



Sistema de Gestión Integral
Carta de autorización de publicación de
proyecto de estadía

Código	R4I4PSGO01
Versión	02

Nombre del proyecto
REPORTE DE ESTADÍA

**QUE COMO PARTE DE LOS REQUISITOS PARA ACREDITAR LA ASIGNATURA DE
ESTADÍA**

Ingeniería Robótica

Presenta:

Francisco Javier Hernández Rea

AUTORIZA PUBLICACIÓN POR MEDIOS IMPRESOS Y/O ELECTRÓNICOS:

**Asesor de la empresa
o institución:**



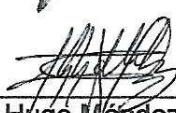
Dr. Cesar Paul Carrillo Delgado.

Presidente:



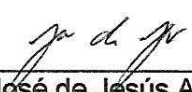
Dr. Cesar Paul Carrillo Delgado.

Secretario:



M.I. Hugo Méndez Guzmán.

Vocal:



M.I. José de Jesús Alvizo García.



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
DEL BICENTENARIO**

Creación de Manual de Operaciones Generales de una
Máquina Fresadora CNC y Optimización de Pieza
para la Estabilidad del RACK.

PARA ACREDITAR LA ASIGNATURA DE ESTADIA:

Ingeniería en Robótica

Presenta:

Francisco Javier Hernández Rea
14030241

Asesor:

Dr. Cesar Paul Carrillo Delgado

Co-Asesor:

M.I. José de Jesús Alvizo García

Silao de la Victoria, Guanajuato, 06 de Septiembre de 2019.

Agradecimientos

Quiero expresar .

A mis padres por haberse esforzado y trabajado para darme la oportunidad de estudiar la ingeniería y ser una persona preparada para el futuro especialmente a mi madre por sus grandes consejos y regaños que siempre me han servido y que ha entregado todo su esfuerzo para que no me haga falta nada.

A mi asesor interno y director de carrera Cesar Paúl Carrillo Delgado por haberme instruido durante mi estadía y por el apoyo durante mi estancia en la universidad.

A mis profesores y profesoras que en alguna ocasión me dieron clase y que sin sus conocimientos no hubiera logrado llegar aquí.

A María Guadalupe Martínez por apoyarme en todos los buenos y malos momentos en el transcurso de la Ingeniería.

A la empresa ELFER por darme la oportunidad de realizar mi Estadía e instruirme con esos conocimientos que puedes adquirir dentro de una empresa.

A mis hermanos Adolfo Hernández y Cecilio Hernández por darme ese apoyo que siempre me han demostrado y apoyarme económicamente para salir adelante con mis estudios.

A mi hermano Agustín Hernández por demostrarme su apoyo y por resolverme muchísimas dudas que tuve con mis materias en la carrera y al resto de mis hermanos por creer en mí y darme ánimos de tantas maneras.

A Jesús Herrera mi maestro de Taekwondo que me mostró el buen camino en la vida, me enseñó acerca de los valores y el respeto ante todo que siempre se debe demostrar.

A mis compañeros y amigos de la universidad por ser parte de esta carrera.

Resumen

A continuación, se presentará la realización y desarrollo de un manual de operaciones generales de una Maquina Fresadora CNC Marca HAAS de 3 grados de libertad y la Optimización de una las piezas INA-07-15 e INA-07-16, que tendrá la función de estabilizar los sunroofs (quema cocos) introducidos en el RACK, ya que si no se realiza una estabilidad a este modelo de RACK la probabilidad de perdidas sería muy alta, por eso se busca tener control en el transporte con seguridad.

Una vez realizado el diseño de las piezas mencionadas a optimizar, la operación de maquinado de la pieza se realizará en una Maquina Fresadora CNC con sistema operativo FANUC. Por otra parte, se describirá la Maquina Fresadora CNC, necesidades para operarla, puntos de seguridad y descripción de la programación y los códigos G y M.

Abstract

Next, the realization and development of a manual of general operations of a CNC Milling Machine HAAS Mark of 3 degrees of freedom and the Optimization of one of the parts INA-07-15 and INA-07-16, which will have the function will be presented to stabilize the sunroofs (burning coconuts) introduced in the RACK, since if a stability is not realized to this model of RACK the probability of losses would be very high, for that reason it is sought to have control in the transport with security.

Once the design of the metered parts to be optimized has been completed, the machining operation of the part will be carried out in a CNC Milling Machine with FANUC operating system. On the other hand, the CNC Milling Machine, needs to operate it, safety points and description of the programming and the G and M codes will be described.

Justificación

La problemática principal en este proyecto, es la falta de estabilidad para mantener estáticos o fijos y bien resguardados unos sunroofs que estaran introducidos dentro del RACK, estos se montan sobre unas charolas echas de varilla (redondo), con unas gomas que soportan los sunroofs, a lo que se quiere llegar es que no se tenga problema alguno para el transporte de ese material frágil, ya que los sunroofs están hechos algunos de vidrio o polímeros muy especiales y se pueden generar perdidas.

La primera solución que se tenía para este proyecto fue, que se realizara una pieza que se maquinara especialmente para estabilizar las charolas, estas irían soldadas con un cierto espacio de separación donde se ingresarán los sunroofs, pero después de analizarlo y estudiarlo bien por las vibraciones del transporte podrían afectar, destantear, desequilibrar, rayar o quebrar el material entonces se tuvo que descartar esa idea.

La segunda y final solución que se planteó fue, realizar la pieza a optimizar con un ranurado lineal por el centro del material, esto para poder colocar un resorte de expansión alambre sobre la punta derecha de un tubo de 17 mm de espesor, esto tendrías 2 funciones, la primera sería de funcionar como un seguro haciendo palanca con el ranurado de la pieza y la otra para hacer que las charolas se puedan desplazar hacia ambos sentidos abajo/arriba.

Objetivo General

El objetivo general de este trabajo es crear un manual de operaciones generales de una máquina CNC HAAS de 3 GDL, además realizar el diseño de una pieza mecánica y estructurar un programa en el CNC para la maquinación de la pieza, esta tendrá la funcionalidad de estabilizar los objetos que se introduzcan en el RACK.

Objetivos Específicos

Dada la problemática citada anteriormente los objetivos específicos son:

1. Realizar un manual de operaciones de una máquina CNC HAAS de 3GDL.
2. Modelar la pieza mecánica mediante el uso software de CAD.
3. Crear el código de maquinado a partir del diseño de la pieza y de los conocimientos adquiridos en los códigos G y M que se utilizan en una Máquina CNC.

Índice general

1	Introducción	1
1.0.1	Descripción del proyecto	2
2	Industrias Metálicas ELFER, Introducción a la Máquina, Teclado del CNC, Códigos G y M y Cero pieza	3
2.1	Descripción General de Industrias Metálicas ELFER	3
2.2	Operaciones Generales en el área de maquinados	4
2.3	Misión	5
2.4	Visión	5
2.5	Valores	5
2.6	Introducción a la máquina Fresadora CNC	5
2.7	Proceso de encendido y puesto en marcha de la máquina	6
2.8	Puntos de Seguridad para operar el CNC:	8
2.9	Descripción del teclado del panel de control de la máquina	10
2.10	Introducción al Teclado del CNC	10
2.11	Teclas Función	13
2.12	Teclas de desplazamiento	14
2.13	Teclas de anulación	15
2.14	Teclas de pantalla	16
2.15	Teclas del cursor	19
2.16	Teclas alfabéticas	20
2.17	Teclas de modo	21
2.18	Teclas numéricas	24
2.19	Introducción a la programación de la maquina y Códigos G y M	26

2.20	Crear nuevo programa	26
2.21	El menú de edición	27
2.22	Menú Search (De búsqueda)	28
2.23	Menú modify (De Modificar))	29
2.24	Códigos G	29
2.25	Códigos M	30
2.26	Direcciones opcionales	30
2.27	Cero de pieza	30
2.28	Compensación de la herramienta	30
2.28.1	Procedimimiento	31
2.29	Cero de pieza	32
2.29.1	Procedimiento	32
3	Diseño de la pieza a Optimizar	35
3.1	Software utilizado	35
3.2	Diseño y modelado de la pieza INA-07-15	35
3.3	Diseño y modelado de la pieza INA-07-16	37
3.4	Codigo G y M de la programación de las piezas	39
3.5	INA-07-15	40
3.6	Simulación en programa MasterCam X4 INA-07-15	40
3.7	INA-07-16	42
3.8	Simulación en programa MasterCam X4 INA-07-16	43
3.9	Gráficos Mostrados en la pantalla principal de la Máquina CNC.	45
3.10	Parámetros de maquinado.	45
4	Análisis de Resultados	49
5	Conclusiones	50
5.1	Conclusiones	50
5.2	Trabajos Futuros	51
5.3	Anexos	51
	Bibliografía	59

Lista de Tablas

5.1	Anexo [3].Direcciones Opcionales.	54
5.2	Anexo [1].Códigos G.	57
5.3	Anexo [1].Códigos G.	58
5.4	Anexo [2].Códigos M.	58

Índice de figuras

1.1	Canal U	2
2.1	Lista de clientes principales	4
2.2	Centro de carga	6
2.3	Breaker para el flujo de corriente	6
2.4	Breaker de encendido de la máquina	7
2.5	Paro de emergencia de la Máquina	7
2.6	Power ON	8
2.7	Reset	8
2.8	Peligro	9
2.9	Advertencias	9
2.10	Advertencias	10
2.11	Power ON	10
2.12	Power Off	11
2.13	Emergency Stop	11
2.14	Jog Handle	11
2.15	Cycle Start	12
2.16	Feed Hold	12
2.17	Teclas Función	14
2.18	Teclas Desplazamiento	15
2.19	Teclas de Anulación	16
2.20	Teclas Pantalla	19
2.21	Teclas del cursor	20
2.22	Teclas Alfabéticas	21
2.23	Teclas de modo	25

2.24	Teclas numéricas	25
2.25	Montaje de herramienta	31
2.26	Cero pieza: lado derecho de la pieza.	33
2.27	Cero pieza: lado izquierdo de la pieza.	33
3.1	Croquis en vista Frontal	36
3.2	Extruir cara lateral	36
3.3	Creación de la pieza INA-07-15	37
3.4	Pieza INA-07-15 Terminada	37
3.5	Croquis en vista Frontal	37
3.6	Extruir cara lateral	38
3.7	Creación de la pieza INA-07-16	38
3.8	Pieza INA-07-16 Terminada	39
3.9	Ranura central en INA-07-16	39
3.10	Barrenados	40
3.11	Barrenados	40
3.12	Esperor de la pieza	41
3.13	Características de la herramienta	41
3.14	Características de la herramienta	42
3.15	Perforación de los barrenos	42
3.16	Perforación de los barrenos	42
3.17	Barrenados	43
3.18	Barrenados	43
3.19	Esperor de la pieza	43
3.20	Características de la herramienta Barrenado	44
3.21	Características de la herramienta Barrenado	45
3.22	Características de la herramienta Ranurado	46
3.23	Características de la herramienta Ranurado	47
3.24	Perforación de los barrenos	47
3.25	Ranurado	47
3.26	Gráficos de operación mostrados en la pantalla de la máquina.	47
3.27	Velocidad de corte	48

3.28	Formula para calcular la velocidad de Giro	48
5.1	Vistas INA-07-15	55
5.2	Vistas INA-07-16	56

Capítulo 1

Introducción

El siguiente trabajo presenta un manual de operaciones generales de una máquina CNC (Control Numérico Computarizado) marca HAAS y la optimización de una pieza diseñada en el software SolidWorks, además de la realización del código para la maquinación de la pieza en la Fresadora CNC, esto con el fin de mejorar la calidad del RACK, para cuando los objetos/materiales sean introducidos dentro tengan una buena estabilidad al momento de transportarlos.

La característica principal de la siguiente pieza es que al realizarse esta optimización y mejora se lograra tener estabilidad y control de los sunroofs sin correr el riesgo de que sucedan incidentes y perdidas.

Para analizar esta problemática es necesario observar y mencionar sus causas, la mas importante es la poca estabilidad. Se entiende por poca estabilidad a que en algún momento de transporte por no estar bien colocados los sunroofs dentro de las charolas donde los sientan puedan rayarse o hasta quebrarse.

La finalidad de este trabajo es optimizar, crear y solucionar el problema de la falta de estabilidad. Para esto se analizó el material con el que se contaría en almacén y el acero más indicado fue el seleccionado el cual es el siguiente: Canal U o Canal C se le conoce por ambos nombres es un acero que se utiliza mucho en la industria metal mecánica, ya que es un material muy resistente y cumple las necesidades que se solicitan para la pieza deseada se puede observar en la Figura 1.1.



Figura 1.1: Canal U

1.0.1 Descripción del proyecto

En este trabajo.

1. En el capítulo uno es la introducción del proyecto y su descripción.
2. En capítulo dos se va a dar una descripción General de Industrias Metálicas ELFER, la cual también incluirá su Misión, Visión y Valores de la empresa, además de sus clientes principales, su infraestructura y operaciones generales en el área de Maquinados. Introducción a la maquina Fresadora CNC, se describirá el encendido de la máquina y los puntos de seguridad para operarla. Además se describirá el teclado del panel de control de la máquina. También se va introducir a la programación de la máquina y G y M, y por ultimo se explicará como sacar el cero pieza y los pasos indicados para realizar de una forma segura, rápida y eficaz.
3. En el capítulo tres se explicará y demostrara acerca del diseño de la pieza optimizada, el software que se utilizó para el diseño, las medidas de la pieza y las características principales. se mostrará el código de maquinación de las piezas además de la simulación realizada en el Software Mastercam y los gráficos mostrados en la pantalla de la máquina.
4. En el capítulo cuatro se darán los análisis de resultados.
5. En el capítulo cinco se mostrarán las conclusiones y trabajos futuros.

Capítulo 2

Industrias Metálicas ELFER, Introducción a la Máquina, Teclado del CNC, Códigos G y M y Cero pieza

Este capítulo trata de dar una descripción General de Industrias Metálicas ELFER, la cual también incluirá su Misión, Visión y Valores de la empresa, además de sus clientes principales, su infraestructura y operaciones generales en el área de maquinados en la cual es una de las áreas donde desarrollare parte de mi proyecto para la optimización de la pieza estabilizadora.

2.1 Descripción General de Industrias Metálicas ELFER

Es una empresa Metal-mecánica dedicada a las soluciones para la fabricación y mantenimiento de equipo e instalaciones para la industria en general.

ELFER es considerada como una empresa de Mantenimiento Industrial con una amplia experiencia en la industria principalmente en el sector automotriz en cuanto al mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo se refiere.

En Industrias Metálicas ELFER nos comprometemos a mantener el sistema de gestión de la calidad, para cumplir con los requisitos del servicio solicitado por nuestros clientes, con un enfoque en la mejora continua de nuestros procesos. Llevamos a cabo actividades como:

1. Mantenimiento permanente en las áreas de facilities.
2. Inspecciones sistemáticas de todas las instalaciones con intervalos de control para detectar oportunamente cualquier desgaste o rotura manteniendo los registros adecuados.
3. Efectuar reparaciones de emergencia dentro y fuera de la planta lo más pronto posible.
4. Sugerir y proyectar mejoras en las instalaciones y equipos para disminuir daños.

Realizamos análisis y planeaciones por medio de software y programas que emiten órdenes de trabajo para llevar a cabo los mantenimientos de acuerdo con calendarios emitiendo apoyos visuales y tableros de control.

La lista de clientes principales se puede observar en la Figura 2.1.



Figura 2.1: Lista de clientes principales

2.2 Operaciones Generales en el área de maquinados

Sus operaciones Generales en el área de maquinados son las siguientes:

1. Maquinación de piezas en la Máquina Fresadora CNC.
2. Maquinación de piezas en la Máquina Torno CNC.
3. Maquinación de piezas en el Torno Convencional.
4. Operación sobre piezas en el Taladro de banco.
5. Corte por plasma en el pantógrafo CNC.

2.3 Misión

Mantener y reparar instalaciones y equipo para la industria en general incluyendo la fabricación de equipos móviles para la transportación, a través de capital humano calificado, materiales que cumplan con los requisitos y el equipo adecuado.

2.4 Visión

Ser una empresa con presencia y reconocimiento en las principales industrias nacionales.

2.5 Valores

Honestidad: Actuamos con rectitud y veracidad.

Pasión: Nos entregamos en todo lo que hacemos.

Trabajo en equipo: Colaboramos, sumamos esfuerzos, multiplicamos logros.

Calidad: Ofrecemos diariamente productos y servicios de calidad superior.

Innovación: Continua en nuestras estrategias y en nuestro método de trabajo.

Compromiso: Con nuestros clientes, al brindarles productos de calidad, con la sociedad, al brindarles estabilidad a las familias de nuestro personal; u con el medio ambiente, al respetar y cumplir con todas las normas establecidas para el cuidado de este.

Rentabilidad: Obtenemos resultados para seguir creciendo y emprendiendo.

2.6 Introducción a la máquina Fresadora CNC

Este capítulo es una introducción a la máquina Fresadora CNC, se describirá el encendido de la máquina y los puntos de seguridad para operarla, así como los voltajes adecuados para el buen inicio de encendido, niveles de refrigeración y las advertencias que existen al momento de operar y programar la máquina.

2.7 Proceso de encendido y puesto en marcha de la máquina

1. Revisar el centro de carga que este correctamente encendido y con el voltaje adecuado se puede observar en la Figura 2.2.



Figura 2.2: Centro de carga

2. Enciendes el breaker que permite la alimentación del CNC se puede observar en la Figura 2.3.



Figura 2.3: Breaker para el flujo de corriente

3. Revisar los niveles de presión, de aceite y refrigerante, (6-8 bares aire).
4. Encender el compresor de aire y evacuar el agua que este acumula.
5. Encender el interruptor de la maquina se ubica en la parte trasera de la misma se puede observar en la Figura 2.4.



Figura 2.4: Breaker de encendido de la máquina

6. Revisar que el paro de emergencia se encuentre activo por si tiene algún programa cargado no realice una colisión o movimiento brusco se puede observar en la Figura 2.5.

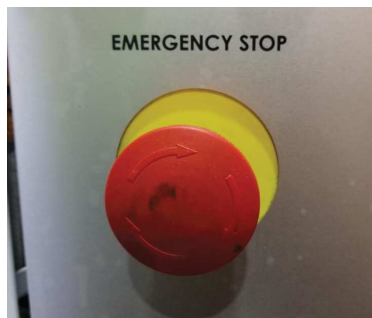


Figura 2.5: Paro de emergencia de la Máquina

7. Revisar que las puertas se encuentren cerradas.
8. Presionas POWER ON se puede observar en la Figura 2.6.
9. Después de esperar unos segundos enciende la pantalla y te aparecerá una alarma que te indica que quites el paro de emergencia.
10. Abres y cierras la puerta y presionas RESET se puede observar en la Figura 2.7.
11. Una vez que se reseteo la máquina y eliminado las alarmas procedes a presionar el botón de 5 % de rapidez, esto evita que la máquina pueda colisionar y realice movimientos bruscos.



Figura 2.6: Power ON



Figura 2.7: Reset

12. Presionas el botón de Encender o Iniciar el cual energiza los servomotores y regresa todos los servomotores a su estado cero.

2.8 Puntos de Seguridad para operar el CNC:

1. La persona que opere el CNC debe tener los conocimientos adecuados para operar la máquina
2. Inspeccionar antes de utilizar las herramientas y partes del CNC
3. El equipo para operar esta máquina es el siguiente:
Botas de seguridad
Gafas de protección
tapones auditivos.
4. No haga funcionar la máquina si la puerta no esta cerrada y no funcionen correctamente los seguros en caso de lo contrario una persona mas especializada puede hacerlo con una velocidad lenta y con mucha precaución.
5. Utilizar el botón Paro de emergencia (Emergency Stop), en caso de ser necesario este botón

deshabilita todos los movimientos de la máquina, normalmente este botón se utiliza para evitar choques en la máquina.

6. Para realizar el mantenimiento de la máquina presione el botón de Emergency Stop o apague la máquina.
7. Nunca realice el mantenimiento de la máquina con la instalación eléctrica conectada.
8. Cada peligro se define y se explica en el rótulo de seguridad general, situado en la parte frontal de la máquina se puede observar en la Figura 2.8.



Figura 2.8: Peligro

9. Revise y entienda las cuatro partes de cada advertencia de seguridad, explicada a continuación, y familiarícese con los símbolos en las siguientes páginas se puede observar en las Figuras 2.9 y 2.10



Figura 2.9: Advertencias



Figura 2.10: Advertencias

2.9 Descripción del teclado del panel de control de la máquina

Este capítulo trata de dar una introducción generalizada al Teclado de la máquina, el cual muestra todos los botones que tiene este panel y se explica para que funciona cada uno de ellos, además de separar por secciones cada menú de teclas, desde teclas de función, desplazamiento, anulación, pantalla, cursor, alfabéticas, numéricas y teclas de modo.

2.10 Introducción al Teclado del CNC

Power On (Encender) - Enciende la máquina se puede observar en la Figura 2.11. **Power Off**



Figura 2.11: Power ON

(Apagar) - Apaga la máquina se puede observar en la Figura 2.12. **Emergency Stop** (parada de emergencia) - Detiene el movimiento de todos los ejes, el husillo, la torreta, y apaga la bomba del refrigerante se puede observar en la Figura 2.13. **Jog Handle** (volante de avance) - Se usa para desplazar todos los ejes. También se puede utilizar para desplazarse por el código del



Figura 2.12: Power Off

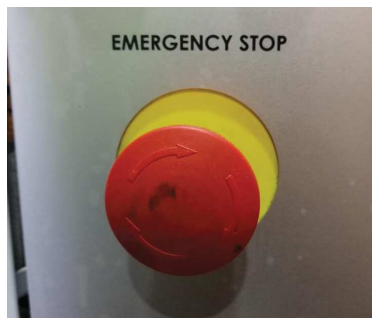


Figura 2.13: Emergency Stop

programa o por los elementos del menú al editar se puede observar en la Figura 2.14.

Cycle Start (inicio de ciclo) - Inicia un programa. Este botón se utiliza también para iniciar



Figura 2.14: Jog Handle

un programa de simulación en modo Graphics (gráficos) se puede observar en la Figura 2.15.

Feed Hold (detener avance) - Detendrá el movimiento de todos los ejes. Nota: El husillo continuará girando durante el corte se puede observar en la Figura 2.16.



Figura 2.15: Cycle Start



Figura 2.16: Feed Hold

Reset (Restablecer) - Detendrá la máquina (se detendrán los ejes, husillo, cambiador de herramientas y bomba del refrigerante). Este no es un método recomendable para detener la máquina porque podría ser difícil continuar desde ese punto.

Power Up (Encender) / Restart (Reiniciar) - En la mayoría de las máquinas, cuando se presiona esta tecla, los ejes vuelven a la posición cero de la máquina y puede producirse un cambio de herramienta.

Restore (Restaurar) - Este botón ayuda al operador a recuperar al cambiador de herramientas de una parada anormal.

Memory Lock Key Switch (interruptor de bloqueo de memoria) - Este interruptor evita que el operador edite programas y altere ajustes cuando pasa a la posición desbloqueada, y los ajustes listados a continuación se activan.

Second Home Button (botón de segundo inicio) - Este botón moverá rápido todos los ejes a las coordenadas especificadas en el corrector cero de pieza G154 P20. La secuencia es la

siguiente: Primero, el eje Z regresa al cero de la máquina, luego se mueven los ejes X e Y, luego el eje Z se mueve a la posición de su segundo inicio. Esta función trabajará en cualquier modo, excepto en DNC.

Work Light Switch (interruptor de la luz de trabajo) - Este botón encenderá la luz de trabajo dentro de la máquina.

Avisador acústico del teclado - Situado en la parte superior de la bandeja de las piezas. Ajuste el volumen girando la cubierta.

2.11 Teclas Función

Teclas F1- F4 - Estos botones presentan diferentes funciones dependiendo del modo de operación. Vea la sección del modo específico para obtener más descripciones y ejemplos se puede observar en la Figura 2.17.

Tool Offset Meas (medida de la corrección de herramientas) - Se utiliza para registrar los correctores de la longitud de la herramienta durante la configuración de la pieza se puede observar en la Figura 2.17

Next Tool (herramienta siguiente) - Se usa para seleccionar la siguiente herramienta del cargador de herramientas. Se utiliza después de pulsar Tool Offset Measure (medida de entrada de los correctores de herramientas) en Setup (configuración) se puede observar en la Figura 2.17

Tool Release (liberación de herramientas) - Libera la herramienta del husillo en modo MDI, modo retorno a cero o modo volante de avance se puede observar en la Figura 2.17

Part Zero Set (ajuste de cero de pieza) - Se utiliza para registrar los correctores de las coordenadas de trabajo durante la configuración de la pieza (véase Ajustar correctores en la sección Operación) se puede observar en la Figura 2.17



Figura 2.17: Teclas Función

2.12 Teclas de desplazamiento

Chip FWD (Avance del extractor de virutas sin-fin) - Inicia el extractor de virutas sin-fin en la dirección "Forward" (avance), moviendo las virutas fuera de la máquina se puede observar en la Figura 2.18.

Chip Stop (Detener extractor de virutas sin-fin) - Detiene el extractor de virutas sin-fin se puede observar en la Figura 2.18.

Chip REV (retroceso del extractor de virutas sin-fin) - Inicia el extractor de virutas opcional en la dirección "Reverse" (retroceso); esto es útil para limpiar atascos y restos del extractor se puede observar en la Figura 2.18.

X/-X, Y/-Y, Z/-Z, A/-A y B/-B (teclas de ejes) - Permite desplazar manualmente el eje manteniendo pulsado el botón individual o pulsando el eje deseado y utilizando el volante de avance se puede observar en la Figura 2.18.

Jog Lock (bloqueo de avance) - Trabaja con los botones de los ejes. Pulse el bloqueo de avance y luego un botón de eje y el eje no se moverá al máximo recorrido o hasta que vuelva a ser presionado de nuevo se puede observar en la Figura 2.18.

CLNT Up (refrigerante arriba) - Mueve la boquilla de refrigerante programable opcional (P-Cool) hacia arriba se puede observar en la Figura 2.18.

CLNT Down (refrigerante abajo) - Mueve la boquilla de refrigerante programable opcional

hacia abajo se puede observar en la Figura 2.18.

AUX CLNT (refrigerante auxiliar) - Al pulsar esta tecla mientras se está en modo MDI sólo se encenderá el sistema opcional de refrigerante a través del husillo (TSC); al pulsarla una segunda vez se apagará el TSC se puede observar en la Figura 2.18.



Figura 2.18: Teclas Desplazamiento

2.13 Teclas de anulación

Estas teclas permiten al usuario anular la velocidad del movimiento del eje en tiempo muerto (rápido), los avances programados y las velocidades del husillo se puede observar en la Figura 2.19.

-10 - Reduce la velocidad de avance actual un 10% se puede observar en la Figura 2.19.

100 % - Establece la velocidad de avance a la velocidad programada por el usuario se puede observar en la Figura 2.19.

+10 - Incrementa la velocidad de avance actual un 10% se puede observar en la Figura 2.19.

-10 - Reduce la velocidad actual del husillo un 10% se puede observar en la Figura 2.19.

100% - Establece la velocidad del husillo anulada a la velocidad programada se puede observar en la Figura 2.19.

+10 - Incrementa la velocidad actual del husillo un 10% se puede observar en la Figura 2.19.

Hand Cntrl Feed (Velocidad de avance del control por volante) - Al presionar este botón se permite utilizar el volante de avance para controlar la velocidad avance en incrementos de

$\pm 1\%$.

Hand Cntrl Spin (Husillo de control manual) - Al presionar este botón se permite al volante de avance controlar la velocidad del husillo en incrementos del $\pm 1\%$.

CW - Inicia el husillo en la dirección de las manecillas del reloj. Este parámetro está deshabilitado en la máquina CE (exportación) se puede observar en la Figura 2.19.

CCW - Inicia el husillo en la dirección contraria a la de las manecillas del reloj. Este parámetro está deshabilitado en la máquina CE (exportación). El husillo puede iniciarse o detenerse con los botones CW o CCW en cualquier momento en el que la máquina se encuentre en una parada Bloque a bloque o cuando se haya presionado el botón Free Hold (Detener avance). Cuando el programa se reinicia con Inicio de ciclo, el husillo volverá hasta la velocidad definida previamente se puede observar en la Figura 2.19.

STOP (Parar) - Detiene el husillo se puede observar en la Figura 2.19.

5% / 25% / 50% / 100% Rapid (Avance Rápido) - Limita el avance rápido al valor de la tecla. El botón Rapid (rápido) 100% permite la máxima rapidez se puede observar en la Figura 2.19.



Figura 2.19: Teclas de Anulación

2.14 Teclas de pantalla

Las teclas de visualización permiten el acceso a las diferentes pantallas, a la información del funcionamiento y a las páginas de ayuda. Con frecuencia se utilizan para cambiar paneles activos dentro de un modo de función. Algunas de estas teclas muestran pantallas adicionales

al ser pulsadas más de una vez se puede observar en la Figura 2.20.

Prgrm/Convrs - Selecciona el panel de programa activo en la mayoría de los modos. En modo MDI/DNC, púlselo para acceder a VQC y IPS/WIPS (si se instaló) se puede observar en la Figura 2.20.

Posit (Posición) - Selecciona el panel de posiciones situado en el centro inferior de la mayoría de las pantallas. Visualiza las posiciones actuales de los ejes. Pase entre las posiciones relativas pulsando la tecla POSIT (posición). Para filtrar los ejes visualizados en el panel, teclee la letra para cada eje que desee visualizar y pulse WRITE/ENTER (escribir/introducir). Cada posición de los ejes se visualiza en el orden indicado se puede observar en la Figura 2.20.

Offset (corrector) - Pulse para alternar entre dos tablas de correctores. Seleccione la tabla Tool Offsets (correctores de herramientas) para visualizar y editar la geometría de longitud de herramientas, correctores de radio, correctores de desgaste, y posición del refrigerante. Seleccione la tabla Work Offsets (correctores de piezas) para visualizar y editar las posiciones de los correctores de piezas especificados con Código G en programas se puede observar en la Figura 2.20.

Currt Comds (comandos actuales) - Pulse PAGE UP / PAGE DOWN (avance / retroceso de página) para alternar a través de los menús de Maintenance (mantenimiento), Tool Life (activar herramienta), Tool Load (carga de herramienta), Advanced Tool Management (ATM) (gestión avanzada de herramientas), System Variables (variables de sistema), y ajustes del reloj y ajustes de temporizador / contador se puede observar en la Figura 2.20.

Alarm / Mesgs (Alarmas / Mensajes) - Muestra el visor de alarmas y las pantallas de mensajes. Hay tres pantallas de alarmas, la primera muestra las alarmas activas actualmente (primera presión del botón Alarm/Mesgs(alarma/mensajes)).

Pulse la tecla **Right Arrow** (flecha derecha) para ver el histórico de alarmas. Use las teclas de flechas arriba y abajo para desplazarse a través de entradas del histórico de alarmas, y pulse F2 para escribir en un dispositivo de memoria se puede observar en la Figura 2.20.

Param / Dgnos (parámetros / diagnósticos) - Muestra los parámetros que definen el funcionamiento de la máquina. Los parámetros se organizan por categorías en un menú tabulado, o para encontrar un parámetro conocido, teclee el número y pulse la flecha hacia arriba o hacia abajo. Los parámetros se establecen en fábrica y el usuario no debería modificarlos excepto que sea personal autorizado de Haas.

Al pulsar por segunda vez la tecla **Param / Dgnos** (Parámetros / Diagnóstico) se mostrará la primera página de datos de diagnóstico. Esta información se utiliza principalmente para la detección de problemas realizada por un técnico de mantenimiento certificado por Haas. La primera página de diagnóstico incluye las entradas y salidas discretas. Pulsando Page Down (página anterior) mostrará las páginas adicionales de datos de diagnóstico se puede observar en la Figura 2.20.

Setng / Graph (Ajustes / Gráficos) - Muestra y permite el cambio de los ajustes del usuario. Como los parámetros, los ajustes se organizan por categorías en un menú tabulado. Para encontrar un ajuste conocido, teclee el número y pulse la flecha hacia arriba o hacia abajo.

Presionando la tecla **Setng / Graph** (Ajustes / Gráficos) una segunda vez habilita el modo Gráficos. En el modo Graphics (gráficos), se puede ver la trayectoria generada por el programa para la herramienta y, si es necesario, depurar el programa antes de ejecutarlo (véase el Modo gráficos en la sección Operación) se puede observar en la Figura 2.20.

Help / Calc (Ayuda / Calculadora) - Muestra temas de ayuda en un menú tabulado. La ayuda disponible incluye una breve descripción de códigos G y M, definiciones de las funcionalidades de control, localización de problemas e incidencias de mantenimiento. El menú ayuda también incluye varias calculadoras.

Si pulsa la tecla HELP/CALC (ayuda/calculadora) en algunos modos, aparecerá una ventana emergente de ayuda. Use esta ventana para acceder a temas de ayuda pertinentes al modo actual, y también para ejecutar ciertas funciones como se indica en el menú. Para acceder al menú tabulado descrito anteriormente desde una ventana emergente, pulse HELP/CALC

(ayuda/calculadora) una segunda vez.

Pulse HELP/CALC (ayuda/calculadora) una tercera vez para volver a la pantalla que estaba activa cuando se pulsó Help/CALC (ayuda/calculadora) la primera vez se puede observar en la Figura 2.20.



Figura 2.20: Teclas Pantalla

2.15 Teclas del cursor

Use las teclas del cursor para moverse a través de varias pantallas y campos en el control y para editar programas CNC.

Home (inicio) - Este botón moverá el cursor al elemento situado más arriba en la pantalla; al editar, es el bloque situado en la parte superior izquierda del programa se puede observar en la Figura 2.21.

Up / Down Arrows (flechas arriba / abajo) - mueve un elemento, un bloque o un campo hacia arriba/abajo se puede observar en la Figura 2.21.

Page Up / Down (página siguiente/anterior) - Se usa para cambiar pantallas o para mover arriba/abajo una página cuando se visualiza un programa se puede observar en la Figura 2.21.

Left Arrow (flecha izquierda) - Se usa para seleccionar individualmente elementos editables cuando se ve un programa; mueve el cursor a la izquierda. Se utiliza para desplazarse a través de las selecciones de ajustes se puede observar en la Figura 2.21.

Right Arrow (flecha derecha) - Se usa para seleccionar individualmente elementos editables cuando se ve un programa; mueve el cursor a la derecha. Se utiliza para desplazarse a través de las selecciones de ajustes y mueve la ventana de ampliación a la derecha en el modo de gráficos se puede observar en la Figura 2.21.

End (fin) - Este botón generalmente mueve el cursor hasta el elemento situado más abajo en la pantalla. Durante la edición, será hacia el bloque o línea final del programa se puede observar en la Figura 2.21.



Figura 2.21: Teclas del cursor

2.16 Teclas alfabéticas

Las teclas alfabéticas permiten al usuario introducir las letras del alfabeto junto con algunos caracteres especiales. Algunos de los caracteres especiales se introducen presionando primero la tecla "Shift".

Shift (cambio) - La tecla de cambio permite el uso de caracteres adicionales en el teclado. Los caracteres adicionales se ven en la parte superior izquierda de algunas de las teclas alfanuméricas. Pulsando la tecla Shift (Cambio) y después el carácter, se introducirá ese carácter en la línea de entrada de datos. Cuando se introduce texto, se hace por defecto en MAYÚSCULAS, para introducir caracteres en minúsculas, mantenga presionada la tecla Shift (Cambio). Para seleccionar el desplazamiento del eje B, si se instaló un quinto eje en el control, se oprime Shift primero y después una de las teclas de avance +/-A se puede observar en la Figura 2.22.

EOB- Carácter End-Of-Block (fin de bloque). Aparece como un punto y coma (;) en la pantalla e indica el final de una línea de programa se puede observar en la Figura 2.22.

(-) - Los paréntesis se usan para separar los comandos del CNC de los comentarios del usuario en un programa. Siempre se deben introducir parejas de paréntesis. Nota: Si al recibir un programa a través del puerto RS232 se recibe una línea de código no válido, ésta se agregará al programa entre paréntesis se puede observar en la Figura 2.22.

/- La barra se usa en la funcionalidad Block Delete (borrar bloque) y en expresiones Macro. Si este símbolo es el primer símbolo en un bloque y se acciona Block Delete (Borrar bloque), entonces ese bloque se ignorará durante la ejecución del programa. Este símbolo también se usa para la división aritmética (dividir por) en expresiones con macro (véase la sección Macro) se puede observar en la Figura 2.22.

[]- Los corchetes se usan en funciones macro. Las Macros son una funcionalidad opcional del software (véase la sección Macro) se puede observar en la Figura 2.22.



Figura 2.22: Teclas Alfabéticas

2.17 Teclas de modo

Estas teclas cambian el estado de operación de la máquina de herramientas CNC. Una vez se presione un botón de modo, los botones en la misma fila estarán disponibles para el usuario. El modo actual siempre se visualiza en el centro superior de la pantalla.

EDIT (editar) - Selecciona el modo de edición. Este modo se utiliza para editar programas en la memoria de control. El modo Edit (editar) proporciona dos paneles de edición: uno para el programa activo en curso, y otro para edición de programas en segundo plano. Cambie entre los dos paneles pulsando la tecla EDIT (editar). Pulse F1 para acceder a menús emergentes de ayuda se puede observar en la Figura 2.23.

Insert (insertar) - Al pulsar este botón se introducirán comandos en el programa delante del cursor. Este botón también insertará texto desde el portapapeles en la posición actual del cursor, y puede utilizarse también para copiar bloques de código en un programa se puede observar en la Figura 2.23.

Alter (alterar) - Al pulsar este botón se cambiará el comando o texto resaltado por el nuevo comando o texto introducido. Este botón cambiará también las variables resaltadas por el texto almacenado en el portapapeles, o moverá un bloque seleccionado a una nueva posición se puede observar en la Figura 2.23.

Delete (borrar) - Borra el elemento en el que está el cursor, o borra un bloque de programa seleccionado se puede observar en la Figura 2.23.

Undo (deshacer) - Retrocede o deshace hasta los últimos 9 cambios hechos en la edición, y deselecta un bloque resaltado se puede observar en la Figura 2.23.

MEM (Memoria) - Selecciona el modo de memoria. La pantalla visualiza el programa activo y otra información necesaria al fabricar una pieza se puede observar en la Figura 2.23.

Single Block (bloque a bloque) - Apaga o enciende bloque único. Cuando bloque a bloque está activado, únicamente se ejecuta un bloque del programa, cada vez que se presione Cycle Start (Inicio de Ciclo) se puede observar en la Figura 2.23.

Dry Run(ensayo) - Se usa para verificar el movimiento real de la máquina sin cortar una pieza. (Véase la sección Ensayo en el Capítulo Operación) se puede observar en la Figura 2.23.

Opt Stop (Parada Opcional) - Activa o desactiva las paradas opcionales. Véase también G103 en el capítulo Código G. Cuando esta funcionalidad está On (activada) y se programa un código M01 (parada opcional), la máquina se detendrá al alcanzar el M01. La máquina continuará una vez que se pulse Cycle Start (Inicio de Ciclo). Sin embargo, dependiendo de la función adelantado del previsor de bloques (G103), es posible que la parada no se ejecute inmediatamente (véase la sección adelantado). En otras palabras, la función de adelanto de bloque puede provocar que el comando Opcional Stop (Parada opcional) ignore el M01 más próximo. Si el botón Optional Stop (Parada opcional) se pulsa durante un programa, actuará sobre la línea siguiente a la resaltada cuando se pulsó se puede observar en la Figura 2.23.

Block Delete (borrar Bloque) - Activa o desactiva la función borrar bloque. Cuando esta opción está funcionando, se ignorarán los bloques con una barra ("/") como primer carácter (no ejecutados). Si la barra está en una línea de código, se ignorarán los comandos después de la barra si esta opción está habilitada. Block Delete (Borrar bloque) tomará efecto dos líneas después de que se haya presionado, excepto cuando se encuentre activa la compensación de la herramienta de corte, en ese caso, no tendrá efecto hasta cuatro líneas después de la línea resaltada. El procesamiento se verá ralentizado para los recorridos que contengan borrados de

bloque durante mecanizados de alta velocidad. Block Delete (borrar bloque) permanecerá activo cuando se encienda y apague la alimentación se puede observar en la Figura 2.23.

MDI/DNC- El modo MDI es el modo de "Entrada manual de datos" cuando un programa puede escribirse pero no se introduce en la memoria. El modo DNC, "Control Numérico Directo", permite introducir a cuentagotas programas grandes en el control, para que se puedan ejecutar (véase la sección del modo DNC) se puede observar en la Figura 2.23.

Coolant (Refrigerante) - Enciende y apaga el líquido refrigerante opcional se puede observar en la Figura 2.23.

Orient Spindle (orientar husillo) - Gira el husillo hasta una posición dada y luego lo bloquea. Puede utilizarse durante el montaje para indicar piezas se puede observar en la Figura 2.23.

ATC FWD / REV (avance/retroceso del ATC) - Gira la torreta de herramientas hasta la herramienta siguiente / anterior. Para cargar una herramienta específica en el husillo, acceda al modo MDI o al modo de volante de avance, teclee un número de herramienta (T8) y pulse ATC FWD (avance del ATC) o ATC REV (retroceso del ATC) se puede observar en la Figura 2.23.

Hand Jog (volante de avance)- Selecciona el modo de desplazamiento del eje 0.0001, 0.1 - 0.0001 pulgadas (0.001 mm) para cada división en el volante de avance. Para el ensayo, .1 pulgadas/ min se puede observar en la Figura 2.23.

.0001/.1, .001/1., .01/10., .1/100.- El primer número (número superior), en modo pulgadas, selecciona la cantidad a desplazarse en cada clic del volante de avance. Cuando la fresadora se encuentra en modo MM el primer número se multiplica por 10 cuando se desplaza el eje (p.e. 0.0001 se convierte en 0.001 mm). El segundo número (número en la parte inferior) se utiliza en modo ensayo y sirve para seleccionar la velocidad del avance y los movimientos del eje se puede observar en la Figura 2.23.

Zero Ret(Retorno a cero) - Selecciona el modo Retorno a cero, que muestra la localización del eje en cuatro categorías distintas, que son; Operador, Trabajo G54, Máquina y Dist (distancia) a recorrer. Pulse POSIT (posición) para cambiar entre las categorías se puede observar en la Figura 2.23.

All (todos) - Busca el cero de la máquina para todos los ejes. Es similar a Power Up/Restart (Encender/Reiniciar) salvo en que no se produce un cambio de herramienta. Puede usarse para establecer la posición cero inicial de los ejes se puede observar en la Figura 2.23.

Origin (origen) - Pone a cero las pantallas y temporizadores seleccionados se puede observar

en la Figura 2.23.

Singl(Único) - Pone a cero un eje. Pulse sobre la letra del eje que desee poner a cero y apriete el botón Singl Axis (Eje único). Puede usarse para mover un eje hasta la posición cero del eje inicial se puede observar en la Figura 2.23.

HOME G28- Retorna rápidamente todos los ejes al cero de la máquina. Home G28 también llevará al origen a un único eje de la misma forma que si se introduce la letra de un eje y se pulsa el botón Home G28. ¡PRECAUCIÓN! No existe un mensaje de advertencia que alerte al operador sobre cualquier posible choque. Por ejemplo, puede producirse un choque si el eje Z está entre piezas cuando se ponen a cero X o Y se puede observar en la Figura 2.23.

List Prog (listar programas) - Controla toda la carga y almacenamiento de datos en el control se puede observar en la Figura 2.23.

Select Prog(seleccionar programa) - Hace que el programa que aparece resaltado sea el programa activo. Nota: El programa activo tendrá una A precediéndolo en la lista de programas. Gestione múltiples programas pulsando WRITE/ENTER (escribir/introducir) para situar una marca de selección cerca de los programas deseados, y a continuación pulse F1 para elegir una función se puede observar en la Figura 2.23.

Send (enviar) - Transmite programas a través del puerto serie RS-232 se puede observar en la Figura 4.13.

Recv- Recibe programas desde el puerto serie RS-232 se puede observar en la Figura 2.23.

Erase Prog (borrar programa) - Borra el programa seleccionado por el cursor en el modo List Prog (listar programas) o el programa completo en modo MDI se puede observar en la Figura 2.23.

2.18 Teclas numéricas

Las teclas numéricas le permiten al usuario introducir números y algunos caracteres especiales en el control se puede observar en la Figura 2.24. **Cancel** (cancelar) - La tecla cancelar se usa para borrar el último carácter introducido se puede observar en la Figura 2.24. **Space**(espacio) - Se utiliza para dar formato a comentarios dentro de los programas o en el área de mensajes se puede observar en la Figura 2.24.

Write/Enter(escribir/introducir) - Tecla de entrada de propósito general. - (Signo menos)



Figura 2.23: Teclas de modo

- Se emplea para introducir números negativos. .(Punto decimal)- Empleado para precisión decimal se puede observar en la Figura 2.24.



Figura 2.24: Teclas numéricas

2.19 Introducción a la programación de la maquina y Códigos G y M

Este capítulo se va introducir a la programación de la máquina y Códigos G y M.

EDIT (editar). Selecciona el modo de edición. Este modo se utiliza para editar programas en la memoria de control. El modo EDIT (editar) proporciona dos paneles de edición: uno para el programa activo en curso, y otro para edición de programas en segundo plano. Cambie entre los dos paneles pulsando la tecla Nota: Al utilizar este modo, pulse F1 para acceder a menús emergentes de ayuda. Las teclas que quedan activadas cuando estamos dentro del menú de editar son:

INSERT (Insertar) - Al pulsar este botón se introducirán comandos al programa en frente del cursor. Este botón también insertará texto desde el portapapeles en la posición actual del cursor, y puede utilizarse también para copiar bloques de código en un programa.

ALTERAR (Alterar) - Al pulsar este botón se cambiará el comando o texto resaltado por el nuevo comando o texto introducido. Este botón cambiará también las variables resaltadas por el texto almacenado en el portapapeles, o moverá un bloque seleccionado a una nueva posición.

DELETE (Borrar) - Borra el elemento en el que está el cursor, o borra un bloque de programa seleccionado.

UNDO (Deshacer) - Retrocede o deshace hasta los últimos 9 cambios hechos en la edición, y deselecta un bloque resaltado

2.20 Crear nuevo programa

Este elemento del menú creará un nuevo programa. Para hacerlo, introduzca un nombre de programa (Onnnnn) (aún no se encuentra en el directorio de programas) y pulse la tecla Enter (intro) para crear el programa. Tecla rápida - Select

Prog (seleccionar programa) - Seleccionar un programa de la lista

Escoja este elemento del menú para editar un programa que exista en la memoria. Al seleccionar este elemento del menú, se presentan los programas en el control. Recorra la lista usando las teclas para mover el cursor o el volante de avance. Pulsando **Enter** (Introducir) o Select Prog

(Seleccionar Programa) -seleccionará que el programa resaltado sustituye la lista de programas con el programa seleccionado.

Tecla rápida - **Select Prog** (seleccionar programa) - Duplicar programa activo.

Esta selección copiará el programa vigente. Se pedirá al usuario que introduzca un número de programa (Onnnnn) para duplicar el programa.

Borrar un programa de la lista - Este elemento del menú borrará un programa de la memoria de programas. Tecla rápida -**Erase Prog** (eliminar programa).

Swap Editor Programs (cambiar programas del editor)

Pone el programa activo en el panel de programa inactivo y el programa inactivo en el panel de programa activo. Tecla rápida-**F4** .

Cambiar al lado derecho o izquierdo

Esto cambiará entre el programa activo e inactivo para la edición. Los programas activos e inactivos se mantienen en sus paneles respectivos. Tecla rápida - **Edit** (editar).

2.21 El menú de edición

Undo (deshacer) Retrocede o Deshace hasta los últimos 9 cambios hechos en la edición. Tecla rápida - Undo (deshacer).

Select Text (Seleccionar texto)

Este elemento seleccionará las líneas de código de programa para establecer el punto de inicio de la selección de texto. A continuación, use las teclas de cursor, inicio, fin, página anterior/siguiente, o el volante de avance para desplazarse hasta la última línea de código a seleccionar y pulse F2 o Write/Enter (escribir/introducir). El texto seleccionado será resaltado. Para deseleccionar el bloque, pulse Undo (Deshacer). Tecla rápida - F2 para comenzar con la selección, F2 o Write (escribir) para finalizar la selección.

Move Selected Text (Mover texto seleccionado)

Esta funcionalidad trabaja con la funcionalidad Select Text (seleccionar texto). Desplace la flecha del cursor hasta la parte de código deseada y pulse el botón Write/Enter (Escribir/Introducir) para mover el texto seleccionado a su nueva posición. Todo el texto

seleccionado se moverá al punto siguiente del cursor ()).

Copy Selected Text (copiar texto seleccionado)

Para seleccionar texto, desplace la flecha del cursor ()) a una porción de texto y pulse el botón Write/Enter (Escribir/Introducir). El texto copiado será resaltado. Desplace la flecha del cursor hasta la parte de texto en la que desee insertar el texto copiado. Pulse F2 o Write/Enter (Escribir/Introducir) para insertar el texto copiado en el punto siguiente del cursor ()). Tecla rápida - Select Text (seleccionar texto), Position Cursor (cursor de posición) y pulse Write (escribir).

Delete Selected Text (Borrar texto seleccionado)

Para seleccionar texto, desplace la flecha del cursor ()) a una porción de texto y pulse el botón Write/Enter (Escribir/Introducir). El texto copiado será resaltado. Una vez resaltado, pulse el botón Write/Enter (Escribir/Introducir) para borrar el texto. Si no se ha seleccionado texto, el elemento iluminado en ese momento se borrará.

Cut Selection to Clipboard (Cortar la selección al portapapeles)

Todo el texto seleccionado se moverá del programa vigente a un programa nuevo con el nombre de portapapeles. Se borrará cualquier contenido que estuviera en el portapapeles.

Copy Selection To Clipboard (Copiar la selección al portapapeles)

Todo el texto seleccionado se copiará del programa vigente a un programa nuevo con el nombre de portapapeles. Se borrará cualquier contenido que estuviera en el portapapeles.

Pegar desde el portapapeles

El contenido del portapapeles se copia dentro del programa actual en la línea siguiente a la posición actual del cursor.

2.22 Menú Search (De búsqueda)

Find Text (Buscar texto)

Este elemento del menú buscará texto o código de programa en el programa vigente.

Find Again (Encontrar de nuevo)

Este elemento del menú buscará de nuevo el mismo texto o código de programa.

Find And Replace Text (Encontrar y reemplazar texto)

Esta opción buscará, en el programa vigente, un texto o programa y opcionalmente reemplazará uno (o todos) con otro elemento de código G.

2.23 Menú modify (De Modificar))

Remove All Line Numbers (Quitar todos los números de línea)

Este elemento del menú quitará automáticamente del programa editado todos los códigos N (números de línea) sin referencia. Si se selecciona sólo un grupo de líneas, sólo se verán afectadas dichas líneas.

Renumber All Lines (Renumerar todas las líneas)

Este elemento del menú renumerará todos los bloques en el programa o, si se seleccionó un grupo de líneas, afectará sólo a ese grupo de líneas.

Renumber By Tool (Renumerar por herramienta)

Busca los códigos T (herramienta), resalta todo el código de programa hasta el siguiente código T y renumera el código N (números de línea) en el código de programa.

Reverse + - Signs (Invertir los signos + y -)

Este elemento del menú invertirá los signos de los valores numéricos. Pulse la tecla introducir para iniciar el proceso y luego introduzca los ejes (p.e. X, Y, Z etc.) que van a cambiarse. Cuando utilice esta funcionalidad tenga cuidado si el programa contiene un G10 o G92 (consulte la sección Código G para ver la descripción).

Invertir X e Y

Esta funcionalidad cambiará los códigos de dirección en el programa a códigos de dirección Y e Ys a Xs.

2.24 Códigos G

Revisar anexo [1] . Este anexo incluye una tabla de códigos G el cual es un lenguaje de programación para las máquinas que se utiliza principalmente para automatización y mayormente es utilizado en las herramientas de maquinas computarizadas, en este caso será una máquina fresadora CNC, pero también se puede utilizar en distintas maquinas como en máquinas de corte

a láser.

2.25 Códigos M

Revisar Anexo [2] . Este anexo incluye una tabla de códigos M el cual es un comando auxiliar utilizado junto a código G para programar una maquina CNC y son complementos para poder realizar dichas tareas.

2.26 Direcciones opcionales

Revisar Anexo [3] . Las Direcciones son líneas de código que realizan tareas como: mandar llamar la herramienta por su número, la velocidad del husillo, profundidad de corte o hasta realizar operación con algún ángulo.

2.27 Cero de pieza

Al iniciar la programación de corte en una pieza, el programador debe conocer donde referenciar todas las medidas de la pieza. Este punto de referencia se llama cero de pieza, tú debes de decidir cuál será su ubicación, por lo tanto, lo primero que se debe hacer al iniciar un proceso de programación es determinar el punto cero de pieza. Los planos que acompañen a la pieza en su proceso de mecanización deben tener indicado donde está el cero de pieza.

2.28 Compensación de la herramienta

Este proceso consiste en referenciar o compensar longitudinalmente en el eje z todas las herramientas existentes además de la compensación radial de las mismas. Esto quiere decir que como las herramientas existentes son de diferentes radios y diferentes longitudes se pretende que estas dimensiones de radio y longitud sean compensadas para determinar la pieza que se vaya a maquinar, y que la información de éstas sea consignada en la memoria del centro de maquinado vertical, de manera que pueda ser utilizada cada vez que se vaya a maquinar una pieza de iguales características.

Para poder compensar la herramienta enseguida se dan indicaciones como lo puedes realizar:

Utilizar como patrón para referenciar los ceros de la máquina; esta posición es la dada por el fabricante del centro de mecanizado y es la manera más recomendable que hay para compensar herramientas, ya que como todas estarán compensadas con respecto al cero máquina en el caso que una herramienta se rompa solo basta con montar la nueva herramienta y compensarla y las otras herramientas no se verán afectadas. Para poder utilizar esta segunda opción debemos hacer uso de ciertos códigos CNC como lo son:

1. CÓDIGOS G43 activar la compensación de la herramienta en longitud.
2. CÓDIGOS G44 desactivar programación con respecto al cero de pieza.

2.28.1 Procedimiento

Compensación de la herramienta:

A continuación, se van a mencionar los pasos para realizar la compensación de varias herramientas:

1. Tener disponibles las herramientas que se van a utilizar.
2. Tome la herramienta 1 e insértela en el husillo (primero el tirador), luego gire la herramienta de modo que los dos cortes en la línea hacia arriba del portaherramientas coincidan con las marcas del husillo se puede observar en la Figura 2.25.



Figura 2.25: Montaje de herramienta

3. Cierra la puerta cuando termines de montar la herramienta.

4. Ingresas la herramienta en la pantalla de la máquina. T1 M06;

G43 H1;

Con esto esta compensada la primera herramienta.

Para poder montar mas herramientas sigue los pasos ya mencionados solo cambiaría la secuencia en la pantalla por ejemplo para una segunda herramienta:

T2 M06;

G43 H2;

Así de esta manera puedes seguir montando mas herramientas hasta llenar el portaherramientas.

2.29 Cero de pieza

2.29.1 Procedimiento

Como ya se menciona en la parte principal del capítulo que es el cero pieza, enseguida se mostrará como realizar los pasos que se llevan acabo para sacar el cero pieza. Este procedimiento funciona para cualquier pieza que desees maquinar.

1. Montas la pieza con la cual vayas a trabajar sobre la bancada de la máquina.
2. Enciendes el husillo sin importar el sentido de giro ya que para realizar dicha tarea no importa el sentido de giro.
3. Presionas HANDLEJOG.
4. Presionas POSIT.
5. Nos desplazamos sobre el eje X y tocamos ligeramente el lado derecho de la pieza, te puedes apoyar con una hoja de papel para acercarte lo mas posible a la pieza sin dañarla, tu observarás que la herramienta rosará el papel ligeramente, esto se puede observar en Figura 2.26.
6. Presionas el botón ORIGIN.
7. Te desplazas en el eje Y para tocar el lado Izquierdo de la pieza para eso a tu criterio buscas un punto de seguridad para no dañar la pieza puedes apoyarte con el eje Z se puede

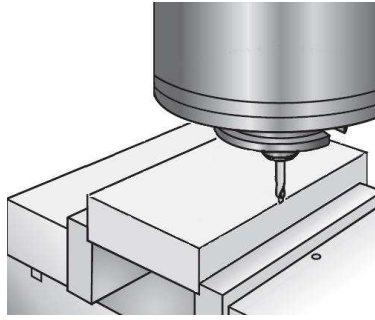


Figura 2.26: Cero pieza: lado derecho de la pieza.

observar en la Figura 2.27.

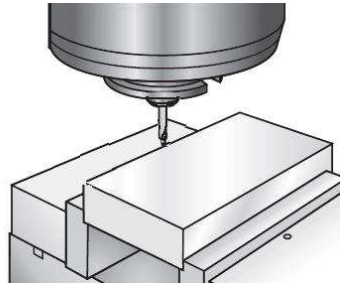


Figura 2.27: Cero pieza: lado izquierdo de la pieza.

8. En la pantalla nos dará la distancia que hay de extremo a extremo, este valor lo dividimos entre 2 y nos posicionamos en esa coordenada.
9. Después de estar situado en esa coordenada presionamos OFFSET. Hasta quedar en situados en panel del medio.
10. Nos ubicamos en la línea de G54 y nos aseguramos de que estamos ubicados en la línea del eje X y presionamos PART ZERO SET.
11. Ahora presionamos POSIT.
12. Realizamos las mismas operaciones para el eje Y.
13. Ahora para compensar en el eje Z con la herramienta tocamos suavemente la superficie más alta de la pieza y presionamos OFFSET hasta ubicarnos en el panel superior allí encontramos todas las posiciones del portaherramientas.

14. Nos ubicamos sobre el número de la herramienta en la que estamos trabajando y presionamos TOOL OFFSET MEASUR.

IMPORTANTE. Esta operación de la compensación en el eje Z lo debemos de hacer para cada una de las herramientas con las que se va a trabajar.

Capítulo 3

Diseño de la pieza a Optimizar

En este capítulo se explicará y demostrara acerca del diseño de la pieza optimizada, el software que se utilizó para el diseño, las medidas de la pieza y las características principales.

3.1 Software utilizado

El programa utilizado para diseñar la pieza fue SolidWorks es un software de diseño en 3D utilizado a nivel industria el cual es muy eficiente para muchas áreas tales como: Diseño, Manufactura, Procesos, etc.

3.2 Diseño y modelado de la pieza INA-07-15

1. Revisar las medidas de la pieza que se va a diseñar.
2. Comencé por crear un croquis en la vista frontal, luego trace el lado horizontal de la pieza todas las medidas del dibujo están expresadas en cm pero físicamente se consideran en mm el croquis diseñado se muestra plasmado en la Figura 3.1.
3. Una vez trazada la pieza extruir la cara en la cual creaste el croquis se puede observar en la Figura 3.2.

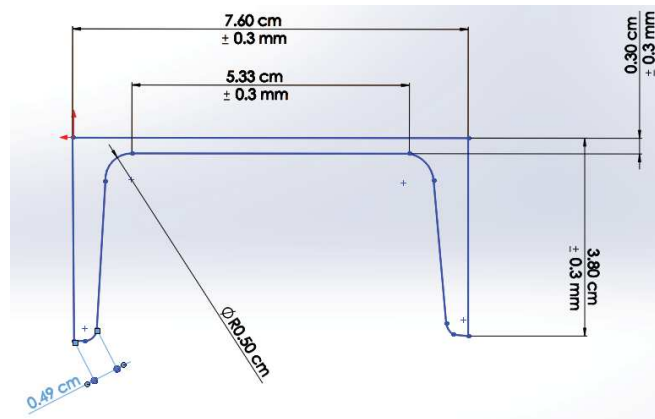


Figura 3.1: Croquis en vista Frontal

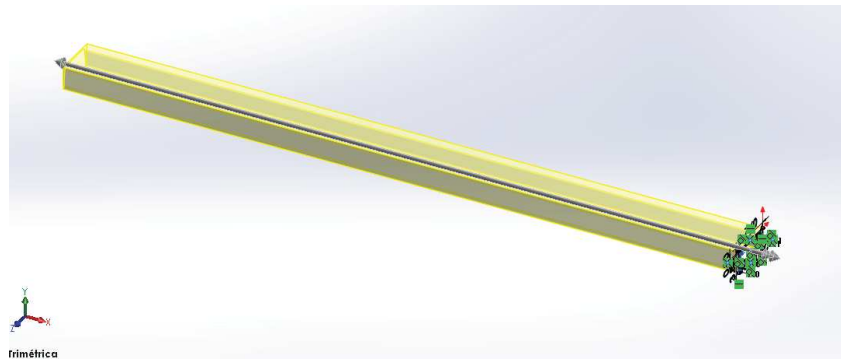


Figura 3.2: Extruir cara lateral

4. Continúe por generar un nuevo croquis sobre la superficie plana o superior de la pieza y genere círculos tomando como referencia cualquiera de las esquinas, en mi caso tome como referencia la esquina izquierda, a partir de ese punto a la primer circunferencia se consideró una distancia de 10.1 cm (101 mm), los diámetros de cada circunferencia son de 1.7 cm (17 mm) y el paso entre cada circulo es de 4.8 cm (48 mm), solamente la distancia entre la última circunferencia y la esquina derecha es considerada o por defecto queda de 8 cm (80 mm) se puede observar en la Figura 3.3.

5. Después de terminar los 21 círculos sobre la pieza con sus medidas adecuadas seleccione todas las circunferencias y utilice la función extruir corte y la pieza quedo de la siguiente manera se puede observar en la Figura 3.4.

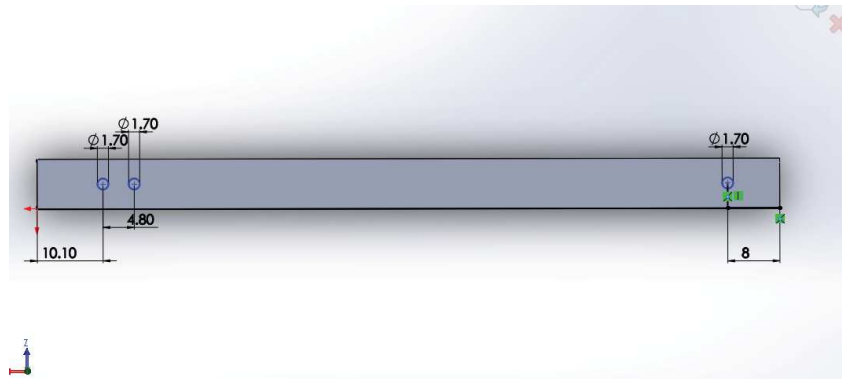


Figura 3.3: Creación de la pieza INA-07-15



Figura 3.4: Pieza INA-07-15 Terminada

3.3 Diseño y modelado de la pieza INA-07-16

1. Revisar las medidas de la pieza que se va a diseñar.
2. Comencé por crear un croquis en la vista frontal, luego trace el lado horizontal de la pieza todas las medidas del dibujo están expresadas en cm pero físicamente se consideran en mm el croquis diseñado se muestra plasmado en la Figura 3.5.

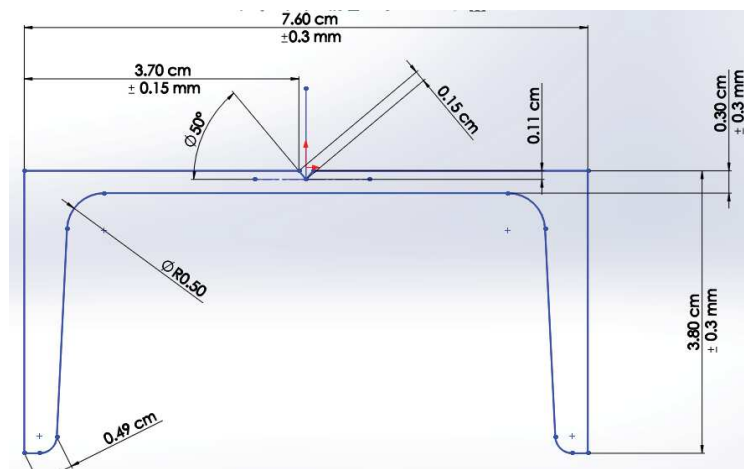


Figura 3.5: Croquis en vista Frontal

3. Una vez trazada la pieza partes por extruir la cara en la cual creaste el croquis se puede observar en la Figura 3.6.

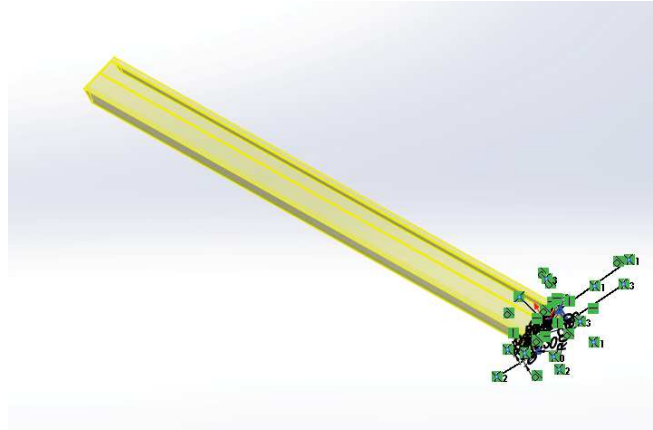


Figura 3.6: Extruir cara lateral

4. Continúe por generar un nuevo croquis sobre la superficie plana o superior de la pieza y genere círculos tomando como referencia cualquiera de las esquinas, en mi caso tome como referencia la esquina izquierda, a partir de ese punto a la primer circunferencia se consideró una distancia de 10.1 cm (101 mm), los diámetros de cada circunferencia son de 1.7 cm (17 mm) y el paso entre cada circulo es de 4.8cm (48 mm), solamente la distancia entre la última circunferencia y la esquina derecha es considerada o por defecto queda de 8 cm (80 mm) se puede observar en la Figura 3.7.

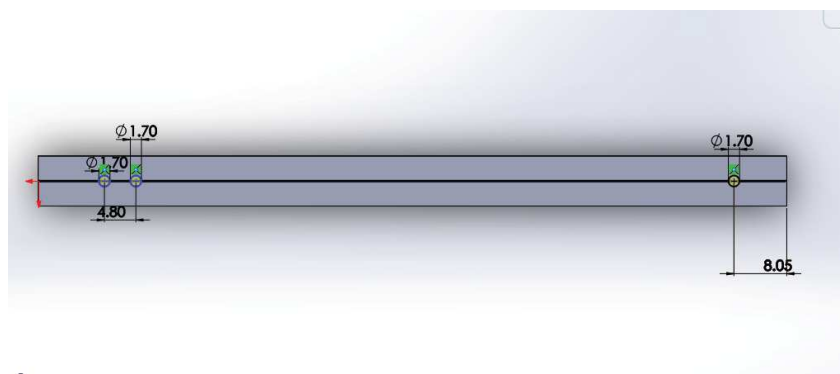


Figura 3.7: Creación de la pieza INA-07-16

5. Después de terminar los 21 círculos sobre la pieza con sus medidas adecuadas seleccione todas las circunferencias y utilice la función extruir corte y la pieza quedo de la siguiente manera se puede observar en la Figura 3.8.

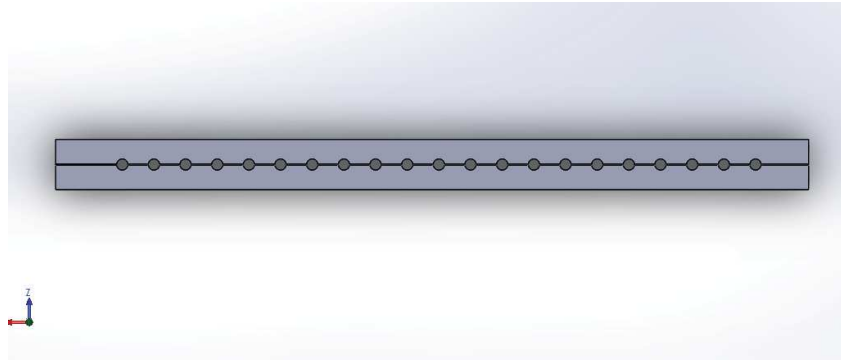


Figura 3.8: Pieza INA-07-16 Terminada

6. A diferencia de la pieza INA-07-15 esta pieza tiene una operación mas que la anterior y es una ranura por el centro de la pieza la cual se realiza para que cumpla con la funcionalidad de sostener la charola, pero especialmente hacer palanca con el resorte de expansión alambre, ya que este funciona como un seguro de la siguiente manera: el resorte tiene una poste con un diametral mismo del ángulo de ranurado y es ahí donde se sujeta este resorte se mostrara el tamaño del ángulo se puede observar en la Figura 3.9.

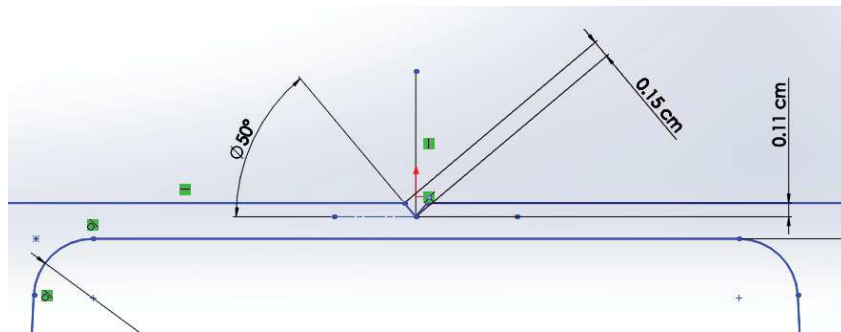


Figura 3.9: Ranura central en INA-07-16

3.4 Código G y M de la programación de las piezas

En el siguiente capítulo se mostrará el código de maquinación de las piezas para la fresadora CNC además de unas imágenes de la simulación realizada en el Software Mastercam. Se dará una pequeña explicación del proceso de diseño y corte en el programa Mastercam junto con la explicación de las herramientas utilizadas para realizar la operación de simulación.

3.5 INA-07-15

Resvisar Anexo [4]. En el cual viene escrito el código real de maquinación, en este código se tomo en cuenta las medidas reales de la pieza y la bancada.

3.6 Simulación en programa MasterCam X4 INA-07-15

Por motivos de falta de material en la empresa donde estoy realizando mi proyecto, tuve que realizar una simulación de corte de las piezas en el programa Mastercam es un Software CAD/CAM y puedes realizar diseño de piezas para simulaciones de operaciones en Torno y Fresadora CNC. Enseguida explicare como se realizó la simulación y mostrare a través de figuras los cortes.

1. Lo primero fue realizar el diseño con las dimensiones de la pieza real las cuales era de Ancho 7.60, Largo 1140.
2. Después de realizar el diseño con las medidas anteriores se continuo con los barrenados y esos se realizaron igual que en SolidWorks con una separación de 48 mm y con el diámetro de 17 mm se puede observar en las Figuras 3.10 y 3.11 .

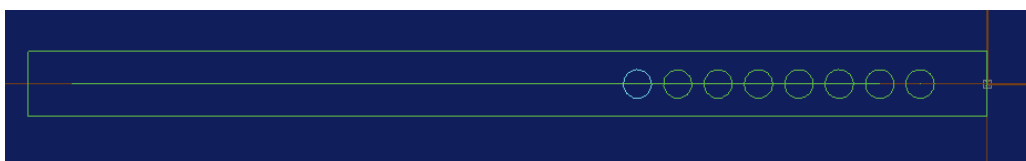


Figura 3.10: Barrenados



Figura 3.11: Barrenados

3. Una vez terminado el diseño se continuo por darle un espesor a esta pieza en mi caso y solo por ser simulación lo realice de 3 cm y no es mucha diferencia con el espesor de la

pieza real se puede observar en la Figura 3.12.

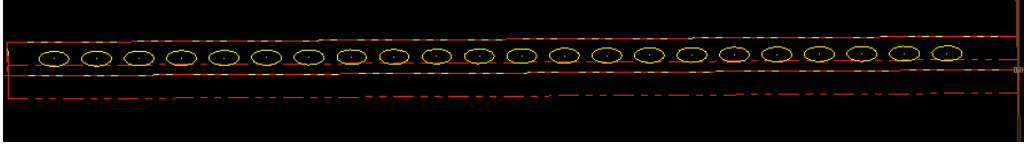


Figura 3.12: Esperor de la pieza

4. Ya con el espesor de la pieza continúe por seleccionar la herramienta de corte para los barrenados se muestra en la siguiente figura el diámetro y el largo se puede observar en las Figuras 3.13 y 3.14.

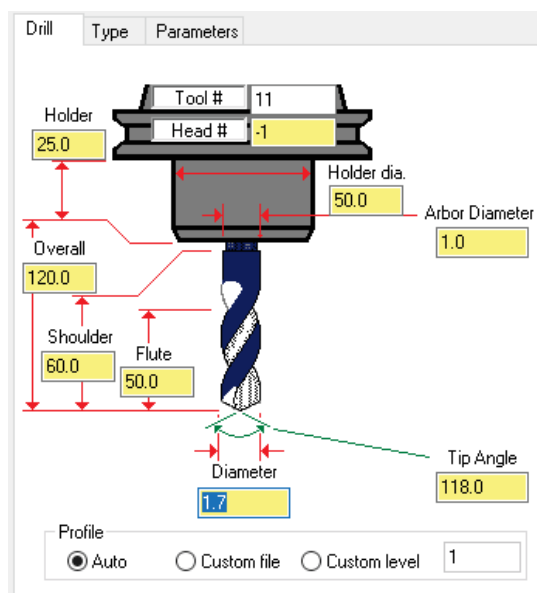


Figura 3.13: Características de la herramienta

5. Por final ya que todas las medidas estén correctas el espesor y los barrenos comenzamos por simular el corte se puede observar en las Figuras 3.15 y 3.16.

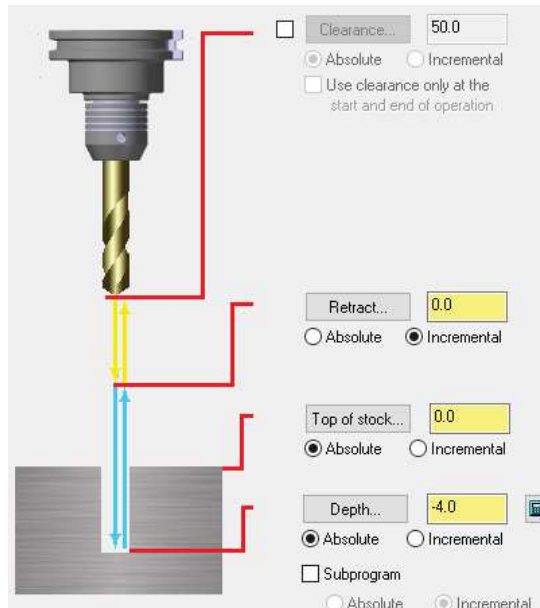


Figura 3.14: Características de la herramienta



Figura 3.15: Perforación de los barrenos

3.7 INA-07-16

Resvisar Anexo [5]. En el cual viene escrito el código real de maquinación, en este código se tomo en cuenta las medidas reales de la pieza y la bancada.



Figura 3.16: Perforación de los barrenos

3.8 Simulación en programa MasterCam X4 INA-07-16

1. Lo primero fue realizar el diseño con las dimensiones de la pieza real las cuales era de Ancho 7.60, Largo 1140.
2. Después de realizar el diseño con las medidas anteriores se continuo con los barrenados y esos se realizaron igual que en SolidWorks con una separación de 48 mm y con el diámetro de 17 mm se puede observar en las Figuras 3.17 y 3.18 .

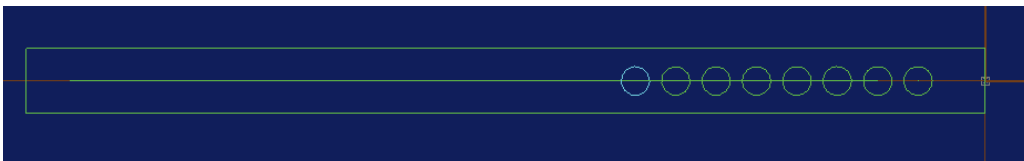


Figura 3.17: Barrenados



Figura 3.18: Barrenados

3. Una vez terminado el diseño se continuo por darle un espesor a esta pieza en mi caso y solo por ser simulación lo realice de 3 cm y no es mucha diferencia con el espesor de la pieza real se puede observar en la Figura 3.19.

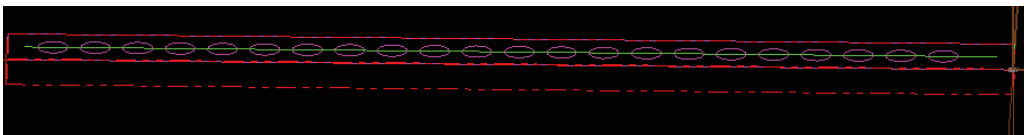


Figura 3.19: Esperor de la pieza

4. Ya con el espesor de la pieza continúe por seleccionar la herramienta de corte para los barrenados se muestra en la siguiente figura el diámetro y el largo se puede observar en las Figuras 3.20 y 3.21.

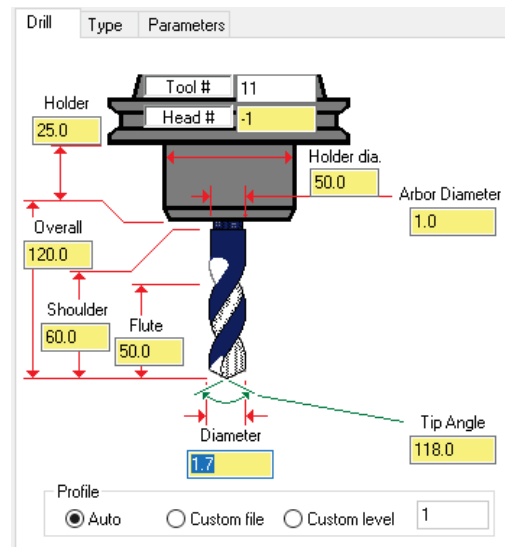


Figura 3.20: Características de la herramienta Barrenado

5. Continúe por seleccionar la herramienta de corte para el ranurado se muestra en la siguiente figura el diámetro y el largo se puede observar en las Figuras 3.22 y 3.23.
6. Por final ya que todas las medidas estén correctas el espesor, los barrenos y el ranurado comenzamos por simular el corte se puede observar en las Figuras 3.24 y 3.25.

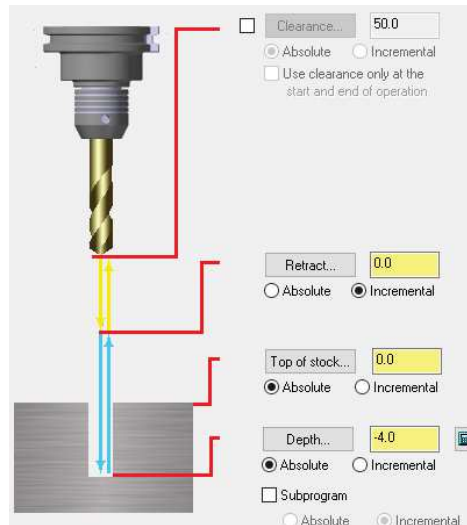


Figura 3.21: Características de la herramienta Barrenado

3.9 Gráficos Mostrados en la pantalla principal de la Máquina CNC.

Al momento que realizas un programa en la fresadora puedes tu mirar los gráficos en la pantalla principal que son aquellos que te muestran una pantalla gráfica donde puedes observar cómo realizara la operación una vez realizándola físicamente.Figura 3.26.

3.10 Parámetros de maquinado.

En el mecanizado en general, debes tener en cuenta cuatro factores a la hora de seleccionar y establecer unos parámetros de corte que nos permitan obtener resultados satisfactorios:

El material a trabajar:dureza, maquinabilidad, tipo de viruta producida, riesgos.

El refrigerante a usar:en función del material, puede mejorar hasta en un 25% las condiciones de corte.

La máquina:operaciones necesarias, calidad (precisión, robustez), potencia, avances máximos.

Las herramientas:material, geometría de corte, portaherramientas.

A continuación, puedes ver los parámetros de corte más usados en el mecanizado y en la elaboración de procesos.Observar la Figura 3.27.

La velocidad de giro (N):es el número de vueltas que da el cabezal, y por tanto la pieza (en el torno) o la herramienta (en la fresadora).Observar Figura 3.28.

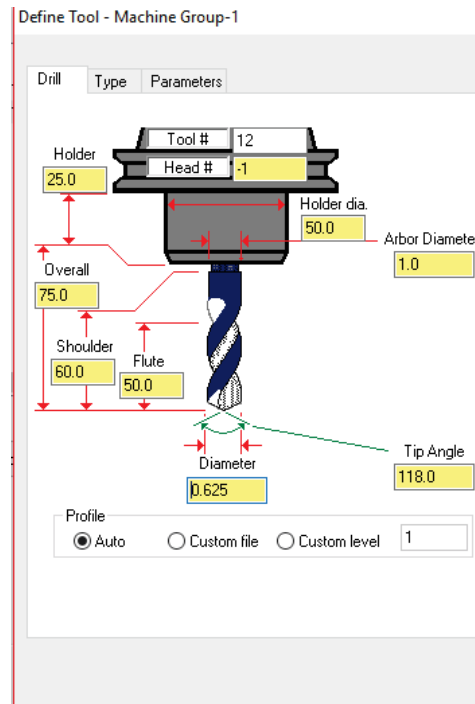


Figura 3.22: Características de la herramienta Ranurado

Material: Canal U o Canal C, maquinabilidad deseable, con una viruta espiral producida, sin riesgos, pero precaución al maquinar.

Refrigerante: AKRON .

Máquina Fresadora CNC: CNC HAAS de 3 GDL con una bancada de 1325 mm largo y 356 mm ancho, las operaciones a realizar son: barrenado y ranurado, excelente calidad con una precisión devastadora y robustez eficiente, 8100 rpm avance máximo.

Herramientas: Broca de 17 mm de grosor de Acero A.V (Alta velocidad), la geometría de corte es respecto a la cara de ataque, portaherramientas VDI de barrenados y ranurado.

Características de la pieza: Mide 1140 mm de largo con un ancho de 76 mm, un espesor del alma de 4.3 mm y un patín de 3.8 mm. Se realizan 21 barrenados de 17 mm con una separación de centro a centro de 48 mm. Ranura recta central de 2 mm de ancho con una broca de ranurado Acero A.V.

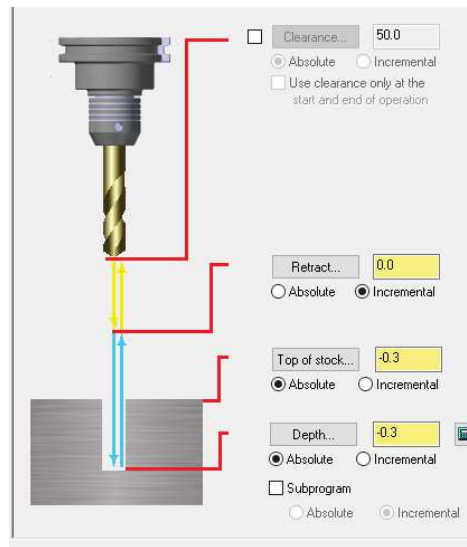


Figura 3.23: Características de la herramienta Ranurado



Figura 3.24: Perforación de los barrenos

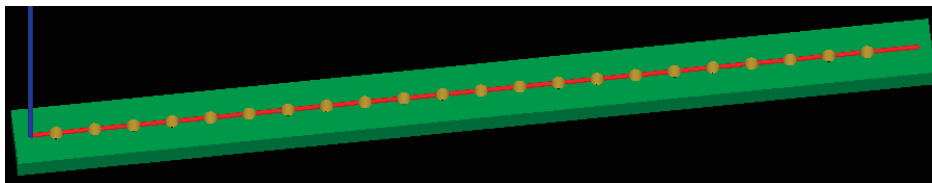


Figura 3.25: Ranurado

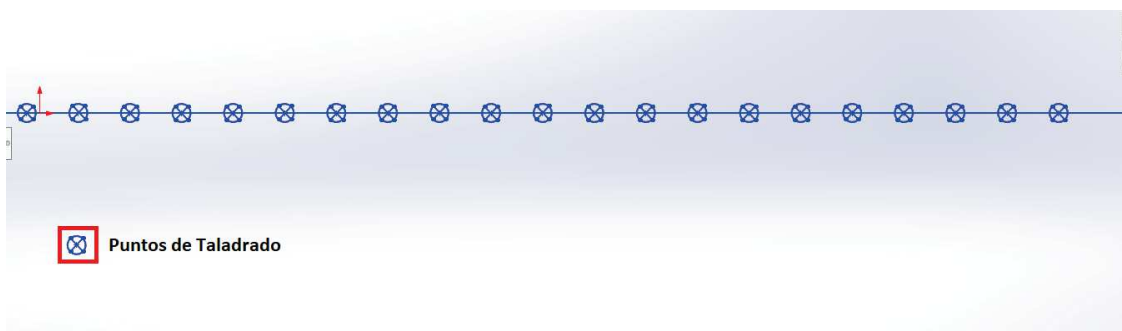


Figura 3.26: Gráficos de operación mostrados en la pantalla de la máquina.

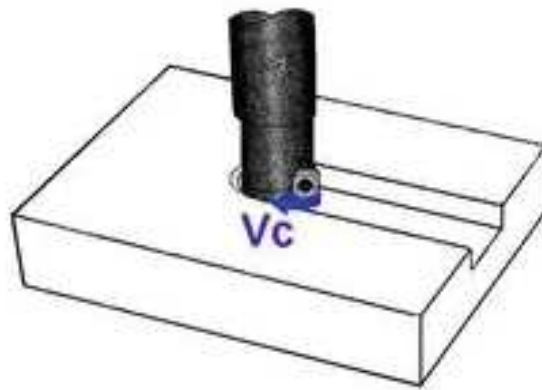


Figura 3.27: Velocidad de corte

$$N = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot D}$$

N : velocidad de giro (en rpm).

V_c : velocidad de corte (en m/min).

D : diámetro del mecanizado a realizar (en mm).

Figura 3.28: Formula para calcular la velocidad de Giro

Capítulo 4

Análisis de Resultados

Una vez obtenidos estos resultados analice que:

Para poder crear el manual de operaciones de la máquina CNC, tuve que guíame de otros manuales para poder mejorar el mío y dejarlo de la manera que las personas operarias del centro de maquinados entendieran sin dificultad para en algún momento necesitaran operar la Fresadora.

A partir de ese manual creado, yo pude realizar el código para maquinar la pieza optimizada en la máquina por eso hubo un resultado satisfactorio.

Se logró diseñar la pieza a optimizar gracias a los conocimientos que aprendí en transcurso de mis estadías y mi carrera universitaria.

Capítulo 5

Conclusiones

5.1 Conclusiones

Partiendo de lo que es nuestro objetivo, se logró cumplir por completo, ya que como mencione en el objetivo general se tenía que crear el manual de operaciones de la máquina CNC y se realizó con éxito, por otra parte, el diseño de la pieza a optimizar también fue cumplido bajo las exigencias impartidas por mi asesor, de igual manera también el código para poder maquinar esta pieza en el futuro.

Como punto extraordinario anexe una simulación de maquinado en el programa Mastercam X4 esto para concluir y dar una demostración de cómo se podría realizar la operación en la máquina CNC.

Concluyendo personalmente acerca del proyecto impartido, los conocimientos adquiridos en este tiempo fueron bastantes ya que aprendí mucho acerca de la Maquina CNC y el diseño a nivel industrial, muchos de los consejos y sugerencias de las personas con mayor experiencia en el ámbito laboral me sirvieron de mucho ya que hubo momentos que tuve trabas para realizar algunas tareas importantes para finiquitar este proyecto, pero a pesar de eso se logró finalizar.

5.2 Trabajos Futuros

Como trabajos futuros existe una gran probabilidad de que, en algún momento, alguna otra persona quiera o desee darle seguimiento a este tema, ya que este proyecto contiene muchas ramas de donde continuar investigando, mejorando y hasta innovando quedan abiertos muchos temas de donde más seguir realizando.

Una de las ramas donde mas se puede dar seguimiento es en la de maquinación y diseño ya que hay una gran variedad de proyectos que necesitan de nuevos diseños más optimizados y alguna operación de maquinado para concluirlos.

Por otra parte, también pueda haber alguien que quiera mejorar el manual de operaciones de la Fresadora CNC, si para unas personas es entendible de esta manera que yo lo realice, para otras no lo puede ser y es ahí donde alguien puede hacer mejoras o cambios para otros lectores.

5.3 Anexos

Anexo [4].

G00 G40 G80 G90;

G21;

T11 M06;—————(M06) Cambio de herramienta,(T)No. herramienta.

G00 G90 G54 X0.Y0. S3100 M03;—————(S)Velocidad de husillo,(M03)Sentido de giro.

G43 H11 Z10. M08;

—————(H11 Z10.)10 mm la herramienta encima de la pieza,(M08)ON Refrigerante.

G83 Z-7. Q4. R1. F175;

—————(G83)Ciclar programa,(Q4.)Profundidad de corte,(R1.)Radio.

X48.;—————Primer barrenado.

X96.;

X144.;

X192.;

X240.;

X288.;

X336.;
X384.;
X432.;
X480.;
X528.;
X624.;
X692.;
X720.;
X768.;
X816.;
X864.;
X912.;
X960.;—————Barrenado final.
G80;—————Termino del ciclo.
G00 GZ20.;—————(GZ20.)Punto de seguridad 20 mm en Z.
M09;—————(M09)OFF Refrigerante.
M00;—————-(M00)STOP.

Anexo [5].

G00 G40 G80 G90;
G21;
T11 M06;—————- (M06) Cambio de herramienta,(T)No. herramienta.
G00 G90 G54 X0.Y0. S3100 M03;————— (S)Velocidad de husillo,(M03)Sentido de giro.
G43 H11 Z10. M08;
————— (H11 Z10.)10 mm la herramienta encima de la pieza,(M08)ON Refrigerante.
G83 Z-7. Q4. R1. F175;
————— (G83)Ciclar programa,(Q4.)Profundidad de corte,(R1.)Radio.
X48.;—————-Primer barrenado.
X96.;
X144.;
X192.;

X240.;

X288.;

X336.;

X384.;

X432.;

X480.;

X528.;

X624.;

X692.;

X720.;

X768.;

X816.;

X864.;

X912.;

X960.;—————Barrenado final.

G80;—————-Termino del ciclo.

G00 GZ20.;—————(GZ20.)Punto de seguridad 20 mm en Z.

M09;—————(M09)OFF Refrigerante.

M00;—————(M00)STOP.

PRESIONAS CYCLE START PARA CONTINUAR CON EL RANURADO.

T12 M06;—————(T12)Herramienta numero 12.

G00 G90 G54 X0. Y0. S7500 M03;

G43 H12 Z10. M08;

G00 Z1.;

G01 Z-1. F350.;—————Inicia la primer pasada de ranurado.

X-20.;—————-A partir del primer Barrenado ranura en posición negativa -20 mm.

X983.;—————-Avanza posición positiva en X hasta 983 mm .

G00 Z5.;

G01 Z-2 F350.;—————Inicia la segunda pasada de ranurado.

X-20.;

X983.;—————-Termina la segunda pasada de ranurado.

G00 Z20.;

M09;

G91 G28 Z0.;

G00 G90 G54 X500.;

G91 G28 Y0.;

M30;------(M30)Fin del programa.

Comando	Función
T	Llamar la herramienta
F	Velocidad (Revoluciones por minuto)
H	dirección y numero de herramienta
Q	Profundidad de corte
R	Radio

Tabla 5.1: Anexo [3].Direcciones Opcionales.

Dibujos de las piezas en vistas distintas Software SolidWorks se puede observar en las Figuras 5.1 y 5.2.

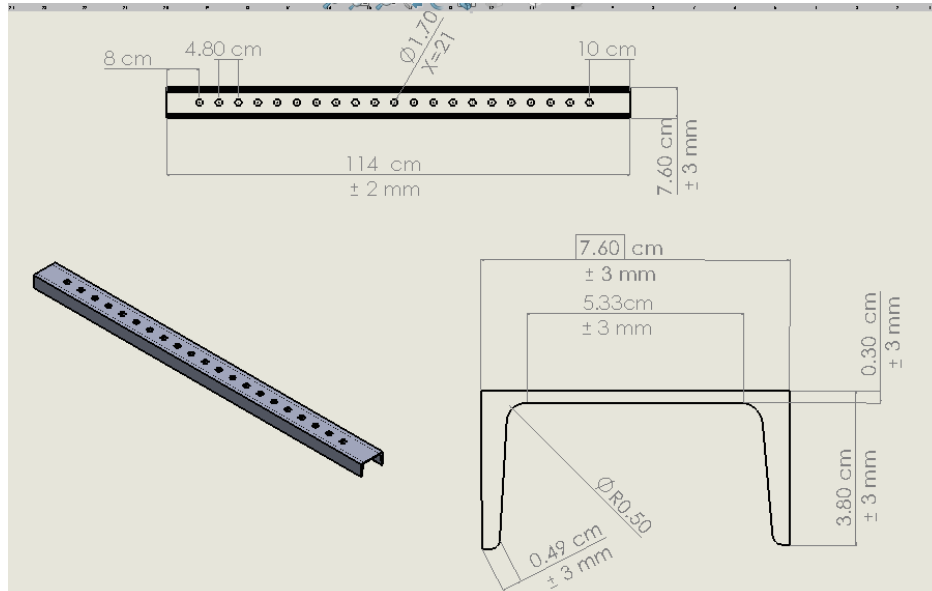


Figura 5.1: Vistas INA-07-15

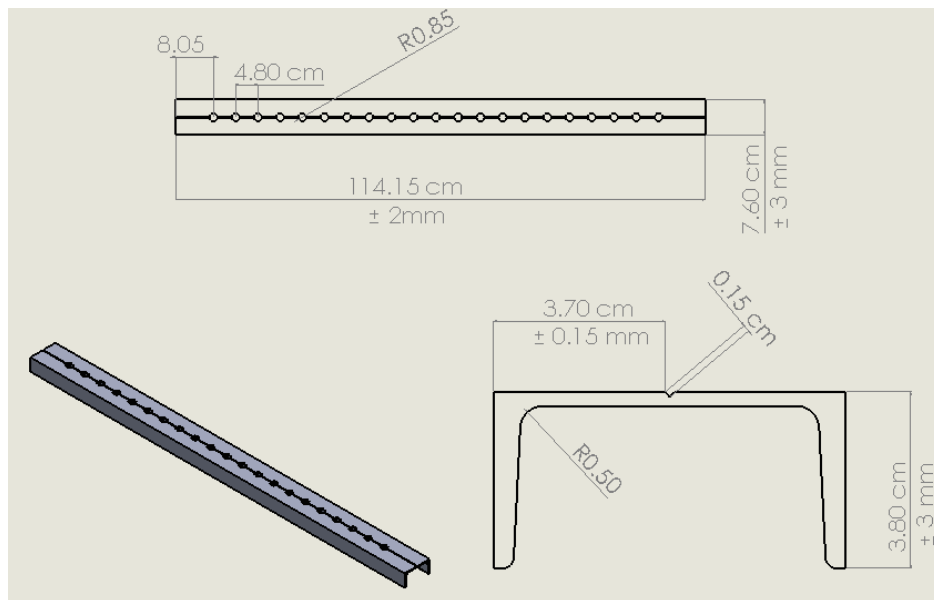


Figura 5.2: Vistas INA-07-16

Comando	Función
G0	Carrera rápida
G1	Recorrido de mecanización
G2	Interpolación circular a derechas
G3	Interpolación circular a izquierdas
CIP	Interpolación circular a través de punto intermedio
G4	Tiempo de espera
G9	Parada exacta valida por secuencia
G17	Plano de trabajo KY
G18	Plano de trabajo KZ
G19	Plano de trabajo YZ
G25	Mínima limitación programable del área de trabajo
G26	Máxima limitación programable del área de trabajo
G33	Constante paso de rosca
G332	Desplazamiento de retroceso
G40	Desactivar la corrección del radio de la herramienta
G41	Activar la corrección del radio de la herramienta
G42	Activar la corrección del radio de la herramienta
G53	Deselección del decalaje de cero ajustable
G54	G57 Llamada de los cuatro primeros decalajes de origen ajustables
G500	Desactivación hasta la siguiente llamada
G505	G599 Decalajes ajustables de origen
G60	Reducción de avance, Posicionamiento exacto
G601	Posicionamiento exacto fino
G602	Posicionamiento exacto grueso
G603	Posicionamiento exacto sin parada
G63	Roscado con plato compensador
G64	Modo contorneado
G641	Modo contorneado con redondeado programable
G70	Entrada al sistema en pulgadas
G71	Entrada al sistema métrico
G71	Entrada al sistema métrico
G90	Programación absoluta

Tabla 5.2: Anexo [1].Códigos G.

Comando	Función
G91	Programación incremental
G94	Avance en mm/min, pulg/min
G95	Velocidad de avance en rotación en mm/vuelta, pulg/vuelta
G96	Velocidad de corte constante ON
G97	Velocidad de corte constante OFF
G110	Definición del polo referido a la ultima posición alcanzada
G111	Definición del polo referido al sistema da coordenadas de pieza
G112	Definición del polo referido al <i>ultimopolo previamente definido</i>
G140	Arranque y partida suave
G141	Arranque desde la izquierda y partida desde la izquierda
G142	Arranque desde la izquierda y partida desde la derecha
G147	Arranque con una línea recta
G148	Partida con una línea recta
G148	Partida con una línea recta
G248	Partida con un cuarto de círculo
G341	Arranque y partida en el plano
G347	Arranque con un semicírculo
G348	Partida con un semicírculo
G450	Rodeo de esquinas circular
G451	Rodeo de esquinas recto

Tabla 5.3: Anexo [1].Códigos G.

Comando	Función
M0	Parada programada
M1	Parada programada condicional
M2	Fin del programa
M3	Cabezal ON a derechas
M4	Cabezal ON a izquierdas
M5	Cabezal OFF
M6	Cambio de herramienta (debe estar en una secuencia aparte)
M8	Refrigerante ON
M9	Refrigerante OFF
M10	Enclavar aparato divisor
M11	Liberar aparato divisor
M17	Fin de subprograma
M25	ABRIR tornillo
M26	CERRAR tornillo
M27	Giro cabezal divisor
M30	Fin del programa
M70	Posicionar husillo controlado de posición
M71	Soplado ON
M72	Soplado OFF

Tabla 5.4: Anexo [2].Códigos M.

Bibliografía

- [1] https://www.uninorte.edu.co/web/publicaciones-uninorte/productos/-/asset_-publisher/EoY8/content/como-usar-mastercam-manual-practico-de-mastercam-design-mill-y-lathe-265?inheritRedirect=false
- [2] https://www.solidworks.com/sw/docs/Student_-W_-2011_-ESP.pdf
- [3] <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/3887/670427M538.pdf?sequence=1isAll>
- [4] http://www.fagorautomation.com/downloads/manuales/es/man_-8055tc_-self.pdf
- [5] http://www.jmptechnological.com/manual_-cnc/index.php
- [6] Control Numérico y Programación II Francisco Cruz. Teruel Segunda Edición 2011. Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., México
- [7] Diseño en Ingeniería mecánica de Shigley Richard G. Budynas/ J. Keith Nisbett Octava Edición 2008. MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES S.A DE C.V.
- [8] Diseño de Mecanismos Análisis y Síntesis Erdman, Arthur G./ Sandor, George N. Tercera Edición PRENTICE HALL MEXICO,1998.