requisitos importantes, tanto para trabajar cómodamente como para evitar accidentes laborales. | | alfabeto icono gratis  **Imagen:** 835201\_i21 |
| **Mantenimiento de máquinas**  Es imprescindible revisar los niveles de aceite y lubricación; asimismo, estar atento a partes defectuosa, entre otros. | | mantenimiento icono gratis  **Imagen:** 835201\_i22 |

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| Para ampliar la información de la normativa para el mecanizado, se sugiere revisar el material complementario disponible en este recurso educativo.  Enlace |

**2. Selección y configuración del mecanizado**

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| Cuando se tiene en CAD el modelo del objeto que se quiere mecanizar y se conoce el funcionamiento de las máquinas herramientas de control numérico NC con las que se cuenta, se procede a seleccionarlas y configurarlas para ejecutar el mecanizado y lograr un producto óptimo.  Técnico ingeniero diseñar planos piezas mecánicas Motor fábrica Industria manufacturera Planes de trabajo industrial para medir la herramienta de pinzas de cojinetes.  Para esto es muy importante tener nociones de la interpretación de planos técnicos o de dibujo técnico, ya que la mayoría de proyectos lo utiliza como “el lenguaje” que comunica a los diseñadores, ingenieros, constructores, fabricantes y a todas las personas que intervienen, entregándoles la información técnica como las formas o geometrías, las dimensiones, los materiales, los componentes, los acabados superficiales, los ajustes o tolerancias, etc.  Interpretando muy bien los planos técnicos, y conociendo las máquinas herramientas CNC disponibles, se pueden proyectar las operaciones con las que se logrará el producto final y, asimismo, se decide qué máquinas y en qué momento serán correctamente utilizadas. |

2.1 Selección de máquinas CNC

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| Para seleccionar adecuadamente las máquinas herramientas con las que se fabricará un producto, es necesario partir del diseño formal, es decir, revisar el modelo para determinar qué partes de este se obtendrán con la fresadora, cuáles con el torno y en qué orden se trabajará. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tipo de recurso** | Infografía interactiva Modal | |
| **Texto introductorio** | Analice algunos aspectos para tener en cuenta a la hora de seleccionar el tipo de máquinas. | |
| **Figura 1**  *Selección de máquinas CNC* | | |
| **Código de la imagen** | 835201\_i24 | |
| **Punto modal 1** | Si el objeto a mecanizar es o tiene partes en forma cilíndrica o con superficies generadas por revolución del material, entonces seguramente seleccionaremos un torno, como en la siguiente figura:  Técnico ingeniero diseñando planos de piezas mecánicas Motor industria manufacturera Industrias de trabajo industrial planos de proyectos de medición de rodamientos herramientas de calibre83  *Nota*. Reproducida de www.shutterstock.1736366381  5201\_i25  **Figura 3**  *Torno*  Industria de máquinas de metal. Maquina giratoria CNC de alta velocidad de corte es operación.chispas voladoras de metalurgia835201\_i26  Los tornos manejados por control numérico por computadora están diseñados para realizar cortes y perforaciones precisas de forma instantánea. También se caracterizan por su alta velocidad, abarcando zonas donde en cortes manuales es imposible de alcanzar.  El torno CNC cuenta con lector de código G y maneja su propio lenguaje de programación. También suele estar equipado con doce portaherramientas y bombas de refrigeración para reducir su desgaste por el uso. (Inoxform, 2020) | Punto 1 |
| **Punto modal 2** | Si la pieza tiene formas que se logran con ranuras o planeados, entonces se seleccionars una fresadora o un centro de mecanizado.  **Figura 4**  *Fresadora*  *Ilustración 3D Metálico de fresado CNC*835201\_i27  El control numérico de una fresadora moderna ofrece una gran posibilidad de configurar las funciones de la maquinaria. Es así como podemos proceder al fresado frontal, de resalte o incluso el taladrado. Es ideal para aplicarlo a diversos proyectos de fabricación en la industria automotriz y obtener los mejores resultados. (Inoxform, 2020). | Punto 2 |
| **Punto modal 3** | Si lo que se necesita es cortar una lámina de un espesor determinado y con formas definidas en un plano creado en *softwar*e de diseño asistido por computador CAD, se utiliza una cortadora por plasma.  **Figura 5**  *Cortadora*  Máquina de corte láser CNC al cortar la chapa con la luz de encendido.Proceso de corte de chapa de alta precisión mediante corte láser835201\_i28  Las cortadoras de plasma CNC cuentan con características similares a las de un enrutador. Sin embargo, difieren de ellas debido a que no arrastra el material, sino que actúa por encima de él mediante el desplazamiento del plasma. Para ello, se procede al aumento de la temperatura para fundir el metal y generar un acabado de calidad. Este tipo de máquinas CNC no requieren de una gran dimensión o configuración, además de que se puede trabajar con metales densos sin ningún inconveniente. (Inoxform , 2020). | Punto 3 |

2.2 Configuración de parámetros para mecanizado CNC

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| Los parámetros de corte permiten determinar las condiciones con las que funcionará la máquina para desarrollar el mecanizado, como por ejemplo la velocidad en rpm con la que girará el husillo, la velocidad con la que se moverá una mesa o una herramienta y la profundidad de cada pasada de la herramienta. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Tipo de recurso** | Acordeón tipo 2 |
| **Introducción** | Los principales parámetros para configurar son: |
| **Figura 6**  https://institutoasteco.com/disponibles/Curso-15-conceptos-tecnicos-torneado-tronzado-roscado/images/contenidoPag81.png  **Imagen:** 835201\_i29 | |
| **Velocidad de giro (n)**  Es la velocidad a la que girará el husillo de la máquina, en el torno la velocidad de giro del plato de sujeción del material de trabajo, en la fresadora la velocidad de giro de la herramienta de corte (fresa). Esta dependerá de las propiedades mecánicas del material de trabajo y de la herramienta, del diámetro tanto del material de trabajo en el torno como de la fresa en la fresadora o centro de mecanizado. | |
| **Velocidad de avance (f)**  Es con la que se mueve la torreta, es decir, el buril que es la herramienta en el torno, o la mesa, en las fresadoras o centro de mecanizado. Esta depende tanto de la velocidad de corte como del acabado superficial que se desee lograr, es diferente si solamente se quiere desbastar el material o si se desea que quede brillante la superficie. | |
| **Profundidad de pasada (a)**  Distancia entre cada capa que la herramienta de corte desbasta entre una pasada y otra. Está condicionada por las características del material de trabajo y de la herramienta, así como por la potencia de la máquina. | |

2.3 Matemáticas aplicadas al mecanizado

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| Para la obtención de los parámetros del mecanizado se requiere aplicar algunos conceptos matemáticos básicos como despejar ecuaciones de primer grado y la conversión de unidades. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Tipo de recurso** | Acordeón tipo 1 |
| **Introducción** | Observe a continuación algunas de esas ecuaciones matemáticas |
| **Velocidad de giro**  Para obtener la velocidad de giro (n):  V_c \left [ \mathrm {m \over min} \right]  = \frac{n\ \mathrm{[min^{-1}]} \times \pi \times \mathrm{D_c [mm]}}{1000 \left [ {\mbox{mm} \over \mbox{m}} \right] }  n\ [\mbox{min}^{-1}]= {V_c \left [{\mbox{m} \over \mbox{min}} \right ] \times 1000 \left [{\mbox{mm} \over \mbox{m}} \right] \over \pi \times D_c [mm]}  Vc: Velocidad de corte, en metros por minuto  n: Velocidad de giro, en rpm  Dc: Diámetro máximo del material de trabajo | |
| **Velocidad del avance**  La velocidad del avance (f) se obtiene:  f_n \left [ \mathrm {mm \over rev} \right ] = f_z \left [ \mathrm {mm \over diente} \right ] \times z \left [ \mathrm {diente \over rev} \right ]  f \left [ \mathrm {mm \over min} \right ] = f_n \left [ \mathrm {mm \over rev} \right ] \times n \left [ \mathrm {rev \over min} \right ] = f_z \left [ \mathrm {mm \over diente} \right ] \times z \left [ \mathrm {diente \over rev} \right ] \times n \left [ \mathrm {rev \over min} \right ]    fn: avance por cada revolución  z: número de dientes de la herramienta  f: velocidad del avance  n: Velocidad de giro, en rpm | |
| **Profundidad del corte**  La profundidad del corte o de la pasada depende principalmente del material, del acabado o del ajuste que se quiera dar a la pieza y de la potencia de la máquina.  la = p \times \cos ( \kappa_r )  la: longitud de corte efectiva  p: profundidad de la pasada  kr: ángulo de posición | |

3. Programación y simulación del mecanizado CNC

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| Una vez se hayan establecido los parámetros principales para el mecanizado con las máquinas de control numérico NC, se continúa con el proceso de la programación y posteriormente con la simulación.  **Proceso de programación**  En la programación con la ayuda de un *softwar*e de fabricación asistida por computador CAM, se introducen todas las instrucciones en un lenguaje que reconozcan la máquinas CNC, para que ejecuten las operaciones, en el orden indicado, con las herramientas adecuadas y con los parámetros definidos.  **Proceso de simulación**  Representación gráfica en un monitor de todo el proceso de mecanizado que se ha programado en CAM, desde el montaje del material, mostrando las herramientas seleccionadas y sus cambios, las trayectorias que trazarán, su profundidad y la forma que tomará el material a medida que el mecanizado avanza; también podemos apreciar los momentos en que las funciones misceláneas sean ejecutadas, por ejemplo, cuándo se prende o se apaga el refrigerante. |

3.1 Proceso CNC

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| En el siguiente video se visibiliza el proceso de programación de máquinas herramientas de control numérico computarizado CNC |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tipo de recurso** | Video spot animado | | | |
| **NOTA** | **La totalidad del texto locutado para el video no debe superar las 500 palabras aproximadamente** | | | |
| **Título** | **Proceso CNC** | | | |
| **Escena** | **Imagen** | **Sonido** | **Narración (voz en off)** | **Texto** |
| **1** | Producción: como sugerencia, por favor, crear una secuencia entre las imágenes y videos que se presentan en cada una de las escenas. Utilizar efectos como *fade in* y *fade out* entre cada paso de imagen o video para generar una adaptación amable entre ellos. Si se puede, crear acercamientos o barridos de las imágenes. Utilizar el texto en pantalla para que complemente la voz en off en el momento en que se escuche. Se acepta con agradecimiento el dinamismo y efecto que puedan generar basados en sus conocimientos. Gracias.  La máquina de fresado CNC cortó en bruto las partes del molde de inyección mediante herramientas indizables. El proceso de fabricación de molde y muda mediante el centro de mecanizado con las herramientas sólidas del molino final. | Colocar si habrá un sonido o música de fondo | Un proceso de mecanizado CNC consiste en una secuencia de operaciones y actividades que se llevan a cabo para obtener un producto mediante la tecnología del mecanizado con máquinas CNC, estas tienen un orden que permite optimizar el tiempo y los materiales, ya que admite modificar las variables en el momento en que se requiera y actualiza las que aún no se hayan ejecutado. | Proceso de mecanizado CNC |
| **2** | Técnico ingeniero diseñando planos de piezas mecánicas Motor industria manufacturera Industrias de trabajo industrial planos de proyectos de medición de rodamientos herramientas de calibre | Colocar si habrá un sonido o música de fondo | El proceso de mecanizado CNC comienza con la información que se obtiene a partir del plano técnico producto del modelado en CAD, esta es, su geometría, sus formas, curvas, tolerancias, cantidad de piezas a mecanizar, herramientas a utilizar etc.  Luego se definen la secuencia de las operaciones, las herramientas, parámetros de corte otros. | Obtener información técnica del plano técnico y definir operaciones |
| **3** | https://player.slideplayer.es/109/17991266/slides/slide_8.jpg | Colocar si habrá un sonido o música de fondo | Por último, se lleva a cabo la programación que puede ser manual desde el computador o la programación obtenida desde un programa CAM.  Un programa de CNC, que es el conjunto de instrucciones para que la máquina ejecute un mecanizado, está conformado por bloques, que son como los renglones para que la máquina vaya ejecutando de acuerdo a la secuencia de trabajo; estos a su vez, están formados por palabras que son las que tienen un significado de acuerdo con los códigos estandarizados por las normas. Por ejemplo, en los códigos G, al encontrar la palabra G03 significa que la herramienta va a llevar una trayectoria de curva en sentido contrario de las manecillas del reloj o CCW. | Programación CNC  Estructura de un programa  Bloques  Palabras |
| **4** | Máquina de cnc para trabajadores industriales en la industria del mecanizado de metales | Colocar si habrá un sonido o música de fondo | Luego se transfiere el archivo del programa a la máquina CNC y se ejecuta.  Para ejecutar el programa se ha debido anteriormente referenciar el cero de trabajo, que es indicarle a la máquina cuál va a ser la referencia principal o el origen para el sistema de coordenadas sobre el material de trabajo.  También se debe realizar la compensación de herramientas, que es indicarle a la máquina las características de las herramientas y la ubicación de estas en el momento de comenzar el mecanizado. | Transferencia y ejecución del programa |
| **5** | Herramienta de corte de metal para fresado industrial con inserto de cortadora de carbidas en taller | Colocar si habrá un sonido o música de fondo | Entonces para poder elegir, se debe saber que las herramientas de corte de las máquinas CNC, se clasifican según el material y la geometría que presentan, estás se encuentran en la norma ISO 513 sobre la clasificación y aplicación de materiales de corte duros para la eliminación de metal con bordes de corte definidos. | Herramientas de corte en máquinas CNC |
| **6** | Juego de herramientas de corte profesional. consta de taladro, resamador, cortador. Carburo material y acero. para metalúrgico. Aislado sobre el fondo del dibujo. |  | Ahora, de acuerdo con la operación que se vaya a ejecutar se puede elegir la herramienta adecuada, según las recomendaciones de los fabricantes y proveedores tanto de las máquinas como de los materiales. | Elección de la herramienta de corte |
| **7** | El hilo de rosca de la máquina CNC que corta las piezas del eje de metal del tornillo. Procesamiento de trabajo de metal de alta tecnología por máquina de torneado CNC . |  | Las operaciones para obtener la figura deseada dependen de la forma y del material de trabajo. Resumiendo las diferentes operaciones que se realizan con las principales máquinas herramientas son:  En el Torno se realizan las operaciones de cilindrado, refrentado o careado, ranurado, torneado cónico, roscado, taladrado, tronzado y moleteado. | Operaciones de cilindrado  Refrentado o careado  Ranurado  Torneado cónico  Roscado  Taladrado  Tronzado  Moleteado. |
| **8** | El proceso de fresado de la máquina de fresado NC. El concepto de trabajo de metal en la fresadora. |  | En la Fresadora se efectúan las operaciones como ranurado de acuerdo con la forma de la fresa, aplanado/planeado, taladrado, mandrinado, roscado, escariado.  En el Centro de mecanizado se realiza: torneado, fresado, roscado y dependiendo los grados de libertad o ejes, se combinan las operaciones del torno y la fresadora.  Un centro de mecanizado es semejante a una fresadora CNC con más te tres ejes o grados de libertad. | Ranurado Aplanado/Planeado  Taladrado  Mandrinado  Roscado  Escariado  Torneado  Fresado  Roscado |
| **Nombre del archivo** | 835201\_ v6 | | | |

3.2 Simulación del mecanizado CNC

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| Luego de haber definido y configurado las operaciones con las diferentes herramientas en la máquina CNC, y antes de ejecutar o correr el programa, se procede a simularlo con el objetivo de detectar posibles fallas y corregirlas a tiempo. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tipo de recurso** | Slider Citas | |
| **Introducción** | Para tener más claridad con respecto a los simuladores CNC, analice este concepto: | |
| Según Carolo (2022):  Los simuladores CNC son aplicaciones matemáticas diseñadas para predecir el comportamiento, el rendimiento y el resultado de determinados procesos de fabricación. Proporcionan los medios para probar y verificar el programa de CNC, normalmente escrito en código G, antes de enviar las instrucciones a la máquina. Pueden proporcionar información que permite optimizar todo el proceso, desde verificar la integridad del código hasta prevenir cualquier problema que pueda dañar los componentes físicos. Dicho esto, existen varios tipos de simuladores CNC que se centran en diferentes aspectos. | | Ilustración 3D CNC Metalfräse  **Imagen:** 835201\_i30 |

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| Las máquinas CNC generalmente traen incluido un simulador, sin embargo, podemos encontrar algunos junto con los *softwarsoftwares* de CAM, estos de acuerdo con la estructura del control de máquina funcionan de una u otra forma. A continuación, un ejemplo: |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tipo de recurso** | Infografía interactiva modal | |
| **Texto introductorio** | Algunos de los simuladores que se pueden conseguir en el mercado referente a la tecnología CNC, (carolo, 2022) | |
| **Imagen**  Plantilla de infografía de línea de tiempo plana  Posibles imágenes para reemplazar las de los círculos de la infografía: <https://www.shutterstock.com/es/image-photo/metaverse-social-data-netowork-simulation-ai-2144153201>  <https://www.shutterstock.com/es/image-photo/metaverse-technology-hand-robot-human-connected-2089493842>  <https://www.shutterstock.com/es/image-vector/concept-web-30-metaverse-purple-holographic-2169659615>  <https://www.shutterstock.com/es/image-illustration/static-structural-simulation-3d-airfoil-subjected-2165788349>  <https://www.shutterstock.com/es/image-vector/dark-blue-color-light-abstract-technology-310412813>  Título de la infografía: Simuladores CNC | | |
| **Código de la imagen** | 835201\_i31 | |
| **Punto modal 1** | **CNC Simulator Pro**: “es un programa popular que existe desde 2001. Se trata de una herramienta potente, aunque no excesivamente compleja, con visualización 3D mejorada y soporte para diferentes máquinas (torneado, fresado…) y procesos (corte por láser o impresión 3D)” (Carolo, 2022).  CNCSimulator is a great one-stop solution with awesome 3D visuals  Para ver el video: <https://youtu.be/6p8rTMARzrM?t=>9 | Círculo 1 |
| **Punto modal 2** | **G-Wizard Editor**:  es un simulador y una herramienta de edición de código G que se utiliza principalmente para comprobar, modificar o escribir código generado mediante CAM. La función denominada «programación conversacional» constituye una forma interactiva de escribir código G con imágenes descriptivas, algo así como rellenar los espacios en blanco. También cuenta con herramientas de comprobación de errores del código que describen los fallos en lugar de limitarse a señalarlos. (Carolo, 2022)  G-Wizard Editor is a useful learning tool and flexible solution for different types of users  Para ver el video: <https://youtu.be/fJhcoS5YTxQ?t=1> | Círculo 2 |
| **Punto modal 3** | **CAMotics**:  CAMotics es un simulador de código G y de trayectorias de herramientas de código abierto dirigido a la comunidad de creadores. Desde su lanzamiento en 2011, el programa ha acumulado una amplia y activa comunidad de usuarios. Funciona en Windows, Mac y Linux, y es una de las pocas herramientas de simulación multiplataforma completas que existen (Carolo, 2022).  CAMotics is a straightforward, user-friendly CNC simulator for the DIY community  Para ver el video: <https://youtu.be/3uG0wgZ8kh8?t=1> | Círculo 3 |
| **Punto modal 4** | **NC Viewer**:  NC Viewer es el único simulador CNC de esta lista basado en navegador. Esencialmente, se trata de un simulador de trayectorias de herramientas con un entorno 3D interactivo y claro. Aunque no ofrece tantas funcionalidades como otras herramientas de simulación, es útil para verificar, visualizar y trazar código G de CNC (Carolo, 2022).  NC Viewer is a browser-based CNC simulator | Círculo 4 |
| **Punto modal 5** | **Eureka G-Code**: “forma parte de un conjunto de *softwar*e más amplio que incluye potentes herramientas, como un simulador multieje para la fabricación aditiva y un módulo que optimiza el código G mediante IA.” (Carolo, 2022).  Simulate any number of axes and tool changes  Para ver el video: <https://youtu.be/HrPN__guTcU> | Círculo 5 |

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| Recuerde realizar la actividad de aprendizaje y ver los otros recursos complementarios disponibles en el menú principal, estos le ayudarán a ampliar sus conocimientos. |

**Síntesis**

|  |  |
| --- | --- |
| **Tipo de recurso** | Síntesis |
| Fabricación digital de mobiliario  Síntesis: Programación CNC en CAM | |
| **Introducción** | A continuación, lo invitamos a revisar la síntesis de los diferentes temas abordados en el presente componente. |
| **Figura 1**  *Programación CNC en CAM*  Programación CNC en CAM  Fundamentos de CAM  Selección y configuración del mecanizado  Programación y simulación mecanizado  CAM  Conceptos, definición y tipos de *softwar*e  CAD  Archivos Digitales  CNC  Selección de máquinas CNC  Configuración parámetros mecanizado  Códigos  Proceso CNC  Herramientas  Operaciones  Simulación del mecanizado CNC  Maquinas  Matemáticas en el mecanizado  Normas | |

**Actividad didáctica**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tipo de recurso** | Actividad didáctica. Verdadero y falso | |
| En la siguiente actividad encontrará algunos conceptos con los cuales podrá validar los conocimientos adquiridos hasta el momento. Lea atentamente y conteste si es verdadero o falso cada uno de los planteamientos. | | Solución para resolver problemas, hacer preguntas y respuestas, descubrir ideas, resolver el concepto de dificultad empresarial, un empresario reflexivo que piensa en una solución para resolver problemas con bombillas y signos de interrogación.  **Imagen 1:** 835201\_ i33 |
| Con la ayuda de CAM, se proyectan, se definen y se controlan las máquinas, las herramientas CNC y sus trayectorias o recorridos necesarias para obtener la pieza o producto que ha sido modelada en CAD. | | Centro de mecanizado CNC con el fondo de datos del código G. La fresadora CNC que corta las piezas del molde.  **imagen 2:** 835201\_ i34 |
| **Verdadero** (correcto)  ¡Correcto! Efectivamente con la ayuda de CAM, se proyectan, se definen y se controlan las máquinas, las herramientas CNC y sus trayectorias o recorridos necesarias para obtener la pieza o producto que ha sido modelada en CAD. | | Falso  ¡Incorrecto! Recuerde que, con la ayuda de CAM, se proyectan, se definen y se controlan las máquinas, las herramientas CNC, y sus trayectorias o recorridos necesarias para obtener la pieza o producto que ha sido modelada en CAD. |
| PowerMill es un *softwar*e para manufactura CAM especializado para la fabricación de formas complejas típicamente encontradas en la industria aeroespacial, automotriz, dispositivos médicos, e industrias fabricantes de herramental. PowerMill fue creado por Delcam, después comprado por Autodesk. | | Imagen de representación 3D que representa el desarrollo de un motor de avión con la ayuda de un software informático  **Imagen 3:** 835201\_ i35 |
| **Verdadero** (correcto)  ¡Correcto! PowerMill es un *softwar*e para manufactura CAM especializado para la fabricación de formas complejas típicamente encontradas en la industria aeroespacial, automotriz, dispositivos médicos, e industrias fabricantes de herramental. PowerMill fue creado por Delcam, después comprado por Autodesk. | | Falso  ¡Incorrecto! PowerMill es un *softwar*e para manufactura CAM especializado para la fabricación de formas complejas típicamente encontradas en la industria aeroespacial, automotriz, dispositivos médicos, e industrias fabricantes de herramental. PowerMill fue creado por Delcam, después comprado por Autodesk. |
| No es necesario que las máquinas herramientas con las que se fabricará el modelo real con la ayuda del *softwar*e CAM, sean de control numérico. | | Control numérico informático. Diseño de equipos industriales cnc. Programando máquinas cnc. tecnología digital en la industria. Máquina de fresado CNC. Desarrollo de software para la industria pesada.  **Imagen 4:** 835201\_ i 36 |
| **Verdadero**  ¡Incorrecto! Recuerde que es necesario que las máquinas herramientas con las que se fabricará el modelo real con la ayuda del *softwar*e CAM, sean de control numérico. | | Falso (correcto)  ¡Correcto! Así es, es necesario que las máquinas herramientas con las que se fabricará el modelo real con la ayuda del *softwar*e CAM, sean de control numérico. |
| En la estructura de un programa de CNC se encuentran los códigos, que están formados por los bloques. | | Escena abstracta del tipo de inclinación de tabla del centro de mecanizado de 5 ejes y fondo de datos de código G. El proceso de fabricación de la máquina de fresado CNC de 5 ejes de alta tecnología.  **Imagen 5:** 835201\_ i 37 |
| **Verdadero**  ¡Incorrecto! en la estructura de un programa de CNC se encuentran los bloques, que están formados por los códigos. | | Falso (correcto)  ¡Correcto! Muy bien, en la estructura de un programa de CNC se encuentran los bloques, que están formados por los códigos. |
| En el torneado y en el fresado, son las herramientas las que giran a determinadas rpm, mientras que el material de trabajo está fijado por elementos como las prensas de banco. | | El centro de mecanizado de 5 ejes que recorta las piezas del turbocompresor con la herramienta del molino del extremo de la bola sólida. El proceso de fabricación de automóviles de alta precisión mediante fresadoras CNC multieje.  **Imagen 6:** 835201\_ i38 |
| **Verdadero**  ¡Incorrecto! Recuerde que en el fresado son las herramientas las que giran a determinadas rpm, mientras que el material de trabajo está fijado por elementos como las prensas de banco. | | Falso (correcto)  ¡Correcto! Así es, en el fresado, son las herramientas las que giran a determinadas rpm, mientras que el material de trabajo está fijado por elementos como las prensas de banco. |
| En la máquina de corte por láser, el rayo láser es un rayo de luz concentrado que corta los materiales con el calor que se concentra en un solo punto. | | Light effect isolated on transparent background. Vector golden flare scene spotlight. Yellow glowing stage light ray, glare or glint star burst beam.  **Imagen 7:** 835201\_ i39 |
| **Verdadero** (correcto)  ¡Correcto! Muy bien, está claro que en la máquina de corte por láser, el rayo láser es un rayo de luz concentrado que corta los materiales con el calor que se concentra en un solo punto. | | Falso  ¡Incorrecto! Recuerde que, en la máquina de corte por láser, el rayo láser es un rayo de luz concentrado que corta los materiales con el calor que se concentra en un solo punto. |
| Las normas de seguridad industrial de un taller de mecanizado convencional no aplican para uno con máquinas CNC, ya que en este último no hay ningún riesgo de accidentes. | | **Imagen 8:** 835201\_ i40 |
| **Verdadero**  ¡Incorrecto! Recuerde que las normas de seguridad industrial de un taller de mecanizado convencional también aplican para uno con máquinas CNC, ya que en este último se presentan los mismos riesgos de accidentes. | | Falso (correcto)  ¡Correcto! Así es, las normas de seguridad industrial de un taller de mecanizado convencional también aplican para uno con máquinas CNC, ya que en este último se presentan los mismos riesgos de accidentes. |
| La forma geométrica del objeto a fabricar, es uno de los factores que define que máquinas herramientas NC se utilizarán en el proceso de producción. | | Resumen Diseño de formas de geometría de representación 3D y fondo de pantalla 3d imagen 3d representación 3d  **Imagen 9:** 835201\_ i41 |
| **Verdadero** (correcto)  ¡Correcto! Muy bien, la forma geométrica del objeto a fabricar, es uno de los factores que define que máquinas herramientas NC se utilizarán en el proceso de producción. | | Falso  ¡Incorrecto! La forma geométrica del objeto a fabricar, es uno de los factores que define que máquinas herramientas NC se utilizarán en el proceso de producción. |
| Las matemáticas son muy importantes para poder calcular los parámetros de corte en los procesos de mecanizado. | | Ilustración vectorial del Día Nacional de las Matemáticas el 22 de diciembre.  **Imagen 10:** 835201\_ i42 |
| **Verdadero** (correcto)  ¡Correcto! Las matemáticas son muy importantes para poder calcular los parámetros de corte en los procesos de mecanizado. | | Falso  ¡Incorrecto! Recuerde que las matemáticas son muy importantes para poder calcular los parámetros de corte en los procesos de mecanizado. |
| En la máquina fresadora se puede realizar la operación de taladrado siempre y cuando se cuente con la broca de diámetro necesario. | | Los taladros de un taladro eléctrico yacen en un tablero cerca del agujero perforado. Acercamiento de las obras de construcción. Las piezas de madera salen volando de un taladro de metal. El hombre de mano perfora agujeros en una tabla de madera.  **Imagen 11:** 835201\_ i43 |
| **Verdadero** (correcto)  ¡Correcto! Muy bien, efectivamente en la máquina fresadora se puede realizar la operación de taladrado siempre y cuando se cuente con la broca de diámetro necesario. | | Falso  ¡Incorrecto! En la máquina fresadora se puede realizar la operación de taladrado siempre y cuando se cuente con la broca de diámetro necesario. |

**MATERIAL COMPLEMENTARIO**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Tipo de recurso | Material complementario | | |
| Tema | Referencia APA del material | tipo | Enlace |
| Materiales | De máquinas y herramientas (26 de abril de 2015). *Materiales según la norma ISO*. Recuperado el 26 de septiembre de 2022. | Articulo | <https://www.demaquinasyherramientas.com/mecanizado/materiales-segun-la-norma-iso> |
| CNC | Hernández, J. (2020*). Curso básico de CNC*. Recuperado el 26 de septiembre de 2022. | Presentación | https://slideplayer.es/slide/17991266/ |
| CAD/CAM | Perez Camps. (s.f.). *Qué es CAD/CAM*. *[Web log post]*. Blogspot. | Artículo | <https://perezcamps.com/es/que-es-cam-cad/> |
| PLM | Siemens. (2022). Fabricación asistida por ordenador (CAM). Recuperado el 26 de septiembre de 2022. | Artículo | https://www.plm.automation.siemens.com/global/es/our-story/glossary/computer-aided-manufacturing-cam/13139 |

**GLOSARIO**

|  |  |
| --- | --- |
| **Tipo de recurso** | Glosario |
| Buril | herramienta de corte con la que trabaja un torno |
| CAD | del inglés *Computer Aided Design*, o diseño asistido por el computador |
| CAM | del inglés *Computer Aided Manufacture*, o fabricación asistida por computador |
| CNC | control numérico computarizado |
| Fresa | herramienta de corte con la que trabaja una fresadora o un centro de mecanizado |
| Husillo | parte de la máquina herramienta que gira y sostiene accesorios para fijar herramientas o materiales |
| Maquina NC | se refiere a una máquina con control numérico |
| Moleteado | operación en la que se graba por medio de la presión, un patrón sobre la superficie de un material |
| Plasma | gas caliente que permite el flujo de energía eléctrica para hacer un corte a un metal |
| PLM | del inglés *Product Life Cycle*  , o gestión del ciclo de vida del producto |

**Referencias bibliográficas**

|  |  |
| --- | --- |
| **~~Tipo de recurso~~** | ~~Bibliografía~~ |
| ~~Autycom. (2020).~~ *~~¿Qué es el control numérico computarizado o CNC?~~* ~~https://www.autycom.com/que-es-el-control-numerico-computarizado-o-cnc/~~ | |
| ~~Carolo, L. (24 de marzo de 2022).~~ *~~Los mejores simuladores CNC de 2022 (online y offline~~*~~). https://all3dp.com/es/2/simulador-cnc-online-gratis/~~ | |
| ~~FilExt (2022).~~ *~~Abrir un archivo CAM~~*~~. https://filext.com/es/extension-de-archivo/CAM~~ | |
| ~~Hernández, J. (2020).~~ *~~Curso básico de CNC~~*~~. Recuperado el 26 de septiembre de 2022.~~ [~~https://player.slideplayer.es/109/17991266/slides/slide\_8.jpg~~](https://player.slideplayer.es/109/17991266/slides/slide_8.jpg) | |
| ~~Inoxform. (19 de junio de 2020).~~ *~~Descubre los diferentes tipos de máquinas CNC~~*~~. Recuperado el 26 de septiembre de 2022 de https://inoxform.eu/es/tipos-de-maquinas-cnc/~~ | |
| ~~Siemens. (2022).~~ *~~Fabricación asistida por ordenador (CAM).~~* ~~Recuperado el 26 de septiembre de 2022 de~~  ~~https://www.plm.automation.siemens.com/global/es/our-story/glossary/computer-aided-manufacturing-cam/13139~~ | |

|  |  |
| --- | --- |
| **Tipo de recurso** | Bibliografía |
| 3DCadPortal (2022). PowerMill. <https://www.3dcadportal.com/delcam-powermill.html> | |
| 3DCadPortal (2022). Rhinocam. <https://www.3dcadportal.com/rhinocam.html> | |
| 3DCadPortal (2022). Solidcam. <https://www.3dcadportal.com/solidcam.html#:~:text=Solidcam%20es%20un%20software%20para,sobre%20SolidWorks%20y%20Autodesk%20Inventor>. | |
| Autycom (2020). ¿Qué es el control numérico computarizado o CNC? https://www.autycom.com/que-es-el-control-numerico-computarizado-o-cnc/ | |
| Carolo, Lucas (2022). Los mejores simuladores CNC de 2022 (online y offline). https://all3dp.com/es/2/simulador-cnc-online-gratis/ | |
| *Crespo, Mauricio (2016) BobCAD-CAM-V29---MILL-5-PRO Mecanizado de 5 ejes simultaneos.* [*https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos\_y\_documentos/199030/BobCAD-CAM-V29---MILL-5-PRO.-Mecanizado-de-5-Ejes-Simultaneos.pdf*](https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/199030/BobCAD-CAM-V29---MILL-5-PRO.-Mecanizado-de-5-Ejes-Simultaneos.pdf) | |
| Filext (2022). Abrir un archivo CAM. https://filext.com/es/extension-de-archivo/CAM | |
| Hernandez, Javier (2020). Curso básico de CNC. https://player.slideplayer.es/109/17991266/slides/slide\_8.jpg | |
| Inoxform.au (2022). Descubre lo diferentes tipos de máquinas CNC. https://inoxform.eu/es/tipos-de-maquinas-cnc/ | |
| Plm.automation.siemens.com/ (2022). Que es el CAM?. https://www.plm.automation.siemens.com/global/es/our-story/glossary/computer-aided-manufacturing-cam/13139 | |