

MANUAL DE CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO

“Proyecto realizado con financiamiento de la Secretaría de Educación Pública-Subsecretaría de Educación Superior-Dirección General de Educación Superior Universitaria”, CONVENIO No.: 2018-19008-146.

CRÉDITOS

Manual elaborado por:

Ing. Mario César Venegas Morales

Ing. Prisciliano Montealvo Veras

Ing. Rafael Pérez Hernández

Lic. Manuel Rubio Hernández

A junio 2019, Santa Catarina, Nuevo León, México

INTRODUCCIÓN

El presente manual pretende desarrollar una serie de prácticas que lleven al lector a una comprensión y aplicación de los principios del Computer-Aided Design-Computer-Aided Manufacturing (CAD-CAM). El manual está dividido por especialidades; primero se mostrarán las fases del diseño de piezas básicas que se pueden desarrollar en el CAM, específicamente en la fresadora, enseguida se muestran las piezas en sus vistas correspondientes. Otra parte contiene una sección para desarrollar la simulación del maquinado de piezas definiendo las herramientas a utilizar en los diferentes ciclos de maquinado, una vez definido esto se procede a generar el código “G”, que pueda cargarse al equipo de Control Numérico Computarizado (CNC). Por último, se definirá la operación de la fresadora CNC, con control Fanuc, se mostrarán sus componentes y su función, así como las condiciones de seguridad que hay que observar en su operación.

ÍNDICE

Contenido

CRÉDITOS	II
INTRODUCCIÓN.....	III
ÍNDICE	IV
CAPÍTULO I: DISEÑO EN SOLID WORKS.....	1
1.1 Práctica 1: Placa soporte	2
Repaso de conocimientos 1. Evaluación de la práctica 1.	6
1.2 Práctica 2: Tuerca en “T”, con rosca de 1/2”-13 hilos por pulgada	7
Repaso de conocimientos 2. Evaluación de la práctica 2.	11
1.3 Práctica 3: Bloque escalonado en mm.....	12
1.4 Práctica 4: Vistas de una pieza tridimensional (dibujo en 2D)	19
Repaso de conocimientos 4. Evaluación de la práctica 4	21
CAPÍTULO 2: SIMULACIÓN DE MAQUINADO CON CAMWorks	22
2.1 Práctica 1: Pieza tipo cajera-macho-agujero-rebaje.....	23
2.2 Práctica 2: Pieza tipo cajera-islas-agujero-rebaje	37
CAPÍTULO 3: GENERACIÓN CÓDIGO G	41
3.1 Práctica 1. Generación Código G.	42
Repaso de conocimientos 7. Generación de Código G.	47
3.2 Práctica 2. Ejemplo de operaciones básicas en Código G.....	48
Repaso de conocimientos 8. Ejemplo de operaciones básicas en Código G.	50
CAPÍTULO 4: MANEJO DE EQUIPO.....	51
4.1 Práctica 1. Reconocimiento del equipo	52
Repaso de conocimientos 9. Descripción de los parámetros principales de la máquina.	55

4.2 Práctica 2. Funcionamiento del equipo	56
Repaso de conocimientos 10. Funcionamiento del equipo.....	63
4.3 Práctica 3. Precauciones de Seguridad: Normatividad para uso y operación de máquinas CNC	64
Repaso de conocimientos 11. Precauciones de Seguridad.....	69
ANEXOS.....	1
ANEXO A. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	A1
ANEXO B. TABLAS	B1
ANEXO C. DOCUMENTACIÓN.....	C1

CAPÍTULO I: DISEÑO EN SOLID WORKS

Introducción al diseño mecánico mediante Solid Works

El dibujo computarizado es una herramienta para representar y describir gráficamente un objeto esta herramienta utiliza un sistema de medición exacto y acotaciones con medidas de longitud, altura, profundidad, ángulos, etc. Una herramienta Computer-Aided Design, CAD (dibujo asistido por computadora) es un software que aborda la automatización del proceso de diseño de un determinado tipo de construcción, el éxito en la utilización de sistemas CAD se visualiza principalmente en la reducción de tiempo invertido en el dibujo.

Solid Works es un software fácil de aprender a utilizar, por lo que el estudiante al consultar el presente y realizando las prácticas comenzará a experimentar un interés sobre la materia y un aumento en la habilidad para la utilización del software. Las herramientas de flujo de trabajo, las funciones de gestión de datos y la facilidad de integración con otras tecnologías contribuyen a que los estudiantes puedan colaborar, ahorrar tiempo y reducir errores de diseño. (Rodríguez Lezama, S.F).

Objetivo: El participante será capaz de dibujar piezas básicas en el Software Solid Works, empleando los comandos necesarios para desarrollarlos.

1.1 Práctica 1: Placa soporte

Comandos a utilizar

- Entorno de Solid Works.
- Manejo de Herramientas de Croquis.
- Simetría de Croquis.
- Operación Extruir y Corte.
- Operación Chaflán

Procedimiento

- Abra un nuevo dibujo en Solid Works
- Seleccionar sistema de unidades pulgadas (IPS), parte inferior derecha de la pantalla
- Seleccione plano alzado y abra un croquis
- Haga clic en Rectángulo de centro desde la Barra de herramientas de croquis o en Menú Herramientas, Entidades de croquis, Rectángulo de centro.
- Realice un rectángulo a partir del origen de cualquier medida.
- Haga clic En Cota inteligente desde la barra de herramientas de croquis.
- Toque una línea vertical y teclee 2 y presione Aceptar.
- Toque una línea horizontal y teclee 8 y presione Aceptar
- Haga clic en Extruir Saliente/Base desde la barra herramientas operaciones y configure la condición final Hasta profundidad especificada con un espesor de 0.25". Aceptar.

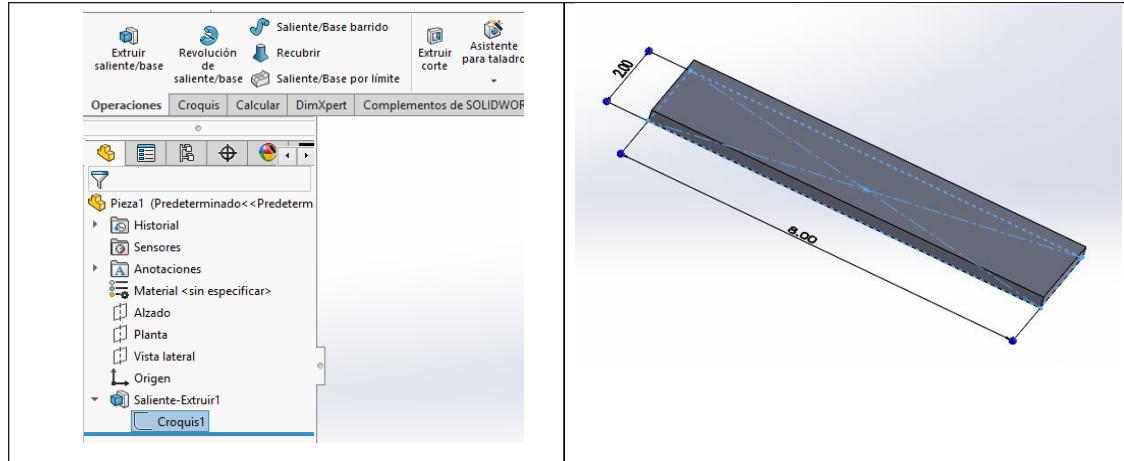


Figura 1.1 Extruir saliente base

- Seleccione la cara plana de la placa y haga clic en Croquis desde la barra de herramientas de croquis.
- Haga clic en círculo desde la Barra de herramientas de croquis o en Menú Herramientas, Entidades de croquis, círculo.
- Realice un círculo de cualquier medida en el centro de la placa y luego con cota inteligente, acótelo a 1.75" y aceptar.
- Haga clic en Extruir corte desde la Barra de herramientas Operaciones. Configure la condición final a Hasta profundidad especificada con un corte de 0.125" y Aceptar.

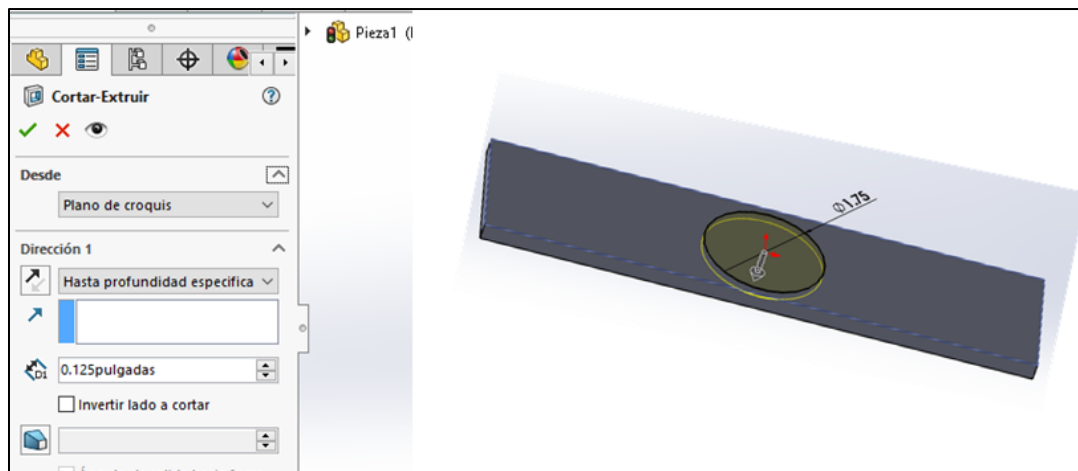


Figura 1.2 Extruir corte a 0.125

Para crear los barrenos

- Seleccione la cara superior de la placa y haga clic en Croquis.
- Haga clic en Circulo desde la barra de herramientas de croquis o en Menú herramientas, Entidades de croquis, Circulo.
- Realice un círculo en cualquier parte de la cara.
- Haga clic en Cota inteligente desde la Barra de herramientas de croquis seleccione el circulo y teclee 0.5”.
- Sin dejar de seleccionar cota inteligente, seleccione el círculo y la arista superior (Horizontal) de la placa y configure el valor a 1.” y presione Aceptar.
- Seleccione nuevamente el círculo y la arista izquierda (vertical) de la placa y configure el valor a 0.75” y presione Aceptar.
- Seleccione Línea Constructiva desde la Barra de herramientas de croquis.
- Deslice el cursor sobre la línea horizontal de la placa hasta que se muestre el punto medio.
- Trace una línea vertical a partir del punto medio y hasta la línea horizontal inferior (Esta línea nos servirá como eje de referencia para hacer un espejo.)
- Después seleccione Simetría de entidades desde la barra de herramientas croquis.

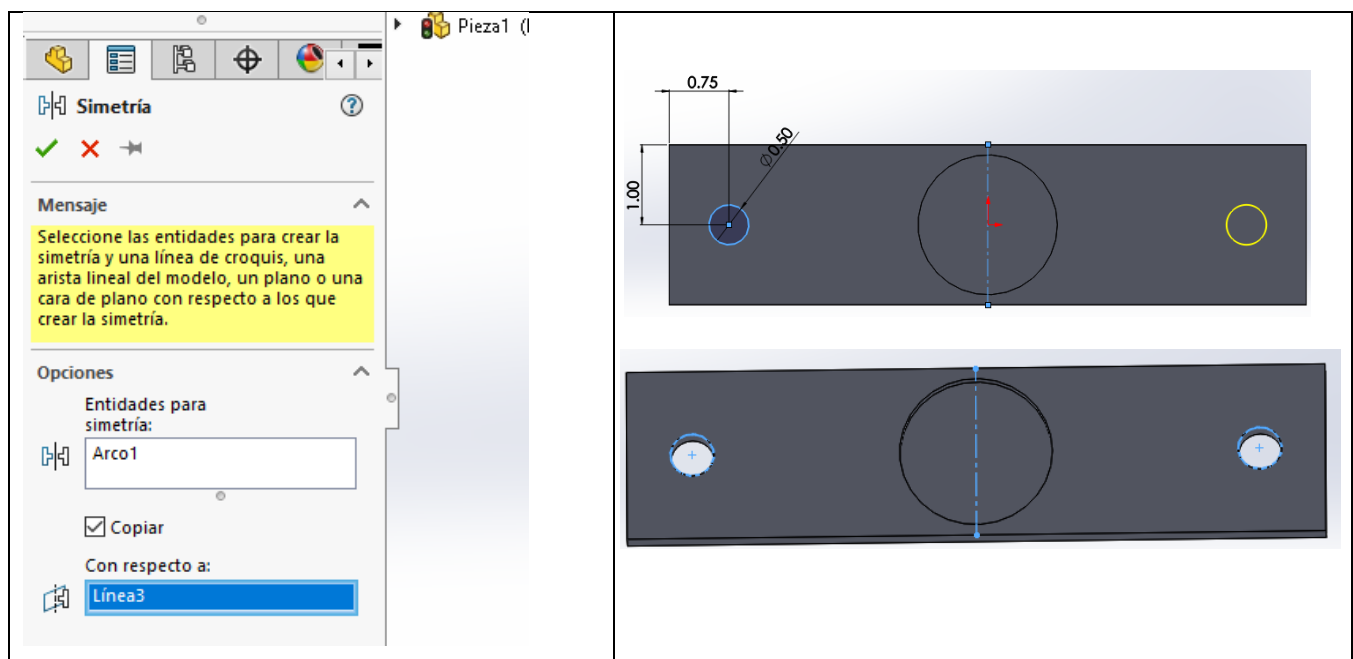


Figura 1.3 Creación de los barrenos

- Después de tener los dos círculos haga clic en Extruir corte desde la Barra de herramientas Operaciones.
- Configure la condición final a por todo y Aceptar.
- Seleccione Chaflán del menú operaciones y de clic en todas las caras de la pieza, incluyendo los círculos (excepto los círculos de la parte inferior).
- Deles una medida de 1/32" x 45° y aceptar.
- De clic derecho en material, editar material y seleccione acero 1015 (acero estirado en frío)

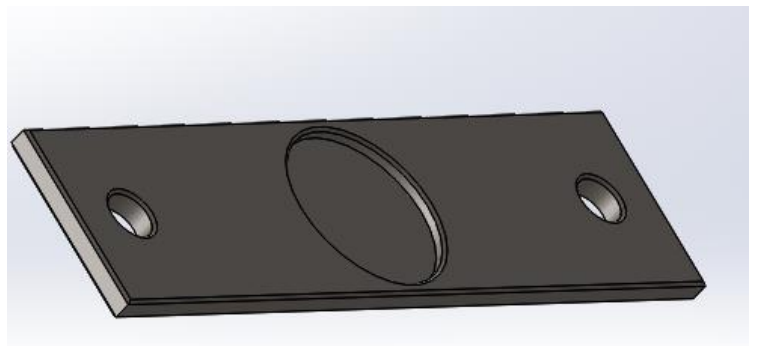
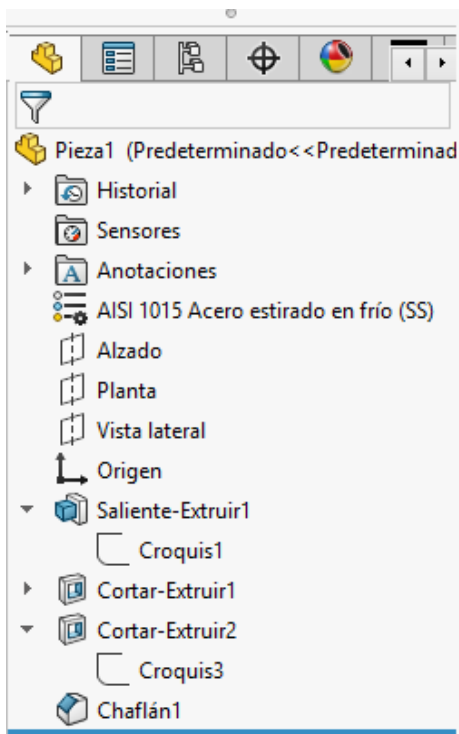


Figura 1.4 Creación de chaflanes

Repaso de conocimientos 1. Evaluación de la práctica 1.

Nombre: _____ **Grupo:** _____ **Fecha:** _____

Instrucciones. Lee con atención y responde cada pregunta en el espacio correspondiente.

1. Enumere al menos tres características del Software Solid Works

2. Después de abrir un dibujo, ¿Cuál es el primer paso para hacer un dibujo en Solid Works?

3. Mencione el comando para darle espesor al Croquis rectángulo

4. Mencione el procedimiento para hacer una caja “hasta profundidad específica”

5. Describa el procedimiento para acotar cualquier entidad

6. ¿Qué necesita crear antes de realizar el comando “Simetría de entidades”?

7. Explique la operación para realizar un agujero pasado

8. ¿Cuál es el procedimiento para seleccionar un material en específico?

1.2 Práctica 2: Tuerca en “T”, con rosca de 1/2”-13 hilos por pulgada

Comandos a utilizar

- Manejo de Herramientas de Croquis (línea, círculo).
- Operaciones Extruir y Corte.
- Operación Extruir Rosca.
- Operación Redondeo.
- Condición de Material.

Procedimiento

- Abra un nuevo dibujo en Solid Works
- Seleccione sistema de unidades pulgadas (IPS), parte inferior derecha de la pantalla.
- Seleccione plano alzado y abra un croquis.
- Seleccione línea desde la barra de herramientas croquis y trace la figura mostrada.

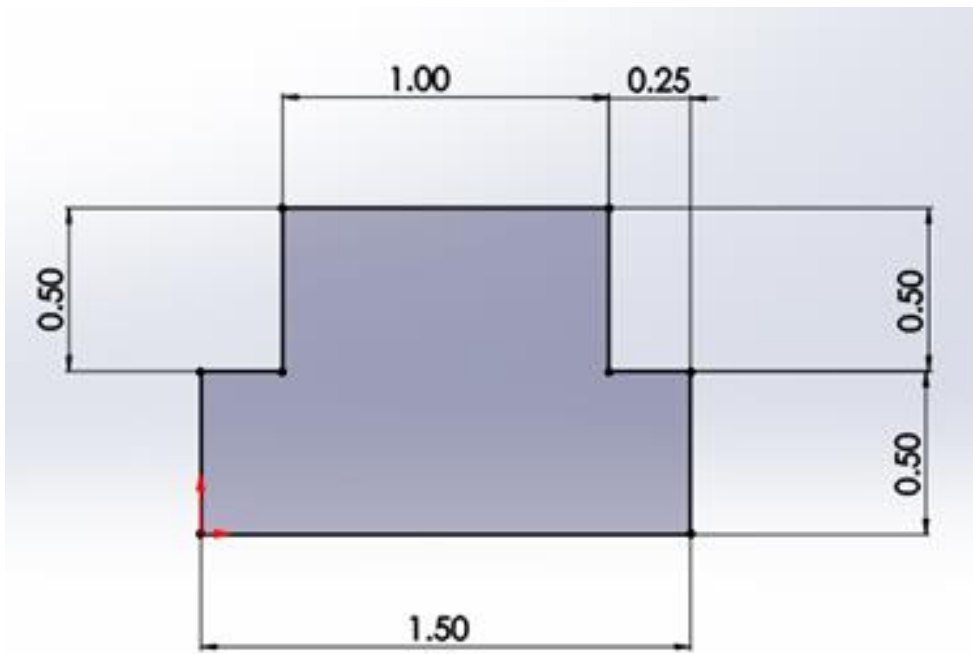


Figura 1.5 Croquis 2D, acotado

- Haga clic en Cota inteligente desde la hasta de herramientas y acote la figura 2D, como se indica.
- Haga clic en Extruir Saliente/Base desde la barra de herramientas operaciones y configure la condición final hasta especificada con un espesor de 1.750" y dele aceptar.
- Seleccione la cara superior de la pieza, abra un nuevo croquis y realice un círculo centrado de 27/64 (0.421875 in), para realizar una rosca de $\frac{1}{2}$ 13 hilos por pulgada y aceptar.
- Vaya al menú operaciones y dele Extruir corte, opción por todo.

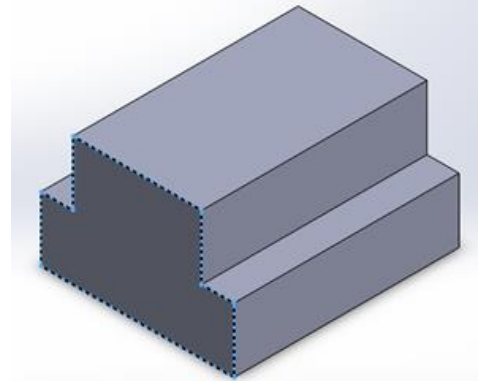


Figura 1.6 Pieza 3D, extruida a 1.750

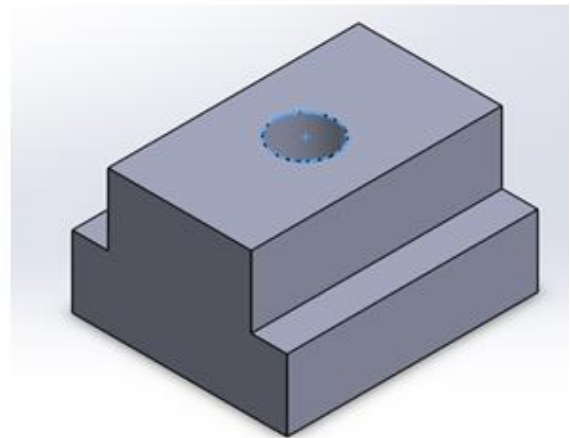
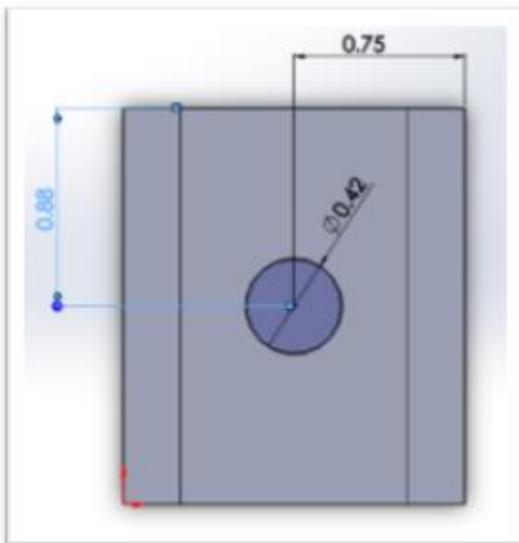


Figura 1.7 Creación del barreno para la rosca

- Vaya al menú asistente para taladro de la barra de herramientas operaciones y seleccione "rosca".
- Seleccione la arista del círculo creado para hacer la rosca, en condición final, defina hasta profundidad específica, edite a 1 pulgada. En especificación, Inch Die y en tamaño 0.500-13, en método de rosca, Extruir rosca y dele aceptar.

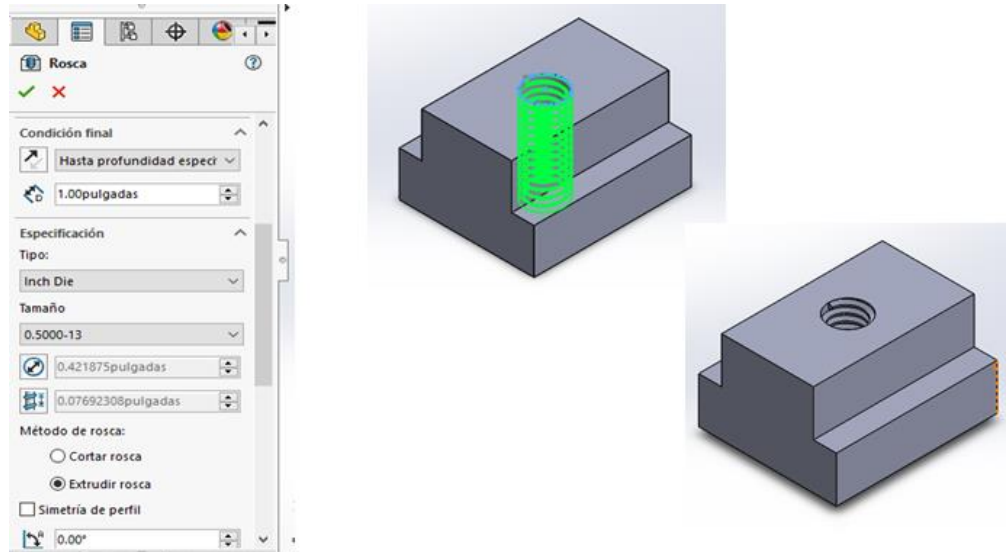


Figura 1.8 Procedimiento para realizar la rosca

- Vaya al menú redondeo de la barra de herramientas operaciones y dele un redondeo de 0.015 pulgadas a todas las aristas de la pieza y dele aceptar.

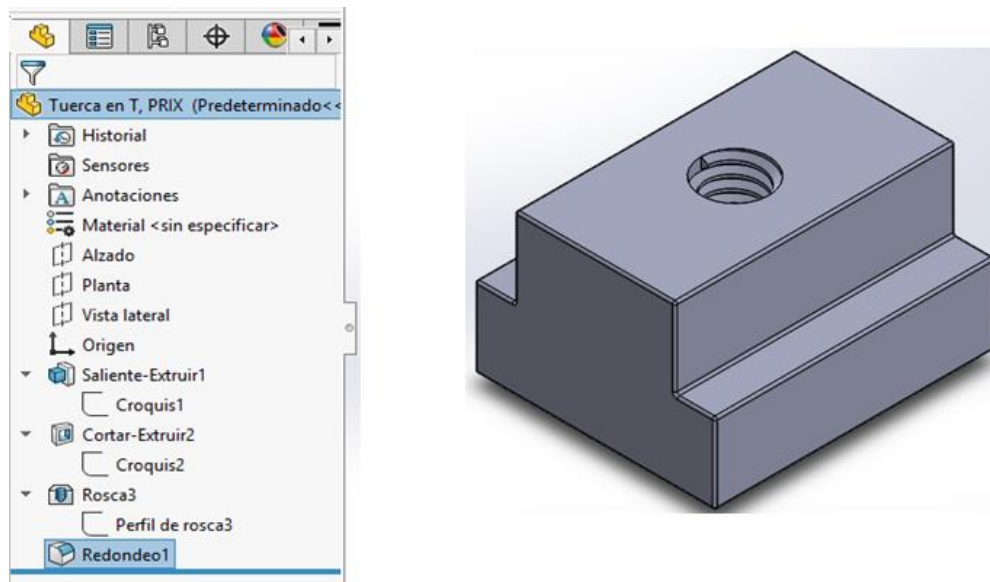


Figura 1.9 Pieza terminada con los redondeos requeridos

- Ya para terminar, configure la condición del material, de clic derecho en material, y luego clic en editar material, seleccione acero, luego seleccione AISI1045 acero estirado en

frío, clic en aplicar y luego cerrar, para que se muestren las propiedades del material seleccionado.

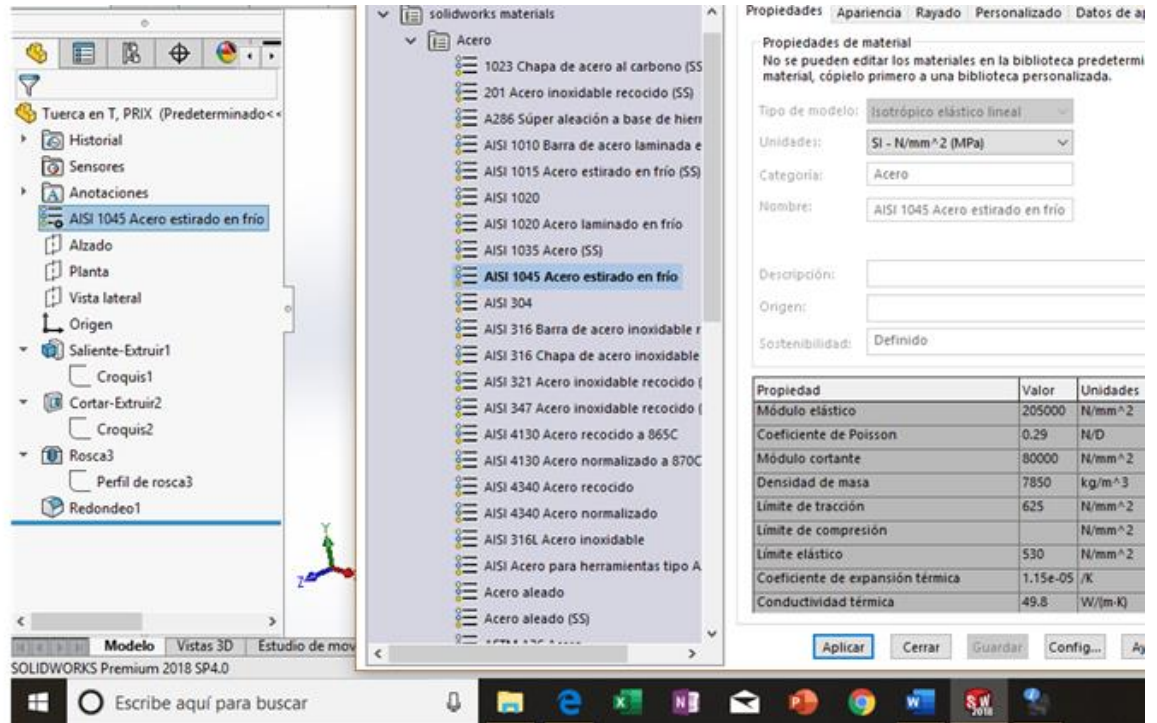


Figura 1.10 Condición del material

Repaso de conocimientos 2. Evaluación de la práctica 2.

Nombre: _____ Grupo: _____ Fecha: _____

Instrucciones. Lee con atención y contesta lo que se pide en cada pregunta.

1. ¿En qué unidades de medida se realizó la presente actividad?

2. Una vez realizado el croquis en 2D ¿De qué manera se realiza el 3D?

3. ¿Por qué y para que se realiza el barrenado de 27/64?

4. ¿Qué significa el tamaño 0.500-13?

5. ¿Por qué es conveniente hacer redondeos a las piezas terminadas?

6. Defina el acero AISI 1045

1.3 Práctica 3: Bloque escalonado en mm

Comandos a utilizar

- Manejo de Herramientas de Croquis
- Operaciones Saliente-extruir
- Operaciones Cortar-extruir
- Asistente para taladro, refrentado para tornillo tapón con cabeza plana

Procedimiento

1. Abra un nuevo dibujo en Solid Works.
2. Seleccionar sistema de unidades métrico (MMGS), parte inferior derecha de la pantalla.
3. Seleccione plano alzado y abra un croquis.
4. Seleccione línea desde la barra de herramientas croquis y trace la figura mostrada.
5. Haga clic en cota inteligente desde la barra de herramientas y acote la figura 2D, como se indica en la figura 1.

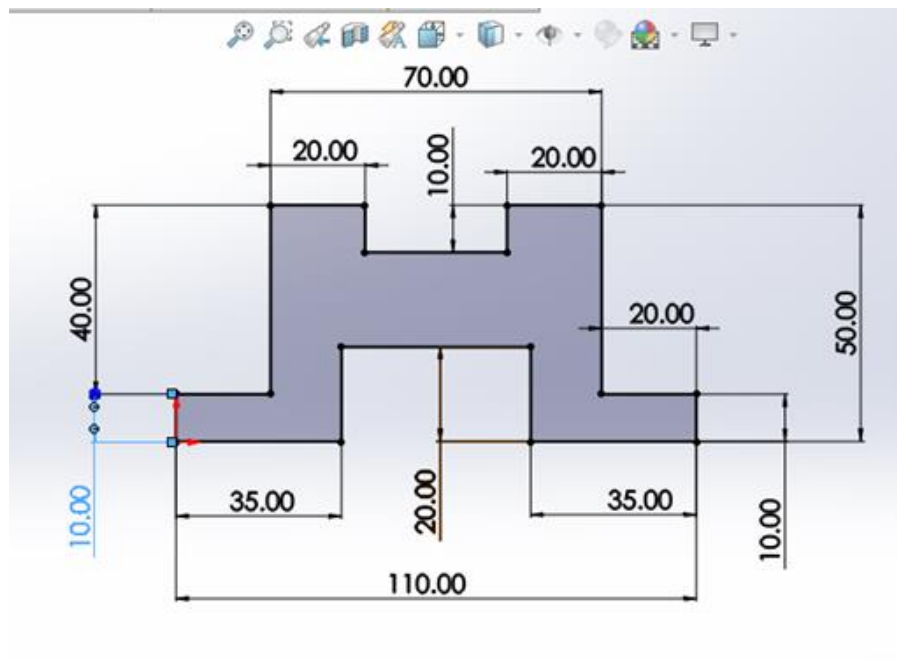


Figura 1.11 Edición del croquis (2D)

- Haga clic en extruir saliente/base desde la barra de herramientas operaciones y configure la condición final hasta profundidad especificada con un espesor de 50 mm y dele aceptar.

Nota: Si es necesario, dele invertir dirección, en dirección 1.

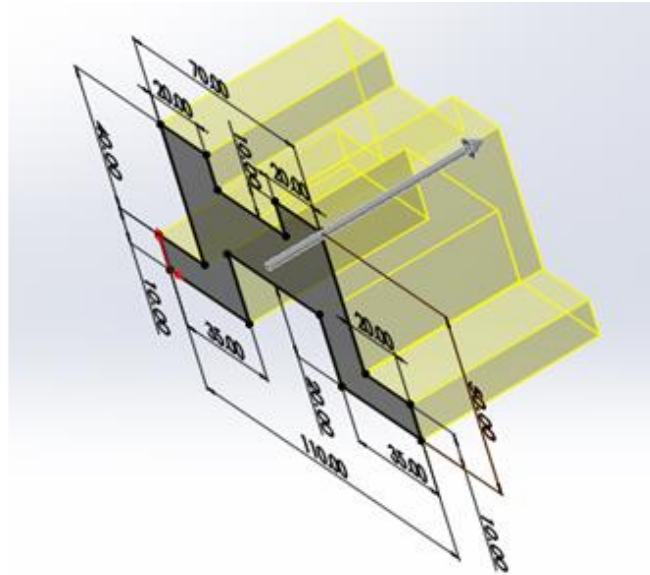
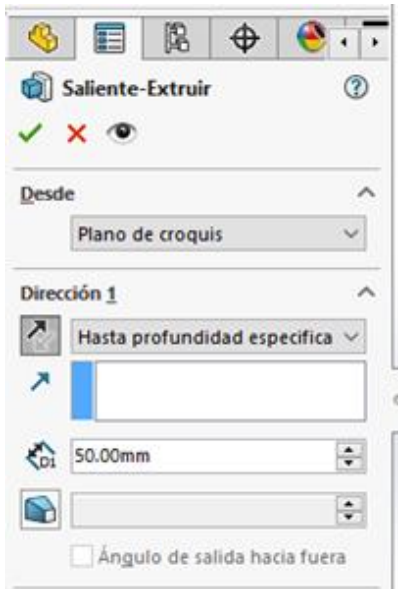


Figura 1.12 Operación Saliente Extruir a 50 mm

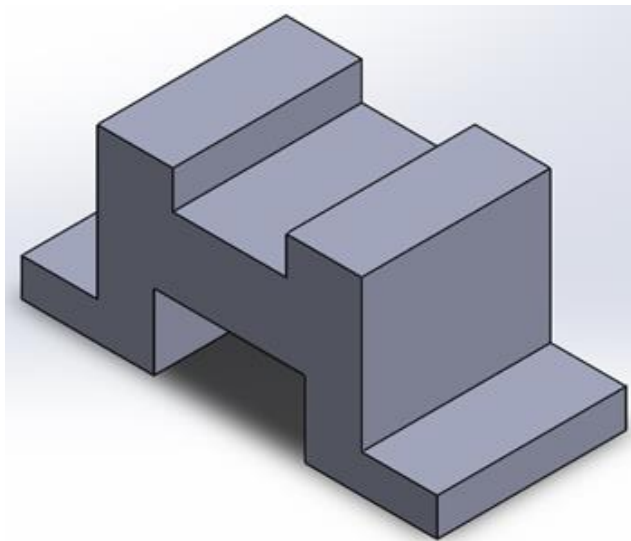


Figura 1.13 Pieza extruida a 50 mm

- Seleccione las tres caras superiores y habrá un nuevo croquis, use ctrl+8 para trabajar en la vista de planta.
- Realice un rectángulo de esquinas opuestas, de 30 X 70 mm, en las caras seleccionadas.

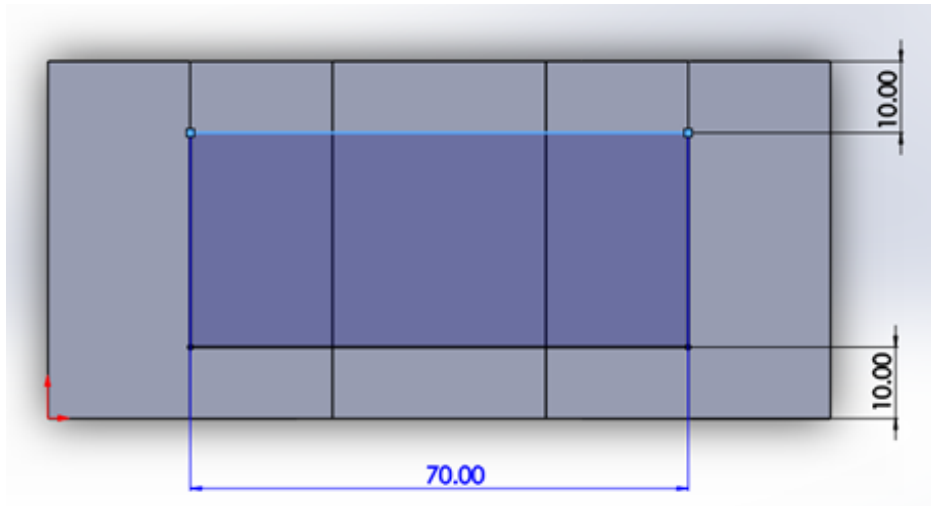


Figura 1.14 Operación rectángulo y acotado con cota inteligente

- De clic en extruir corte de la barra de herramientas operaciones y configure la extrusión a profundidad específica de 20 mm, como se muestra en la figura 5, y dele aceptar.

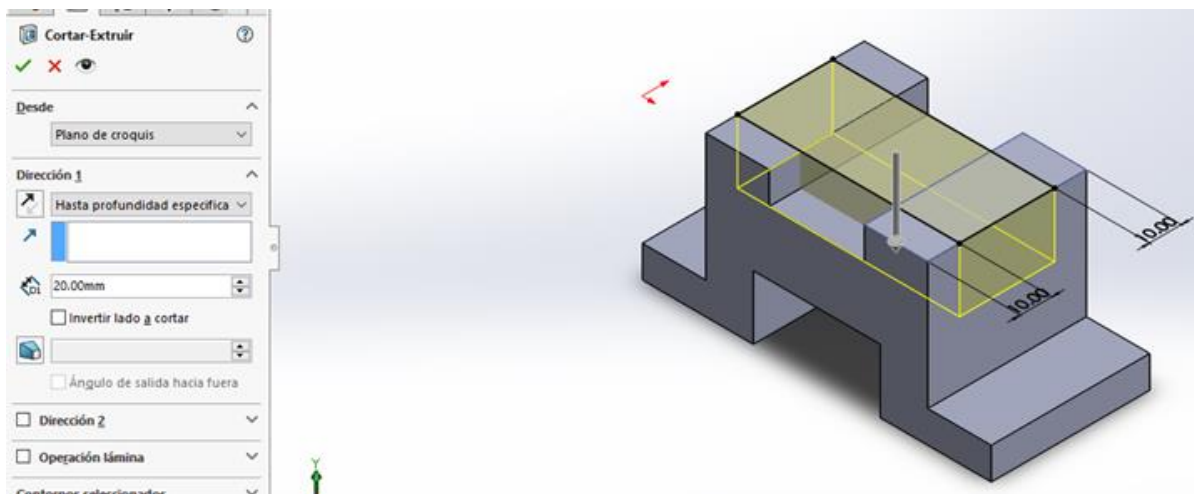


Figura 1.15 Operación Extruir corte a 20 mm

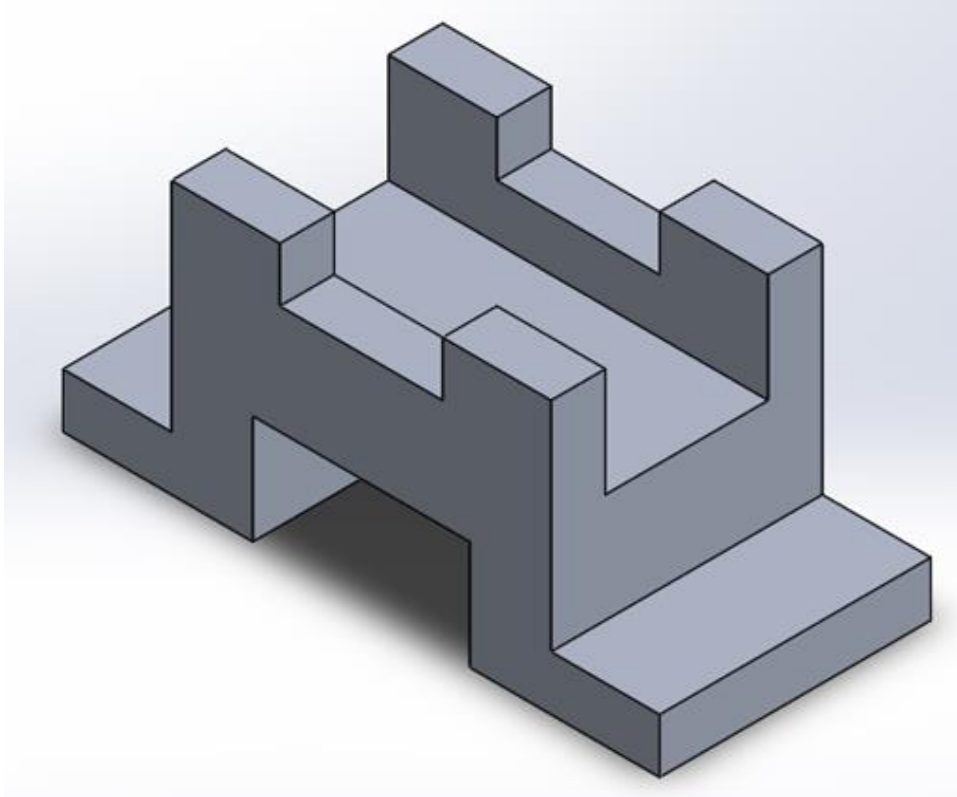


Figura 1.16 Pieza extruida a 20 mm hacia abajo

- Seleccione las caras de debajo de la pieza para crear unos barrenos para tornillo M5, avellanado.

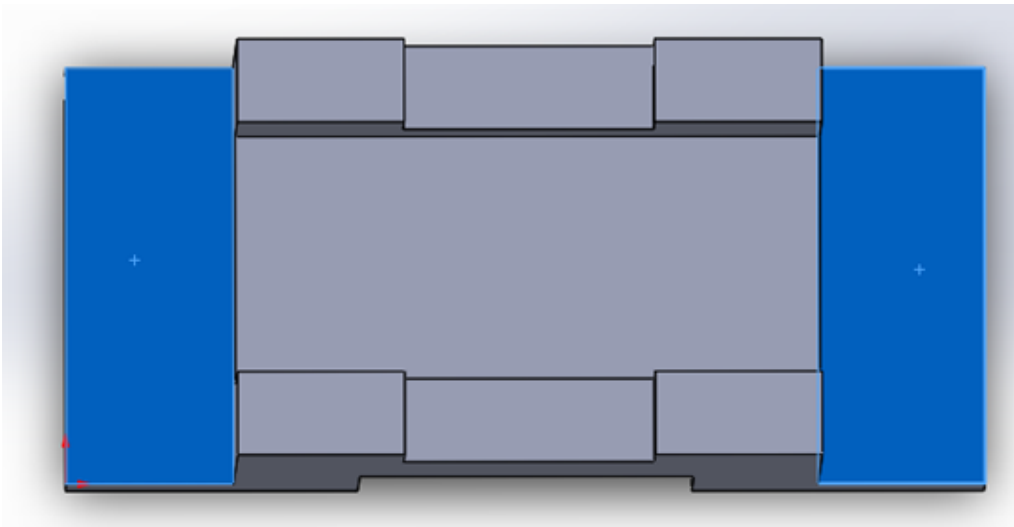


Figura 1.17 Nuevo croquis para hacer los barrenos

- Seleccione asistente para taladro para crear barrenos en más de dos caras, seleccione croquis 3D.

- Edite los barrenos a 10 mm de las cuatro esquinas.
- Seleccione tipo de taladro de tapón avellanado, en estándar; Ansi Metric, tamaño M5, en profundidad de, por todo, y dele aceptar (figura 1.18).

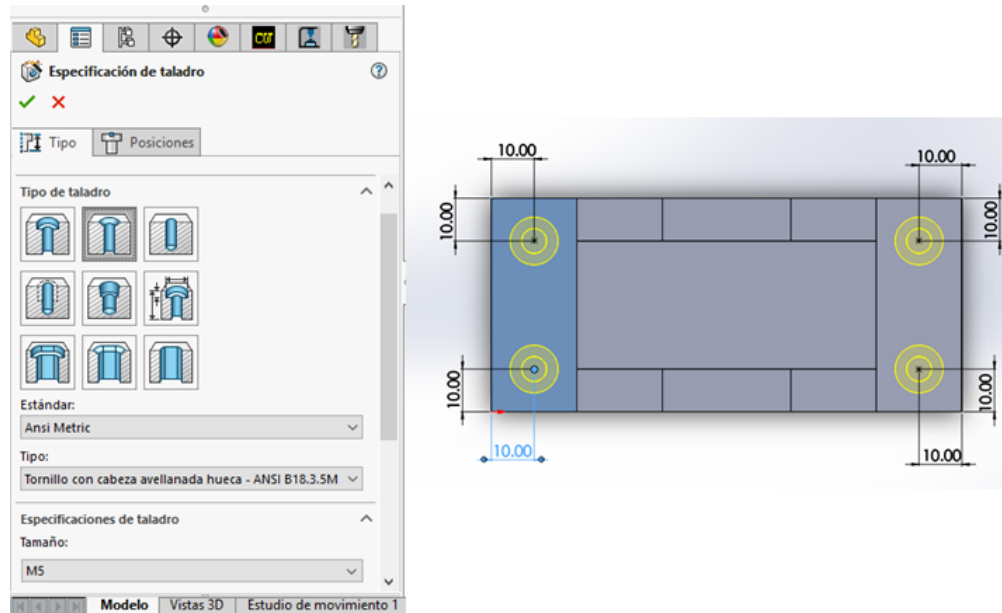


Figura 1.18 Edición de los barrenos

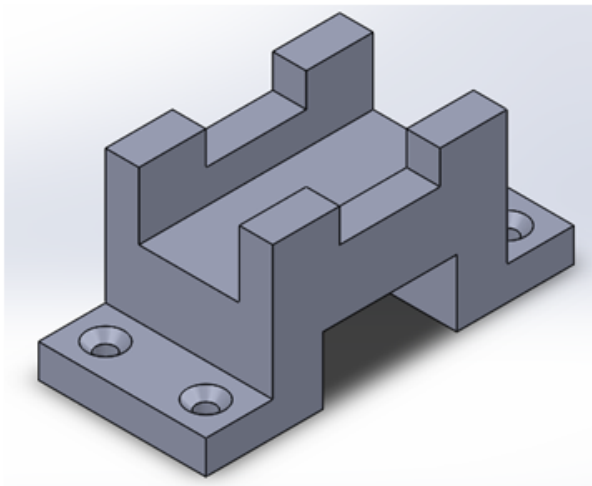
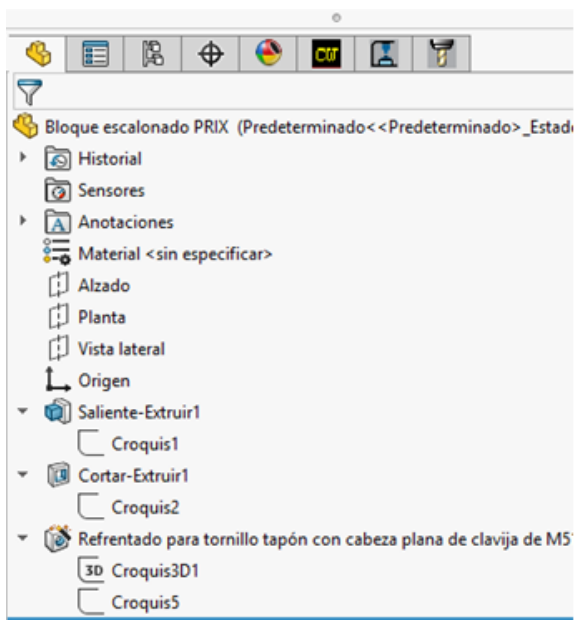


Figura 1.19 Barrenos concluido

- Vaya al menú chaflán de la barra de herramientas operaciones y configure todos los chaflanes a 0.4 mm (excepto las caras de abajo) Ver figura 1.20.

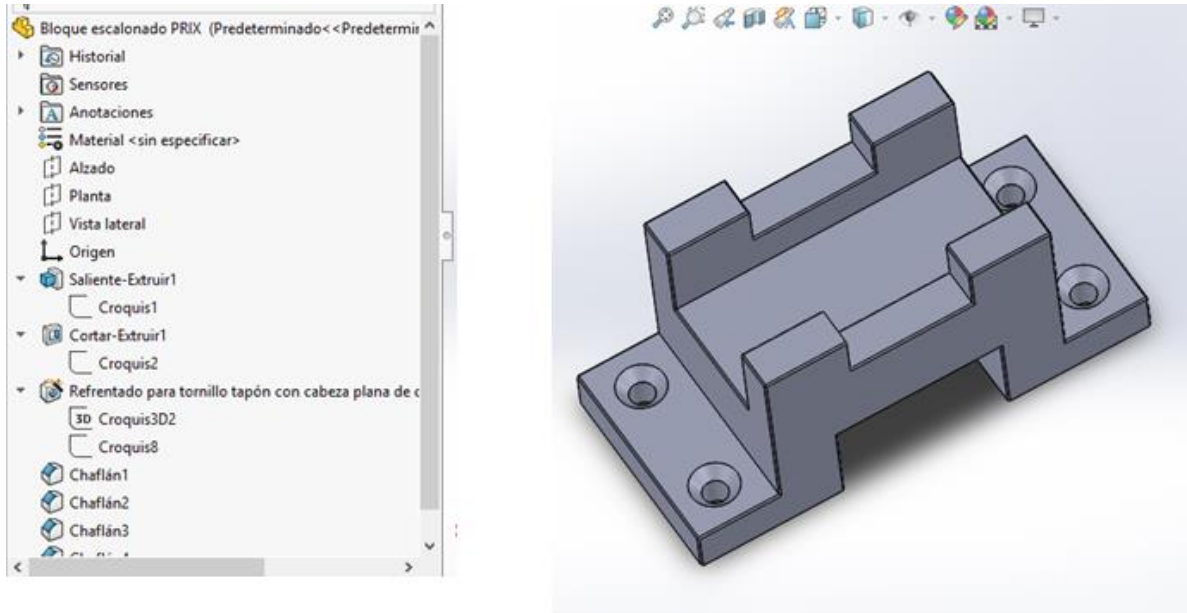


Figura 1.20 Pieza terminada con los chaflandes indicados

- Para terminar, configure la condición dando clic derecho en material <sin especificar> y clic en editar material y luego clic en aleaciones de aluminio, escoja 3003-H12, Barra (SS), por último, clic en aplicar y luego cerrar (Figura 1.21).

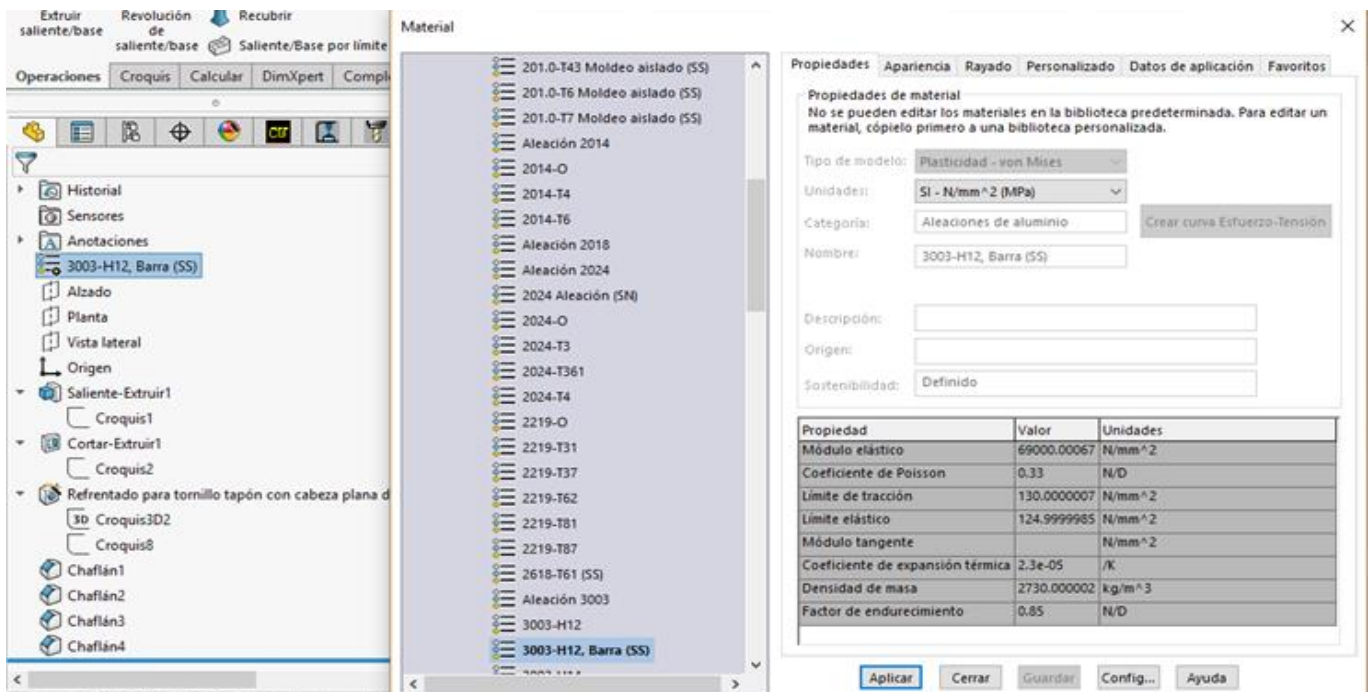


Figura 1.21 Editando tipo de material

Repaso de conocimientos 3. Evaluación de la práctica 3.

Nombre: _____ **Grupo:** _____ **Fecha:** _____

Instrucciones. Lee con atención y contesta lo que se pide en cada pregunta.

1. ¿Cuál es el comando para darle espesor al croquis 2D?

2. ¿Para qué es el rectángulo de 30 X 70 mm, que se hace en la cara superior de la pieza?

3. ¿Qué sucede si, invierte el sentido de extruir corte en el rectángulo de 30X70 mm?

4. ¿Cuál es el comando para crear barrenos, en este caso con avellanado?

5. ¿Por qué es importante hacer chaflanes o redondeos a las piezas terminadas?

6. ¿De qué tamaño y ángulo es el chaflán realizado a esta pieza en específico? (bloque escalonado).

7. Explique el procedimiento para editar el material utilizado.

1.4 Práctica 4: Vistas de una pieza tridimensional (dibujo en 2D)

Procedimiento

- Haga clic en Nuevo y seleccione un archivo de Dibujo
- Seleccione el tamaño de la hoja en ISO 3 (420 X 297 MM)
- Haga clic en el comando Vista del modelo desde la barra de herramientas Ver diseño o desde el Menú Insertar, Vista de dibujo, Modelo.
- De clic en examinar para mandar llamar un dibujo de los que ya están elaborados
- Seleccione el dibujo indicado por el instructor, y clic en abrir. (ver figura 1.22)

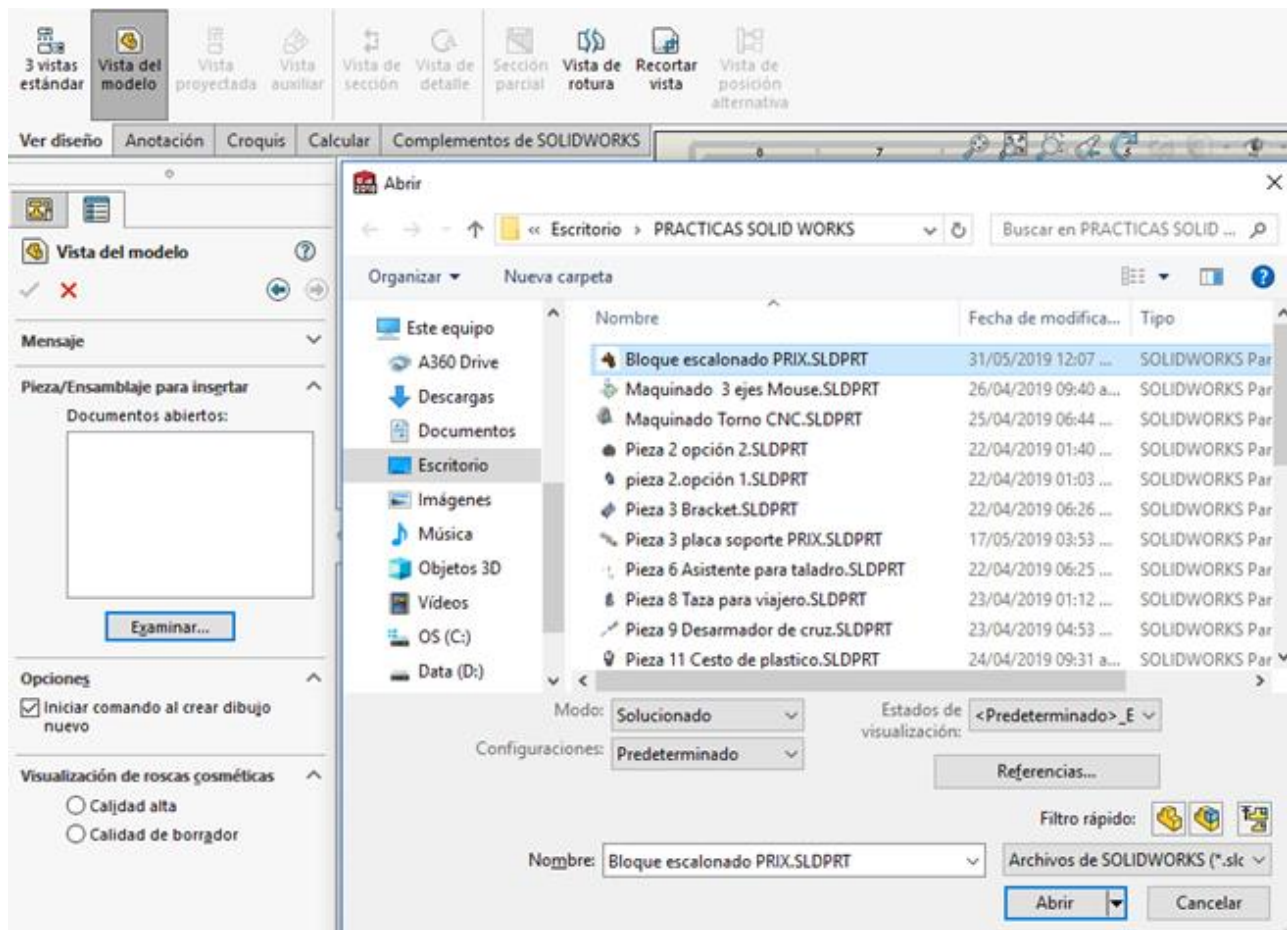


Figura 1.22 Seleccionar dibujo

- Seleccione la vista frontal y colóquela abajo a la izquierda de la hoja, luego la vista lateral derecha (es la que va al lado derecho de la vista frontal), enseguida coloque la vista superior encima de la vista frontal, ya para terminar coloque la vista en isométrico arriba a la derecha, como se muestra en la figura 1.23.

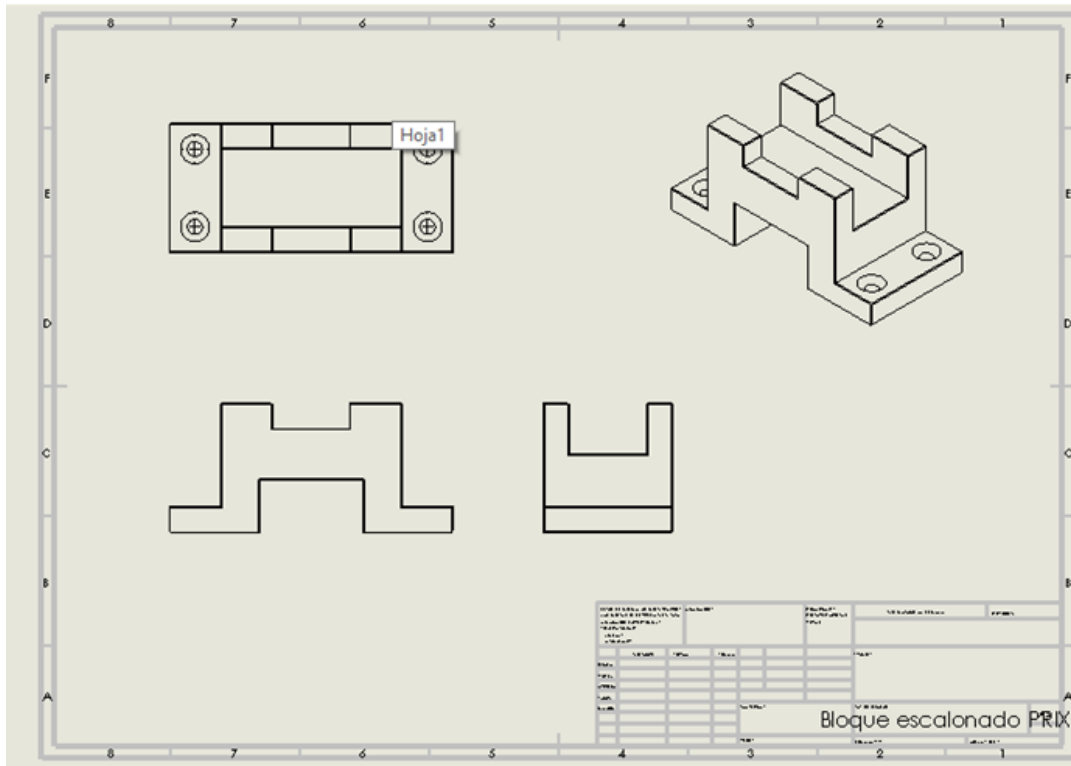


Figura 1.23 Acomodo de las vistas

- De clic en vista de sección para mostrar el detalle de los agujeros para tornillo avellanado.

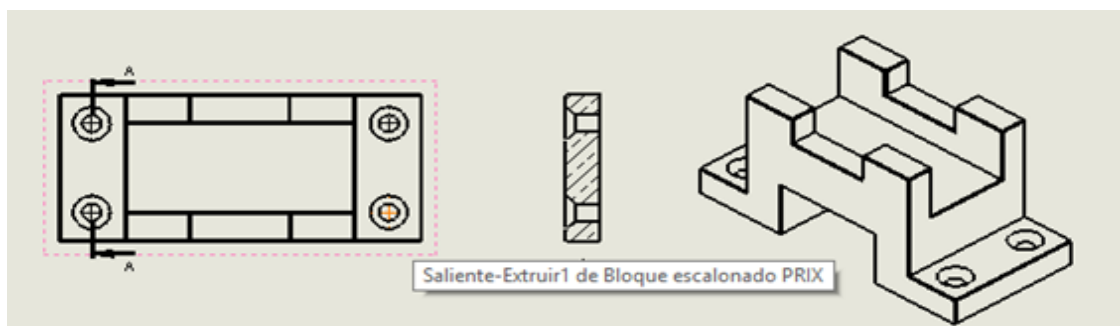


Figura 1.24 Vista en sección

Repaso de conocimientos 4. Evaluación de la práctica 4

Nombre: _____ Grupo: _____ Fecha: _____

Instrucciones. Lee y contesta con atención lo que se pide en cada cuestión

1. ¿Cuál es el fin de mostrar las vistas de una pieza?

2. Explique el acomodo de las vistas de una pieza tridimensional

3. ¿Cuál es el tamaño estándar apropiado de hoja para las vistas de una pieza que mide 50 mm de ancho, por 50 mm de alto, por 110 mm de largo?

4. ¿Cuál es el fin de mostrar una vista de sección?

CAPÍTULO 2: SIMULACIÓN DE MAQUINADO CON CAMWorks

Introducción

CAMWorks es un programa de cómputo para manufactura, que diseña rutas de maquinado para tornos y fresadoras de 2.5 a 5 ejes, usa modelos sólidos CAD creados en Solid Works y Solid Edge. El manejo de CAMWorks es sencillo y contiene operaciones de maquinado asociativo y paramétricos, permite la programación CNC visual a través de la visualización 3D, CAMWorks es un software fácil de aprender a utilizar, por lo que el estudiante al consultar el presente manual y realizando las prácticas comenzará a experimentar un interés sobre la materia y un aumento en la habilidad para la utilización del software, las herramientas de flujo de trabajo, las funciones de gestión de datos y la facilidad de integración con otras tecnologías contribuyen a que los estudiantes puedan colaborar, ahorrar tiempo y reducir errores de diseño.

Objetivo: El participante obtendrá la habilidad para la creación y generación del código G, tal código es utilizado por la tecnología CNC (control numérico computarizado), para la industria del mecanizado de piezas para Electroerosionadoras (EDM), fresas, tornos y sus combinaciones.

2.1 Práctica 1: Pieza tipo cajera-macho-agujero-rebaje

Antes de empezar esta práctica debemos considerar los pasos para la, simulación y creación de código G

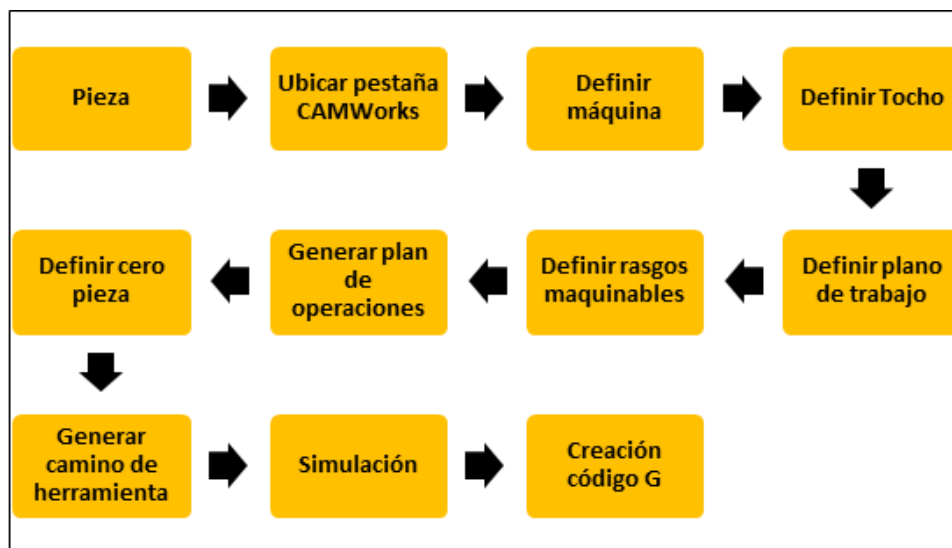


Ilustración 2.1 pasos para la simulación y creación de código G.

Comandos por utilizar

- Entorno de CAMWorks.
- Manejo de árbol de operaciones.
- Definir el material o stock.
- Operación Extruido.
- Plano de trabajo.
- Definir el cero pieza.
- Plan de operaciones.
- Generar Camino de herramienta

- Simulación
 - Generación de código G

Procedimiento

- Lo primero que tenemos que hacer es activar el complemento de CAM de SolidWorks. Para eso vamos a *Herramientas > Complementos* y activamos casilla de SolidWorks CAM.

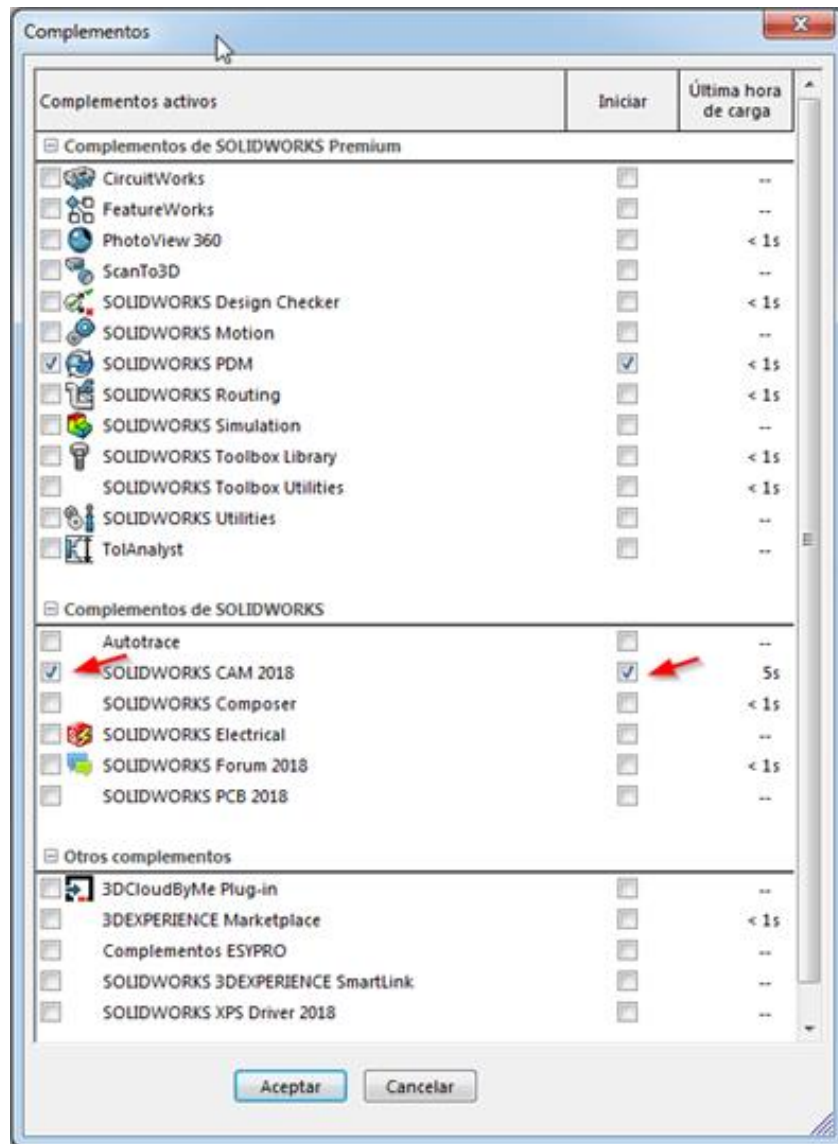


Figura 2.2 Activar el complemento de CAM de SolidWorks

- Abrimos la pieza que se desea mecanizar y seleccionamos la pestaña de SolidWorks CAM CommandManager y la de SolidWorks CAM Feature Tree.

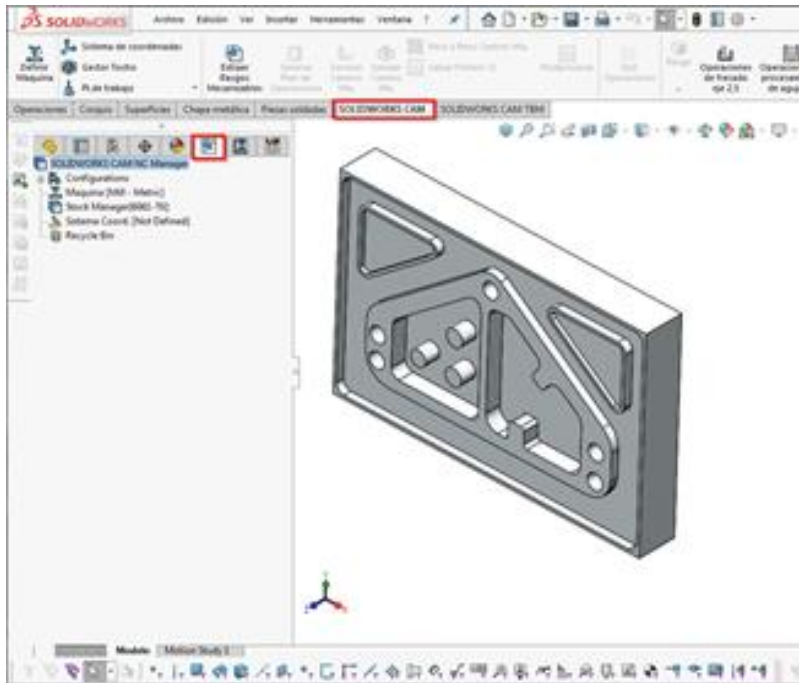


Figura 2.3 Pieza a mecanizar

- Definimos la máquina y modificamos los parámetros de control, hacemos doble clic en el elemento máquina y seleccionamos los parámetros indicados.

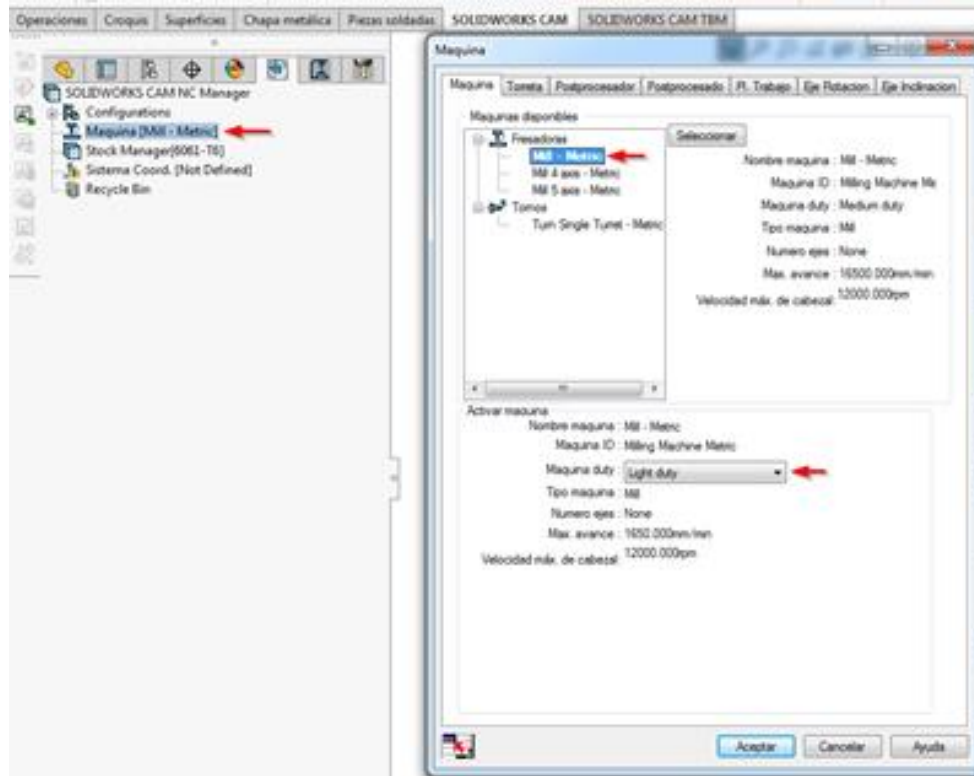


Figura 2.4 Definir máquina y parámetros

- Hacemos clic en la pestaña de torreta y nos aseguramos de que la torreta activa es Tool Crib 2 (Metric).

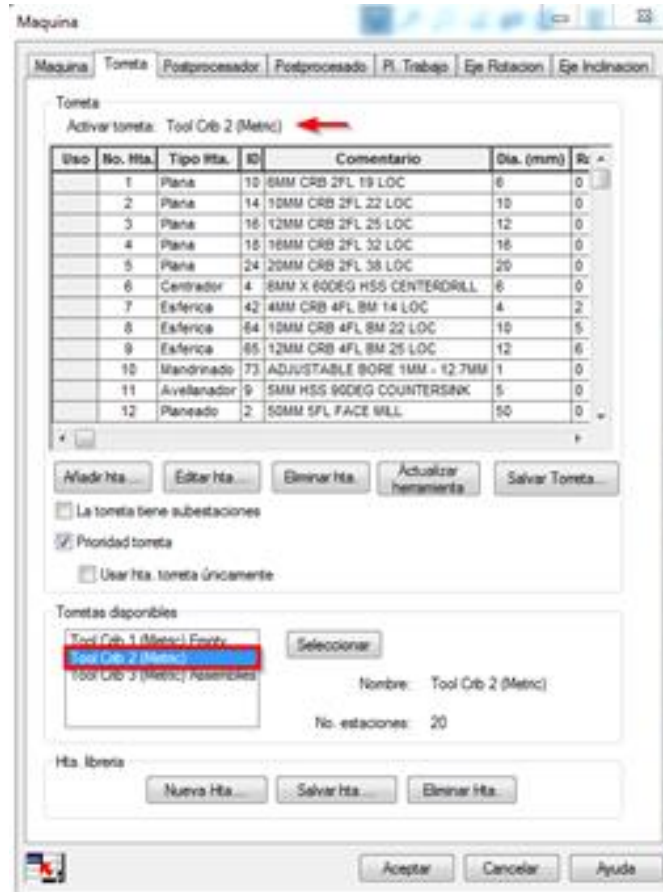


Figura 2.5 Activar torreta

- Seleccionamos el post-procesador, si estos no se muestran, usamos el botón de examinar para ubicar la carpeta que contiene los archivos que vamos a utilizar.



Figura 2.6 Examinar archivos a utilizar

- En la pestaña del post-procesado insertamos el programa 1001, 50mm para el espesor de la pieza y hacemos clic en aceptar.

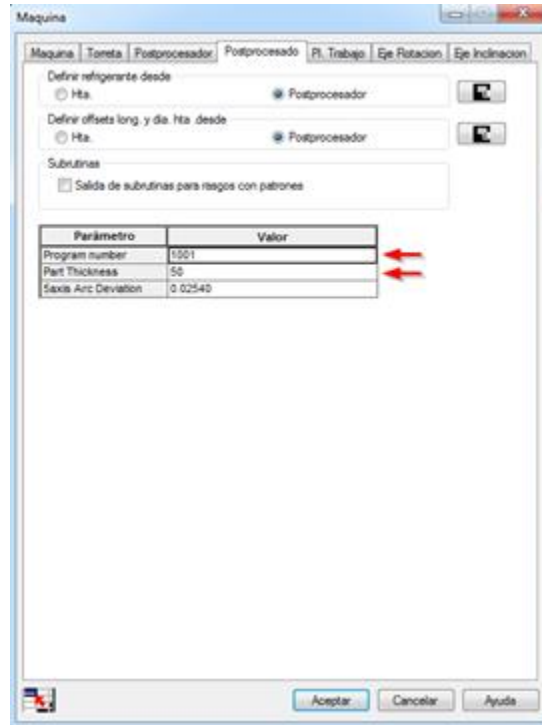


Figura 2.7 Insertar programa

- Definimos el tocho de la pieza, hacemos doble clic en el elemento de Stock Manager, a continuación, seleccionamos el material 6061-T4 de la lista. Utilizamos como tipo de tocho el de caja limitada y añadimos 10mm para X+ y luego hacemos clic en el botón X+ para aplicar la demasía en cada dirección y repetimos el mismo proceso para las direcciones Y y Z.

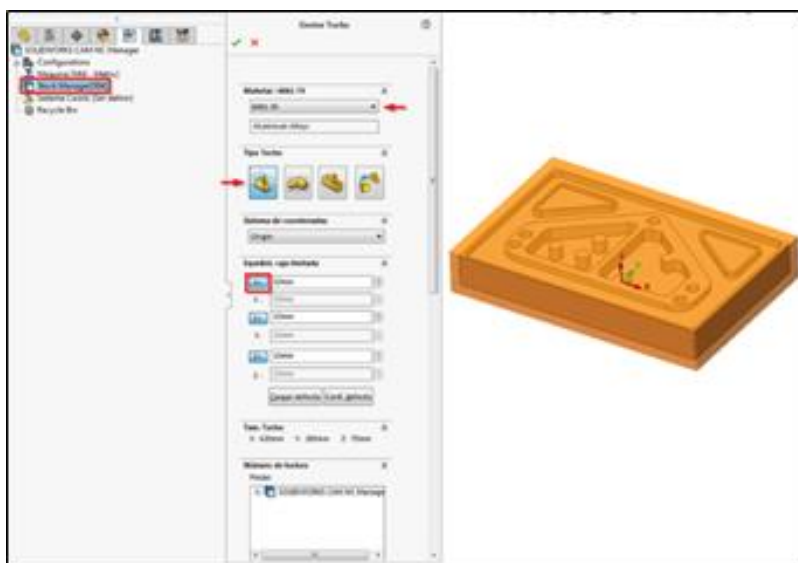


Figura 2.8 Seleccionar tocho y material

Lo siguiente definimos el sistema de coordenadas, para ello hacemos doble clic en el sistema de coordenadas, usamos el método definido por el usuario y se ubicará en la esquina superior izquierda del tocho, seleccionando previamente la opción vértice de caja limitada de tocho.

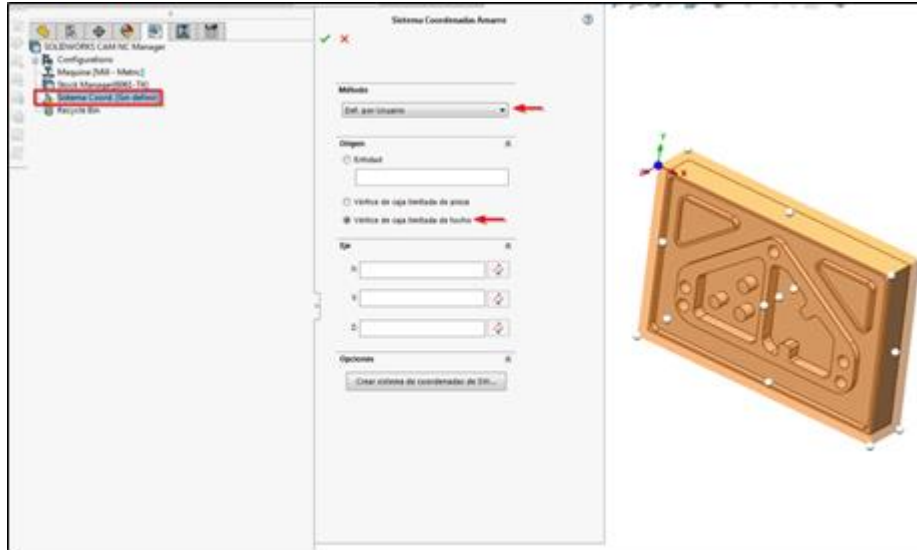


Figura 2.9 Definir sistema de coordenadas

- Definir los rasgos mecanizables, haciendo doble clic con el botón derecho en SolidWorks CAM NC Manager y seleccionamos opciones, a continuación, nos dirigimos a la pestaña de “Rasgos de Fresa” y establecemos los tipos de rasgo como se indica:

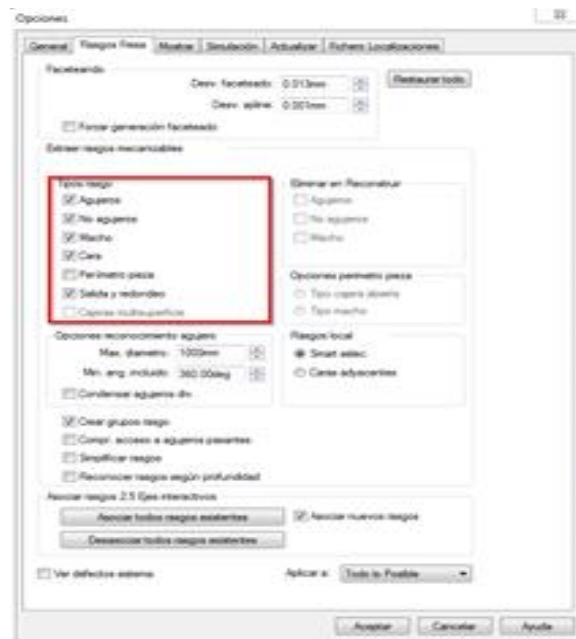


Figura 2.9 Definir rasgos mecanizables

Seleccionamos la pestaña de actualizar y configuramos las opciones en reconstruir como se muestra:



Figura 2.10 Configurar opciones

Extraemos los rasgos mecanizables desde el CommandManager. SolidWorks CAM analiza la pieza y genera los rasgos, operaciones y trayectorias.

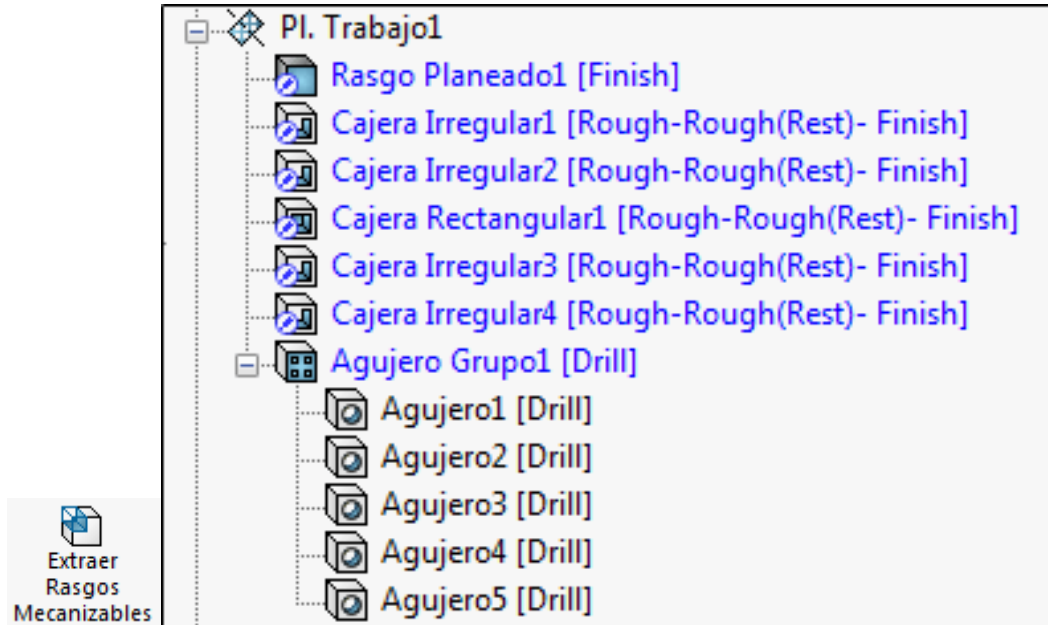
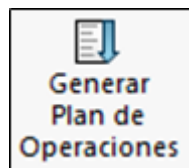


Figura 2.11 Extraer rasgos mecanizables.

- Generar plan de operaciones y ajustar los parámetros de operación, desde el Command Manager hacemos clic en:



Cuando el proceso se completa la pestaña del árbol de operaciones esta activa y se muestran las operaciones y las trayectorias.

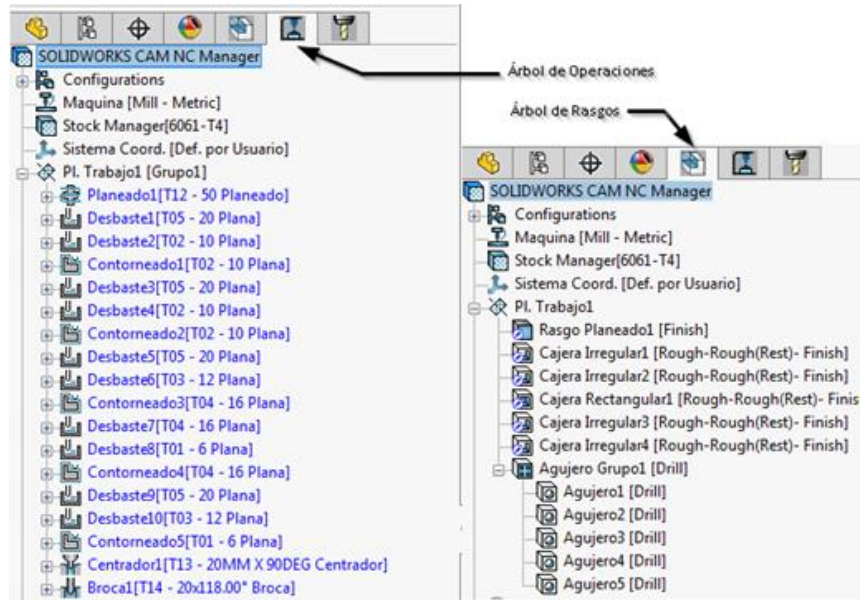
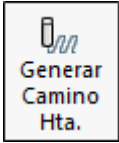


Figura 2.12 Operaciones y trayectorias

- Hacemos clic sobre “Generar Trayectoria de Herramienta”  para poder mecanizar cada rasgo mecanizable; una vez generadas, la pieza puede procesarse posteriormente para crear un código CNC.

Seleccionamos los rasgos en el árbol de operaciones para ver las trayectorias de la herramienta en el área de gráficos.

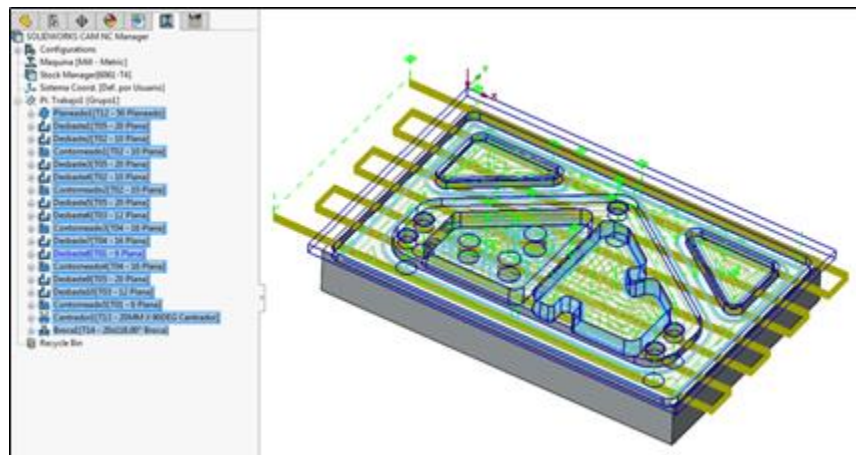


Figura 2.13 Trayectorias de la herramienta en el área de gráficos

- Simular trayectoria de herramienta para mostrar la simulación de trayectorias para ver una representación gráfica de la eliminación de material y así verificar las operaciones de mecanizado, seleccionamos “Simular Camino de Herramienta” para abrir el cuadro de diálogo de simulación.

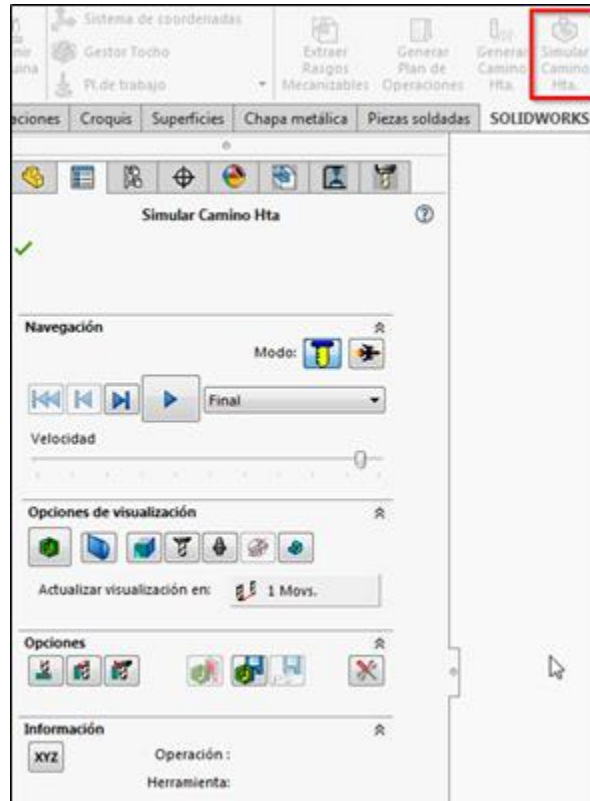


Figura 2.14 Simular camino de herramienta

En el apartado de navegación, seleccionamos el modo de herramienta y establecemos la velocidad aproximadamente 50. En el apartado de opciones de visualización establecemos el tocho y la herramienta en sombreado y el portaherramientas en sombreado con aristas. Hacemos clic en ejecutar.

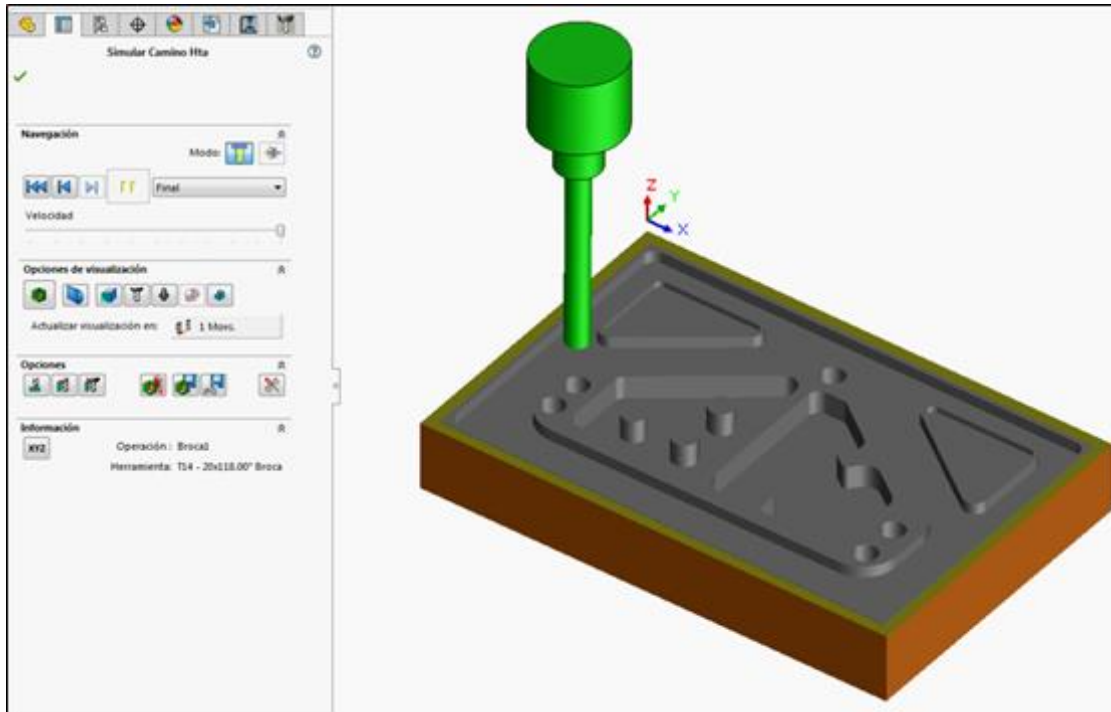


Figura 2.15 Ejecución del recorrido de maquinado

- Por último, post-procesamos las trayectorias de la herramienta para poder generar el archivo CNC. Desde el Command Manager seleccionamos Post-procesar y añadimos el nombre que creamos más conveniente para guardar el archivo; una vez guardado se abre el cuadro de diálogo del post-proceso, hacemos clic en ejecutar para generar los archivos y por último en aceptar para salir.

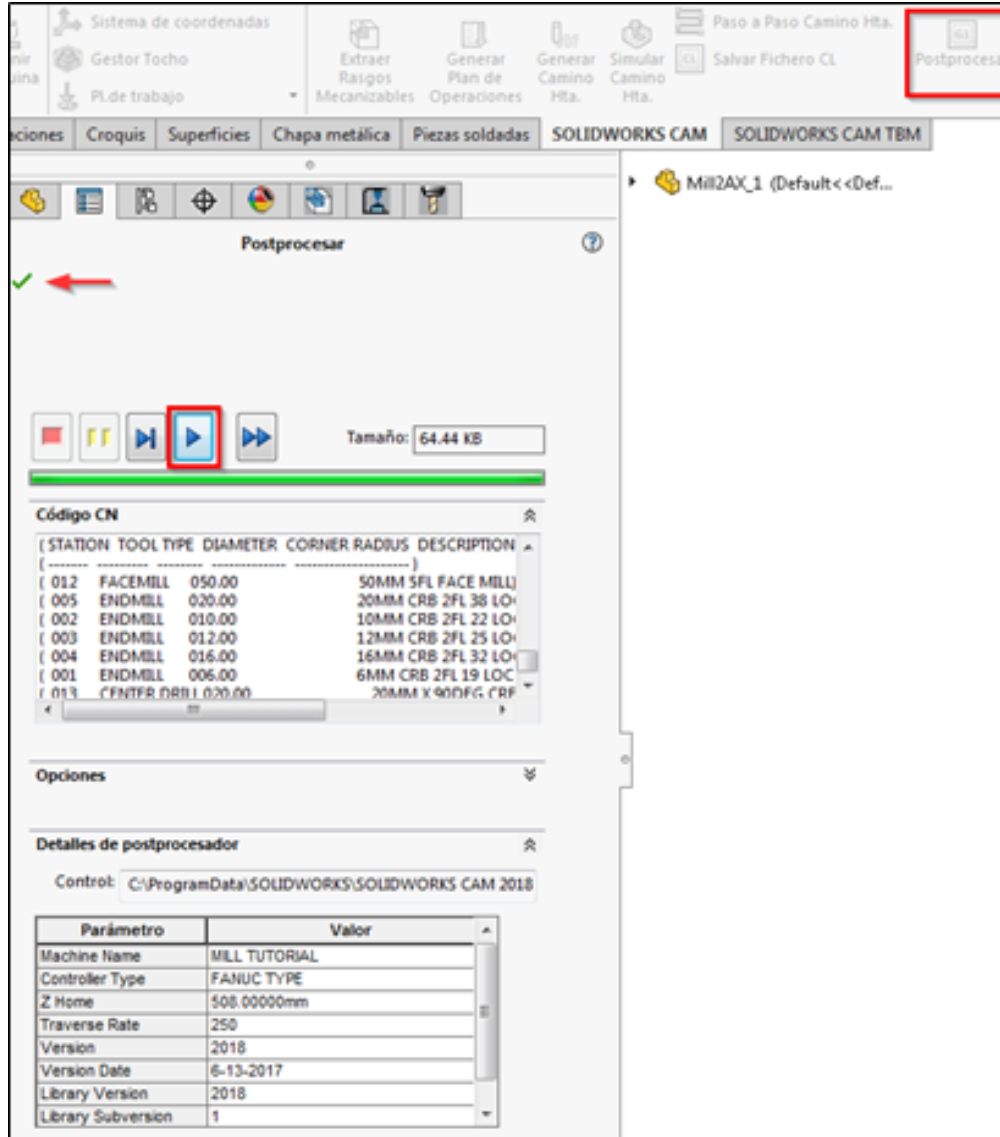


Figura 2.16 Guardar el archivo

Con todos estos pasos ya se puede generar las trayectorias de la herramienta y post-procesarlas para generar el código CNC, para el posterior mecanizado de una pieza.
(Ei (Entrenamiento industrial) CAD CAM CNC, 2019)

2.2 Práctica 2: Pieza tipo cajera-islas-agujero-rebaje

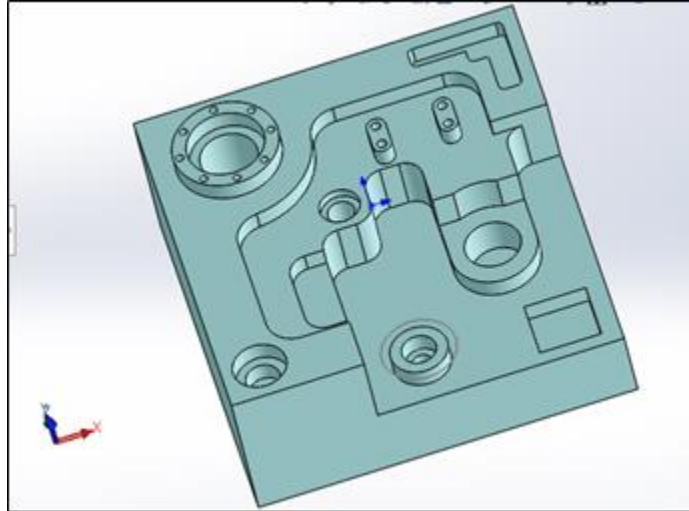


Figura 2.17 Pieza a trabajar

Comandos o rasgos a utilizar

- Rebaje de Esquina con islas.
- Rebaje de Esquina.
- Cajera Abierta con islas.
- Cajera.
- Cajera doble.

Antes de empezar esta práctica debemos considerar nuevamente los pasos para, simulación y creación de código G.



Figura 2.18 Pasos para la simulación y creación del código G

Procedimiento

- Lo primero que tenemos que hacer es activar el complemento de CAM de SolidWorks, para eso vamos a “Herramientas > Complementos” y activamos casilla de SolidWorks CAM.

- **Definir Máquina.**

Definir el tipo de máquina en la cual vamos a trabajar, damos clic en “Mill Machine”, en el árbol de “Gestor CN” y escogemos la opción editar definición, nos aparecerá el siguiente cuadro de diálogo, en “Máquinas disponibles”.

Escogemos nuestra máquina y damos clic en el botón seleccionar y después aceptar

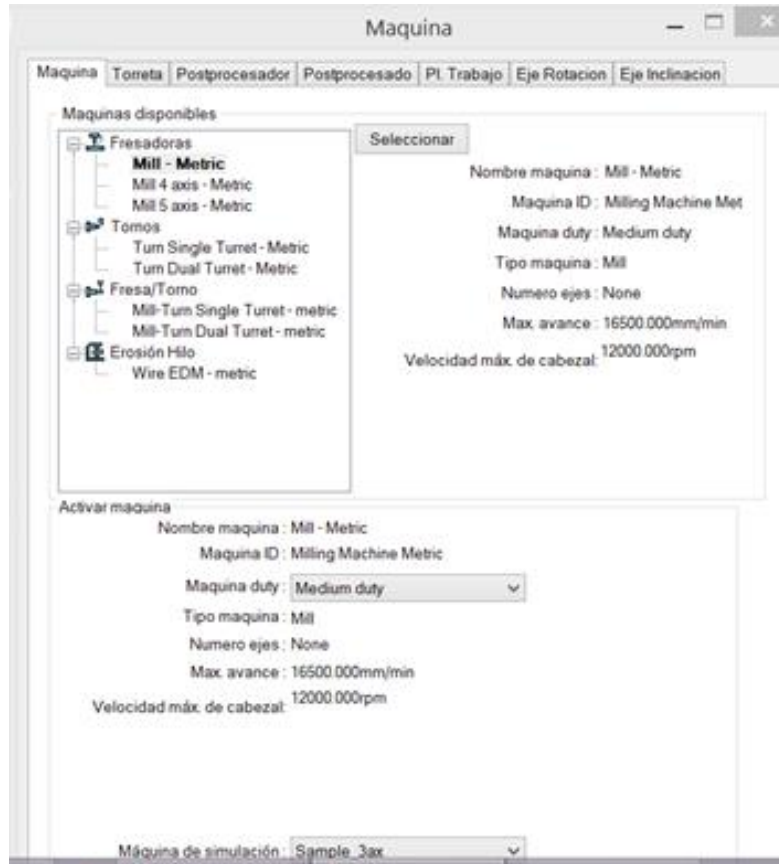


Figura 2.19 Definir máquina

- **Definir Tocho.**

Hay que definir lo que es el material en bruto, vamos a utilizar en el maquinado de nuestra pieza, esto quiere decir que hay que darle al programa las dimensiones en X, Y, Z; el programa le asigna el nombre de Tocho, damos clic derecho en Gestor Tocho en el árbol de Gestor CN, aparecerá el siguiente cuadro de diálogo Gestor Tocho, tenemos tres diferentes opciones para definir nuestro material en el apartado Tipo Tocho.



Figura 2. 20 Definir Tocho

CAPÍTULO 3: GENERACIÓN CÓDIGO G

Introducción

En esta sección se aborda el código G, también conocido como G-code o RS-274, siendo habitualmente el lenguaje de programación más usado en control numérico, esta programación nativa, en la mayoría de las máquinas de Control Numérico Computarizado, se efectúa mediante un lenguaje de bajo nivel llamado Generales y Misceláneas (G & M). El nombre G & M viene del hecho de que el programa está constituido por instrucciones Generales y Misceláneas.

Particularmente el código G posee múltiples implementaciones como Siemens Sinumeric, FANUC, Haas, Heidenhain o Mazak. Es muy utilizado por la tecnología CNC (Control Numérico Computarizado), para la industrial del mecanizado de piezas; aplica tanto para Electroerosionadoras, Electric Discharge Machining (EDM), fresas, tornos y sus combinaciones. Los conjuntos de comandos, en código G, permiten que una máquina, como torno o fresado, sea operada mediante un programa de computadora de control numérico moviéndose a ubicaciones necesarias para maquinar la pieza, manipular el husillo o intercambiar herramientas de corte. Además, el código G, permite recurrir a información que permita plasmar cortes adecuados a metal de máquina, plástico y grafito entre otros tipos de materiales. Para la elaboración de estos códigos G se utiliza el programa de cómputo CAMWorks este permite la programación CNC visual a través de visualización en 3D y peculiar sencillez en operaciones de maquinado asociativo y paramétricos.

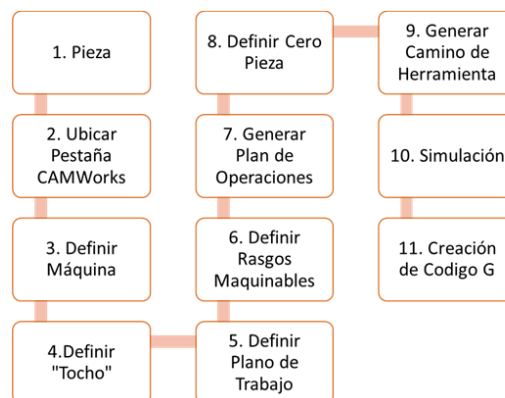


Figura 3.1 Esquema general para crear y generar código G con CamWorks

3.1 Práctica 1. Generación Código G.

Objetivo: El educando será capaz de crear y generar código G en el software CAMWorks, empleando los comandos necesarios.

Comandos a utilizar

- Entorno de SolidWorks.
- Definición de máquina, tocho, plano de trabajo y rasgos maquinables.
- Generación de plan de operaciones, camino de herramienta, simulación y código G.

Procedimiento

- Abrir la pieza realizada al inicio de este manual, titulada práctica 1: Placa Soporte

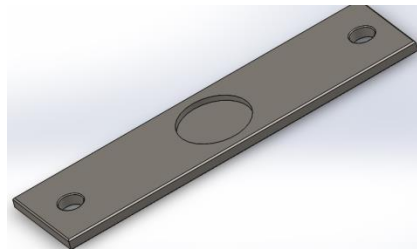
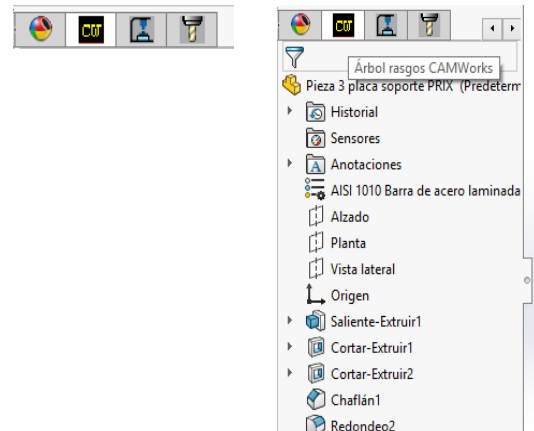
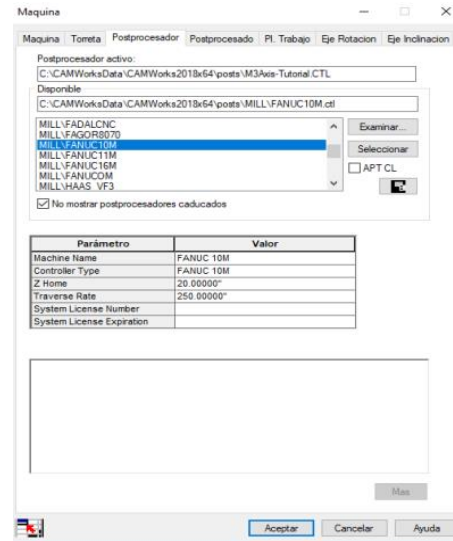


Ilustración 3.1 Placa soporte

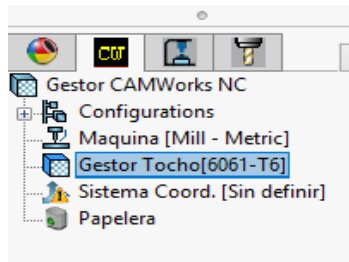
- **Ubicar pestaña CAMWorks.** En el lado izquierdo del área de trabajo, se muestra árbol de operaciones de SolidWorks, es necesario dar clic en las flechas horizontales, localizar el icono de CAMWorks (CW) y acceder al árbol de Rasgos y Operaciones CAMWorks de la figura siguiente.



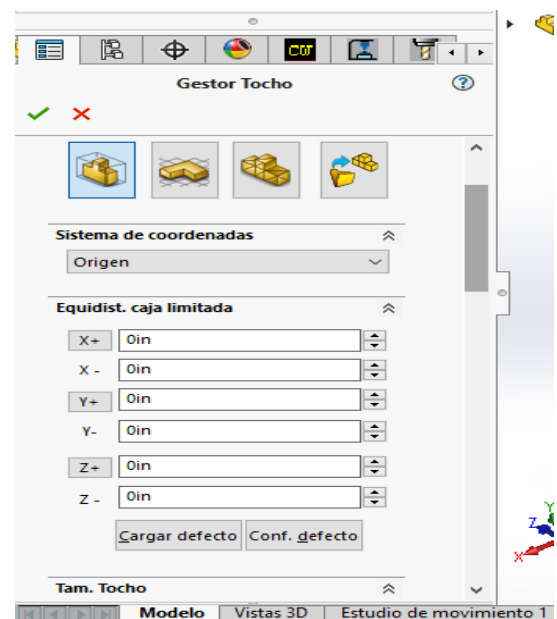
- **Definir máquina.** Enseguida elegir la pestaña “Post-procesador” y dar clic en la lista del equipo seleccionar “MILL\FANUC10M” como muestra la figura siguiente.



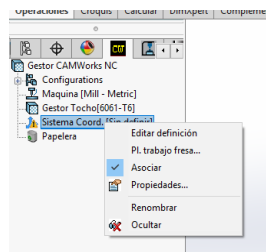
- **Definir tocho.** En todo proceso de mecanizado, se parte de una forma inicial del material a mecanizar que se denominada tocho. Dentro de la misma pestaña de CW dar clic en opción “Gestor Tocho”.



Existen tres diferentes opciones para definir material como: Caja Limitada, Croquis Extruido y Fichero STL. Después de seleccionar el material se verifican los valores por default en valor cero para los ejes X, Y y Z para finalmente dar clic en “aceptar”.

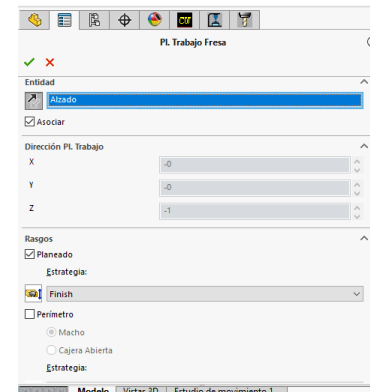
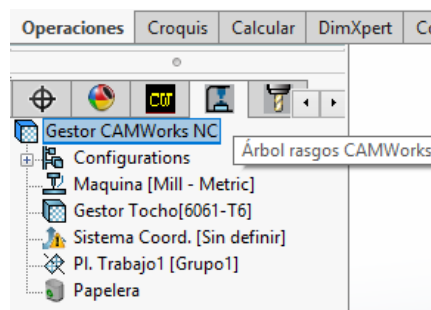


- **Definir Plano de trabajo.** Dando clic con el botón derecho seleccionar de la lista la opción “PI. Trabajo fresa...” como muestra la figura, enseguida aparece una ventana donde selecciona la cara más alta de la pieza y el sentido se coloca. Puede escogerse uno de los planes Plano 1, 2 y 3 siendo el plano Alzado, Planta y Vista Lateral.

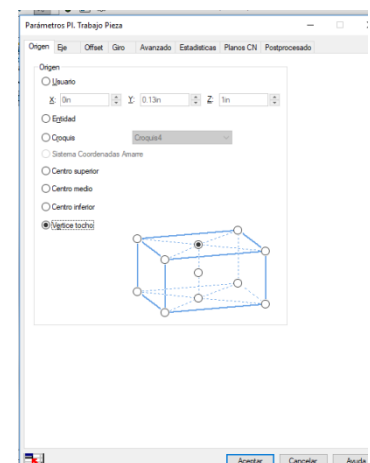


Una vez seleccionada la dirección del plano de trabajo se da clic en “aceptar”

- **Definir Cero Pieza.** Desde la pestaña de “Árbol de Operaciones” dar clic a la flecha derecha para encontrar el icono del “Árbol rasgos CAMWorks”. Enseguida colocarse en la opción “Plano de Trabajo”, dar clic al botón derecho y seleccionar la opción “Editar definición” visualizando el siguiente cuadro de dialogo en la pestaña “Origen”. Se recomienda en el “Vértice tocho” y dar clic en botón “aceptar”

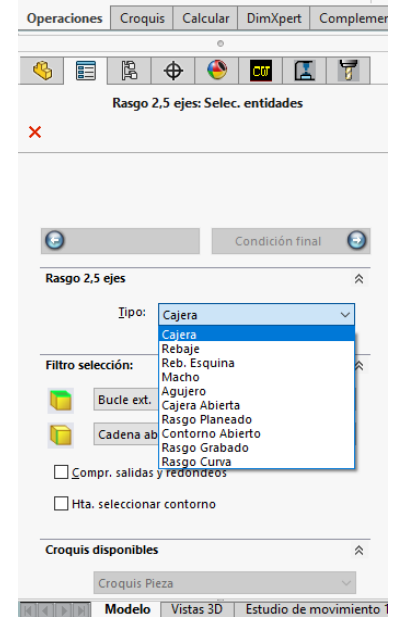
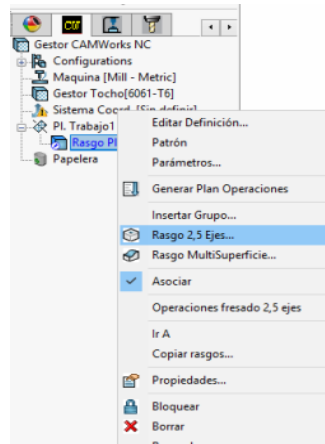


Aquí se indica la forma de maquinar el material; recomendable de arriba hacia abajo.

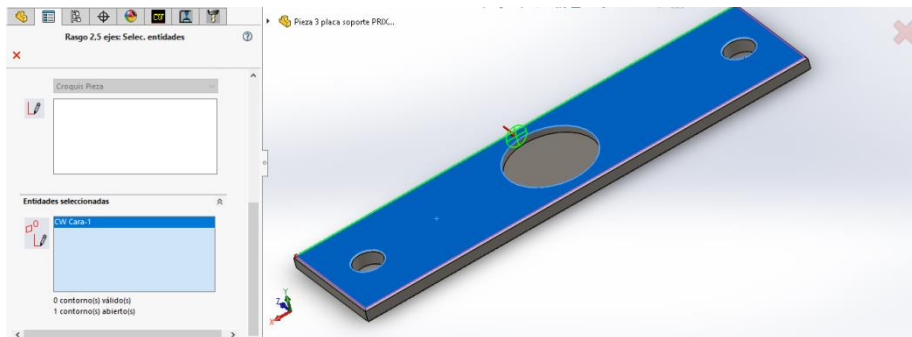


Existen distintas opciones para nuestro cero pieza.

- **Definir Rasgos Maquinables.** Para finalizar, desde el “Árbol de rasgos CAMWorks”, dar clic en botón CW, seleccionar la opción “PI. Trabajo 1” y con botón derecho seleccionar “Rasgo 2.5 ejes” y Tipo “Cajera”.

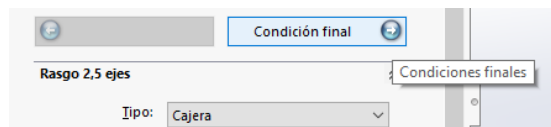


En la parte inferior de esta ventana se muestra un recuadro para “Entidad Seleccionada”. Aquí da un clic sobre la cara de la pieza a maquinar y se visualiza como “Cara-1”. Enseguida se procede a cerrar la ventana.

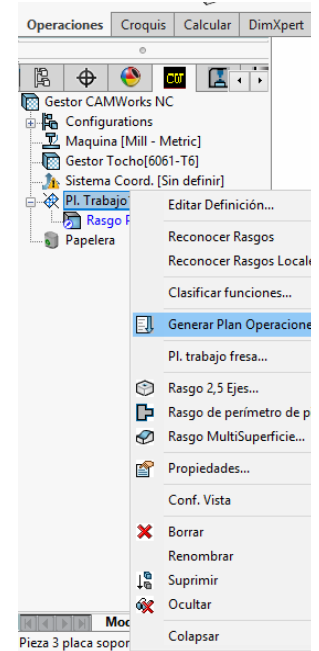


Existen diferentes tipos de rasgos como cajera, rebaje, rebaje esquina, macho, agujero y otros.

El siguiente recuadro es asistente rasgo 2.5 Ejes: condiciones finales. Aquí selecciona la profundidad del maquinado para los rasgos dando clic en “Acabado” y después “Acabado”.



- **Generar Plan de Operaciones.** Dando clic derecho en el plano de trabajo y seleccionando “Generar Plan Operaciones”, la pestaña “Árbol de Operaciones”, según cada caso, genera operaciones como desbaste y contorneado; definir cero piezas se recomienda para iniciar en el centro del material; donde se ubica este origen.
- **Generar camino de herramienta.** Dando clic derecho en el “Plan de Trabajo” y seleccionando la opción “Generar camino de herramienta”; estas operaciones se observan en color rosa para cambiar a un color negro. Lo anterior indica que fue realizada una generación de camino de correcta. En caso contrario quedará en color rosa.
- **Simulación.** Antes de la generación del Código G hay que asegurar que el proceso fue realizado de la mejor manera, es posible apoyarse en la simulación para detectar posibles errores. Al ejecutarse la simulación puede mostrar cualquiera de los tres colores que como:
 1. **Verde** indica que fue realizado un buen corte.
 2. **Azul** sugiere que falta detallar corte.
 3. **Rojo** indica urgencia en resolver un excedido corte.
- **Generación Código G.** Después de verificar la pieza en la simulación se da un clic derecho en “Plano de Trabajo” y selecciona la opción “Post-procesar”. Primero solicitar guardar el archivo, una vez que fue proporcionada la ruta. Dar clic en botón “Ejecutar” para obtener el código G y dar clic en “Aceptar”



Repaso de conocimientos 7. Generación de Código G.

Nombre: _____ **Grupo:** _____ **Fecha:** _____

Instrucciones. Lee y contesta brevemente las siguientes preguntas de análisis de conocimiento.

1. Menciona el beneficio del código G, también conocido como G-code o RS-274.

2. Define la utilidad del programa CAMWorks (CW).

3. Enumere los pasos para creación y generación de código G.

- | | | |
|---|--|--|
| <input type="checkbox"/> Creación de código G | <input type="checkbox"/> Crear o abrir pieza | <input type="checkbox"/> Definir tocho |
| <input type="checkbox"/> Definir rasgos maquinables | <input type="checkbox"/> Simulación | <input type="checkbox"/> Ubicar pestaña CAMWorks |
| <input type="checkbox"/> Definir cero pieza | <input type="checkbox"/> Definir máquina | <input type="checkbox"/> Generar Plan de operaciones |
| <input type="checkbox"/> Definir plano de trabajo | <input type="checkbox"/> Generar camino de herramienta | |

4. Al ejecutarse una simulación se muestran tres colores. Describa que identifica a cada uno de ellos.

Verde: _____

Azul: _____

Rojo: _____

5. Cuando estás dentro del Plan de trabajo las operaciones se muestran en color rosa para después cambiar a color negro. Menciona porque sucede lo anterior.

Operación en color rosa: _____

Operación en color negro: _____

3.2 Práctica 2. Ejemplo de operaciones básicas en Código G

Introducción. Los programas de G&M son simples archivos de texto ASCII (sólo mayúsculas, números y signos de puntuación tradicionales, muy frecuente almacenados en programas y comunicado usando un formato restringido de 6 bits).

Estos programas pueden ser cargados a pie de máquina usando teclado del equipo o transportados desde una PC con diskettes, cables seriales RS232C o memoria USB.

A continuación, se muestra un programa de ejemplo que efectúa operaciones básicas sobre un tocho de material de 55mm por una pulgada de diámetro, refrentado primero y cilindrándolo a 25mm después.

Programa	Comentario
G21	Indica que se utilizará usado el sistema métrico
BILLET X25.4 Z55	Se define el tamaño de tocho para el simulador
G98	Sugiere que las velocidades de corte serán expresadas en mm/min
G28U0W0	Antes que nada, se retira las herramientas de la zona de trabajo
M06T0404	Elegir la herramienta número 4, con el juego de parámetros de compensación 04 (depende de la cara/punta con que desbaste)
M03S3500	Hacer que gire el husillo en sentido horario a 3500 rpm
G00X26Z0	Mover velozmente, sin maquinar, en el aire hasta las proximidades del tocho
G01X-2F80	Maquinada la pieza se procede a refrentar el tocho, de arriba hacia abajo (Se pasa de largo el cero para evitar que queden pupitos)
G00Z2X25	Se retira la herramienta y se prepara para cilindrar.
G01Z-40F140	Realiza el cilindrado hasta Z=-40
G28U2W0	Se envía la herramienta al home, retirándose primero 2mm en X
M05	Se frena el husillo
M30	Se termina el programa y se prepara para ejecutarlo nuevamente

Notas Importantes:

La seguridad es primero

- Asegurarse que todos saben dónde está, y cómo se activa, el botón de parada de emergencia.
- Nunca dejar objetos extraños en el área de maquinado (calibres, cepillos, latas de lubricantes, piezas ya maquinadas, etc.)
- En ninguna circunstancia acceder a la zona de maquinado mientras las partes se encuentran en movimiento.
- Usar las herramientas provistas para ajustar puntas y fresas.

Durante la secuencia:

- Comenzar la ejecución de software de maquinado en realidad virtual (VRT o VRM).
- Cargar, crear o editar el programa de CNC.
- Actualizar configuración de herramientas que tiene cargada el software.
- Simular el programa de maquinado en vista 2D o 3D (aunque sea menos vistosa, la simulación en 2D es sumamente útil y clara).
- Encender y reconocer la máquina de CNC.
- Llevar ejes a la posición de reposo X, Y y Z (conocida como Origen, Casa o Home)
- Preparar las herramientas de la máquina, de manera que correspondan con la configuración cargada en el software.
- Cargar la pieza de materia prima (tocho) en el plato o banco.
- Ajustar offset de la pieza y las herramientas.
- Ejecutar el maquinado.

Repaso de conocimientos 8. Ejemplo de operaciones básicas en Código G.

Nombre: _____ **Grupo:** _____ **Fecha:** _____

Instrucciones. Lee y contesta las siguientes preguntas.

1. A qué deben su nombre el código G y el código M.

2. Enlista cuatro recomendaciones de seguridad:

- _____
- _____
- _____
- _____

3. Describe las formas en que puede introducirse el código G en el equipo.

4. Menciona qué es el formato ASCII para guardar los códigos G.

5. Observa los códigos G incluidos en el anexo de este documento para responder a cada código.

Acción	Código	Acción	Código
Posicionamiento rápido (sin maquinar)		Ciclo de maquinado en torneado	
Volver al home de la máquina			G20
Comienzo de uso de unidades métricas		Ciclo de maquinado en refrentado	

CAPÍTULO 4: MANEJO DE EQUIPO

Introducción a precauciones, reconocimiento y funcionalidad del equipo

Objetivo: El participante identifica las precauciones, reconocimiento y funcionalidad del equipo para el desarrollo de prácticas de manera eficiente y segura tanto para el usuario como para la máquina.

Este manual emplea el centro de mecanizado CNC VDL-600A caracterizado por su alta rigidez, estabilidad, precisión y velocidad, permite utilizar para todas las necesidades de mecanizado, incluyendo fresado, taladrado, escariado y roscado con solo una sujeción. Es ideal para piezas más grandes o irregulares, este centro de mecanizado vertical es especialmente adecuado para las industrias de automóviles, motores, construcción naval y aeroespacial.

Actualmente el control FANUC ocupa la vanguardia de una auténtica revolución mundial de los procesos de fabricación productos y servicios de automatización industrial como robots y sistemas de control numérico.

4.1 Práctica 1. Reconocimiento del equipo

El centro de mecanizado CNC VDL-600A tiene un tamaño de mesa de 800 mm x 420 mm y una velocidad máxima de husillo de 10.000 rpm.



Figura 4.1 CNC VDL-600A

A continuación, se muestra la ficha técnica de la fresadora CNC modelo VDL-600A en ella se detallan los parámetros y alcances de la máquina fresadora CNC, para su buen funcionamiento, conservación y operación de la máquina:

- Tamaño de la mesa (L * W) 800 x 420 mm
- Ranura en T (N * W * D) 3 x 18 x 125 b / t ranuras
- Carga máxima de la mesa 500 Kg
- La distancia desde la línea central del husillo hasta la superficie de la vía de la columna. 511 mm

- La distancia desde la cara del extremo de la punta central del husillo hasta la superficie superior de la mesa 150-670 mm
- X / Y / Z viajes 600/420/520 mm
- Tipo de guía X / Y / Z Forma lineal
- Recorrido rápido X / Y / Z 24/24/20 m / min
- Avance 1-10,000 Nm
- Torsión del servomotor X / Y / Z 12/12/12 kW
- Potencia del motor del husillo 7.5 / 11 r / min
- Rango de velocidad del husillo 60-10,000 rpm
- Cono del husillo # 40 (7/24)
- Capacidad / tipo de almacén de herramientas 16 / tambor / 24 brazo oscilante
- Tipo de adaptador de herramienta BT40
- Peso máximo de la herramienta 7 Kg
- Diámetro / longitud máxima de la herramienta Tambor 100 / 280mm 77 / 280mm brazo oscilante
- Tiempo de cambio de herramienta (T-T) 6-8 / 3 seg.
- Requerimiento de presión de aire 0.6 MPa
- Requisitos de energía 25 kVA
- Dimensión general (L * W * H) 2,310 x 2,040 x 2,337 mm
- Peso neto 4,800 kg

Además, puede mencionarse el siguiente equipamiento estándar del equipo:

- Elección del sistema de control Fanuc, Mitsubishi o Siemens.
- Tambor tipo 16 herramienta bolsillo ATC
- Tornillo sinfín de tipo transportador de viruta y carro de viruta.
- Sistema de refrigerante.
- Guardas completamente cerradas.
- MPG.
- Pistola de aire comprimido.
- Tapping rígido.

- Interfaz RS-232 y función DNC.
- Sistema de apagado automático M30.
- Armario eléctrico con intercambiador de calor.
- Lámpara indicadora de estado de trabajo y ciclo.
- Sistema anti polvo hermético de husillo.
- Kit de herramientas
- Manuales de operación y programación.
- Equipamiento opcional
- ISO # 40 10.000 rpm refrigerante a través de la unidad de husillo
- Refrigerante a través de la capacidad
- Unidad enfriadora de aceite para husillo
- Unidad de alta presión - 2MPa
- Unidad de alta presión - 5-7MPa
- Brazo tipo brazo 24 herramientas ATC
- Sistema de refrigeración por inundación de gran volumen
- Puerta de seguridad interbloqueo
- Levante tipo transportador de viruta
- Ajustador de herramientas (Renishaw TS27R)
- Pistola de agua para la limpieza de la mesa.
(DMTC, D.F.)

Repaso de conocimientos 9. Descripción de los parámetros principales de la máquina.

Nombre: _____ Grupo: _____ Fecha: _____

Instrucciones. Lee con atención y contesta las siguientes preguntas relacionados con la ficha técnica de la fresadora. CNC modelo VDL-600A.

1.- Indique el tamaño de la mesa de la máquina fresadora CNC

2.- Señale el significado de ranura en T (N * W * D) 3 x 18 x 125 b / t.

3.- Mencione la carga máxima para la mesa de la fresadora CNC.

4.- Indique la distancia en mm de la línea central del husillo hasta la superficie de la vía de la columna.

5.- Escriba el recorrido o carrera máxima en los ejes X, Y y Z.

6.- Mencione el rango de velocidad del husillo o cabezal de la fresadora CNC.

7.- Cite el número de cono utilizado en el husillo principal de la fresadora CNC.

8.- Indique el peso máximo permitido para el husillo porta herramienta.

9.- Mencione la presión necesaria para el funcionamiento de la máquina.

10.- Explique la función del magazine de la máquina fresadora CNC.

4.2 Práctica 2. Funcionamiento del equipo

Para el funcionamiento del equipo, a continuación, se muestra el panel de Control FANUC para fresadora CNC Modelo VDL-600A.



Figura 4.2 Panel de control de la fresadora CNC VDL-600A

Además, este equipo en controles FANUC Oi, provee un control manual de datos (MDI), llamado handle speed, que permite realizar avance y retroceso de los ejes seleccionados (X, Y, Z) de la maquina fresadora CNC en modo manual.



La introducción manual de datos (MDI) se realiza siguiendo una secuencia de comandos, con el modo MDI, lo que se efectúa es la ejecución de líneas de programa de forma manual e inmediata.

JOG FEED. Al girar la perilla de operación en esta posición el eje seleccionado de la maquina se moverán.

ZERO RETURN. Al seleccionar la perilla de funciones en esta posición los ejes se irán automáticamente a su posición de cero, empezando por seguridad con el eje z.

AUTO. En este modo es donde se corren los programas.

EDIT. En esta posición del selector se editan o se crean los programas.

OT RELEASE. Cuando la maquina sobrepasa sus límites, es necesario activar este modo para poder mover la máquina y regresarla dentro de sus parámetros normales.

Teclado Alfanumérico del control FANUC

RESET		
7 G	8 N	9 G
4 X	5 Y	6 Z
1 H	2 F	3 R
- M	0 S	. T
B	K J I	Q P
ALTER		
INSERT		
DELET		
/ #		
EOB		
CAN		
POS	PROGRM	MENU OFFSET
PARAM	OPR ALARM	DGNOS
INPUT		
START		

El control ofrece un mecanizado de alta precisión a velocidades óptimas, lo que permite eliminar los errores y aumentar la velocidad de alimentación; al utilizar una aceleración y una desaceleración suaves, minimiza los errores de exceso del eje, también se reducen las tolerancias de formas mediante la supresión de los retrasos de aceleración/desaceleración y los retardos del servo.

Nomenclatura del teclado alfanumérico FANUC:

- Las flechas.** Se seleccionan para posicionar el cursor.
- El teclado alfanumérico.** Se utiliza para agregar números, al igual que los códigos: G, M, S, T, X, Y y Z etc.
- RESET.** Utilizada para iniciar un programa o para la desactivación de las alarmas.
- ALTER.** Nos sirve para cambiar comandos.
- INSERT. Insertar comandos.**
- DELET.** Borrar un comando.
- EOB.** (End of block). - Cambia la línea.
- CAN.** (Cancelar). Cancela un comando antes de insertarlo.
- POS.** (Posición). Muestra los cuadros de coordenadas.
- PRGRM.** (Programa). Muestra el programa guardado en la memoria.
- MENU OFFSET.** Muestra la tabla de compensaciones.
- PARAM.** (Parámetros). Muestra los parámetros de la máquina.
- OPR ALARM.** Nos indica la activación de alguna alarma.
- INPUT.** Indica la entrada de datos.
- START.** Ejecutar.

Componentes del panel de control Fanuc para máquina fresadora CNC



Ilustración 4.3 Panel de control Fanuc

<p>Selector de protección del programa</p>	<p>Monitor principal del control Fanuc</p>	<p>Teclado alfanumérico</p>	<p>Teclado para las funciones de inicio, paro y bloqueo del husillo</p>

Significado de las teclas del Panel

bloqueo de ejes	correr en vacío	paro opcional	omitir bloqueo	reiniciar programa
bloque o auxiliar	bloqueo de la máquina	cancelación del eje z	mostrar	control manual
Función 1	Función 2	Función 3	Función 4	Función 5

Perillas de control

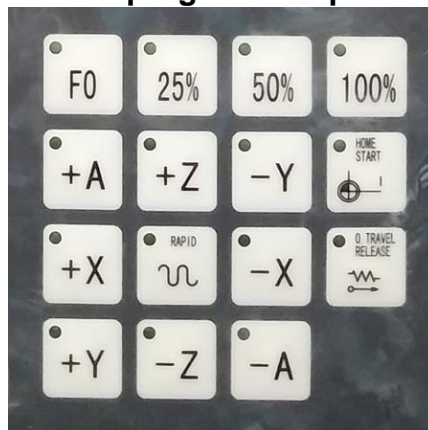
		
Perilla selectora de control manual, EDIT, MDI, DNC, HANDLE, JOG, INC Y REF	Perilla de anulación de avance	Perilla para porcentaje de velocidad de giro de husillo

Teclado de programas de protección, giro del magazine y extractor de rebaba



Giro del husillo extracción de rebaba en sentido horario	refrigerante A	Giro del magazine en sentido horario
Giro del husillo extracción de rebaba en sentido anti-horario	Refrigerante B	giro del magazine en sentido anti-horario
Apagado del husillo	Encendido de luz interior	Posición neutral

Significado de las teclas del programa de protección y giro del husillo



Teclado de posicionamiento de cero máquinas de los ejes x, y, z, y a

F0	25%	50%	100%
----	-----	-----	------

Eje A +	Eje Z +	Eje Y-	Posicionamiento de los ejes en cero pieza
Eje X +	Avance rápido del eje seleccionado	Eje X -	Lanzar el eje seleccionado a posición cero
Eje Y +	eje z -	Eje A -	

Significado del teclado de posicionamiento a cero o home.

Velocidad original de la máquina	giro del husillo en sentido horario	paro del husillo	giro del husillo en sentido anti-horario
----------------------------------	-------------------------------------	------------------	--

Teclado para seleccionar el giro del husillo portaherramientas y paro de emergencia de la máquina



Ilustración 4.4 Paro de emergencia

Repaso de conocimientos 10. Funcionamiento del equipo.

Nombre: _____ Grupo: _____ Fecha: _____

Instrucciones. Lea con atención y conteste las siguientes preguntas.

1.- Mencione la aplicación del control HANDLE SPEED en la operación de la fresadora CNC.

2.- Explique la utilidad del control MDI en el centro de maquinado CNC.

3.- Al girar la perilla de operación en esta posición el eje seleccionado de la maquina se moverá hacia: _____

4.- Escriba la utilidad práctica de ZERO RETURN en máquinas CNC.

_____ 5.
- Cuando la maquina sobrepasa sus límites, es necesario activar este modo para poder mover la máquina y regresarla dentro de sus parámetros normales.

6.- Se utiliza para agregar números, al igual que los códigos: G, M, S, T, X, Y y Z etc.

7.- Utilizada para iniciar un programa o para la desactivación de las alarmas.

8.- Tecla utilizada para iniciar un programa o para la desactivación de las alarmas.

9.- Es la tecla del control FANUC utilizada para borrar un comando.

10.- Tecla utilizada para borrar un comando.

4.3 Práctica 3. Precauciones de Seguridad: Normatividad para uso y operación de máquinas CNC

Objetivo. Establecer las condiciones de seguridad y los sistemas de protección y dispositivos para prevenir y proteger a los trabajadores contra los riesgos de trabajo que genere la operación y mantenimiento de la maquinaria y equipo.

La norma NOM-004-STPS-1994, de las Normas Oficiales Mexicanas, tiene por objetivo prevenir y proteger a los trabajadores contra los riesgos de trabajo, se aplica dónde por la naturaleza de los procesos se emplee maquinaria, equipo y accesorios para la transmisión de energía mecánica. Se define un sistema de protección como los elementos que cubren a la maquinaria y equipo para evitar el acceso al punto de operación y evitar un riesgo al trabajador. La siguiente figura se observan las guardas, compuertas y tapas de seguridad para una operación segura de la máquina fresadora CNC. (STPS, 1999)



Figura 4.4 Fresadora CNC

Por su parte los dispositivos de seguridad son elementos que se deben instalar para impedir el desarrollo de una fase peligrosa en cuanto se detecta dentro de la zona de riesgo de la maquinaria y equipo, la presencia de un trabajador o parte de su cuerpo.



Figura 4.5 Dispositivos de seguridad

Protección personal para los trabajadores en los centros de trabajo.

El objetivo de esta norma (Nom-015-STPS-1994. de las Normas Oficiales Mexicanas) es establecer los requerimientos de la selección y uso del equipo de protección personal para proteger al trabajador de los agentes del medio ambiente de trabajo que puedan alterar su salud y vida. Se aplica en todos los centros de trabajo como medida de control personal en aquellas actividades laborales que, por su naturaleza, los trabajadores estén expuestos a riesgos específicos.

Símbolo	Color		Señal de seguridad	Significado
	Seguridad	Contraste		
Blanco	Azul	Blanco		Protección obligatoria de los pies
Blanco	Azul	Blanco		Protección obligatoria de la vista
Blanco	Azul	Blanco		Protección obligatoria de las vías respiratorias
Blanco	Azul	Blanco		Protección obligatoria de las manos
Blanco	Azul	Blanco		Protección obligatoria del oído

Figura 4.6 Equipo de protección personal

Señales y avisos de seguridad e higiene.

Establece el código para elaborar señales y avisos de seguridad e higiene; así como las características y especificaciones que éstas deben cumplir. Las señales y avisos de seguridad e higiene que deben emplearse en los centros de trabajo, de acuerdo con los casos que establece el Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, y no es aplicables a señales o avisos con iluminación propia. Por lo tanto, se aplica en todos los centros de trabajo. (STPS, 2008)



Figura 4.7 Señales y avisos de seguridad

Medicamentos, materiales de curación y personal que presta los primeros auxilios.

Establece las condiciones para brindarlos primeros auxilios oportunos y eficazmente, se aplica en todos los centros de trabajo, para organizar y prestar los primeros auxilios.

(Nom-020-STPS-1994. de las Normas Oficiales Mexicanas). (STPS, 2011)



Figura 4.8 Elementos básicos de un botiquín de primeros auxilios

Repaso de conocimientos 11. Precauciones de Seguridad.

Nombre: _____ **Grupo:** _____ **Fecha:** _____

Instrucciones. Lee con atención y conteste las siguientes preguntas.

1.- Es la norma que tiene por objetivo prevenir y proteger a los trabajadores contra los riesgos de trabajo. Se aplica dónde por la naturaleza de los procesos se emplee maquinaria, equipo y accesorios para la transmisión de energía mecánica.

2.- Esta norma tiene por objetivo prevenir y proteger a los trabajadores contra los riesgos de trabajo. Se aplica dónde por la naturaleza de los procesos se emplee maquinaria, equipo y accesorios para la transmisión de energía mecánica.

3.- ¿Qué es un sistema de protección?

4.- ¿Qué es un dispositivo de seguridad?

5.- Mencione dos dispositivos de seguridad.

6.- Escriba 4 elementos de protección personal de uso obligatorio en la operación de máquinas herramientas.

7.- Es la norma que establece el código para elaborar señales y avisos de seguridad e higiene; así como las características y especificaciones que éstas deben cumplir. Las señales y avisos de seguridad e higiene que deben emplearse en los centros de trabajo.

8.- El objetivo de esta es establecer los requerimientos de la selección y uso del equipo de protección personal para proteger al trabajador de los agentes del medio ambiente de trabajo que puedan alterar su salud y vida.

9.- Establece las condiciones para brindarlos primeros auxilios oportunos y eficazmente. Se aplica en todos los centros de trabajo, para organizar y prestar los primeros auxilios.

10.- Cite 5 artículos básicos que debe contenes un botiquín de primeros auxilios.

ANEXOS

ANEXO A. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DMTC. (D.F.). *VDL600A-DMTG-Centros-De-Mecanizado-CNC*. Recuperado el 30 de Mayo de 2019, de m.spanish.alibaba.com: <https://m.spanish.alibaba.com/p-detail/VDL600A-DMTG-Centros-De-Mecanizado-CNC-60374293994.html>

Ei (Entrenamiento industrial) CAD CAM CNC. (2019). CURSO CAMWORKS.

Rodríguez Lezama, F. (S.F). *SolidWorks*. Recuperado el 23 de Mayo de 2019, de www.slideshare.net: <https://www.slideshare.net/CarlosCarlos8/practicas-de-solidworks>

STPS. (31 de Mayo de 1999). *Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo*. Recuperado el 30 de Mayo de 2019, de dof.gob.mx.

STPS. (7 de Noviembre de 2008). *Actividades de soldadura y corte- Condiciones de seguridad e higiene*. Recuperado el 27 de Mayo de 2019, de dof.gob.mx.

STPS. (27 de Diciembre de 2011). *Recipientes sujetos a presión, recipientes criogénicos y generadores de vapor o calderas - Funcionamiento - Condiciones de Seguridad*. Recuperado el 31 de Mayo de 2019, de dof.gob.mx: <http://asinom.stps.gob.mx:8145/upload/nom/38.pdf>

ANEXO B. TABLAS

Se muestran los códigos de programación más utilizados en tornos CNC, según modelo algunos códigos pueden estar inhabilitados.

“CODIGO G”eneral

- G00: Posicionamiento rápido (sin maquinar)
- G01: Interpolación lineal (maquinando)
- G02: Interpolación circular (horaria)
- G03: Interpolación circular (anti horaria)
- G04: Compás de espera
- G10: Ajuste del valor de offset del programa
- G20: Comienzo de uso de unidades imperiales (pulgadas)
- G21: Comienzo de uso de unidades métricas
- G28: Volver al home de la máquina
- G32: Maquinar una rosca en una pasada
- G36: Compensación automática de herramienta en X
- G37: Compensación automática de herramienta en Z
- G40: Cancelar compensación de radio de curvatura de herramienta
- G41: Compensación de radio de curvatura de herramienta a la izquierda
- G42: Compensación de radio de curvatura de herramienta a la derecha
- G70: Ciclo de acabado
- G71: Ciclo de maquinado en torneado
- G72: Ciclo de maquinado en frentado
- G73: Repetición de patrón
- G74: Taladrado intermitente, con salida para retirar virutas
- G76: Maquinar una rosca en múltiples pasadas
- G96: Comienzo de desbaste a velocidad tangencial constante
- G97: Fin de desbaste a velocidad tangencial constante
- G98: Velocidad de alimentación (unidades/min)
- G99: Velocidad de alimentación (unidades/revolución)

“CÓDIGO M”isceláneos

M00: Parada opcional

M01: Parada opcional

M02: Reset del programa

M03: Hacer girar el husillo en sentido horario

M04: Hacer girar el husillo en sentido anti-horario

M05: Frenar el husillo

M06: Cambiar de herramienta

M07: Abrir el paso del refrigerante B

M08: Abrir el paso del refrigerante A

M09: Cerrar el paso de los refrigerantes

M10: Abrir mordazas

M11: Cerrar mordazas

M13: Hacer girar el husillo en sentido horario y abrir el paso de refrigerante

M14: Hacer girar el husillo en sentido anti-horario y abrir el paso de refrigerante

M30: Finalizar programa y poner el puntero de ejecución en su inicio

M31: Incrementar el contador de partes

M37: Frenar el husillo y abrir la guarda

M38: Abrir la guarda

M39: Cerrar la guarda

M40: Extender el alimentador de piezas

M41: Retraer el alimentador de piezas

M43: Avisar a la cinta transportadora que avance

M44: Avisar a la cinta transportadora que retroceda

M45: Avisar a la cinta transportadora que frene

M48: Inhabilitar Spindle y Feed override (maquinar exclusivamente con las velocidades programadas)

M49: Cancelar M48

M62: Activar salida auxiliar 1

M63: Activar salida auxiliar 2

M64: Desactivar salida auxiliar 1

M65: Desactivar salida auxiliar 2

M66: Esperar hasta que la entrada 1 esté en ON

M67: Esperar hasta que la entrada 2 esté en ON

M70: Activar espejo en X

M76: Esperar hasta que la entrada 1 esté en OFF

M77: Esperar hasta que la entrada 2 esté en OFF

M80: Desactivar el espejo en X

M98: Llamada a subprograma

M99: Retorno de subprograma

ANEXO C. DOCUMENTACIÓN

HISTORIA DE CONTROL FANUC

En 1956 el Dr. Seiueemon Inaba, fundador de la empresa FANUC, presentó su concepto pionero de control numérico (NC). El Dr. Inaba inició este avance transformador cuando inventó el primer motor de pulsos eléctricos programando un control numérico e incluyéndolo en una máquina herramienta. A partir de la automatización de aquella única pieza ha continuado hasta la automatización de líneas de producción completas.

1956 - El Dr. S. Inaba desarrolla el primer control numérico (NC)

1958 - Envío del primer NC comercial de FANUC

1959 - El Dr. S. Inaba participa en el desarrollo de los primeros motores hidráulicos industriales por impulsos eléctricos

1972 - El primer control numérico por computadora (CNC). El primer centro de mecanizado CNC de FANUC: ROBODRILL

1974 - Desarrollo e instalación de los primeros robots industriales y servomotores DC en Japón y su implementación en las fábricas de FANUC.

1975 - La primera ROBOCUT de FANUC

1977 - FANUC comienza a exportar robots industriales

1978 - FANUC funda empresas en Europa y Corea

1983 - El primer robot de Europa

1984 - La primera FANUC ROBOSHOT instalada en Japón

2003 - FANUC comienza a producir robots inteligentes

2010 - FANUC es el fabricante líder mundial en automatización industrial.

2012 - Todas empresas de FANUC en Europa se agrupan bajo la denominación FANUC Europe Corporation.

2015 - FANUC desarrolla el LÁSER DE FIBRA y presenta el primer robot industrial colaborativo en Europa

2017 - FANUC abre el Centro de Personalización y Distribución en Contern, Luxemburgo

2018 - FANUC presenta la nueva serie de robots SCARA en Europa.