



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA

**MANUAL PARA EL USO Y MANEJO DE LA FRESADORA DE
CONTROL NUMÉRICO EMCO-VMC-100.**

MONOGRAFÍA

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

PRESENTA:

P.D.I.I. GABRIELA SOLEDAD ROMERO VARGAS

DIRECTOR:

M. I. I. CÉSAR ALFONSO ARROYO BARRANCO

PACHUCA DE SOTO HIDALGO, JULIO 2006



	Página
ÍNDICE	vi
Glosario	x
Índice de tablas y figuras	xiii
Problemática	xv
Objetivo general	xv
Objetivos particulares	xv
Justificación	xvi
Introducción	1

CAPÍTULO 1

“ GENERALIDADES DEL CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO ”

1.1. ¿Qué es el Control Numérico Computarizado?	2
1.2. ¿Como surge el Control Numérico?	2
1.3. La evolución del Control Numérico Computarizado.....	3
1.3.1. Tipos de automatización	4
1.3.2. Ventajas del Control Numérico Computarizado.....	5
1.3.3. Condiciones de uso de la máquina CNC.....	6
1.3.4. Habilidades del operador de una máquina CNC.....	6
1.3.5. Aplicaciones	7
1.3.6. ¿Qué son los centros de maquinado?	8
1.4. ¿Qué son las fresadoras?	8
1.4.1. Clasificación de las fresadoras	9
1.4.1.1. Fresadora horizontal	11
1.4.1.2. Fresadora vertical	13
1.4.1.3. Fresadora universal	15
1.4.2. Clasificación de los procesos de fresado	16
1.4.3. Productos que pueden obtenerse de un proceso de fresado.....	18
1.5. Diferencia entre las máquinas convencionales y de control numérico.....	20
1.6. El Control Numérico en el mundo.....	21
1.6.1. El Control Numérico en México.....	26



1.6.2. El Control Numérico en es Estado de Hidalgo.....	27
1.6.3. El Control Numérico en la Unidad Central de Laboratorios de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.....	29

CAPÍTULO 2

“PROCEDIMIENTO PARA LA UTILIZACIÓN DE LOS TABLEROS DE ENTRENAMIENTO DE SIMULACIÓN EN CNC”.

2.1. Descripción del tablero de simulación.....	33
2.1.1. Teclas importantes.	34
2.1.2. Teclas de función.	34
2.1.3. Teclas de control.	35
2.2. Datos técnicos del tablero de control Emcotronic M2.....	37
2.3. Puntos de referencia de la máquina.....	40
2.4. Coordenadas de los ejes de movimientos.....	42
2.4.1. Ejes de movimientos.....	43
2.4.1.1. Eje Z.....	43
2.4.1.2. Eje X.....	43
2.4.1.3. Eje Y.	43
2.5. Códigos de programación.	44
2.5.1. Códigos G.	44
2.5.2. Códigos M.	45
2.5.3. Direcciones y sus dimensiones de entrada.....	46
2.5.4. Parámetros P en el programa.	47
2.5.5. Parámetros D en el programa.	48
2.6. Herramientas.....	49
2.6.1. Herramientas de referencia.....	49
2.6.2. Herramientas de ranurado	49
2.6.3. Herramienta para roscar.....	50
2.6.4. Herramientas para barrenar.....	50
2.7. Programa de control numérico.....	51
2.7.1. Cuerpo del programa.....	51



	Página
2.7.2. Características de los programas	52
2.7.3. Creación de un programa	52
2.8. Edición y almacenamiento de programas.....	53
2.8.1. Accesar al software.....	53
2.8.2. Utilización del software.....	54
2.8.3. Actualización del almacén de herramientas	55
2.8.4. Edición del programa	56
2.8.5. Registro del desplazamiento del punto cero en el simulador.....	56
2.8.6. Almacenamiento del programa en la computadora	57
2.8.7. Simulación del programa	57

CAPÍTULO 3

“PREPARACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE LA MAQUINA FRESADORA DE CONTROL NUMÉRICO EMCO VMC-100”.

3.1. Tablero del centro de maquinado	58
3.1.1. Descripción del monitor.	59
3.2. Condiciones de seguridad	60
3.3. Preparación de la fresadora	61
3.4. Compensación de herramientas.....	62
3.5. Registro de desplazamiento del punto cero	64
3.6. Carga recepción de programas	65
3.7. Preparación para el maquinado	67
3.8. Modo automático de la máquina	68
3.9. Modo bloque por bloque	68
3.10. Modo directo	69

CAPÍTULO 4

“MANUAL DE PRÁCTICAS”.

Código G01 Movimiento lineal.....	71
Código G01 Interpolación lineal	73



	<i>Página</i>
<i>Código G87 Ciclo de caja circular</i>	<i>75</i>
<i>Código G87 Ciclo de caja rectangular</i>	<i>77</i>
<i>Código G02 Interpolación lineal en sentido horario</i>	<i>79</i>
<i>Ranurado sin utilización de código</i>	<i>81</i>
<i>Código G02 Interpolación circular</i>	<i>83</i>
<i>Código G03 Interpolación circular en sentido antihorario</i>	<i>85</i>
<i>Código G02 Fresado en círculos completos</i>	<i>87</i>
<i>Fresado de caja circular sin ciclo</i>	<i>89</i>
<i>Código G88 Cajado circular</i>	<i>91</i>
<i>Código G89 Cajado de ranuras</i>	<i>93</i>
<i>Ranurado con ángulo</i>	<i>95</i>
<i>Código G81 Taladrado</i>	<i>97</i>
<i>Código G81 Taladrado</i>	<i>99</i>
<i>Código G82 Taladrado y avellanado plano</i>	<i>101</i>
<i>Código G83 Taladrado</i>	<i>103</i>
<i>Código G83 Taladrado</i>	<i>105</i>
<i>Código G86 Taladrado circular</i>	<i>107</i>
<i>Código G72 Taladrado circular</i>	<i>109</i>
<i>Código G72 Taladrado</i>	<i>111</i>
<i>Código G72 Taladrado circular</i>	<i>113</i>
<i>Código G72 Taladrado circular</i>	<i>115</i>
<i>Código G72 Taladrado</i>	<i>117</i>
<i>Código G74 Taladrado rectangular</i>	<i>119</i>
<i>Código G74 Taladrado rectangular</i>	<i>121</i>
 Conclusiones.....	 123
Referencias bibliográficas.....	125



GLOSARIO.

ACCESADO: Introducir una instrucción o programa.

AUTOMÁTICO: Maquinal, involuntario, que obra por medios mecánicos.

AUTOMATIZACIÓN: Implementación de las funciones de una planta o fábrica a través de máquinas, robots y actuadores que disminuyan los tiempos de operación, reduzcan costos y laboren veinticuatro horas al día sin posibilidades de error.

AVERIA: Daño, deterioro, rotura o detención en el funcionamiento de una máquina.

BANCADA: Base o apoyo de la máquina herramienta de control numérico.

BOOLEANO: son estructuras algebraicas que "capturan la esencia" de las operaciones lógicas Y, O y NO, así como el conjunto de operaciones unión, intersección y complemento.

CENTRO DE MAQUINADO: Máquina-herramienta que puede realizar alguna o todas las funciones tales como: taladrado, roscado, escariados y fresados.

CODIGOS G: Son direcciones de las fuentes preparatorias que tienen por objeto informar al control de la operación descrita en el bloque y que se especifica mediante el resto de las palabras.

CODIGOS N: Son la primer palabra del bloque, sirve para numerar correlativamente los bloques y ayudar a su realización.

CONVERTIDOR D/A: Transforma la señal digital proveniente del comparador en una señal analógica que sirve como tensión de entrada y referencia al regulador de velocidad.

COMPUERTAS LÓGICAS: Es un dispositivo electrónico que es la expresión física de un operador booleano en la lógica de conmutación. Cada puerta lógica consiste en una red de dispositivos interruptores que cumple las condiciones booleanas para el operador particular. Son esencialmente circuitos de conmutación integrados en un chip.

DECODIFICA: Pasar de un lenguaje codificado a otro que puede leer directamente.



DESEMBRAGAR: Desconectar del eje motor un mecanismo.

DIN 66025: Norma que codifica las funciones G y M.

DISPOSITIVO ELECTRÓNICO: Consisten en la combinación de diversos elementos o componentes organizados en circuitos, destinados a controlar y aprovechar las señales eléctricas, a diferencia de un dispositivo eléctrico, el cual sirve para controlar y aprovechar el flujo de la corriente eléctrica.

ELECTROEROSIONADO: Este sistema consiste en desbastar un metal mediante una corriente eléctrica. Mecánicamente esta formado por una fresadora u otro tipo de maquina herramienta que trabaje en forma similar.

EMBRAGAR: Establecer comunicación entre el motor y los órganos que deben poner en movimiento.

ESTRUCTURAS ALGEBRAICAS: estudio y resolución de las ecuaciones. Utiliza letras para representar números y así efectuar todas las operaciones aritméticas.

F: Velocidad de avance de la máquina.

FORJADO: Dar forma a cualquier metal. Superficie continua de un piso formada por un elemento consistente y la obra que se apoya sobre él.

FLEXIBILIDAD: Es la capacidad que tiene una organización para introducir productos nuevos o innovadores al mercado como también procesos. Es decir la facilidad para adaptarse a los cambios.

INTERPOLADOR: Dispositivo electrónico que en función de una orden, va definiendo el tipo de trayectoria a recorrer, crea dos salidas.

MÁQUINA-HERRAMIENTA AVANZADA: Que refiere a la máquina con mando numérico.

MICROELECTRÓNICA: Es una tecnología que ha logrado crear equipos con una complejidad muy alta, con una inteligencia propia y dimensiones pequeñas.

MULTIPLEXORES: Son circuitos realmente importantes en el diseño de sistemas que requieran un cierto tráfico y comunicación entre distintos componentes y se necesite controlar en todo momento que componente es quien envía los datos.



PLC`S: Controladores lógicos programables, dispositivo que fue inventado con el propósito de remplazar los circuitos secuenciales relevadores para el control de la maquinaria. Su funcionamiento básico consiste en que sus salidas estarán en on/off dependiendo de los estados de sus entradas. El usuario debe introducir un programa, usualmente vía software, para obtener los resultados deseados.

PLURIDISCIPLINARIO: De muchas disciplinas.

PRODUCTIVIDAD: En la fabricación la productividad sirve para evaluar el rendimiento de los talleres, las máquinas, los equipos de trabajo y los empleados.

RED MULTIPLEXADA: Técnica que nos permite que un proceso pueda quedar en espera de datos al acceder a uno o varios dispositivos.

RELEVADORES: Son componentes externos que se conectan al mundo real; mandan señales de salida de on/off y existen físicamente; pueden ser transistores, relevadores, triacs, etc. todo depende del modelo que se escoja. Su función principal es como almacén de información y datos cuando la alimentación es removida del PLC.

S: Velocidad de rotación del usillo.

SEGÚN DIN 8615: Deutsches Institut für Normung - Instituto Alemán de Normalización, son normas para la fabricación con alta presión.

SERVOMECANISMOS: Consta de un comparador, un convertidor de D/A, un amplificador de potencia y un servomotor de corriente continua, permiten el desplazamiento relativo entre la herramienta y la pieza situada sobre la pieza.

SISTEMAS: Es un conjunto de elementos dinámicamente relacionados formando una actividad para alcanzar un objetivo.

T. Función de herramientas.

TRANSMISIÓN CARDAN: Eje para transmitir movimiento.

U.A.E.H.: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

UTILLAJE: Se define como el conjunto de útiles, herramientas, maquinaria, implementos e instrumental de una industria.



ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

	Página
1.Áreas del conocimiento.....	6
2.Fresadora de tipo columna y cartela.....	12
3.Fresadora de bancada fija.....	13
4.Fresadora horizontal.....	14
5.Fresadora vertical	16
6. Fresadora universal	17
7.Tipos de fresado.....	19
8.Procesos de fresado	20
9.Diferentes tipos de engranajes.....	21
10.Primeras fresadora universal.....	24
11.Fresadora Co de Whitney.....	25
12.Fresadora universal construida en 1884	25
13.Vagón fabricado en Bombardier, Cd. Sahagún	29
14.Planta Bombardier	30
15.Fresadora de Control Numérico Computarizado EMCO VMC-100.....	32
16.Aula de manufactura asistida por computadora	33
17.Vista del aula de manufactura lado izquierdo CIM, Torno y Fresadora	34

CAPÍTULO 2

17-.Tablero de simulación CNC	35
18.Desplazamiento de los carros	37
19.Punto de referencia	42
20.Punto cero de la máquina	43
21.Punto de sujeción.....	43
22.Punto cero de la pieza	44
23.Pantalla principal del software	55
24.Pantalla programar	55



25. Pantalla selección fresar	56
26. Pantalla activación de referencias para desactivar alarmas	56

CAPÍTULO 3

27. Tablero del centro de maquinado Emcotronic TM02	60
28. Monitor del centro de maquinado	61
29. Herramienta patrón	65
30. Valores para N	66
31. Desplazamiento del punto 0	67

CAPÍTULO 4

32. Control para abrir/cerrar puerta	70
--	----

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO 2

1. Teclas de función del tablero de simulación	36
2. Teclas de función del tablero de simulación	38
3. Códigos G	46
4. Códigos M	47
5. Direcciones y dimensiones	48
6. Parámetros P	49
7. Parámetros D	50
8. Herramientas de referencia	51
9. Herramientas de ranurado	51
10. Herramientas para roscar	52
11. Herramientas para barrenar	52
12. Posición de herramientas	54



PROBLEMÁTICA.

Los maestros y alumnos de la Licenciatura en Ingeniería Industrial de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, necesitan información documental plasmada en una guía que facilite la utilización del equipo del laboratorio de manufactura, ya que, actualmente los manuales de operación carecen de información básica y de orientación, además de requerir conocimientos de idioma extranjero por parte del usuario.

OBJETIVO GENERAL.

Proporcionar un material bibliográfico de apoyo para conducir al usuario en los conocimientos y procedimientos básicos para la operación de la fresadora de control numérico EMCO VMC-100 de la Unidad Central de Laboratorios de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

OBJETIVOS PARTICULARES:

1. Proporcionar una guía práctica para la utilización de la fresadora de control numérico EMCO VMC-100.
2. Conocer las características del simulador y la fresadora para el buen uso de ellos.
3. Dar a conocer al lector los alcances y beneficios de las máquinas de Control Numérico Computarizado.
4. Proporcionar información sobre las empresas que han tenido impacto en sus procesos utilizando tecnologías modernas.
5. Incrementar la capacitación del usuario.



JUSTIFICACIÓN.

La propuesta de esta monografía es disponer de un documento que aporte los pasos para la operación y familiarización con el equipo que incluya los elementos que permitan el desarrollo del usuario, agilizando las actividades de entrenamiento, permitiendo la autocapacitación en la fresadora de control numérico Emco Vmc-100, conocimientos básicos de operación, guías y procedimientos para el manejo eficiente de la máquina.

La finalidad de este trabajo es invertir menos tiempo en la operación del equipo, disminuir la probabilidad de provocar una situación insegura o de riesgo para el usuario, así como un posible daño al equipo debido a un error de programación. Propiciar la experimentación con el equipo de simulación, dado que es más fácil de operar, más rápido, y seguro, lo anterior vencerá temores y barreras que pueda tener el usuario al comenzar a practicar con el equipo.

Adquirir conocimientos en el uso y manejo de la fresadora y habilidad práctica en la programación.



INTRODUCCIÓN.

Este trabajo parte de la necesidad de contar con un manual de instrucciones en donde se indique en forma clara todos los aspectos necesarios para el manejo correcto de la fresadora.

Actualmente, en la biblioteca central de la U.A.E.H., existen ejemplares aunque no recientes acerca del CN (Control Numérico), en los que se describen a las máquinas de control numérico y sólo hay una pequeña introducción al CNC (Control Numérico Computarizado).

Por otra parte, en el Laboratorio de Manufactura, se cuenta con los manuales de uso para el centro de maquinado EMCO VMC-100, pero están redactados en lengua extranjera, por lo que surge la necesidad de crear un manual dirigido a maestros y alumnos de la Licenciatura de Ingeniería Industrial, que sirva de apoyo en las asignaturas correspondientes a la optativa de manufactura.

El Capítulo 1 proporciona información acerca de los antecedentes del control numérico y el control numérico computarizado, específicamente de la fresadora su clasificación y los productos que se obtienen de ella, además de contar con una panorámica general del impacto que algunas empresas han tenido con el uso de esta tecnología.

Posteriormente en el Capítulo 2 se describirán los tableros de simulación de la fresadora de control numérico para aprender el uso en un ejemplo sencillo, conocer el procedimiento de preparación de la fresa y las herramientas disponibles. Así también, en el Capítulo 3, tendremos una guía específica para el maquinado en la fresadora de control numérico, a través de la vía disk port o interfase RS232, se instalara el programa, se colocará el material y la herramienta a usar, para obtener la pieza, se seguirán las instrucciones para la fabricación, tomando en cuenta también las medidas de seguridad previas a la operación.

En la última parte de este documento se proponen 26 ejemplos de programación, de lo sencillo a lo complejo, en cada uno de ellos se describen los materiales a utilizar, el diagrama de la pieza y la estructura del programa, es importante destacar que esta última parte, se elimine una vez que se ponga en práctica lo aprendido en los primeros capítulos.



CAPITULO 1

“GENERALIDADES DEL CONTROL NÚMERICO COMPUTARIZADO”.

1.1.¿ QUÉ ES CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO?.

NC es la abreviación para Control Numérico, que es cualquier dispositivo para controlar una máquina o proceso mediante números o un dispositivo electrónico, capaz de dirigir posicionamientos de uno o varios órganos mecánicos móviles, de forma que las órdenes para sus desplazamientos son elaborados, en forma totalmente automática, a partir de informaciones numéricas y simbólicas definidas por medio de un programa. Estos sistemas de control son de tipo (hardwired), lo cuál significa que la lógica involucrada no puede ser cambiada. Los programas NC se leen generalmente vía una cinta perforada, y no pueden ser modificados al nivel de sistema de control.

CNC es la abreviación para Control Numérico Computarizado, indicando que el control numérico se lleva a cabo mediante una computadora. En el corazón de los sistemas de control CNC se encuentran una o más computadoras programables. Estas son responsables del desempeño de las tareas del control del sistema. Dado que la funcionalidad del sistema de control está determinada por el programa, ésta es fácil de modificar.¹

El programa de Control Numérico es accesado ya sea de manera manual o con la ayuda de un medio de almacenamiento de datos (disquete, cinta perforada). El sistema decodifica el programa y separa la información en valores de trayectoria deseados (posicionamiento del carro) e información de acción.

ANTECEDENTES

1.2. ¿ CÓMO SURGE EL CONTROL NUMÉRICO?.

El primer intento del control, fue realizado por Jacquard Loom, que en 1801, ideó una máquina textil, que realizaba diferentes tipos de tejidos, sin más que, modificar un programa introducido en la máquina a través de tarjetas perforadas.

Posteriormente vino el piano automático, que usaba un rollo de cinta perforada para introducir el programa musical. El factor predominante para que surgiera el control numérico y la automatización fue el incremento de la productividad, la precisión, la rapidez y la flexibilidad.

¹ Manual CNC Trainer , Pag. 8/4.



La primera vez que se aplicaron las técnicas del control numérico como ayuda a la mecanización de piezas tuvo lugar en 1942, por una imposición de la industria aeronáutica militar. Así en el periodo de 1950-1980 las máquinas de control numérico se convirtieron en las heroínas de las máquinas automáticas. Estos aparatos se programan mediante una cinta magnética o computadoras para realizar repetidamente un ciclo de operaciones. Éstas tienen un sistema de control que lee las instrucciones y las traduce en operaciones, sus ajustes los efectúa el sistema de control, en lugar de seres humanos.²

La Máquina Herramienta de Control Numérico (MHCN), fue inventada a principios de los años cincuenta, como producto de conjunción de los esfuerzos civiles y militares en los Estados Unidos. Con la asesoría del Massachusetts Institute of Technology (MIT) en 1952, era dada a conocer la primera máquina herramienta de control verificada numéricamente, en este caso una fresadora vertical.

Esta tecnología cubría simultáneamente objetivos estratégico-militares y de desplazamiento del control obrero del proceso de trabajo. Más tarde, fue gradualmente perfeccionada con la aplicación de la electrónica (a base de transistores). En la década de los setenta, alcanzó su máxima eficiencia con la disponibilidad del microprocesador a precios cada vez más bajos, cuestión que coadyuvó al surgimiento de la Máquina Herramienta de Control Numérico Computarizado (MHCNC).

1.3. LA EVOLUCIÓN DEL CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO.

La evolución del control numérico, desde el manejo de cintas perforadas para la codificación del programa, hasta el manejo de sistemas CAD-CAM ha dado origen a la necesidad de conocer diferentes áreas y terminologías.

CAD: Computer Aided Design.

CAM: Computer Aided Manufacturing.

NC: Numerical Control.

CNC: Computer Numerical Control.

El control numérico involucra diferentes áreas del conocimiento que son necesarias para el mejor aprovechamiento de la tecnología disponible. Estos conocimientos, están íntimamente relacionados y se vuelve imperiosa la necesidad de manejar de manera simultánea.

² Sistemas CAD/CAM/CAE Diseño y fabricación por computador p.212,213.

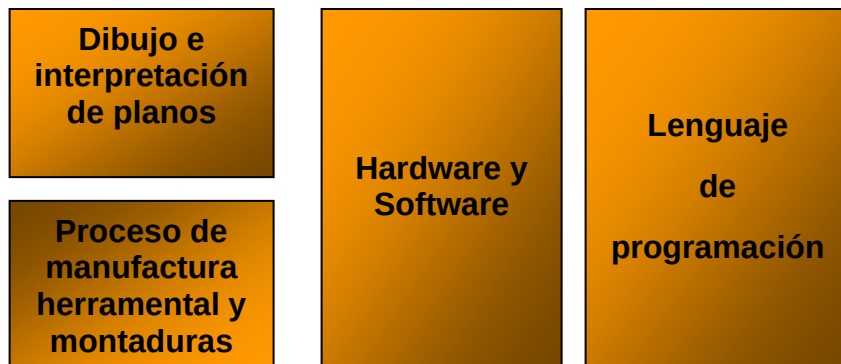


Fig. 1. Áreas del conocimiento.

La responsabilidad de un Ingeniero de Procesos o de Manufactura, generalmente tienen relación con la interpretación del diseño, que se presenta en el dibujo de la pieza, la elección de la herramienta de corte, la generación del programa de Control Numérico, su verificación y puesta a punto para la corrida.

Ya que existe cada vez mayor exigencia en la precisión, los diseños son cada vez más complejos, la diversidad de productos hace necesaria la tendencia a estructuras de producción más flexibles, se tiende a incrementar los tiempos de inspección, los costos de fabricación de moldes es mayor y se hace necesario minimizar errores, el tiempo de entrega de los productos tiende a ser cada vez más reducido y ya que la formación de instructores cada vez es más difícil, se hace necesario personal cada vez más experimentado.

El entorno del ambiente industrial se encuentra frecuentemente con situaciones tales como: escasez de mano de obra calificada, producción masiva de múltiples modelos de un mismo producto, ambiente de producción y taller poco atractivo, por lo que la automatización es conveniente en muchos aspectos.

1.3.1. TIPOS DE AUTOMATIZACIÓN.

Existen cinco formas de automatizar a la industria moderna las cuales son:

- Control automático de procesos.
- El procesamiento electrónico de datos.
- La automatización fija.
- El control numérico computarizado.
- La automatización flexible.

El control automático de procesos, se refiere usualmente al manejo de procesos caracterizados de diversos tipos de cambios (generalmente químicos y físicos); un



ejemplo de esto podría ser el proceso de refinación de petróleo. El proceso electrónico de datos frecuentemente es relacionado con los sistemas de información, centros de cómputo, etc. Sin embargo en la actualidad también se considera dentro de esto la obtención, el análisis y los registros de datos a través de interfaces y computadoras. La automatización fija, es aquella asociada al empleo de sistemas lógicos tales como: los sistemas de relevadores y compuertas lógicas; sin embargo estos sistemas se han ido flexibilizando al introducir algunos elementos de programación como en el caso de los (PLC'S) controladores lógicos programables.

Un mayor nivel de flexibilidad lo poseen las máquinas de control numérico computarizado. Este tipo de control se ha aplicado con éxito a Máquinas Herramientas de Control Numérico (MHCN). Entre las MHCN podemos mencionar:

- Fresadoras CNC.
- Tornos CNC.
- Máquinas de electroerosionado.
- Máquinas de corte por hilo.³

El mayor grado de flexibilidad en cuanto a automatización se refiere es el de los robots industriales que en forma más genérica se les denomina como "Celdas de manufactura flexible".

1.3.2. VENTAJAS DEL CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO.

La automatización es el empleo de equipo especial para controlar y llevar a cabo los procesos de fabricación con poco o ningún esfuerzo humano. Se aplica en la fabricación de todo tipo de artículos y procesos desde la materia prima hasta el producto terminado.

Entre las ventajas del control numérico computarizado está la facilidad de operación, programación sencilla, exactitud, adaptabilidad y menor costo de mantenimiento, la combinación del diseño con computadora y mayor productividad.

Las ventajas, dentro de los parámetros de producción explicados anteriormente son:

³ <http://www.monografias.com/trabajos14/manufaccomput/manufaccomput.shtm>



Posibilidad de fabricación de piezas imposibles o muy difíciles. Gracias al control numérico se han podido obtener piezas muy complicadas como las superficies tridimensionales necesarias en la fabricación de aviones.

Seguridad. El control numérico es especialmente recomendable para el trabajo con productos peligrosos.

Precisión. Esto se debe a la mayor precisión de la máquina herramienta de control numérico respecto de las clásicas.

Aumento de productividad de las máquinas. Esto se debe a la disminución del tiempo total de mecanización, en virtud de la disminución de los tiempos de desplazamiento en vacío y de la rapidez de los posicionamientos que suministran los sistemas electrónicos de control.

Reducción de controles y desechos. Esta reducción es debida fundamentalmente a la gran fiabilidad y repetitividad de una máquina herramienta con control numérico. Esta reducción de controles permite prácticamente eliminar toda operación humana posterior, con la subsiguiente reducción de costos y tiempos de fabricación.

Fácil control de acuerdo con el programa de producción lo cual provoca la competencia en el mercado.

1.3.3. CONDICIONES DE USO DE LA MÁQUINA CNC.

Las condiciones que influyen en las decisiones para la automatización son los crecientes costos de producción, alto porcentaje de piezas rechazadas, demoras en la producción, escasez de mano de obra, condiciones peligrosas de trabajo. Los factores que se deben estudiar con cuidado son el alto costo inicial del equipo, los problemas de mantenimiento y el tipo de producto. Es por ello que se debe contar con un operador capacitado.

1.3.4. HABILIDADES DEL OPERADOR DE UNA MÁQUINA CNC.

- Deberá tener conocimientos en geometría, álgebra y trigonometría.
- Deberá conocer sobre la selección y diseño de la herramienta de corte.
- Dominar los métodos de sujeción.
- Uso de medidores y conocimientos de metrología.



- Interpretación de planos.
- Conocimientos de la estructura de la máquina CNC.
- Conocimientos del proceso de transformación mecánica.
- Conocimientos de la programación CNC.
- Conocimientos del mantenimiento y operación CNC.
- Conocimientos generales de programación y computadores personales.⁴

1.3.5. APLICACIONES.

La decisión sobre la necesidad de utilizar Máquinas Herramientas de Control Numérico (M. H. C. N), se resuelve con base en un análisis de producción y rentabilidad; sin embargo en nuestros países subdesarrollados, muchas veces existe un factor inercial, que impide a los empresarios realizar el salto tecnológico, en la medida que estas personas se motiven a acercarse a estas tecnologías surgirán múltiples alternativas financieras y de producción que contribuirán a mejorar el aspecto de rentabilidad de este tipo de inversión. Por otro lado una vez tomado este camino se dará una rápida transferencia tecnológica a nivel de las empresas pues muchas veces en países latinoamericanos el nivel es de consumidores. Por ejemplo Panamá.

Se usa el C.N.C. cuando se tienen altos volúmenes de producción, cuando el grado de complejidad de los artículos producidos es alto, cuando es necesario un alto grado de precisión.

El C.N.C se utiliza para controlar los movimientos de los componentes de una máquina por medio de números. Las máquinas y herramientas con control numérico se clasifican de acuerdo al tipo de operación de corte.

Un nuevo enfoque para optimizar las operaciones de maquinado es el control adaptativo. Mientras el material se esté maquinando, el sistema detecta las condiciones de operaciones como la fuerza, temperatura de la punta de la herramienta, rapidez de desgaste de la herramienta y acabado superficial. Convierte estos datos en control de avance y velocidad que permita a la máquina acortar en condiciones óptimas para obtener máxima productividad. Se espera que los controles adaptables, combinados con los controles numéricos y las computadoras, produzcan una mayor eficiencia en las operaciones de trabajos con los metales.

De la denominación de máquina-herramienta, se ha pasado al término de máquina-herramienta avanzada, que se refiere a la máquina con mando numérico, concibiéndose buen número de ellas según criterios modulares que permiten la

⁴ <http://www.ilustrados.com/publicaciones/EpyuZylyAVfWxFNwxB.php>



intercambiabilidad y la complementariedad, pudiéndose integrar en células o sistemas de fabricación flexible posibilitando una automatización a la vez integrada y flexible.⁵

Hay que destacar la creciente demanda para equipar las máquinas avanzadas con sistemas de carga y descarga automática con manipuladores, robots articulados, pórticos, convirtiendo la máquina individual en una pequeña célula flexible. Esto se debe a la exigencia de la industria transformadora, principalmente de la automoción, que ha puesto en práctica procesos de fabricación discontinua, noción que cubre la fabricación en series pequeñas y grandes.

Algunas otras aplicaciones del fresado son la cartelería, la rotulación, mecanizado de plásticos, aluminio, moldes, moldes cerámicos, joyería, industria del calzado, industria de la madera, industria aeronáutica, grabado de paneles eléctricos, grabado de alta precisión, maquetas, prototipos, construcción de moldes y modelos 3D con transferencia directa de datos CAD, troqueles y herramientas para estampar, de alta calidad de fabricación, entre otros.⁶

1.3.6. ¿QUÉ SON LOS CENTROS DE MAQUINADO?

Nuevos adelantos en las máquinas y herramientas son los centros de maquinado. Éstas son máquinas que pueden tener unas 100 herramientas o más con un cambiador automático de ellas. Está diseñada para efectuar diversas operaciones sobre diferentes superficies de la pieza de trabajo. Los centros de maquinado pueden producir piezas complejas con gran exactitud y rapidez.

1.4. ¿QUÉ SON LAS FRESADORAS?

Es una máquina eléctrica rotativa en la que se coloca la herramienta de corte (llamada fresa) y debido al movimiento giratorio que ésta adquiere y al movimiento longitudinal que le damos a la fresadora, va haciendo el labrado en la pieza a fresar. En las fresadoras se emplean cortadores con dientes múltiples conocidos como fresas. El filo se enfría en forma intermitente, por que los cortes no son continuos. Las brocas de los husillos y portaherramientas estándar de las fresadoras permiten intercambiar portaherramientas y fresas para fresado de frente, sin que importen la construcción o el tamaño de la máquina⁷.

⁵ <http://www.fim.utp.ac.pa/Revista/vol2/cncd.html>

⁶ <http://www.veroe.com/>

⁷ <http://www.monografias.com/trabajos14/maquinacontrnum/maquinacontrnum.shtml>



En las fresadoras, la pieza entra en contacto con un dispositivo circular que cuenta con varios puntos de corte. La pieza se sujeta a un soporte que controla el avance de la pieza contra la herramienta de corte. La pieza puede avanzar en tres direcciones: longitudinal, horizontal y vertical. En algunos casos también puede girar. Las fresadoras son las máquinas herramientas más versátiles. Permiten obtener superficies curvadas con un alto grado de precisión y un acabado excelente. Los distintos tipos de útiles de corte permiten obtener ángulos, ranuras, engranajes, muescas, levas, contornos, dientes de engranes y de ruedas dentadas, ranuras helicoidales y agujeros con dimensiones exactas.

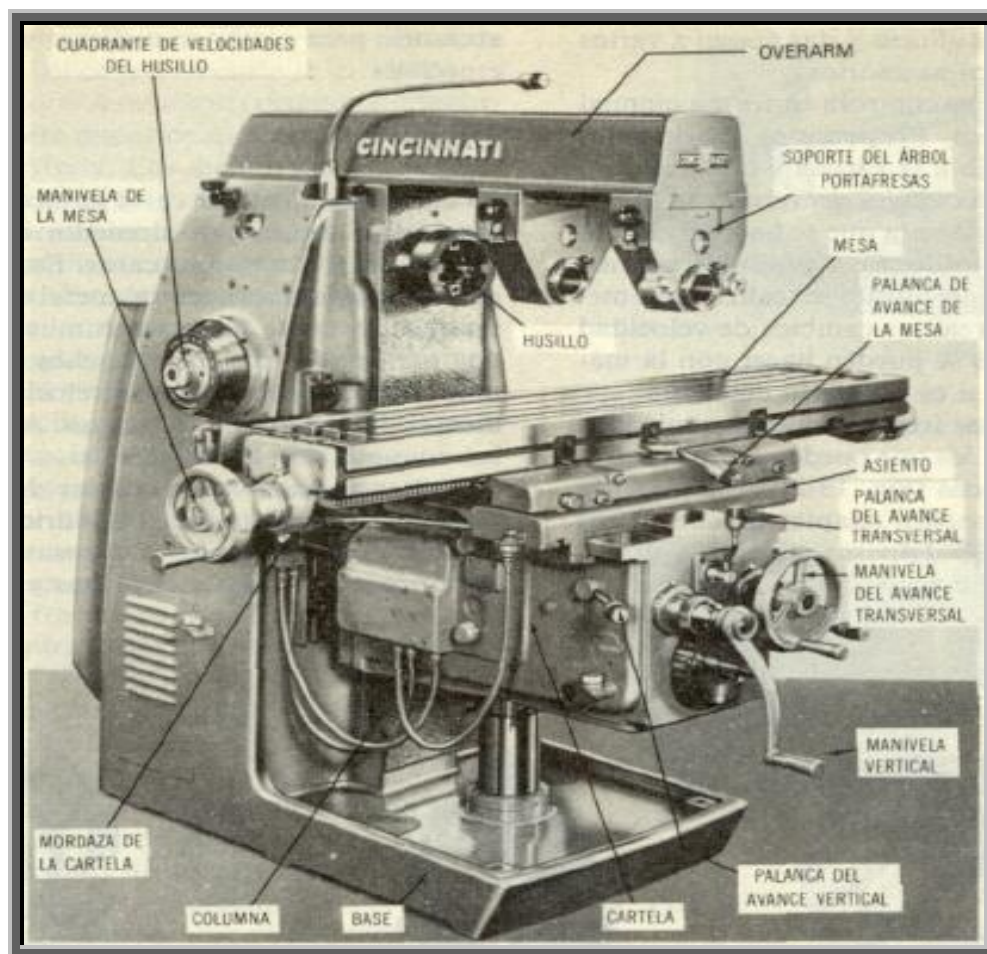


Fig.2. Fresadora tipo columna y cartela

1.4.1. CLASIFICACIÓN DE LAS FRESADORAS.

La clasificación de las fresadoras se basa en su diseño, operación o finalidad. Las fresadoras del tipo columna y cartela tiene la mesa y el caballete soportado sobre



la cartela ajustable verticalmente que está acuada a la cara de la columna. La mesa se avanza en forma longitudinal sobre el caballete y éste en forma transversal sobre la cartela para dar tres movimientos de avance.

Las máquinas de bancada fija son de construcción sencilla y rígida, su empleo principal es el trabajo de alto volumen de producción. Estas fresadoras suelen venir equipadas con aditamentos para sujetar con facilidad la pieza de trabajo y pueden construirse como de husillo sencillo o múltiple, sencillo o dúplex.

En general se considera que dos clases de fresado representan todas las formas de estos procesos: periféricos y de frente. Cada uno tiene sus ventajas y la elección depende de numerosos factores, como el tipo y condición del equipo, duración de las herramientas, acabado superficial y parámetros del maquinado.⁸



Fig.3. Fresadora de bancada fija.⁹

⁸ <http://www.ilustrados.com/publicaciones/EpyuZylyAVfWxFNwxB.php#superior>

⁹ <http://www.directindustry.com.mx/find/fresa.html>



1.4.1.1. FRESADORA HORIZONTAL.



*Fig. 4. Fresadora horizontal CINCINNATI, No. 4 12"x44" con cabezal vertical chico para adaptar.*¹⁰

¹⁰ <http://www.maquinariadsw.com/esp/fresadoras.htm>



La fresa se coloca sobre un eje horizontal, que se ubica en el husillo principal. Realiza trabajos de desbaste o acabado en línea recta, generando listones o escalones. La herramienta trabaja en su periferia.

El uso principal de estas fresadoras es para producción en volumen de piezas idénticas. Estas fresadoras pueden ser semiautomáticas y son de construcción sencilla pero fuerte, las fresadoras más comunes de este tipo son: Fresadora de planchas en manufactura, fresadora dúplex para manufactura, fresadora sencilla de rodilla y columna.

Máquinas fresadoras horizontales de codo y columna. En este tipo de máquinas la relación entre la altura de la fresa o cortadora y la pieza de trabajo se controla con el movimiento vertical de la mesa, los dos tipos más comunes de estas fresadoras son: Fresadora de planchas u horizontal y fresadora horizontal universal; esta última es la que se utilizará en el laboratorio.

La limitación de esta máquina es la profundidad a la que puede trabajar la máquina, ya que ésta dependerá de la distancia de la periferia de la herramienta, al eje de la máquina.



1.4.1.2. FRESADORA VERTICAL.



Fig. 5. Fresadora vertical BRIDGEPORT avance automático.³



La fresa se coloca en un husillo vertical, éste al girar produce el movimiento principal. La herramienta trabaja en su periferia.

Fresadora vertical del tipo de ariete. Estas fresadoras se utilizan normalmente para un trabajo más ligero que una fresadora vertical estándar.

Fresadora vertical de control numérico por computadora. Es de construcción muy rígida, y esta diseñada para trabajos en serie, al igual que el torno esta maquina tiene su propio software que le permite diseñar y crear la pieza deseada.

Fresadora vertical controlada por trazador. Esta reproduce la forma de una matriz o plantilla en la pieza de trabajo.

Fresadora controlada por explorador óptico. Este tipo de fresadora puede reproducir piezas planas a partir de líneas negras, bien definidas en un dibujo.

La limitación de esta máquina es la fuerza perpendicular a la que se puede someter la fresa por la mesa de trabajo, para lograr el avance.



1.4.1.3. FRESADORA UNIVERSAL.



Fig. 6. Fresadora universal MAC-FAR 3S con soportes y barra 14"x 42" vertical y horizontal.³

Es la combinación de una fresa horizontal y una vertical. Tiene un brazo que puede utilizarse para ubicar fresas en un eje horizontales y un cabezal que permite las fresas verticales. Su limitación es el costo y el tamaño de las piezas que se pueden trabajar.



1.4.2. CLASIFICACIÓN DE LOS PROCESOS DE FRESADO.

Fresado paralelo o de placas.

Este tipo de fresado consiste en producir superficies planas horizontales paralelas con el eje del árbol de la fresadora, la pieza se puede sujetar en una prensa o directamente a la mesa.

Fresado frontal.

Es el proceso de producir una superficie plana horizontal, es decir perpendicular a la columna de la fresadora, puede ser realizada con fresas escariadoras. Los dientes de la periferia y en el extremo hacen el corte.

- Avance perpendicular al eje de giro.
- Profundidad de corte en dirección axial.
- Corte producido por los filos periféricos.
- Acabado superficial producido por los filos de la cara frontal.

Fresado circular.

El fresado circular se efectúa con una fresa al aire, colocando la pieza en el plato vertical (o en el universal, colocando su eje verticalmente).

Con esta operación se pueden efectuar superficies cilíndricas o cónicas. Aunque esta operación es una especie de torneado, muchas veces no se puede ejecutar en el torno por ser limitada a una porción de circunferencia menor de 360° .

Fresado en contra dirección.

El espesor de la viruta aumenta gradualmente desde cero hasta un valor máximo. El esfuerzo de corte aumenta también gradualmente. El juego entre la tuerca y el husillo de la mesa permanece acumulado en un sólo lado. Su aplicación es más frecuente que el fresado en concordancia. ¹¹

Como se menciona y se observa en las ilustraciones correspondientes, los cortadores de las fresas pueden trabajar con su superficie periférica o con su superficie frontal.

¹¹ http://lorca.umh.es/isa/es/asignaturas/fac/4- proc_mec.pdf#search='fresado%20frontal'



En el primer caso el trabajo puede ser en paralelo o en contra dirección, lo anterior se muestra en las ilustraciones. Con el trabajo en contra dirección la pieza tiende a levantarse, por lo que hay que fijar fuertemente a la misma con una prensa.

Cuando el trabajo es en paralelo la fresa golpea cada vez que los dientes de la herramienta penetran en la pieza.

Durante cada revolución los dientes de la las fresas sólo trabajan una parte de la revolución, el resto del tiempo giran en vacío, lo que baja la temperatura de la herramienta.

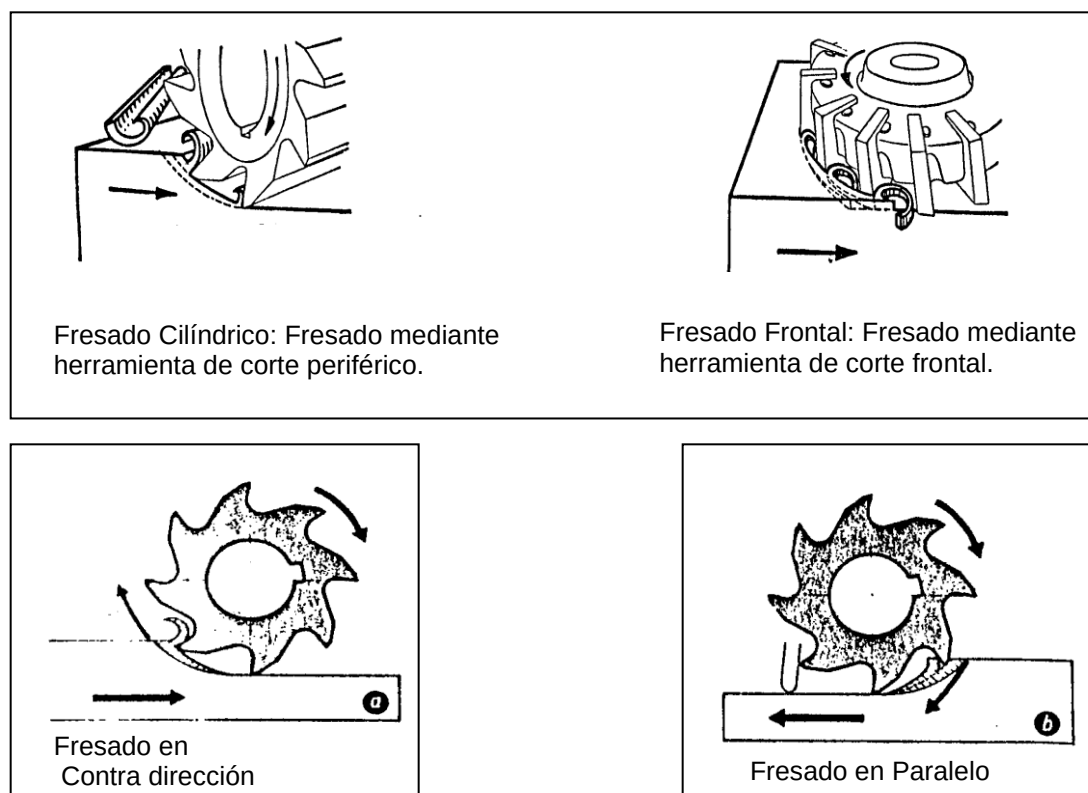


Fig. 7. Tipos de fresado.¹²

¹² http://lorca.umh.es/isa/es/asignaturas/fac/4- proc_mec.pdf#search='fresado%20frontal'



1.4.3. PRODUCTOS QUE PUEDEN OBTENERSE DE UN PROCESO DE FRESADO.

La fresadora se presta para una variedad muy grande de trabajos sobre piezas mecánicas. A continuación se nombrarán algunos de los trabajos más comunes realizados en esta máquina herramienta.

1 y 2 Planeado y planeado en escuadra.- Este ciclo optimiza el uso de las herramientas para fresado de planeado y puede ser utilizado en partes con operaciones planas como paredes, protuberancias y otras áreas planas. El ciclo le permite definir el área a ser maquinada seleccionando un límite. Se soportan los límites primarios y las trayectorias de mecanizado resultantes son asociativas con sus respectivos límites.

3,4 y 5.-Ranurado simple o fresado de ranuras abiertas.-Rasgado o ranurado en desbaste, para abrir paso a la herramienta en otra operación posterior.

Apertura de ranuras de forma (ranuras en T, ranuras de escariadores de diente recto, machos, fresas, etc.)

Ranurado de chaveteros (normales o Woodruff).

6.- Alojamientos o vaciados.- este tipo de mecanizado permite retirar un gran volumen de viruta en un intervalo de tiempo breve lo que deriva en una gran productividad, además de ser utilizado para desbaste, es considerado una aplicación insustituible para el acabado de perfiles con paredes muy profundas donde es importante obtener la superficie vertical.

7.- Copiados.- es un proceso que debe de ser cuidadosamente planeado, suele ser complejo, se usan recorridos de herramienta de contorneado en combinación con fresado de rebaje, el resultado será:

- Un tiempo de mecanizado bastante más corto
- Mejor utilización de máquina y herramienta
- Mejor calidad geométrica del molde o matriz mecanizada
- Menor pulido manual y tiempo de pruebas

8.- Ranurado simple: Es conveniente que la dotación de fresas de tres cortes para estos trabajos sea lo más completa posible, pues así se evitará mucha pérdida de tiempo. Al no tener la fresa medida correspondiente al ancho de la ranura, se practica en primer lugar un corte alineado con una extremidad de la misma; y luego (por medio de los tambores graduados) se desplaza la fresa en tantos milímetros cuantos tenga la diferencia entre el espesor de la fresa y el espesor de la ranura.



9.- Chaflanes.- se obtienen, cortando a un plano por una esquina, de modo que una a dos superficies planas.

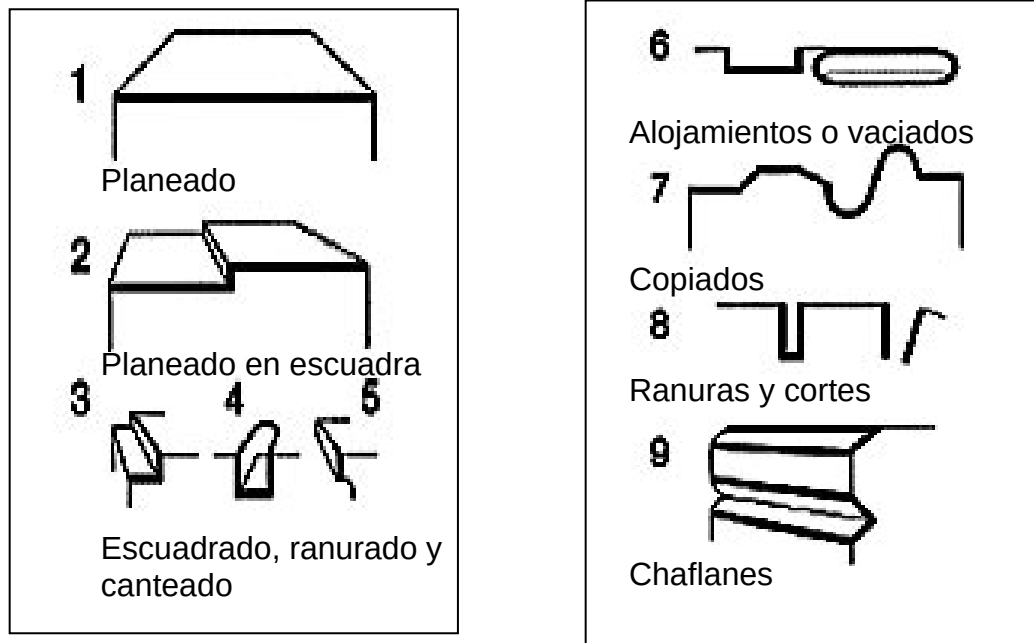


Fig. 8 Procesos de fresado.¹³

En las fresadoras de control numérico de tipo horizontal se puede fabricar engranes de diferentes características como son:

- Engranes rectos
- Engranes helicoidales
- Engranes cónicos-rectos
- Engranes cónico-espinales
- Engranes corona- sinfín
- Muestras de engranes, coronas, catarinas y sinfín
- Engrane recto interior
- Cremalleras
- Tornillo sinfín

¹³

<http://gama.fime.uanl.mx/~dim/data/manuales/manual%20Procesos%202003.pdf#search='proceso s%20de%20fresado%20fresado'>

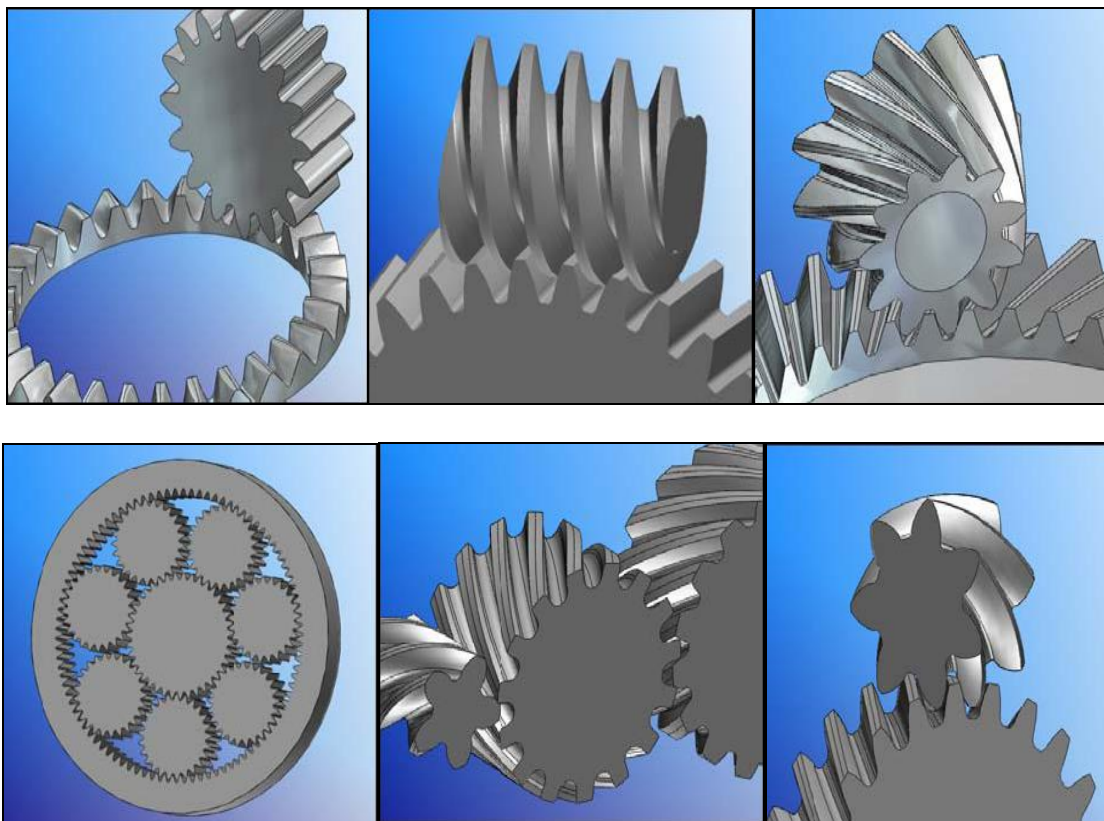


Fig. 9. Diferentes tipos de engranajes¹⁴.

1.5. DIFERENCIA ENTRE MÁQUINAS CONVENCIONALES Y DE CONTROL NUMÉRICO.

Entre las máquinas herramientas básicas se encuentran el torno, las perfiladoras, las cepilladoras y las fresadoras. Hay además máquinas taladradoras y perforadoras, pulidoras, sierras y diferentes tipos de máquinas para la deformación del metal.

En las máquinas convencionales, las operaciones son interrumpidas por el operador para la preparación de la máquina. El operador planea y controla el maquinado y tiene la libertad de interrumpirlo en cualquier momento. El operador puede reconocer problemas inmediatamente y tomar la acción apropiada.

¹⁴ [http:// www.kisssoft.ch/ESPAnOL/Zahnrad-S.pdf](http://www.kisssoft.ch/ESPAnOL/Zahnrad-S.pdf)



Las máquinas CNC trabajan sin la intervención del operador. La secuencia y los pasos de trabajo deben por lo tanto ser predeterminados, y un programa CNC debe de ser preparado e instalado en el sistema CNC. Dado que la intervención humana directa ya no se requiere, las máquinas CNC no tienen ningún volante.

Las máquinas CNC tienen un motor impulsor de alimentación y un sistema de medición de trayectoria para cada eje de movimiento. Las tolerancias de maquinado y los tiempos de ciclo ya no dependen del operador, sino son determinados únicamente por la calidad del programa CNC. Como el operador ya no puede intervenir en el ciclo de interpolación, esta tarea debe ser asumida por el sistema CNC.

El sistema CNC obtiene los valores deseados (el punto a ser alcanzado por el carro) del programa CNC. Estos valores se pasan al interpolador y al comparador. Este último envía un comando a la transmisión de alimentación, y la mesa de trabajo se pone en movimiento.

1.6. EL CONTROL NUMÉRICO EN EL MUNDO.

Las primeras operaciones de fresado antes de la construcción de máquinas específicas para este trabajo, se realizaron en tornos accionados a pedal, pero el nacimiento y la evolución de las máquinas de control numérico, está relacionado con la guerra de la independencia, cuando la colonia británica en América tuvo que acometer su propio desarrollo industrial.

La necesidad de fabricar armamento en grandes series fue el factor determinante en el desarrollo del fresado. El americano Ely Whitney recibió el encargo de fabricar gran cantidad de fusiles para el gobierno de su país. Estudió la posibilidad de fabricación en serie, para lo que diseñó y construyó en 1818 la primera máquina de fresar.

Estaba compuesta de un armazón de madera soportado por cuatro patas de hierro forjado. La mesa porta-piezas se desplazaba longitudinalmente sobre guías en forma de cola de milano y, entre otros mecanismos, destacaba un eje sinfín que se podía embragar y desembragar sobre una corona dentada alojada en el husillo del carro.

En 1830 se construye una fresadora totalmente metálica a la que se incorpora un carro para la regulación vertical.



En 1848 el destacado ingeniero americano Howe introduce nuevas prestaciones, incorporando poleas de tres escalones y desplazamientos en sentido vertical, longitudinal y transversal. Dos años después diseña la primera fresadora copiadora de perfiles e influye decisivamente en la introducción de otras importantes mejoras.

Un avance muy importante se produce en 1862, cuando J. R. Brown construyó la primera fresadora universal equipada con divisor, consola con desplazamiento vertical, curso transversal y avance automático de la mesa longitudinal con la aplicación de la transmisión *Cardan*.

Con la fresadora universal construida en 1884 por Cincinnati, a la que se incorpora por vez primera un carnero cilíndrico desplazable axialmente, se alcanza el máximo desarrollo de este tipo de máquinas.

Por la influencia que ha tenido en la construcción de los actuales centros de fresado de CNC, cabe destacar la fresadora del francés P. Huré construida en 1894, que incorporaba un ingenioso cabezal, con el cual, mediante previo movimiento giratorio, podía trabajar en horizontal, vertical y otras posiciones.

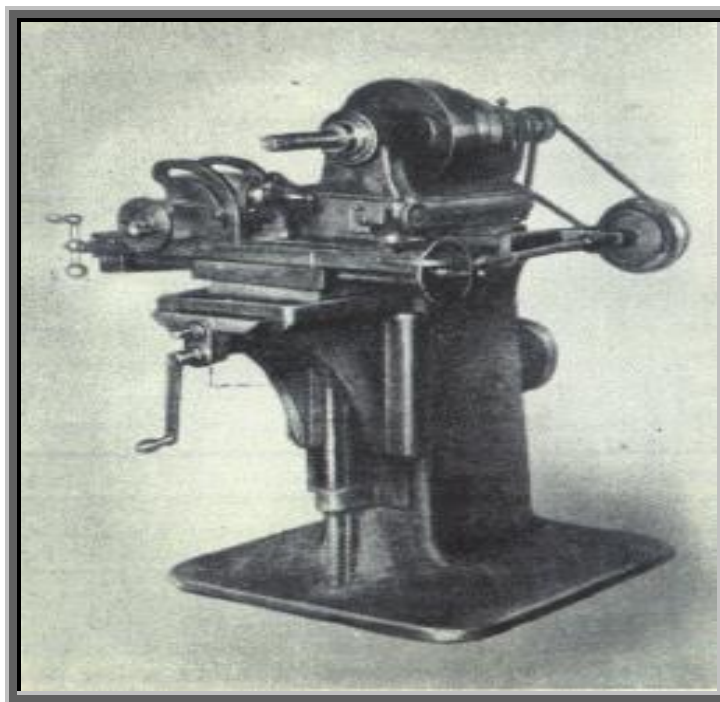


Fig.10. Primera fresadora universal, fabricada por Joseph R. Brown en 1862. Estaba equipada con divisor, consola con desplazamiento vertical, curso transversal y avance automático de la mesa longitudinal con la aplicación de la transmisión Cardan.



Hacia 1840 se desarrolla una máquina que era imprescindible para el forjado de piezas de ferrocarril. Paralelamente, Bourdon en Francia y Nasmyth en Inglaterra desarrollan y construyen el martillo pilón accionado por vapor. Fue el método idóneo para el batido de grandes masas de acero hasta que aparecieron los martillos de caída libre a finales del siglo XIX.

Ante la necesidad de taladrar piezas de acero, cada vez más gruesas, Nasmyth fue el primero que construyó hacia 1838, un taladro de sobremesa totalmente metálico, con giro de eje porta brocas accionado a mano o por transmisión. Algunos años después, en 1850, Whitworth fabricó el primer taladro de columna accionado por transmisión a correa y giro del eje porta brocas, a través de un juego de engranajes cónicos. Llevaba una mesa porta piezas regulable verticalmente mediante el sistema de piñón cremallera. En 1860 se produce un acontecimiento muy importante para el taladrado, al inventar el suizo Martignon la broca helicoidal. El uso de estas brocas se generalizó rápidamente, puesto que representaba un gran avance en producción y duración de la herramienta con relación a las brocas punta de lanza utilizadas hasta la citada fecha.

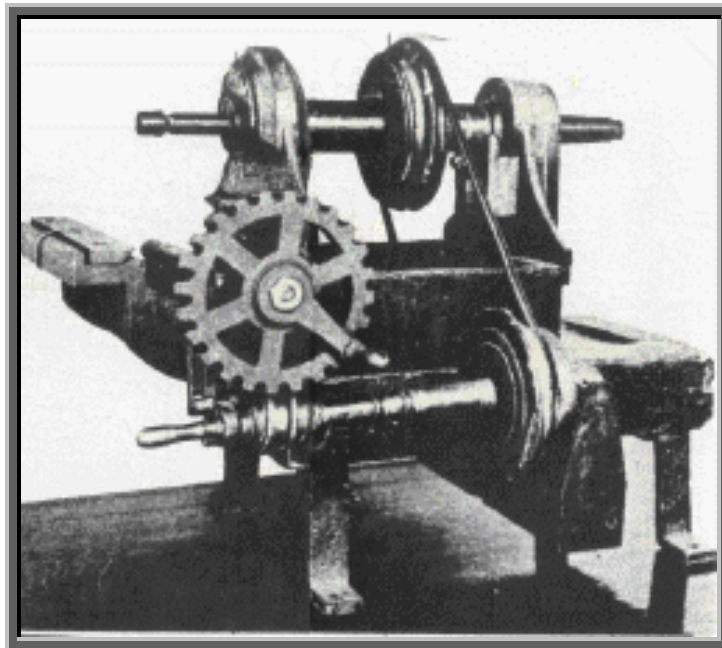


Fig.11. Co de Whitney, construida en 1818 para fabricar gran cantidad de fusiles en serie durante la guerra de la independencia americana.

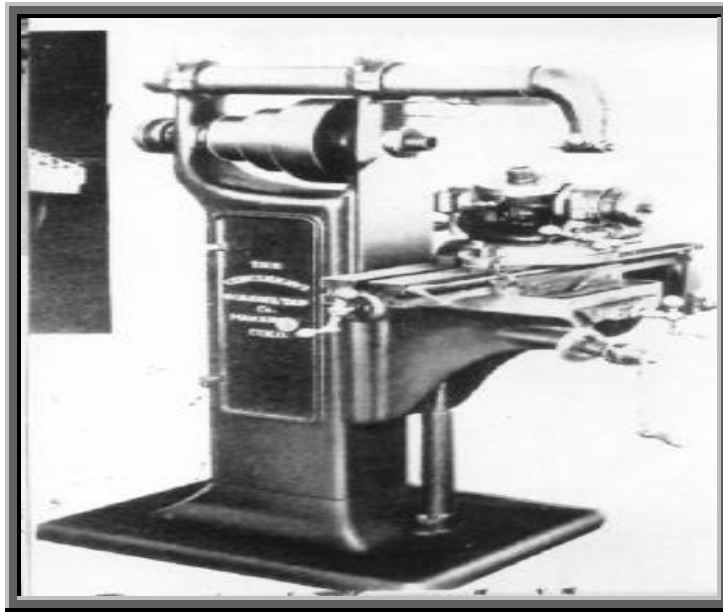


Fig.12. Con la fresadora universal construida en 1884 por Cincinnati, a la que se incorpora por vez primera un carnero cilíndrico desplazable axialmente, se alcanza el máximo desarrollo de este tipo de máquinas.

En 1948, John Parson inicia la aplicación del control numérico a la máquina-herramienta, con el objeto de resolver el problema del fresado de superficies complejas tridimensionales para la aeronáutica.

En 1949, Parson contrató con el Instituto Tecnológico de Massachussetts el diseño de los servomecanismos de control para una fresadora. En 1952 funcionaba un control experimental, aplicado a una fresadora Cincinnati. La programación utilizaba un código binario sobre cinta perforada, y la máquina ejecutaba movimientos simultáneos coordinados sobre tres ejes. En 1955 se presentan unas pocas máquinas en la Feria de Chicago, gobernadas por tarjetas y cintas perforadas. La *U.S. Air Force* se interesa por el sistema y formula un pedido de 170 máquinas-herramienta por valor de cincuenta millones de dólares, beneficiándose del mismo varios prestigiosos fabricantes americanos. Pero los modelos desarrollados durante los años cincuenta y sesenta fueron poco eficaces y resultaron muy caros.

Fue a partir de los años setenta, con el desarrollo de la microelectrónica, cuando el CN se convierte en control numérico por computadora (CNC) por la integración de una computadora en el sistema.

Pero definitivamente fue durante los años ochenta cuando se produce la aplicación generalizada del CNC, debido al desarrollo de la electrónica y la informática, provocando una revolución dentro de la cual todavía estamos inmersos.



Además de su incorporación a las fresadoras, la aplicación del control numérico se extendió a mandrinadoras, tornos y taladros. Pero rápidamente se comprobó que existía un potencial de automatización superior al que podía obtenerse sobre máquinas clásicas y surgió un nuevo concepto de máquina: el llamado *centro de mecanizado*. Nace así una máquina-herramienta capaz de fresar, taladrar, roscar, mandrinar, etc., que incluye un almacén de herramientas y un sistema de cambio automático de las mismas, de forma que el control numérico ordena las posiciones y trayectorias de las piezas y herramientas, velocidades de avance, giro de herramientas y selección de las mismas.

En América Latina la difusión de las MHCNC (Máquinas Herramientas de Control Numérico Computarizado) se dio en dos fases: antes de 1977 esas máquinas estaban provistas de sistemas mecánicos y eran solamente MHCNC; después de ese año, se comenzó a incorporar un creciente número de Máquinas Herramientas de Control Numérico Computarizado particularmente en las industrias metal mecánicas.

En 1983 había un total de 2500 MHCNC distribuidas en Brasil y México. Poseían alrededor de 2 000 unidades, cifras pequeñas en comparación con las 100 000 MHCN en 1982 de Estados Unidos; las 25 mil unidades de la República Federal de Alemania en 1980 y las 4 000 máquinas de Suecia en el mismo año.

Brasil inició la producción de MHCNC de arranque de viruta en 1975 y Argentina lo hizo un año después, México comenzó la producción hasta seis años después: MHCN de deformación en 1981 y de arranque de viruta (mayor complejidad en 1983. De estas 183 MHCNC de arranque de viruta, instaladas en 25 plantas metal mecánicas equivalían al 52% de la existencia estimada nacional de este tipo de máquinas en 1983.

En 1985 Brasil tenía aproximadamente 1 100 MHCNC, Estados Unidos tenía instaladas 100 000 máquinas en 1982 y 102 000 en 1983; Alemania Federal contaba con 25 000 en 1980 y el Reino Unido con 10 000 en 1976; Corea del Sur 1000 en 1980 y se estima que México contaba con 866 en 1983.

La introducción de MHCNC en Brasil se origina en el periodo de 1967-1968 en una planta de la Ford para la manufactura de cajas de velocidades de dirección hidráulica. En 1979 había un total de 550 unidades y en 1980 un total de 157 compañías utilizaban unas 650 de este tipo de máquinas. A finales de 1983 había 1000 MHCN para 200 usuarios, cerca de las cuales 40 % eran nacionales.

Un balance comparativo arroja los siguientes resultados: en 1988 había en Brasil 3670 unidades de MHCNC, 1543 sistemas de diseño y manufactura asistidos por computador CAD/CAM, 99 robots industriales y 6170 unidades de controladores



lógicos programables (PLC) en 1988. En Corea del Sur, en 1987 había un total de 5,176 MHCNC, 1060 robots y 1437 sistemas CAD/CAM y Japón instaló 8398 MHCNC sólo en 1979.

La importación de dichas máquinas empezó en 1977. En una primera fase, que comprende 1977 a 1981, se observó la mayor incorporación nacional de estas máquinas. Pero en una tercera fase, 1982 y 1983 bajó notablemente la demanda por las mismas¹⁵.

1.6.1. EL CONTROL NUMÉRICO EN MÉXICO.

México posee un ciclo de automatización en su industria que corresponde a las características históricas que asumió su patrón de desarrollo. Entre 1977 y 1983, se importó un total de 350 unidades de maquinaria microelectrónica a nivel nacional, en tanto que, solamente para una muestra de doce empresas maquiladoras de Ciudad Juárez, se estima la existencia de 286 unidades de maquinaria microelectrónica.

En una muestra más amplia de cuarenta y dos empresas, se estimó la existencia de 247 máquinas de control numérico, 31 centros de maquinado, 9 sistemas de ingeniería y control por computadora (CAD Y CAD-CAM) y 37 robots.

“Se estima que la existencia instalada de MHCNC en México era de 543 unidades en 1983, de las cuales aproximadamente 350 tenían la característica de flexible”. Las principales MHCNC flexibles existentes en el país son el centro de maquinado y el torno CNC.

Una de las empresas mayoritariamente usuaria de MHCNC en 1979 y 1982 fue la de fabricación de máquinas S.A. (FAMA), que logró reducir su proceso productivo de 20 hr. A 2 hr. En la elaboración de máquinas para la formación de vidrio y plástico.

La tendencia al uso de MHCNC en México cada vez más se define en función de variables tales como las exportaciones y la competencia internacional en los términos en que se impone la dinámica de mercado y de la fuerza política de los grandes centros productivos y competitivos.

El análisis de caso de 18 plantas nacionales y extranjeras de manufacturas de piezas metálicas en México que utilizan este tipo de tecnología, indica que las

¹⁵<http://www.metalunivers.com/arees/historia/general/tecnologica.htm>



plantas que sólo se orientan al mercado nacional absorben pocas MHCNC. Las que producen para cubrir una proporción de exportaciones tiende a incorporar mayor número de MHCNC, en parte por que afrontan una mayor presión de la competencia sobre el precio, la calidad y el tiempo de entrega del producto. La mayoría de las plantas cuya producción se orienta únicamente al mercado nacional y que enfrentan menores presiones de competencia, puede hacer selecciones de menor eficiencia.

Una de las plantas más automatizadas del norte de México (la Ford-Mazda de Hermosillo), que exporta el 90 % de su producción, cuenta con más de 90 unidades de máquinas de control numérico computarizado, robots y sistemas ingenieriles de diseño. Estos sistemas se emplean en la pintura, la soldadura, el estampado y la fabricación de las carrocerías.

En la Industria Maquiladora de Exportación (IME), poco más de la tercera parte (37.5%) se integra por máquinas de control numérico computarizado para soldar, moldear o inyectar plásticos, 40.2% por robots de ensamble y el resto por robots de prueba y, en menor grado, de manejo de materiales.

1.6.2. EL CONTROL NUMÉRICO EN EL ESTADO DE HIDALGO.

En el Estado de Hidalgo en cuanto a Control Numérico se refiere, tenemos como pioneras a las industrias que se establecieron en Ciudad Sahagún ubicadas al sur del municipio de Tepeapulco, a 100 Km. Al norte del Distrito Federal, en el año de 1952, algunas de las que podemos mencionar son:

Concarril, S.A. de C.V. conocida hoy en día como **Bombardier**: una empresa metal-mecánica, dedicada actualmente al ensamblaje, fabricación de dispositivos y herramientas, cuentan en planta con una fresadora Universal y vertical.

Komatsu: refacciones y partes para maquinaria pesada, que actualmente fabrica prensas hidráulicas, cuentan con un centro de maquinado, una mandrinadora y entre tres y cuatro fresadoras, aproximadamente.

Diesel Nacional (DINA) motores: durante su operación, contaba con un CIM; tenía un área expresa a la que llamaban herramental, que contaba con tres o cuatro fresadoras y en esta área se fabricaban los prototipos.

Siderúrgica Nacional (Sidena)=ABC Nacional Castings (NACO) enfocada a la fundición, cuentan con un área en la que se fabrican los moldes y modelos cuentan en planta con nueve fresadoras convencionales de Control Numérico Computarizado.



Fig.13. Vagón fabricado en Bombardier, Cd. Sahagún.



Fig.14. Planta Bombardier



1.6.3. EL CONTROL NUMÉRICO EN LA UNIDAD CENTRAL DE LABORATORIOS DE LA U.A.E.H.

En la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo ubicada en la carretera Pachuca-Tulancingo Km. 4.5 (Ciudad Universitaria), inicia el proyecto de modernización de su modelo educativo, con la finalidad de satisfacer la investigación científica, básica y aplicada, para lograr sistematizar el incremento de su infraestructura de laboratorios en donde la misión primordial es reunir a la enseñanza y a la investigación. La adquisición de esta tecnología fue posible gracias a apoyos económicos como del fondo para modernizar la educación superior (FOMES), del CONACYT, del Gobierno del Estado de Hidalgo, y recursos de la propia Universidad.

En el año de 1994 se da origen a la Unidad Central de Laboratorios, la cual se encuentra ubicada en la Ciudad Universitaria; en 1995 se crea en la Ciudad Universitaria; el laboratorio de Manufactura Asistida por Computadora que conforma un área de 244m² de los cuales 156 m² delimita el área de manufactura convencional y los 88 m² restantes forman el aula didáctica y la del Sistema de Manufactura Integrada por computadora (CIM), en ese mismo año se adquieren máquinas de Control Numérico Computarizado para la Unidad Central de Laboratorios específicamente para el Laboratorio de Manufactura. Un torno de control numérico EMCOTURN-120P y una fresadora de control numérico EMCOVMC-100 así como un CIM (Sistema de Manufactura Integrado por Computadora).¹⁶

Este laboratorio tuvo un costo de instalación de \$3, 639, 147.00 cubierto por el programa FOMES y recursos de la U. A. E. H. Actualmente cuenta con 10 computadoras que son los puestos de trabajo y 10 tableros de simulación.

¹⁶ Manual para el adiestramiento en control numérico con equipo y maquinaria del aula didáctica en el laboratorio de manufactura de la U.A.E.H. Aut: Jesús Soberanes Islas , 1998, pag. 3.



Fig.15. Fresadora de Control Numérico Computarizado EMCO VMC-100.



Fig.16. Aula de manufactura asistida por computadora.

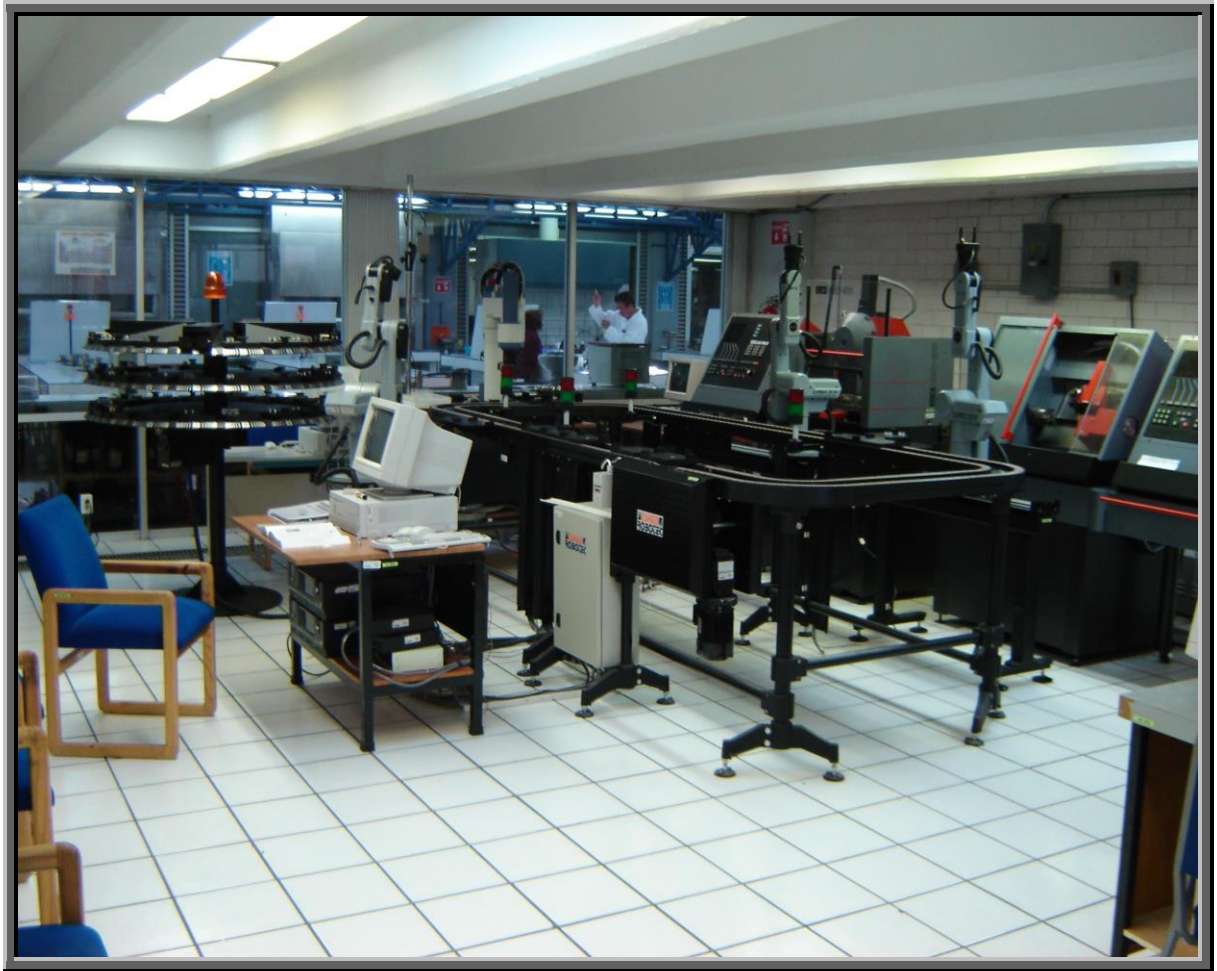


Fig.17. Vista del Aula de manufactura lado izquierdo CIM, Torno y Fresadora.



CAPÍTULO 2

“PROCEDIMIENTO PARA LA UTILIZACIÓN DE LOS TABLEROS DE ENTRENAMIENTO DE SIMULACIÓN EN CNC”.

2.1 DESCRIPCIÓN DEL TABLERO DE SIMULACIÓN.

El simulador permite analizar el programa de CNC definido en el proyecto, así como todos los datos asociados a él, la calidad de los gráficos y las opciones para la medición de la geometría, permiten establecer con una precisión próxima a la realidad así la pieza definida se podrá mecanizar en la fresadora.

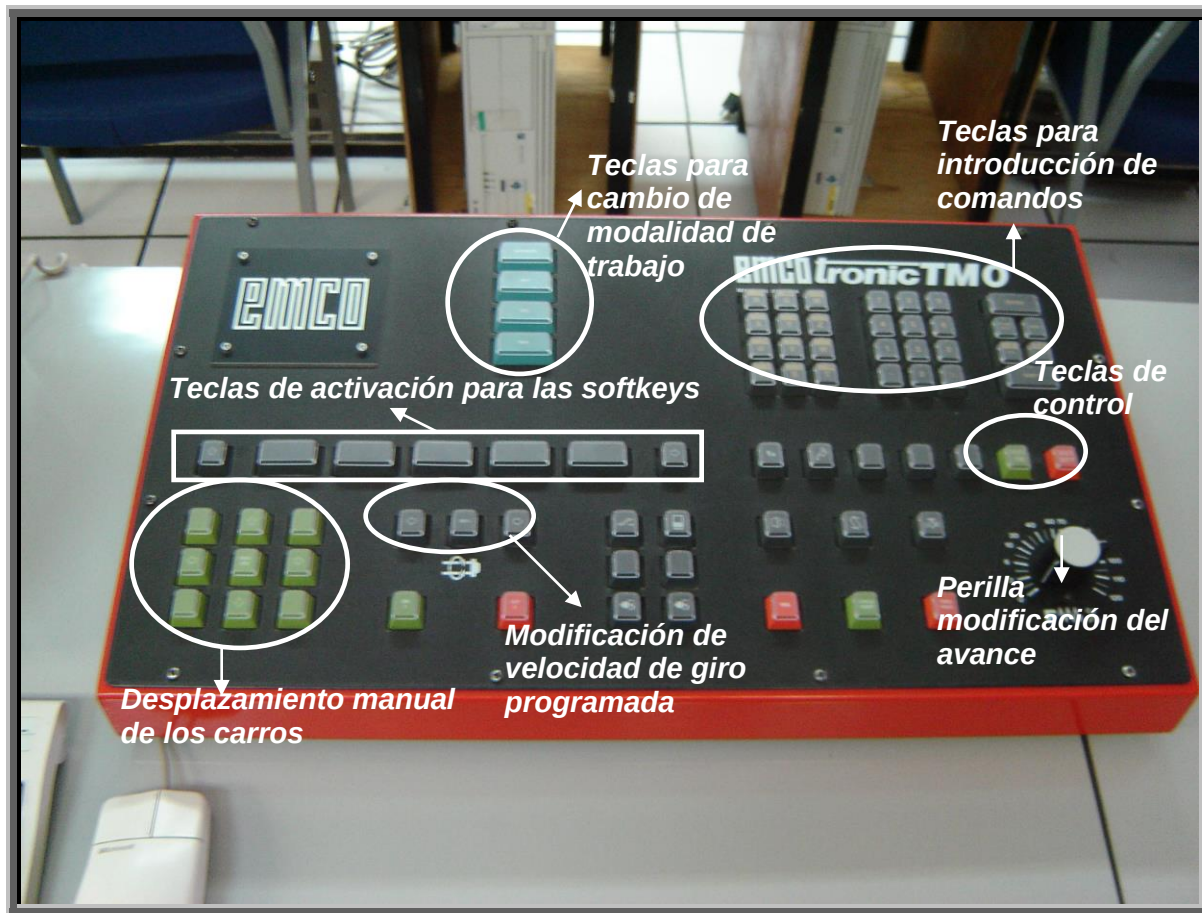


Fig. 17. Tablero de simulación CNC.



2.1.1. TECLAS IMPORTANTES.

En la parte superior derecha encontramos las teclas para el cambio de modalidad de trabajo.

Al lado derecho se encuentran las teclas para la introducción de comandos.

Las teclas colocadas en la parte inferior de cada tecla, así como los números se activan al pulsar la tecla. Las letras colocadas en la parte superior de cada tecla se activan pulsando primero la tecla de función SHIFT y posteriormente, la tecla de comando.

Al costado derecho de estas se encuentran las teclas de función:

2.1.2. TECLAS DE FUNCIÓN.

Sirve para confirmar o entrar en memoria	
Introduce otro registro	
Ir al bloque previo	
C.E.= Clear Entry (borra entrada) C.BL.=Clear Block (borra registro)	
C.W.=Clear Word (borra palabras)	
Limpia pantalla	

Tabla. 1. Teclas de función del tablero de simulación.



2.1.3. TECLAS DE CONTROL.

Conexión /Desconexión



Accionamiento de los auxiliares .



Desconexión de los auxiliares.

Desplazamiento manual de los carros.

Mantenga pulsada la tecla **MAN JOG** mientras oprime la flecha de desplazamiento. Introducir primero la velocidad de avance **-F-**. Modalidades de trabajo: Manual.

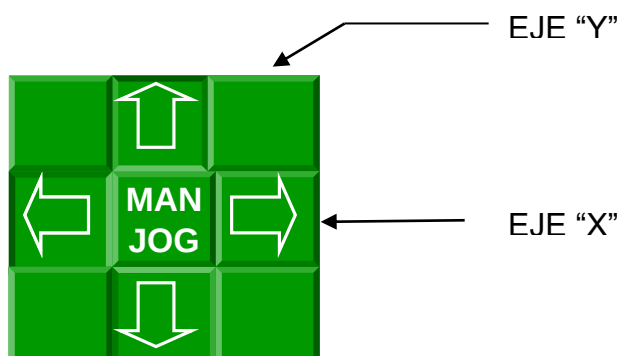


Fig. 18. Desplazamiento de los carros.



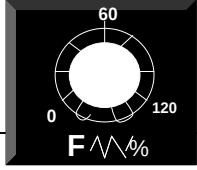
Modificación de velocidad de giro programada. (Rango 50-120%) Modalidades de trabajo: Manual, Execute, Automático.	
Sentido de giro. Oprima esta tecla y gire el husillo principal en el sentido <u>horario</u> .	
Oprima la tecla SHIFT y posteriormente esta tecla, para sentido <u>antihorario</u> .	
Manual, Execute, Automático. Desconecta el husillo principal.	
Cerrar /Abrir elemento de sujeción. Pulsando esta tecla se cierra / abre el elemento de sujeción. Solo cuando el husillo se encuentra parado, y no está activo CYCLE START.	
Contra punto. Pulsando estas teclas se desplaza la pinola del contra punto hacia delante o hacia atrás.	
Modificación del avance. 0-120% del valor de la velocidad de avance de los carros –F– activo. (excepto rosca)	
Torreta revólver. Giro en sentido horario. Mantenga oprimida la tecla MAN-JOG y pulse esta tecla. Giro en sentido antihorario. Pulse SHIFT, mantenga oprimida la tecla MAN-JOG y pulse esta tecla.	
Lubricación central. Pulse esta tecla, cuando se ilumine su símbolo correspondiente en el área de símbolos del monitor.	
Refrigerante. Pulse la tecla para conectar- desconectar. NOTA: No habilite esta opción a no ser que sea necesario, comprobando primero que exista el refrigerante en el depósito, pues de no ser así, la bomba trabajaría sin líquido, con sus posibles consecuencias.	
Tecla de instrucción de inicio modalidades de trabajo: Execute, Manual y Automático.	

Tabla. 2. Teclas de función del tablero de simulación.





2.2. DATOS TÉCNICOS DEL TABLERO DE CONTROL EMCOTRONIC M2.

- Modo de trayectoria de tres ejes con microprocesador.
- Interpolación lineal y circular (2 1/2 D).
- Memoria de programas para 20 kb (aprox. 110 m de cinta perforada).
- Posición real.
- Recorrido restante.
- Velocidad de giro del husillo.
- Corrección de la herramienta.
- Avance.
- Otros parámetros.
- Pantalla de 12 " en blanco y negro.
- Finura de resolución de entrada 0.001 mm (0,0001 plg).
- Finura de resolución de salida > = 0.001 mm (0,0001 plg).
- Pasos de rosca 0,01 – 10 mm.
- Variación de avance 0 – 120 %
- Variación de la velocidad de giro del husillo 50 – 120 %
- Campo de interpolación + 9999,999 mm.
- Memoria de herramientas 99 herramientas.

Modos de funcionamiento.

Funcionamiento manual (desplazamiento manual de los carros)

Execute (ejecución de la memoria de entrada)

Edit (entrada de programa mediante teclado, interfaces, registro de datos de herramienta, registro de desplazamiento de posición, monitor del operador).

Automático (ejecución de programas de CN).

Submodalidades de funcionamiento:

Registro individual, registro oculto, marcha en seco, punto de referencia, estado, change tool.

Formato del programa.

Estructura según DIN 66025

Entrada de punto decimal.

Memoria permanente para datos de máquina, registro de datos de herramientas y programas de piezas, registro de desplazamiento de posición.



Entrada/Salida de datos.

Interface RS 232 C (V24 y 20 ma), 150- 4800 bd Grabadora de cassettes (Philips MDCR) 600 caracteres/s (equiv. A 6 k baud).

« Zona de trabajo »

Recorrido del carro longitudinalmente (X)	185 mm.
Recorrido transversalmente (Y)	95 mm.
Recorrido del carro verticalmente (Z)	200 mm.
Dimensiones de la pieza (Long x anch x alt).	190x100x60 mm.
Carrera z útil	100 mm.
Distancia de la nariz del husillo a la superficie de la mesa.	95-195 mm.

« Mesa de fresado »

Superficie de la mesa (long x anch)	425x125 mm.
Carga máxima sobre la mesa	10 kg.
2 ranuras en T	11 mm.
Separación de la ranura en T	90 mm.

« Husillo Porta fresas »

Apoyo del husillo	40 mm.
Tipos de apoyo	rodamientos.
Toma de herramientas según DIN 2079	S K 30
Perno de apriete	norma de fábrica.
Sujeción de la herramienta	automático.

« Accionamiento del Husillo Porta fresas »

Motor principal (DC, 100/60%ED)	600/800 W.
Tipo	transmisión directa.
Gama de velocidades (regulable en continuo)	10/4000 r.p.m.
Max par transmisible	8,4 Nm.



« Potencia de mecanización »

Potencia de taladro en acero (9520) y avances = 0.01 mm/rev 10mm
Potencia de roscado en acero (9520) max. M8x10mm profundo.

« Accionamiento de avance »

Motor paso a paso- accionamiento individual + husillo a bolas
Avance en los ejes X/Y/Z 1-2000mm/min.
Marcha rápida en los ejes X/Y/Z 3/3/3m/min.
Fuerza de avance en los ejes X/Y/Z 1800 N

« Sistema de herramientas »

Deposito de herramientas tambor con lógica de dirección
Número de unidades de herramienta 10
Fuerza de introducción 1100 N
Máximo peso de herramienta permisible 0.7 kg.
Tiempo en corte y corte según VDI 2852 T1/T2/T3 9,9/9,1/9,1 Sec.
Tiempo de herramienta (sin movimiento de desplazamiento)
T1/T2/T3 6,2/5,9/5,9 Sec.

« Sistema de lubricación »

Guías y husillos de bolas lubricación central por aceite automático.

« Equipo de refrigeración (opción) »

Capacidad de depósito 80l
Caudal de bomba 15 l/min.
Presión de impulsión 0,5 bar

« Neumática »

Equipo de manutención del aire comprimido, regulable para el dispositivo de soplado de la torreta de herramienta (mediante aceitera y filtro)

Gama de reciclaje 5-8 barios



Presión de abastecimiento	6 barios
Conexión equipo de manutención	10 mm.

« Conexión eléctrica »

Alimentación de la red	200VN/PE, 50/60 Hz.
Fluctuación de tensión admisible	+10%/-50%
Potencia conectada	2.65 KVA.
Fusible de la línea de alimentación	12 A.

« Dimensiones »

Dimensiones de máquina (long x anch x alt)	2035x850x1880 mm.
Peso de la máquina	aprox. 300 kg.

« Aceptación de la máquina »

Según DIN 8615, parte 1

2.3. PUNTOS DE REFERENCIA DE LA MÁQUINA.

El punto de referencia R sirve para sincronizar el sistema de medición. Se tiene que trasladar hasta alcanzar el punto de referencia después de haber puesto en servicio la máquina.

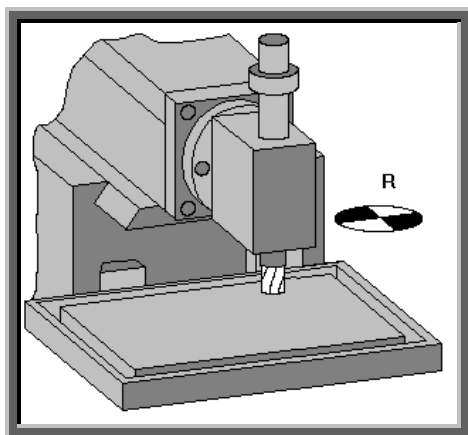


Fig. 19. Punto de referencia.

La posición del punto de referencia es diferente de una máquina a otra, siendo determinada por el fabricante de la máquina.



Este punto se encuentra casi siempre fuera del ámbito de trabajo, de manera que se puede llegar al mismo, incluso también esta sujeta a la pieza a trabajar y la herramienta.

Punto cero de la máquina M es el origen del sistema de coordenadas, este se puede desplazar con las funciones G54/G55/G57/G58/G59.

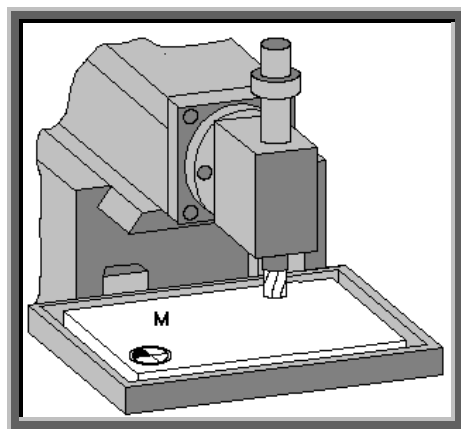


Fig. 20. Punto cero de la máquina.

Punto de referencia de sujeción de la herramienta N Desde este punto se describen las longitudes de las herramientas. Este punto está situado en el eje del husillo en el lado frontal de la herramienta de referencia.

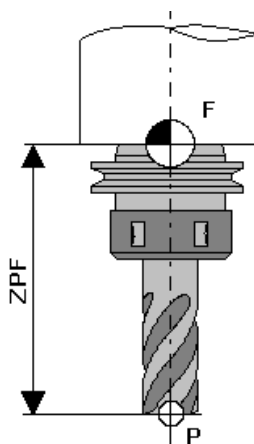


Fig. 21. Punto de sujeción.



Punto cero de la pieza a trabajar W Este punto se programa por el programador y esta programación tiene lugar con las funciones G G54/G55/G57/G58/G59. En la fresadora este punto se ubica en la intersección de las superficies de referencia.

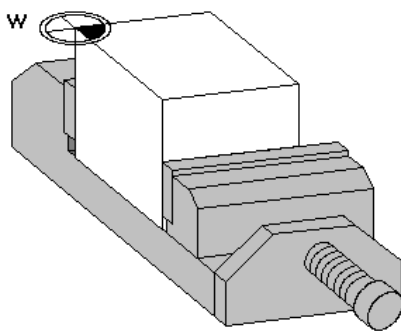


Fig. 22. Punto cero de la pieza.

2.4. COORDENADAS DE LOS EJES DE MOVIMIENTOS.

El control numérico para máquinas herramientas depende de los datos programados. Una parte básica de estos datos es la información sobre la herramienta en cuestión. El lenguaje para la programación de estos datos tiene que ser estandarizado. Los datos necesarios para el control numérico se pueden obtener con frecuencia directamente del plano del diseño, necesitándose pequeños cálculos adicionales, o tal vez ningunos. De hecho, la cantidad de cálculos que necesita ejecutar una persona para la preparación de los programas de control numérico pueden ser reducidos considerablemente.

En todos los sistemas de Control Numérico, la pieza a maquinar es considerada como si estuviera en el cuadrante de coordenadas rectangulares. Posteriormente la determinación de la secuencia adecuada de maquinado. Una vez terminado el programa, se transmite a la máquina de Control Numérico la cual puede ser por medio de cintas perforadas, cintas magnéticas, por discos flexibles o por vía cable.

2.4.1. EJES DE MOVIMIENTOS.



2.4.1.1. “EJE Z”

Con herramientas que no poseen un husillo principal giratorio (tornos, máquinas de fresado verticales, máquinas de fresado horizontales) al eje z es paralelo al husillo principal o es idéntico.

NOTA: Con máquinas de torneado o máquinas esmeriladoras, el husillo principal sostiene a la pieza de trabajo, mientras que con máquinas de torneado y fresado, el husillo principal, sostiene a la herramienta. En las máquinas fresadoras (o perforadoras), el eje z positivo, corre de la pieza de trabajo hacia el husillo principal(o la herramienta).

Si el husillo principal es giratorio y es paralelo únicamente al eje de coordenadas por posición de giro, éste será el eje z. La dirección z positiva también corre de la pieza de trabajo hacia la herramienta o husillo principal.

2.4.1.2. “EJE X”

Es el principal sobre el plano de la mesa de trabajo, y hasta donde es posible es horizontal. Para determinar el eje x, las máquinas se clasifican en máquinas con herramienta giratoria (fresado, taladrado) y máquinas con pieza de trabajo giratoria.

2.4.1.3. “EJE Y”

Se obtiene determinando los ejes z y x. El sistema de coordenadas cartesiano, es un sistema bajo la regla de la mano derecha.

2.5. CÓDIGOS DE PROGRAMACIÓN.



2.5.1. CÓDIGOS G.

DISTRIBUCIÓN EN GRUPOS Y ESTADOS DE PUESTA EN MARCHA DE LAS FUNCIONES G PARA FRESADORA.

GRUPO		DESCRIPCIÓN
0	*	G00: Marcha rápida G01: Interpolación lineal G02: Interpolación circular en el sentido horario G03: Interpolación circular en el sentido antihorario G04: Tiempo de espera G33: Roscado en el registro individual G72: Definición de la figura de taladrado circular G74: Definición de la figura de taladrado rectangular G81: Taladrado, centraje G82: Taladrado, avellanado plano G83: Taladrado de orificios profundos con excavación G84: Taladrado de roscas G86: Taladrado de orificios profundos con rotura de viruta G87: Ciclo de cajeadado rectangular G88: Ciclo de cajeadado circular G89: Ciclo de fresado de ranuras
2	**	G94: Indicación del avance en mm / min o 1 / 100 in/min G95: Indicación del avance en μm / rev o 1 / 10000 in / rev
3	**	G53: Desactivación de desplazamiento 1 y 2 G54: Llamada de desplazamiento 1 G55: Llamada de desplazamiento 2
4	*	G92: Aplicar desplazamiento 5
5	**	G56: Desactivación de desplazamientos 3, 4 y 5 G57: Llamada de desplazamiento 3 G58: Llamada de desplazamiento 4 G59: Llamada de desplazamiento 5
6		G25: Llamada de subprograma G27: Salto incondicional
7	☐	G70: Indicaciones de medidas en pulgadas
	☐	G71: Indicaciones de medidas en mm
8	**	G40: Supresión de la corrección de la trayectoria de la herramienta G41: Corrección de la trayectoria de la herramienta a la izquierda G42: Corrección de la trayectoria de la herramienta a la derecha
11	**	G98: Retroceso a plano de inicio G99: Retroceso a plano de retroceso
12		G73: Ejecución de figura de taladro circular G75: Ejecución de figura de taladro rectangular
15	**	G50: Cancelar selección del factor de la escala G51: Selección del factor de la escala

* Activo por registros

** Estado de puesta en march

☐ Estado de puesta en marcha ajustable en el modo de funcionamiento de monitor de operador (MON)

Tabla. 3. Códigos G.

2.5.2. CÓDIGOS M.



DISTRIBUCIÓN EN GRUPOS Y ESTADOS DE PUESTA EN MARCHA DE LAS FUNCIONES M PARA FRESADORA.

GRUPO		DESCRIPCIÓN
0	*	M03: Husillo CONECTADO en el sentido horario M04: Husillo CONECTADO en el sentido antihorario M05: Paro del husillo M19: Paro exacto del husillo
1	**	M38: Paro exacto conectado M39: Paro exacto desconectado
2	* * *	M00: Paro programado M17: Fin de subprograma M30: Fin de programa con retroceso al principio del Programa
3	**	M08: Refrigerante conectado M09: Refrigerante desconectado
5	* *	M25: Abrir el elemento de sujeción M26: Cerrar el elemento de sujeción
8	☐ ☐	M50: Desactivación de la lógica de dirección en caso de tambor De herramientas bidireccional M51: Activación de la lógica de dirección en caso de tambor De herramientas bidireccional
10		M90: Desactivación de la función de reflexión M91: Reflexión en el eje X M92: Reflexión en el eje Y M93: Reflexión en los ejes X y Y
11	*	M27: Programación del aparato divisor

* Activo por registros

** Estado de aplocación

☐ Estado de puesta en marcha ajustable en el modo de funcionamiento de monitor Del operador (MON)

Tabla. 4. Códigos M.

Advertencia: La realización de las diferentes funciones M queda determinada por el equipamiento de Hardware de la Maquina respectiva.

2.5.3. DIRECCIONES Y SUS DIMENSIONES DE ENTRADA.



DIRECCIONES	MÉTRICAS	EN PULGADAS
Direcciones de desplazamiento absolutas X, Y, Z	$\pm$ [mm]	$\pm$ [inch]
Direcciones de desplazamiento incrementales U, V, W	$\pm$ [mm]	$\pm$ [inch]
Parámetros de interpolación circular I, J, K	$\pm$ [mm]	$\pm$ [inch]
1. F - Paso de rosca (G84)	[μ m]	[1/10000 inch]
2. F - Avance por minuto (G94)	[mm / min]	[1/100 inch/min]
3. F - Avance por vuelta (G95)	[μ m / rev]	[1/10000 inch/rev]
1. S - Programación de la velocidad de giro	[rev / min]	[rev / min]
2. S - Posición angular (M19)	[°]	[°]

Tabla. 5. Direcciones y dimensiones.

2.5.4. LOS PARÁMETROS P EN EL PROGRAMA.



Entrada posible: 0 - $\pm$ 10'000,000

PARÁMETROS		DEFAULT OPTION
P ₀	G72: Diámetro del círculo [mm] G74: Distancia horizontal [mm] G87: Longitud del hueco en X [mm] G89: Longitud de la ranura [mm]	
P ₁	G74: Distancia vertical [mm] G87: Longitud del hueco [mm] G88: Diámetro del hueco [mm] G89: Anchura de la ranura [mm]	
P ₂	NO EMPLEADO	
P ₃	G81, G82, G83, G84, G85, G86, G87, G88, G89 <u>Definición del plano de retroceso [mm]</u> De modo absoluto desde el punto cero de la pieza	
P ₄	G81, G82, G83, G84, G85, G86, G87, G88, G89 <u>Definición del plano de retroceso [mm]</u> De modo incremental desde el plano de arranque	
P ₅ , P ₆ , P ₇	NO EMPLEADOS	

Tabla. 6. Parámetros P.

2.5.5. LOS PARÁMETROS D EN EL PROGRAMA.



Valores de entrada posibles: 0 - 32 767

B		DEFAULT OPTION
D ₀	G72: Número de elementos de la figura de Taladrado [] G74: Número horizontal de elementos de la Figura de taladrado []	
D ₁	G74: Número vertical de elementos de la Figura de taladrado []	
D ₂	G72: Ángulo inicial [° x 10] G88: Avance horizontal [] G89: Ángulo de la ranura respecto al eje X [° x 10]	0 D ₂ = 1,7 x radio Dela fresa 0
D ₃	G72: Ángulo total [° x 10] G83: Avance por corte [μmm] G86: Avance por corte [μmm] G87: Avance por corte [μmm] G88: Avance vertical [] G89: Avance vertical []	3600 Ninguna división del corte Ningún avance por cada corte Ninguna división del corte Avance El mecanizado se efectúa con un avance
D ₄	G04: Tiempo de espera [1 / 10 seg] G82: Tiempo de espera [1 / 10 seg] G85: Tiempo de espera [1 / 10 seg] G86: Tiempo de espera [1 / 10 seg] G88: Parámetro de acabado [] G89: Parámetro de acabado []	Ningún tiempo de espera Ningún tiempo de espera Ningún tiempo de espera Ningún tiempo de espera D ₄ = 1 D ₄ =1
D ₅	G83: Reducción del valor porcentual [%] G86: Reducción del valor porcentual [%] G87: Fresa de marcha codireccional / antidiereccional [] G88: Fresa de marcha codireccional / antidiereccional [] G89: Fresa de marcha codireccional / antidiereccional []	0 0 D ₅ = 3 D ₅ = 3 D ₅ = 3
D ₆	NO EMPLEADO	0
D ₇	G72: Adopción de parámetros [] G74: Adopción de parámetros [] G87: Tipo de avance vertical [] G88: Tipo de avance vertical [] G89: Tipo de avance vertical []	0 0 1 1 1

Tabla. 7. Parámetros D.

2.6. HERRAMIENTAS.



2.6.1. HERRAMIENTAS DE REFERENCIA.

POSICIÓN	NUMERO	NOMBRE	ESQUEMA
0	0	HTA. DE REFERENCIA	

Tabla. 8. Herramientas de referencia.

2.6.2. HERRAMIENTAS DE RANURADO.

FRESA DE 3 mm	FRESA DE 4 mm	FRESA DE 5 mm	FRESA DE 6 mm
FRESA DE 8 mm	FRESA DE 10 mm	FRESA DE 16 mm	FRESA F. DE 6 mm
FRESA F DE 10 mm	FRESA ANGULAR DE 16 mm	FRESA DE PLANEAR DE 16 mm	FRESA DE PLANEAR DE 40 mm

Tabla. 9. Herramientas de ranurado.

2.6.3. HERRAMIENTAS PARA ROSCAR.



			
MACHO M3	MACHO M4	MACHO M5	MACHO M6

Tabla. 10. Herramientas para roscar.

2.6.4. HERRAMIENTAS PARA BARRENAR.

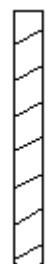
			
BROCA DE 2 mm	BROCA DE 2.5 mm	BROCA DE 3 mm	BROCA DE 4 mm
			
BROCA DE 4.2 mm	BROCA DE 4.6 mm	BROCA DE 5 mm	BROCA DE 6 mm

Tabla. 11. Herramientas para barrenado.

2.7. PROGRAMA DE CONTROL NUMÉRICO.



2.7.1. CUERPO DEL PROGRAMA.

Un programa de control numérico, es un conjunto de instrucciones mediante códigos generales, los cuales indican instrucciones específicas que la máquina de control numérico realizara.

El programa puede dividirse en tres etapas esenciales que no precisamente son estandarizadas pero son las más básicas:

- A) INICIO
- B) DESARROLLO
- C) FIN

La primera se compone de:

- * Medidas en milímetros o en pulgadas.
- * Avance en mm/min., milésimas de pulgada/min. O en Micrómetros/revolución, 1/10,000 de pulgada / revolución.
- * Punto cero de trabajo.
- * Con o sin refrigerante.
- * Sentido de giro.
- * Velocidad de giro.
- * Herramienta inicial.

La segunda etapa abarca las instrucciones de maquinado de la pieza como son:

- * Aproximar herramienta.
- * Profundidades de corte.
- * Avance de corte
- * Interpolaciones lineal / circulares.
- * Ciclos de maquinado.

En el fin del programa se indican:

- * Retirar la herramienta.
- * Paro del husillo.
- * Desconectar refrigerante (si es que fue activado)
- * Supresión de los registros de desplazamiento.
- * Paro del programa (fin del mismo).

Además se requiere por parte del operador la pulsación de la tecla RES.

2.7.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS PROGRAMAS.

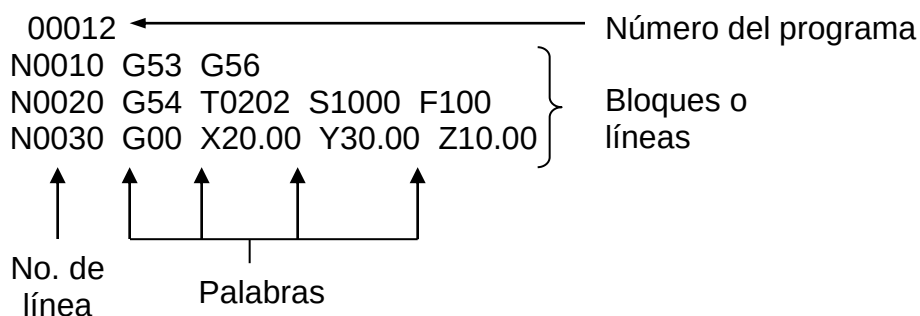


- Número de programa (letra "O" y en número, el rango va desde 0 hasta 6999).
- Contiene bloques o líneas.

Un bloque esta formado por palabras.

- Una palabra esta formada por letras números y signos.

Ejemplo:



2.7.3. CREACIÓN DE UN PROGRAMA.

- 1.- Pulse la tecla de modo EDITOR.
- 2.- El programa se diseñará de acuerdo a las necesidades o características que Busquemos en la pieza, usando los códigos, herramientas, ejes y parámetros.
- 3.- Primeramente se introduce el número de programa, número de línea, el código G, la herramienta, la velocidad de giro, el avance y posteriormente la distancia Así como los ejes de coordenadas.

Ejemplo:

Programa de CNC

050 Enter

"050 new" Enter o "050 found" Enter (programa en memoria, en caso de existir Previamente)

Store next.

2.8. EDICIÓN Y ALMACENAMIENTO DE PROGRAMAS.



2.8.1. ACCESAR AL SOFTWARE:

- A) Encender computadora.
- B) Accesar directamente desde sistema operativo al software **EMCO** tecleando **CD EMCO** y pulsando **ENTER**, por ultimo se oprime la letra **E** y se oprime

ENTER.



Fig. 23. Pantalla principal del software.

- C) Acceder a la función **PROGRAMAR** del software y confirmar con **ENTER**.



Fig. 24. Pantalla programar.



D) En el menú Principal se elige la opción **FRESA** y se oprime **ENTER**.



Fig. 25. Pantalla selección fresar.

2.8.2. UTILIZACIÓN DEL SOFTWARE

a) Desactivar la alarma mediante la tecla de REFERENCIA y CYCLE STAR del Tablero de simulación Emcotronic.

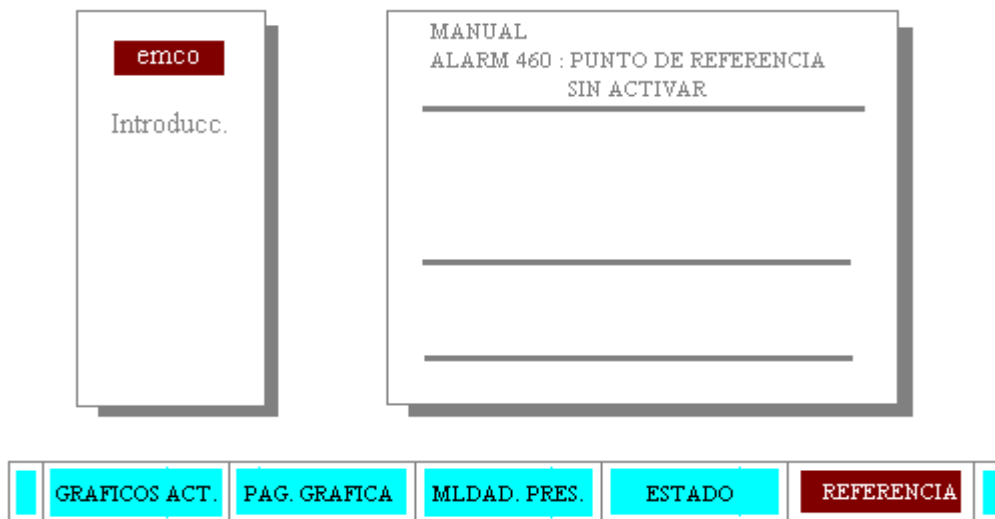


Fig. 26. Pantalla activación de referencias, para desactivar la alarma.

b) Para crear un nuevo programa, en el mismo tablero de simulación se utilizan



Las teclas de Modo EDITOR + SHIFT + N + No de Programa a crear + Enter, y se inicia este mediante las teclas STORE NEXT + ENTER.

2.8.3. ACTUALIZACIÓN DEL ALMACÉN DE HERRAMIENTAS.

- ❖ Tenga a la mano su lista de herramientas a ser utilizada en los programas.
- ❖ Pulse la tecla de cambio de juego de teclas de softkeys.
- ❖ Visualizar en el área de softkeys varias opciones, seleccione la que active el cambio de herramientas.

		CAMBIO HTA.		
--	--	-------------	--	--

- ❖ De la pantalla que visualizará, la parte superior indica las herramientas actuales en uso de la torreta, y la parte inferior representa el almacén de herramientas existentes para esta modalidad de programación (**FRESADO**).

Posiciones de portaherramientas				
Posición en torreta	Nombre de la herramienta	Número	Código	Diámetro
1	Fresa de 3 mm.	1	101	3.0
2	Fresa de 6 mm.	2	404	6.0
3	Fresa de 5 mm.	3	303	5.0
4	Fresa de 10 mm.	4	606	10.0
5	Fresa de 8 mm.	5	505	8.0
6	Broca de 10 mm.	6	1414	10.0
7	Broca de 12 mm.	7	1515	12.0
8	Broca de 16 mm.	8	1616	16.0
9	Broca de 6 mm.	9	1212	6.0
10	Fresa de planear de 40 mm.	10	1010	40.0
Biblioteca de Herramientas				
	Fresa de 3 mm.	1	101	3.0
	Fresa de 4 mm.	2	202	4.0
	Fresa de 5 mm.	3	303	5.0
	Fresa de 6 mm.	4	404	6.0
	Fresa de 8 mm.	5	505	8.0

Tab.12. Posición de herramientas.

2.8.4. EDICIÓN DEL PROGRAMA



Se utilizan las teclas ENTER + STORE NEXT+ ENTER, las cuales permiten almacenar las instrucciones de una línea, además de acceder a la siguiente de manera automática para iniciar un nuevo bloque de instrucciones. Para regresar a la línea anterior se utiliza la tecla PREV, con las teclas SHIFT + CLEAN BLOQUE se borra la línea que se desee, con CLEAN WORD se borra una instrucción y con CLEAN ENTRY se borra una entrada.

- c) Para **llamar un programa** en el mismo tablero de simulación se utilizan las Teclas de modo EDITOR + SHIFT + N + No de Programa + Enter.
- d) Para **borrar un programa** previamente se llama y se utilizan las teclas SHIFT + CLEAN PROGRAM.
- e) Para **correr la simulación** de un programa en el mismo tablero de Simulación se utilizan las teclas de modo AUTOMÁTICO + CYCLE STAR + Dimensiones de la pieza + Enter. La velocidad de la simulación se controla Mediante la perilla de avance F, y se detiene momentáneamente mediante La tecla FEED HOLD.

También se puede correr una simulación mediante la utilización del REGISTRO INDIVIDUAL, la cual nos permite simular el programa línea por línea, para esta opción de simulación se ingresa a la tecla del mismo nombre.

2.8.5. REGISTRO DEL DESPLAZAMIENTO DEL PUNTO CERO EN EL SIMULADOR.

- a) Pulse las teclas SHIT, PSO.
- b) En la pantalla introducirá sus registros desde el tablero.

Ejemplo:

Fresadora, Registro 1

1 Enter (Se activa el registro G57).
X = 000.000 Enter (Pasa al siguiente eje –Z-).
C.W. (Borrando contenido).
Z = 120.50 Enter (Introduciendo el valor).
RES (Para salir de la pantalla de registro).

2.8.6. ALMACENAMIENTO DEL PROGRAMA EN LA COMPUTADORA.



En el modo de trabajo EDITOR.

- a) Pulse la softkey disco duro.
- b) Introduzca el nombre del programa a guardar (se suprime si ya ha sido seleccionado).
- c) Pulse la softkey HD Memorizar.

2.8.7. SIMULACIÓN DEL PROGRAMA.

Para realizar la simulación gráfica del programa CN. Es importante colocar el material sobre el cuál ejecutaremos el maquinado, este se podrá introducir de las siguientes formas:

- Mediante un programa que nos muestre como es la pieza a maquinarse, es decir, se dibuja con ciertos códigos, líneas, puntos y sombreados (los cuales constan de las mismas características de los programas de control numérico, pero se guardan con números que van desde 7000 hasta 7499).
- Introduciendo los valores de la longitud y el diámetro de la pieza.

Metodología.

- a) Introduzca o seleccione su programa de CN, si es que lo guardo en la Computadora.
- b) Pulse la softkey de modo Automático.
- c) Busque en las softkeys y active las opciones deseadas (3D activo, solo en Fresado).
- d) Pulse la tecla CYCLE START.
- e) Introduzca el número de la pieza en bruto o las dimensiones de la pieza a Maquinar.

Ejemplo:

84+14

Pulse Enter.

Asegúrese de que la perilla de control no este en cero, se mostrara una pantalla gráfica de simulación, en ella se mostrará información sobre el estado del programa.

CAPÍTULO 3.



“PREPARACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE LA MÁQUINA FRESADORA DE CONTROL NUMÉRICO EMCO VMC-100”.

3.1 TABLERO DEL CENTRO DE MAQUINADO.

Este tablero es similar a los de simulación, la mayoría de las teclas están activas, el monitor esta integrado en el tablero como se observa en la figura:

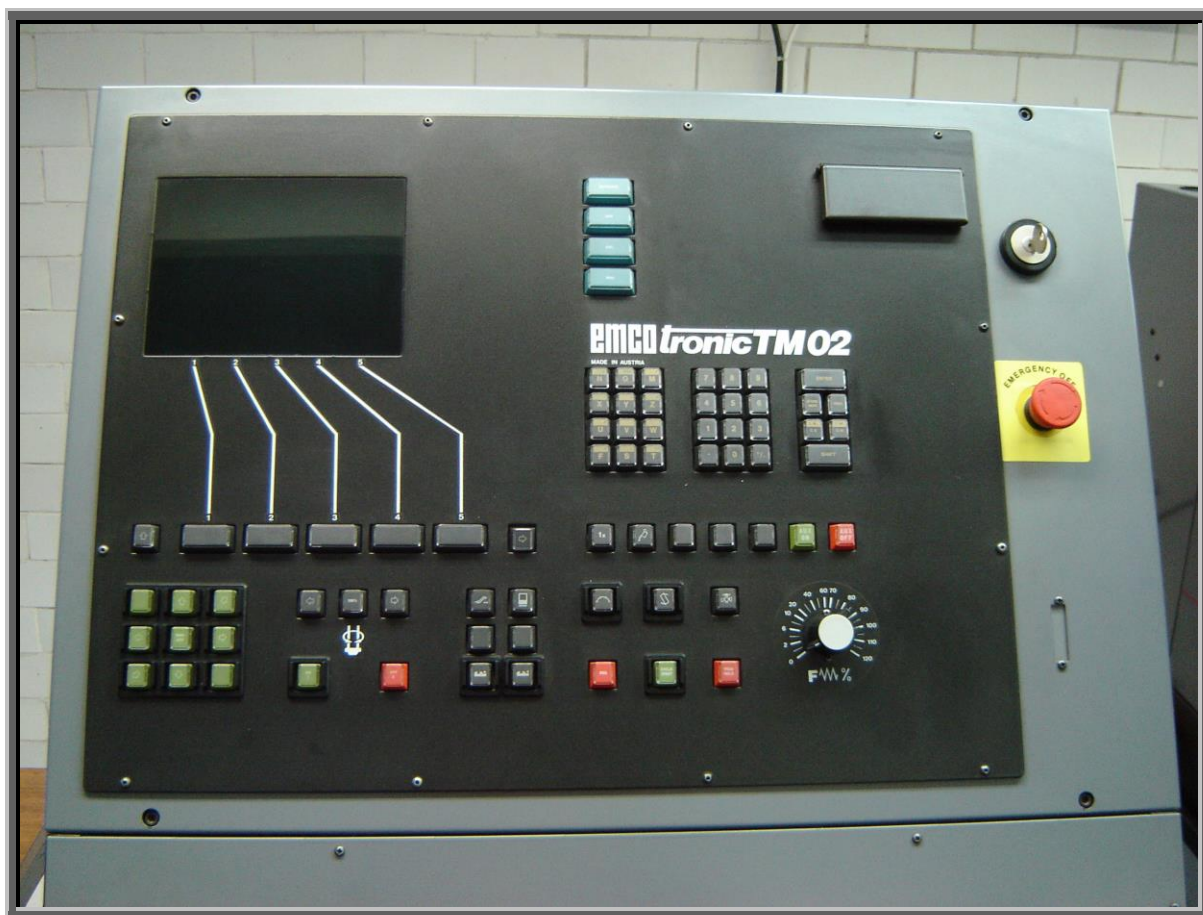


Fig. 27. Tablero del centro de maquinado Emcotronic TM02.

3.1.1 Descripción del monitor.

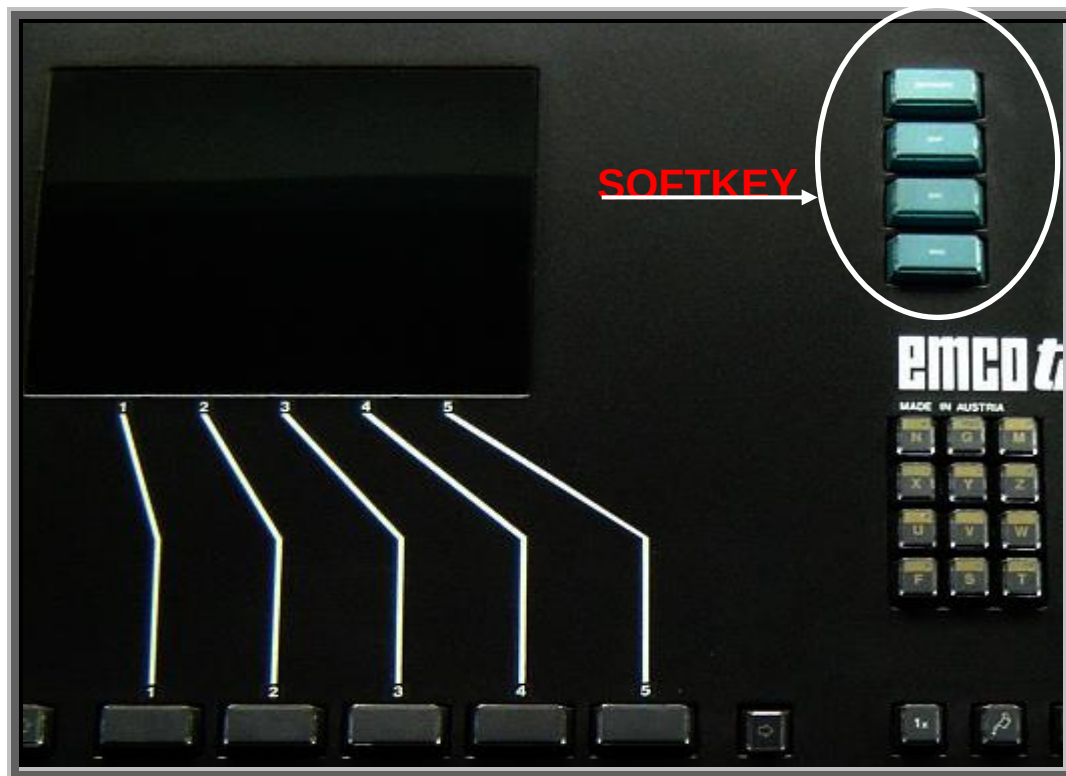


Fig. 28 Monitor del Centro de Maquinado.

1. Muestra información sobre:
 - ✓ Modalidad de funcionamiento principal.
 - ✓ Sub. Modalidades de funcionamiento.
 - ✓ Indicadores de medidas (mm/plg).
 - ✓ Número de programa.
 - ✓ Estado de la interfase.
2. Muestra alarmas.
3. Área de información de programas.
4. Área de entrada.
 - ✓ Para modos Edit y Execute.
 - ✓ Muestra el número de registro (de línea) de un programa, para la
 - ✓ Modalidad Automático.
 - ✓ Muestra advertencias:
Complete, New, Loading, Exist, Saving o Deleted.
5. Área de símbolos.



Los símbolos se iluminarán al pulsar las teclas correspondientes. El símbolo del lado derecho, se ilumina, al accionar la velocidad de giro, y muestra además el sentido de rotación.

6. Área de las softkeys.

3.2. CONDICIONES DE SEGURIDAD.

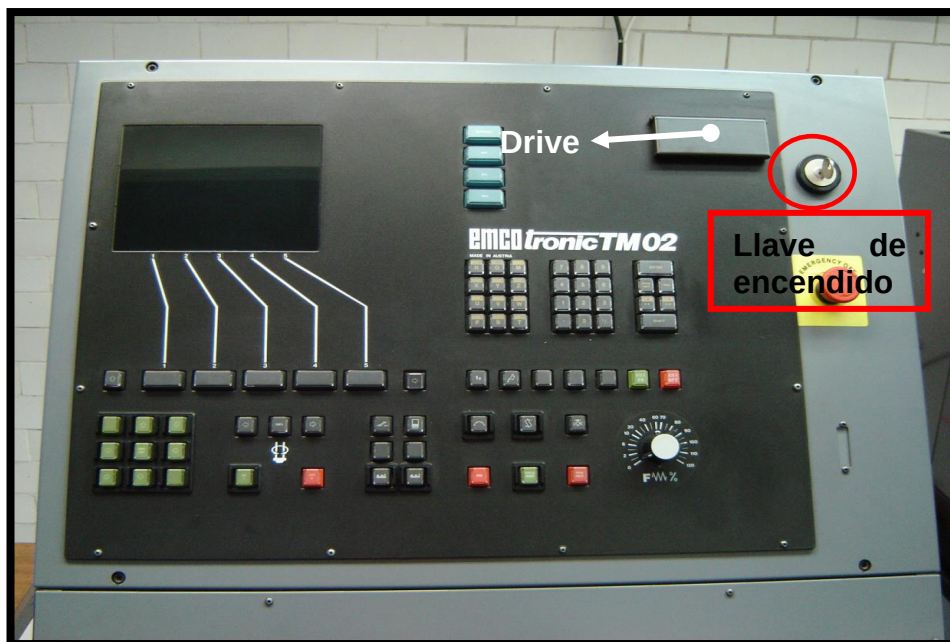
- 1.- La máquina sólo debe ser manejada por personas formadas y autorizadas.
- 2.- Conocer las disposiciones generales para la prevención de accidentes.
- 3.- En caso de peligro accionar el interruptor de desconexión de emergencia.
- 4.- Sujetar las piezas y herramientas de modo firme y seguro.
- 5.- Los trabajos de sujeción y medición, deben efectuarse sólo en estado parado.
- 6.- Trabajar con herramientas en buenas condiciones y afiladas.
- 7.- Interrumpir el proceso de cambio de herramienta sólo en caso de emergencia.
- 8.- No coloque nunca la mano en la parte superior de la protección izquierda Lateral, estando la máquina en marcha.
- 9.- No accionar el interruptor general de la máquina durante el funcionamiento de La misma.
- 10.- El vaciado de virutas debe realizarse sólo con la máquina desconectada.
- 11.- Limpiar la máquina solamente con aire comprimido.

3.3. PREPARACIÓN DE LA FRESADORA.



Primeramente se activan los interruptores generales y de la fresadora, se enciende el controlador.

Ahora a través de la llave que en la figura esta circulada con rojo, se enciende la máquina.



- Se cierra la puerta (con teach pendant, teclas run 6)



- Se quitan alarmas con la tecla c. E.
- Los auxiliares se activan con la tecla aux on.





Se determina la referencia (pulsando la softkey reference)

- Pulsando la tecla cycle start



Al preparar la maquina se verifica el modo manual

- Abrir - cerrar chuck
- Indexar torreta de herramientas

NOTA: Es importante seguir el orden de las instrucciones.

3.4. COMPENSACIÓN DE HERRAMIENTAS.

Se hará únicamente en caso de que se coloque una nueva herramienta o todas las herramientas de la torreta cuando la máquina se use por primera vez.

Compensar las herramientas significa que vamos a asignar una longitud de la herramienta a partir del punto (N) de la herramienta de referencia.

Las herramientas se programan bajo la indicación T con números de cuatro dígitos.

El número de herramienta corresponde a: Las dos primeras cifras son los números de herramienta (10 herramientas).

El número de corrección de la herramienta corresponde a: Número de código para datos de la herramienta (longitud, radio).

- ❖ Conmute la modalidad de trabajo MANUAL.
- ❖ Coloque la herramienta patrón en alguno de los dispositivos de sujeción de la torreta.
- ❖ Coloque las herramientas en sus dispositivos de sujeción (porta-herramientas).
- ❖ Coloque los porta-herramientas en la torreta (Asegúrese de que estén colocados correctamente).

HERRAMIENTA PATRÓN.



Gire la torreta del porta-herramientas, para que quede en posición de uso la herramienta patrón.

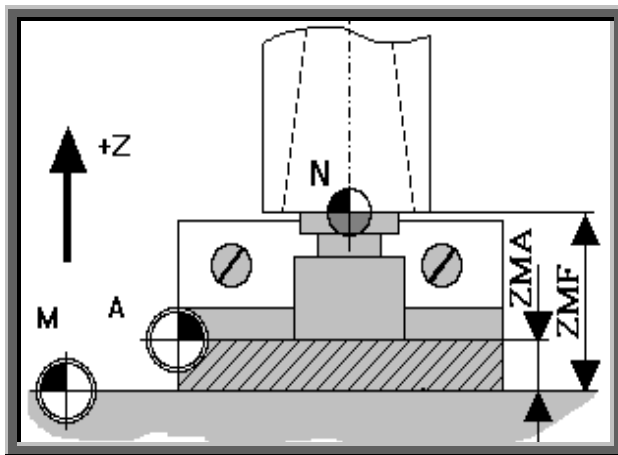


Fig. 29. Herramienta patrón.

Instrucciones a seguir:

- Con las teclas de desplazamiento de los carros aproxime la herramienta Patrón, con cuidado a la superficie de la pieza montada en la prensa de la fresadora.
- Coloque una hoja de papel sobre la superficie de la pieza aproximada, cierre la puerta de la máquina y programe manualmente el giro del husillo hasta 1000 Rpm, introduciendo el valor mediante el teclado y confirmando con ENTER.
- Una vez dadas las instrucciones pulse la tecla ON de la máquina para activar el husillo.
- Nuevamente acerque mediante las teclas de desplazamiento la herramienta Patrón hacia la superficie de la pieza hasta hacer girar el trozo de papel, Esto nos indicará la mejor aproximación para llevar a cabo la compensación.
- Pulse las teclas:
- SHIFT T0 ENTER (Se almacena automáticamente el valor para el punto N en los Ejes X,Y,Z).
- Con las teclas de avance de los carros, retire la herramienta patrón, coloque la torreta en un lugar seguro para girarla y llame una herramienta de corte para compensarla.
- Acerque la herramienta a compensar siguiendo el mismo procedimiento que se utilizó para la herramienta patrón.



- Pulse las teclas:
- SHIFT, (El número de herramienta), ENTER (Se almacena automáticamente el valor para el punto N en los ejes X,Y,Z).

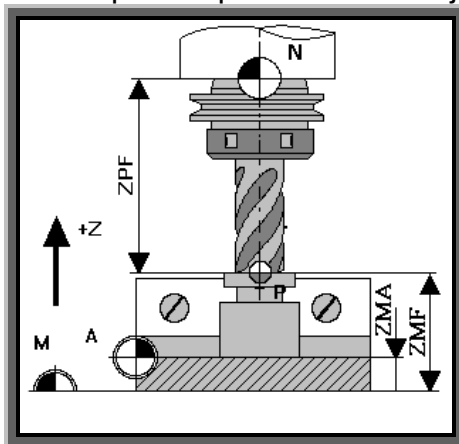


Fig. 30. Valores para N.

Ejemplo: SHIFT, T05, ENTER.

- Con las teclas de avance de los carros, retire esta herramienta de corte y llame otra herramienta para llevar a cabo el mismo procedimiento de Compensación.
- Realice este procedimiento para cada una de las herramientas de la torreta.

3.5. REGISTRO DE DESPLAZAMIENTO DEL PUNTO CERO.

Para la fresadora el desplazamiento del punto cero se llevará a cabo en los tres ejes dado que el punto cero de la máquina es el origen del sistema de coordenadas.

El origen del sistema de coordenadas se puede desplazar con las funciones G54, G55, G57, G58, G59.

Posibilidades de origen de desplazamiento para las coordenadas x,y:

- Colocando el cero de la pieza en x,y en la esquina inferior IZQUIERDA.

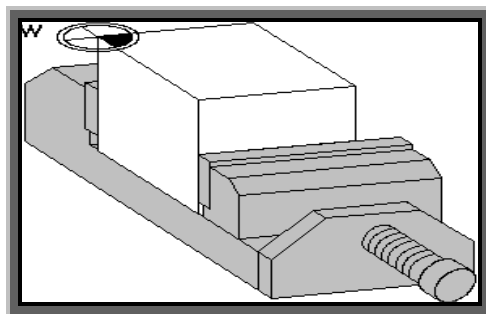


Fig. 31. Desplazamiento del punto cero.

- Con esta posibilidad el sentido de la dirección del movimiento de las herramientas será positivo tanto en X como en Y.

Ejemplo:

```
N0050 G01 Y60.00
N0060      Y60.00
N0070      Y0.00
N0080      Y0.00
```

3.6. CARGA RECEPCIÓN DE PROGRAMAS.

Para esto se puede llevar a cabo por medio de dos métodos: VÍA DISK PORT Y VÍA INTERFACE RS232.

Vía disk port.

En este procedimiento se pueden transmitir los programas directamente de los puestos de trabajo del usuario a la máquina por medio de la operación conocida como floppy, la cual consiste en almacenar la información del programa en un disco de 3 1/2" para que ésta sea transferida a la memoria de la máquina.

Instrucciones:

- ✕ Una vez revisado el programa por el instructor se procede a introducir un disquete en el drive del CPU de la computadora previamente formateado a la forma EMCO.



- x Se selecciona la tecla softkey opción disquete y aparecerá la leyenda interfase cero.
- x Se llama al programa a transferir y una vez obtenido éste, se selecciona la tecla softkey opción almacena y automáticamente se almacena el programa en el disquete.
- x Obtenida la información en disquete éste se introduce en el drive del tablero de control de la máquina la cual ha sido previamente preparada.
- x Estando en el modo editor, se selecciona la softkey opción DISK PORT y aparecerá la leyenda interfase cero.
- x Se llama al número de programa almacenado en el disquete dando las instrucciones SHIFT "O", número de programa y enter para que aparezca la leyenda NEW.
- x Por último una vez aparecida la leyenda "NEW" en la pantalla seleccionamos la softkey de entrada INPUT y confirmamos con enter, para que automáticamente se cargue el programa en la memoria de la máquina.

Vía interfase RS232.

Por este medio la transmisión de programas hacia la máquina sólo se podrá llevar a cabo desde la estación de trabajo del instructor, debido a que la interfase de conexión permite únicamente conectar por vía serial esta estación de la máquina.

Este medio de transmisión consiste en enviar los programas del puesto del instructor a la máquina en forma directa por medio de la conexión serial entre el puesto de trabajo y la máquina a través de una red multiplexada RS232.

Instrucciones:

- x En el puesto de trabajo el alumno se llevará a cabo la operación de almacenamiento del programa en un disquete siguiendo las instrucciones del método anterior. (Solo que en este la información se transmitirá al puesto de trabajo del instructor).
- x Una vez realizada la operación anterior, el disquete con la información se introducirá en el CPU de la computadora del puesto del instructor, estando éste en modo de trabajo editor.
- x Se selecciona la tecla softkey opción disquete et y aparecerá la leyenda "interfase cero activado".
- x Se llama el número de programa a cargar en el puesto mediante las instrucciones "Shift O" y el número del programa y aparecerá la leyenda "NEW".
- x Por último seleccionamos la tecla softkey opción CARGAR y automáticamente el programa se traslada ala memoria del puesto de trabajo del instructor.



x Lo siguiente consiste en preparar el puesto de trabajo del instructor para la transmisión del programa, primeramente seleccionando la máquina a la cual se va a enviar el programa por medio de la softkey opción SELECCIONAR, la que nos permite seleccionar por medio de las teclas del cursor, la máquina a la que queremos transmitir el programa.

x Para este caso seleccionaremos la máquina número dos representada por M2 que se encuentra en la parte inferior derecha de la pantalla, (con lo cual haremos el enlace con la fresadora), la selección se hace por medio de las teclas del cursor y se fija con la tecla + del teclado de la PC para este último confirmemos con ENTER.

x Para preparar la máquina en modo de recepción por vía RS232 se lleva a cabo igual que para vía DISK PORT, únicamente seleccionando la primera opción en vez de la última.

x Una vez que se tiene previamente preparada la máquina, seleccionamos la tecla softkey SISTEMA RED opción ENVIAR, por último confirmamos con enter y automáticamente se transmite el programa a la máquina.

NOTA: Antes de enviar algún programa del puesto del instructor a la máquina, hay que cerciorarse de:

x Que el cable de la interfase RS232 se encuentre conectado al puerto serial del tablero de control de la máquina, para evitar fallas en la transmisión.

x Verificar que se encuentren encendidos los multiplexores del puesto del instructor.

3.7. PREPARACIÓN PARA EL MAQUINADO.

Llamar al programa en memoria.

Para llamar un programa en memoria de la máquina se lleva a cabo la operación igual que en el simulador:

1.- Se selecciona la tecla de modo EDIT del tablero de control de la máquina.

2.- Se oprime Shift, "o" y el número del programa a llamar, confirmando con enter y aparecerá el programa llamado.

3.8. MODO AUTOMÁTICO DE LA MÁQUINA.

Una vez obtenido el programa en la memoria de la máquina y después de haber colocado el material en el dispositivo de sujeción se procede a iniciar el ciclo de maquinado siguiendo las siguientes instrucciones:



- Se cierra la puerta de la máquina por medio de la instrucción RUN 6 del Teach Pendant.
- Se selecciona la tecla de modo AUTOMATIC.
- Se activa la tecla CICLE START para dar inicio al ciclo de maquinado.



Fig. 32. Control para abrir/cerrar puerta.

NOTA: Es vital que se encuentre cerrada la puerta de la máquina antes de iniciar un ciclo de maquinado.

3.9. MODO BLOQUE POR BLOQUE.

Esta modalidad permite controlar la secuencia del programa paso a paso y observar con detenimiento cada una de las operaciones efectuadas por la máquina una vez que se ha puesto en marcha un ciclo de maquinado.

Para acceder a su funcionamiento:

- Seleccionamos la tecla softkey opción SINGLE.
- Ponemos en marcha el ciclo de maquinado con la tecla Cycle Start y se activará únicamente la primera línea del programa.
- Al término de cada línea o bloque para acceder a la siguiente será necesario pulsar la tecla Cycle Start.

3.10. MODO DIRECTO.

Con este modo se trabaja automáticamente sin pausar el trabajo de la máquina, una vez que se ha puesto en marcha el ciclo de maquinado.



Se recomienda usar este modo de trabajo, cuando el usuario, haya adquirido la experiencia suficiente en el uso de la máquina.

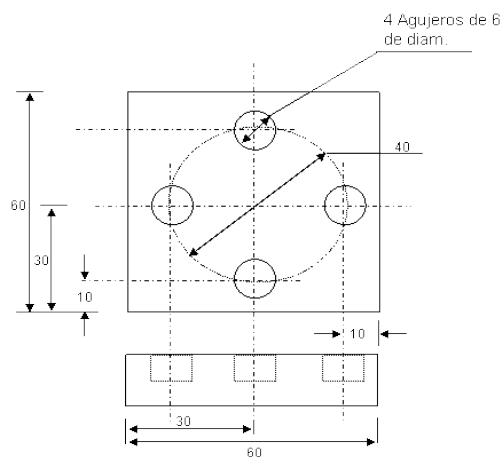
Se lleva a cabo así:

- Antes de poner en marcha el ciclo de maquinado se definirá si este será bloque por bloque o de forma directa.
- Si es de forma directa No seleccionaremos la tecla softkey opción SINGLE, y pulsaremos la tecla Cycle Start para dar inicio al ciclo de maquinado, en este caso ya no será necesario oprimir esta tecla cada vez que se finalice una línea o bloque.
- Si la máquina esta trabajando de modo bloque por bloque y queremos que lo haga directo solo basta con seleccionar la tecla softkey opción SINGLE para desactivar este modo de trabajo.

CAPÍTULO 4

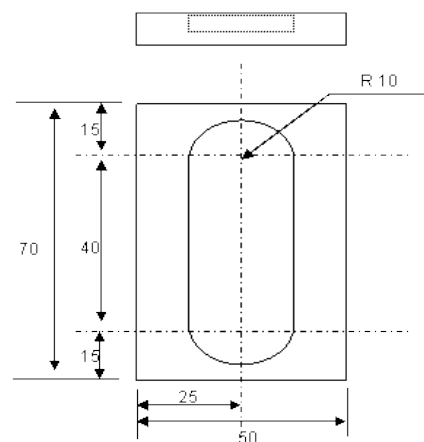
“MANUAL DE PRÁCTICAS”

A continuación, se propone una serie de ejemplos, que facilitarán el aprendizaje para la utilización de la fresadora de control numérico EMCO VMC-100. Es importante seguir las recomendaciones de seguridad descritas en el capítulo tres, así como, de la preparación de la máquina.



PROGRAMA # 26

N0000	G56	G54	G90
N0010	S1000	M03	M09
N0020	G94	F100	T0202
N0030	G00	X25.000	Y5.000 Z2.000
N0040	G01	Z-1.000	
N0050	G02	X15.000 Y15.000	I0.000 J10.000
N0060	G01	Y55.000	
N0070	G02	X25.000 Y65.000	I10.000 J0.000
N0080	X35.000 Y55.000	I0.000	J-10.000
N0090	G01	Y15.000	
N0100	G02	X25.000 Y5.000	I-10.000 J0.000
N0110	G01	Z2.000	
N0120	G00	X50.000 Y50.000	Z50.000
N0130	M30		





Nombre de la práctica: Código G01 movimiento lineal

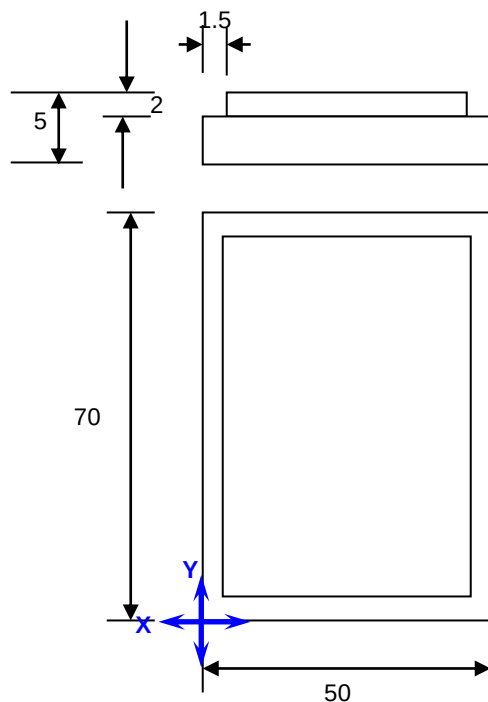
No. de práctica: **1**

Materiales y equipos a utilizar:

- Centro de maquinado emco vmc-100
- Simulador
- Fresa de 3 mm
- Aluminio de 50x70 mm

Objetivo: Desarrollar el plan de trabajo y programa, incluyendo la ubicación cero de la pieza, cero programa y orientación del sistema de referencia.

Dibujo de la pieza:





Estructura del programa:

Programa # 1

```
N0000 G56 G55 G90
N0010 S1000 M03 M09
N0020 G94 F100 T0101
N0030 G00 X0.000 Y0.000 Z0.000
N0040 G01 Z-1.000
N0050 Y70.000
N0060 X50.000
N0070 Y0.000
N0080 X0.000
N0090 Z-2.000
N0100 Y70.000
N0110 X50.000
N0120 Y0.000
N0130 X0.000
N0140 Z2.000
N0150 G00 X50.000 Y50.000 Z50.000
N0160 M30
```

Nota: Es importante que al momento de simular se retiren las hojas de estructura del programa para que evalúe el avance de aprendizaje.



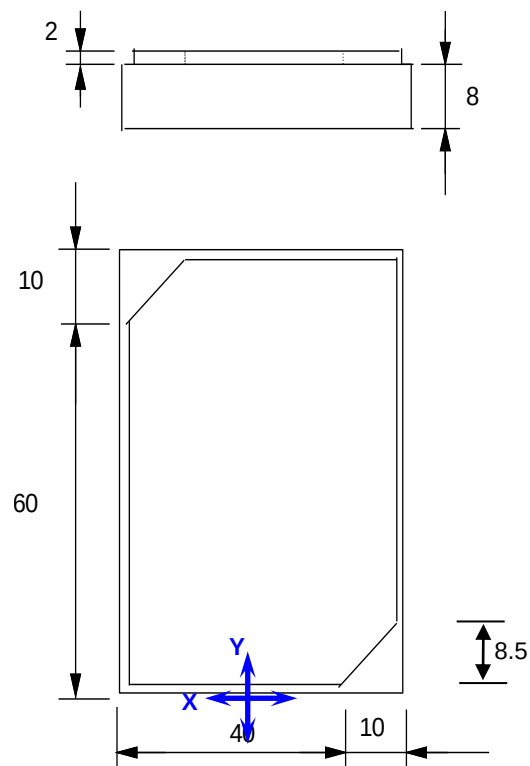
Nombre de la práctica: Código G01 interpolación lineal en margen
No. de práctica: 2

Materiales a utilizar:

- * Centro de maquinado emco vmc-100
- * Simulador
- * Fresa de 3mm
- * Aluminio 50x70 mm

Objetivo: Realizar el programa, incluyendo la ubicación cero de la pieza, cero programa y orientación del sistema de referencia.

Dibujo de la pieza:





Estructura del programa:

Programa # 2

```
N0000 G56 G55 G90
N0010 S1000 M03 M09
N0020 G94 F100 T0101
N0030 G00 X25.000 Y0.000 Z2.000
N0040 G01 Z-1.000
N0050 X0.000
N0060 Y60.000
N0070 X10.000 Y70.000
N0080 X50.000
N0090 Y10.000
N0100 X40.000 Y0.000
N0110 X25.000
N0120 Z2.000
N0130 G00 X50.000 Y50.000 Z50.000
N0140 M30
```

Nota: Es importante que al momento de simular se retiren las hojas de estructura del programa para que evalúe el avance de aprendizaje.



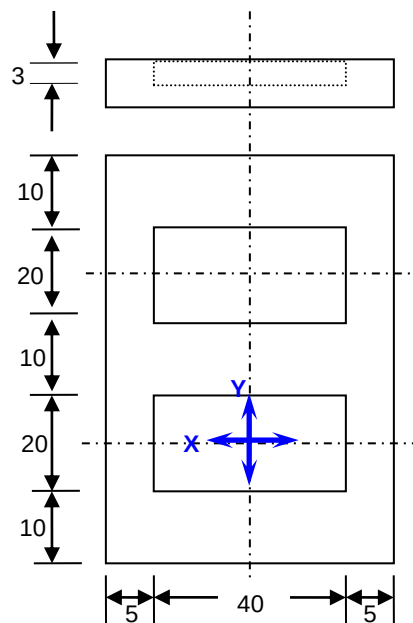
Nombre de la práctica: Fresado de cajas con ciclo y sin ciclo
No. de práctica: 3

Materiales a utilizar:

- * Centro de maquinado emco vmc-100
- * Simulador
- * Fresa de 3mm
- * Aluminio 50x70 mm

Objetivo: Realizar el programa, incluyendo la ubicación cero de la pieza, cero programa y orientación del sistema de referencia.

Dibujo de la pieza:





Estructura del programa:

Programa # 3

```
N0000 G56 G54 G90
N0010 S1000 M03 M09
N0020 Y 11.500
N0030 G94 F100 T0101
N0040 G00 X 25.000 Y 20.000 Z 2.000
N0050 G87 X 25.000 Y 20.000 Z-3.000 D1=1000 P0=40.000 P1=20.000
N0060 G00 X 25.000 Y 50.000 Z 2.000
N0070 G87 X 25.000 Y 50.000 Z-3.000 D1=1000 P0=40.000 P1=20.000
N0080 G00 X 30.000 Y 30.000 Z 30.000
N0090 M30
```

Nota: Es importante que al momento de simular se retiren las hojas de estructura del programa para que evalúe el avance de aprendizaje.



Nombre de la práctica: Código G87 fresado de bloques

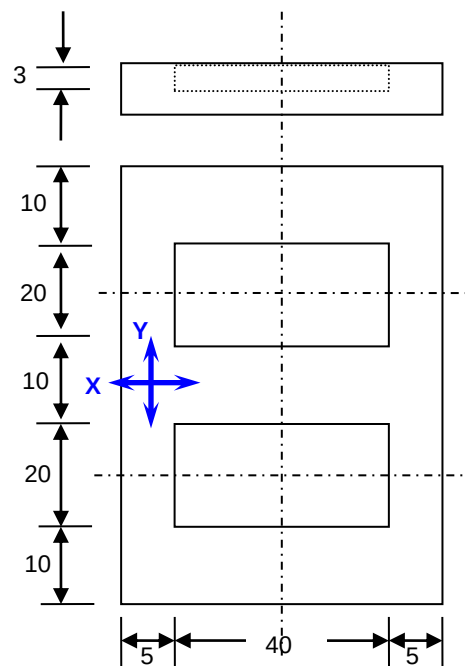
No. de práctica: 4

Materiales a utilizar:

- * Centro de maquinado emco vmc-100
- * Simulador
- * Fresa de 3 mm
- * Aluminio 50x70 mm

Objetivo: Realizar el programa, incluyendo la ubicación cero de la pieza, cero programa y orientación del sistema de referencia.

Dibujo de la pieza:





Estructura del programa:

Programa # 4

```
N0000 G00 G54 G56 G90
N0010 S1000 M03 M09
N0020 G94 F100 T0101
N0030 G00 X2.500 Y35.000 Z2.000
N0040 G87 X2.500 Y35.000 Z-3.000 D3=1000 P0=5.000 P1=70.000
N0050 G00 X47.500 Y35.000 Z2.000
N0060 G87 X47.500 Y35.000 Z-3.000 D3=1000 P0=5.000 P1=70.000
N0070 G00 X25.000 Y2.500 Z2.000
N0080 G87 X25.000 Y2.500 Z-3.000 D3=1000 P0=40.000 P1=10.000
N0090 G00 X25.000 Y35.000 Z2.000
N0100 G87 X25.000 Y35.000 Z-3.000 D3=1000 P0=40.000 P1=10.000
N0110 G00 X25.000 Y67.500 Z2.000
N0120 G87 X25.000 Y67.500 Z-3.000 D3=1000 P0=40.000 P1=10.000
N0130 G00 X50.000 Y50.000 Z50.000
N0140 G00 X0.000 Y0.000 Z2.000
N0150 G01 Z-1.000
N0160 Y70.000
N0170 Z-2.000
N0180 Y0.000
N0190 Z-3.000
N0200 Y70.000
N0210 Z2.000
N0220 G00 X50.000 Y0.000 Z2.000
N0230 G01 Z-1.000
N0240 Y70.000
N0250 Z-2.000
N0260 Y0.000
N0270 Z-3.000
N0280 Y70.000
N0290 G00 X50.000 Y50.000 Z50.000
N0300 M30
```



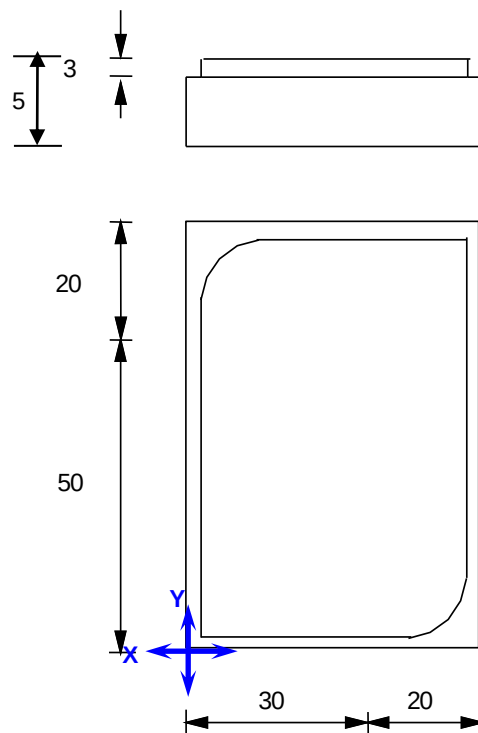
Nombre de la práctica: Código G02 interpolación lineal en sentido horario, fresado de margen con radios en las esquinas
No. de práctica: 5

Materiales a utilizar:

- * Centro de maquinado emco vmc-100
- * Simulador
- * Aluminio 50x70 mm
- * Fresa de 3mm

OBJETIVO: Realizar el programa, incluyendo la ubicación cero de la pieza, cero programa y orientación del sistema de referencia.

Dibujo de la pieza:





Estructura del programa:

Programa # 5

```
N0000 G56 G54 G90
N0010 S1000 M03 M09
N0020 G94 F100 T0101
N0030 G00 X0.000 Y0.000 Z2.000
N0040 G01 Z-1.000
N0050 Y50.000
N0060 G02 X20.000 Y70.000 I20.000 J0.000
N0070 G01 X50.000
N0080 Y20.000
N0090 G02 X30.000 Y0.000 I-20.000 J0.000
N0100 G01 X0.000
N0110 Z2.000
N0120 G00 X50.000 Y50.000 Z50.000
N0130 M30
```

Nota: Es importante que al momento de simular se retiren las hojas de estructura del programa para que evalúe el avance de aprendizaje.



Nombre de la práctica: Ranurado sin utilización de código

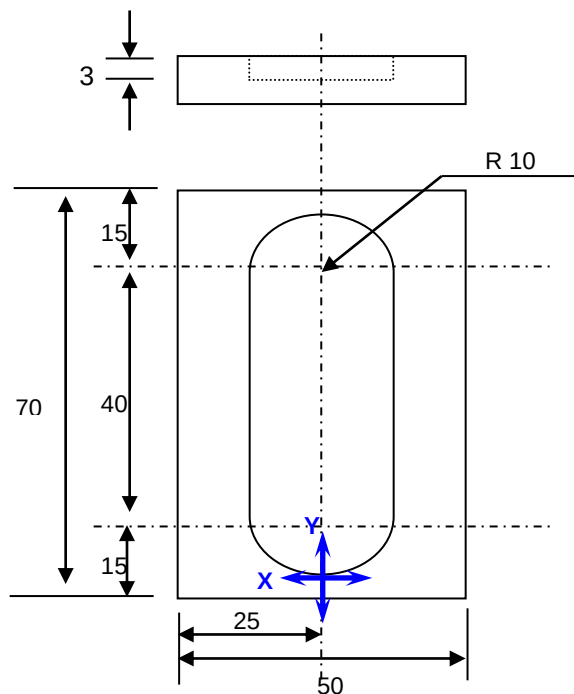
No. de práctica: 6

Materiales a utilizar:

- * Centro de maquinado emco vmc-100
- * Simulador
- * Aluminio 50x70 mm
- * Broca de 5 mm

OBJETIVO: Realizar el programa, incluyendo la ubicación cero de la pieza, cero programa y orientación del sistema de referencia.

Dibujo de la pieza:





Estructura del programa:

Programa # 6

```
N0000 G56 G54 G90
N0010 S1000 M03 M09
N0020 G94 F100 T0202
N0030 G00 X25.000 Y5.000 Z2.000
N0040 G01 Z-1.000
N0050 G02 X15.000 Y15.000 I0.000 J10.000
N0060 G01 Y55.000
N0070 G02 X25.000 Y65.000 I10.000 J0.000 N0080 X35.000 Y55.000 I0.000 J-10.000
N0090 G01 Y15.000
N0100 G02 X25.000 Y5.000 I-10.000 J0.000
N0110 G01 Z2.000
N0120 G00 X50.000 Y50.000 Z50.000
N0130 M30
```

Nota: Es importante que al momento de simular se retiren las hojas de estructura del programa para que evalúe el avance de aprendizaje.



Nombre de la práctica: Código G02 interpolación circular

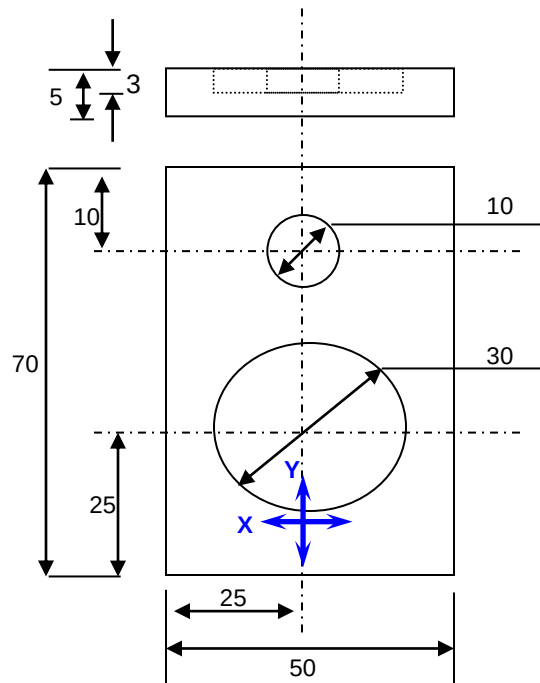
No. de práctica: 7

Materiales a utilizar:

- * Centro de maquinado emco vmc-100
- * Simulador
- * Aluminio 50x70 mm
- * Fresa de 3mm

Objetivo: Realizar el programa, incluyendo la ubicación cero de la pieza, cero programa y orientación del sistema de referencia.

Dibujo de la pieza:





Estructura del programa:

Programa # 7

```
N0000 G56 G54 G90
N0010 S1000 M03 M09
N0020 G94 F100 T0101
N0030 G00 X25.000 Y10.000 Z2.000
N0040 G01 Z-1.000
N0050 G02 X10.000 Y25.000 I0.000 J15.000
N0060 X25.000 Y40.000 I15.000 J0.000
N0070 X40.000 Y25.000 I0.000 J-15.000
N0080 X25.000 Y10.000 I-15.000 J0.000
N0090 G01 Z2.000
N0100 G00 X25.000 Y55.000 Z2.000
N0110 G01 Z-1.000
N0120 G02 X20.000 Y60.000 I0.000 J5.000
N0130 X25.000 Y65.000 I-5.000 J0.000
N0140 X30.000 Y60.000 I0.000 J-5.000
N0150 X25.000 Y55.000 I-5.000 J0.000
N0160 G01 Z2.000
N0170 G00 X50.000 Y50.000 Z50.000
N0180 M30
```

Nota: Es importante que al momento de simular se retiren las hojas de estructura del programa para que evalúe el avance de aprendizaje.



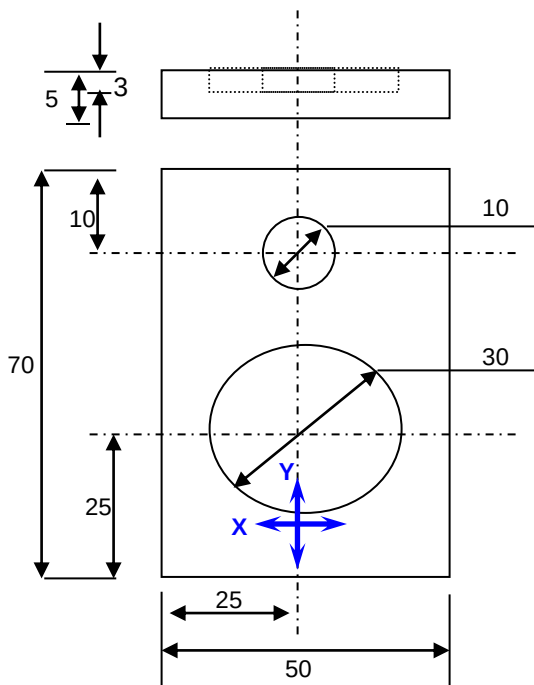
Nombre de la práctica: Código G03 interpolación circular en sentido anti-horario
No. de práctica: 8

Materiales a utilizar:

- * Centro de maquinado emco vmc-100
- * Simulador
- * Aluminio 50x70 mm
- * Fresa de 3mm

Objetivo: Realizar el programa, incluyendo la ubicación cero de la pieza, cero programa y orientación del sistema de referencia.

Dibujo de la pieza:





Estructura del programa:

Programa # 8

```
N0000 G54 G56 G90
N0010 S1000 M03 M09
N0020 G94 F100 T0101
N0030 G00 X25.000 Y10.000 Z2.000
N0040 G01 Z-1.000
N0050 G03 X40.000 Y25.000 I0.000 J15.000
N0060 X25.000 Y40.000 I-15.000 J0.000
N0070 X10.000 Y25.000 I0.000 J-15.000
N0080 X25.000 Y10.000 I5.000 J0.000
N0090 G01 Z2.000
N0100 G00 X25.000 Y55.000 Z2.000
N0110 G01 Z-1.000
N0120 G03 X30.000 Y60.000 I0.000 J5.000
N0130 X25.000 Y65.000 I-5.000 J0.000
N0140 X20.000 Y60.000 I0.000 J-5.000
N0150 X25.000 Y55.000 I5.000 J0.000
N0160 G01 Z2.000
N0170 G00 X50.000 Y50.000 Z50.000
N0180 M30
```

Nota: Es importante que al momento de simular se retiren las hojas de estructura del programa para que evalúe el avance de aprendizaje.



Nombre de la práctica: Código G02 fresado de círculos completos.

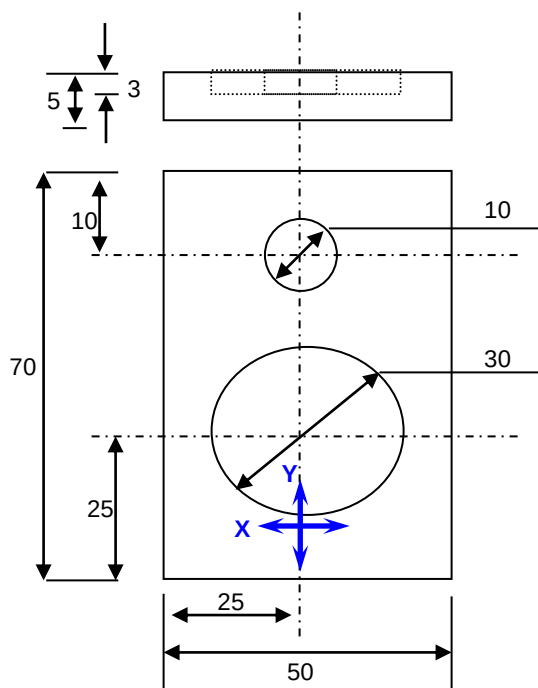
No. de práctica: 9

Materiales a utilizar:

- * Centro de maquinado emco vmc-100
- * Simulador
- * Aluminio 50x70 mm
- * Fresa de 3mm

Objetivo: Realizar el programa, incluyendo la ubicación cero de la pieza, cero programa y orientación del sistema de referencia.

Dibujo de la pieza:





Estructura del programa:

Programa # 9

```
N0000 G56 G54 G90  
N0010 S1000 M03 M09  
N0020 G94 F100 T0101  
N0030 G00 X25.000 Y10.000 Z2.000  
N0040 G01 Z-1.000  
N0050 G02 X25.000 Y10.000 I0.000 J10.000  
N0060 G01 Z2.000  
N0070 G00 X25.000 Y55.000  
N0080 G01 Z-1.000  
N0090 G02 X25.000 Y55.000 I0.000 J5.000  
N0100 G01 Z2.000  
N0110 G00 Z50.000 X50.000 Y50.000  
N0120 M30
```

Nota: Es importante que al momento de simular se retiren las hojas de estructura del programa para que evalúe el avance de aprendizaje



Nombre de la práctica: Fresado de caja circular sin ciclo

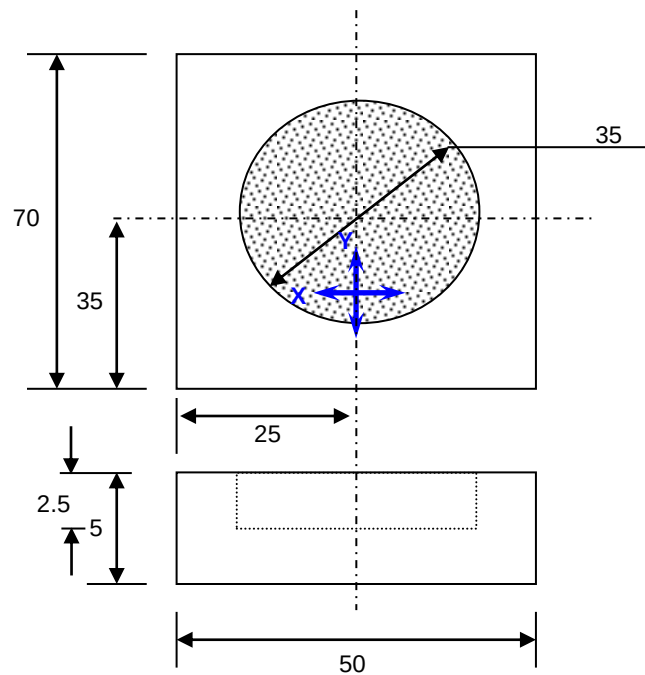
No. de práctica: 10

Materiales a utilizar:

- * Centro de maquinado emco vmc-100
- * Simulador
- * Aluminio 50x70 mm
- * Fresa de 5 mm

Objetivo: Realizar el programa, incluyendo la ubicación cero de la pieza, cero programa y orientación del sistema de referencia.

Dibujo de la pieza:





Estructura del programa:

Programa # 10

```
N0000 G56 G54 G90
N0010 S1000 M03 M09
N0020 G94 F100 T0202
N0030 G00 X25.000 Y20.000 Z2.000
N0040 G01 Z-1.000
N0050 G02 X25.000 Y20.000 I0.000 J15.000
N0060 G01 Z2.000
N0070 G00 X25.000 Y25.000
N0080 G01 Z-1.000
N0090 G02 X25.000 Y25.000 I0.000 J10.000
N0100 G01 Z2.000
N0110 G00 X25.000 Y30.000
N0120 G01 Z-1.000
N0130 G02 X25.000 Y30.000 I0.000 J5.000
N0140 G00 X25.000 Y35.000
N0150 G01 Z-1.000
N0160 G02 X25.000 Y35.000 I0.000 J2.500
N0170 G01 Z2.000
N0180 G00 X50.000 Y50.000 Z50.000
N0190 M30
```

Nota: Es importante que al momento de simular se retiren las hojas de estructura del programa para que evalúe el avance de aprendizaje.



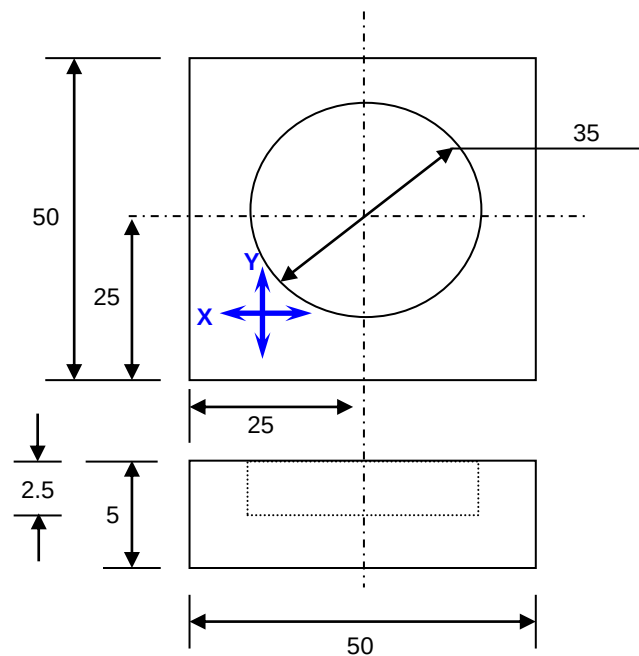
Nombre de la práctica: Código G88 cajeado circular
No. de práctica: 11

Materiales a utilizar:

- * Centro de maquinado emco vmc-100
- * Simulador
- * Aluminio 50x50 mm
- * Fresa de 6 mm

Objetivo: Realizar el programa, incluyendo la ubicación cero de la pieza, cero programa y orientación del sistema de referencia.

Dibujo de la pieza:





Estructura del programa:

Programa # 11

```
N0000 G53 G56 G90
N0010 S1000 M03 M09
N0020 G94 F90 T0303
N0030 G00 X10.000 Y10.000 Z2.000
N0040 G88 X25.000 Y25.000 Z-5.000 P1=35.000 P2=1.000 D2=2000 D3=1000
N0050 G00 X50.000 Y50.000 Z50.000
N0060 M30
```

Nota: Es importante que al momento de simular se retiren las hojas de estructura del programa para que evalúe el avance de aprendizaje.



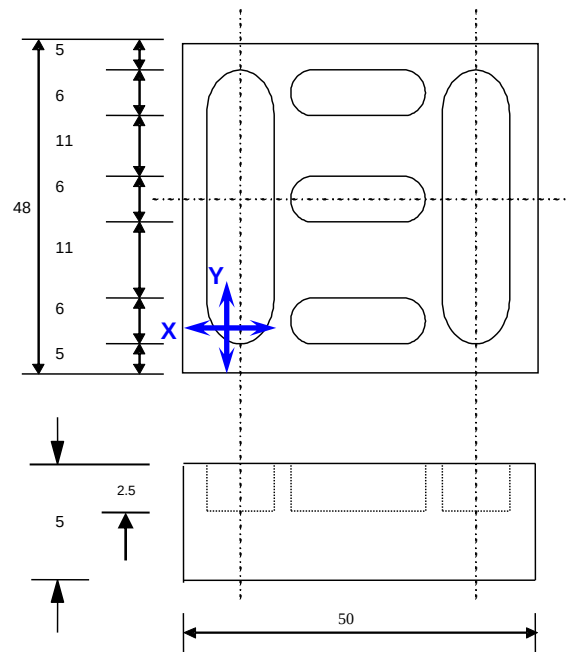
Nombre de la práctica: Código G89 cajado de ranuras
No. de práctica: 12

Materiales a utilizar:

- * Centro de maquinado emco vmc-100
- * Simulador
- * Aluminio 50x60 mm
- * Fresa de 3mm

Objetivo: Realizar el programa, incluyendo la ubicación cero de la pieza, cero programa y orientación del sistema de referencia.

Dibujo de la pieza:





Estructura del programa:

Programa # 12

```
N0000 G53 G56 G90
N0010 S1000 M03 M08
N0020 G94 F100 T0101
N0030 G00 X8.000 Y8.000 Z2.000
N0040 G89 X8.000 Y8.000 Z-5.000 P0=40.000 P1=6.000 P3=1.000 D2=900 D3=1000
N0041 G00 X42.000 Y8.000 Z2.000
N0050 G89 X42.000 Y8.000 Z-5.000 P0=40.000 P1=6.000 P3=1.000 D2=900 D3=1000
N0060 G00 X18.000 Y8.000 Z2.000
N0070 G89 X18.000 Y8.000 Z-5.000 P0=20.000 P1=6.000 P3=1.000 D2=0 D3=1000
N0080 G00 X18.000 Y25.000 Z2.000
N0090 G89 X18.000 Y25.000 Z-5.000 P0=20.000 P1=6.000 P3=1.000 D2=0 D3=1000
N0091 G00 X18.000 Y42.000 Z2.000
N0100 G89 X18.000 Y42.000 Z-5.000 P0=20.000 P1=6.000 P3=1.000 D2=0 D3=1000
N0110 G00 X50.000 Y50.000 Z50.000
N0120 M30
```

Nota: Es importante que al momento de simular se retiren las hojas de estructura del programa para que evalúe el avance de aprendizaje.



Nombre de la práctica: Ranurado con ángulo

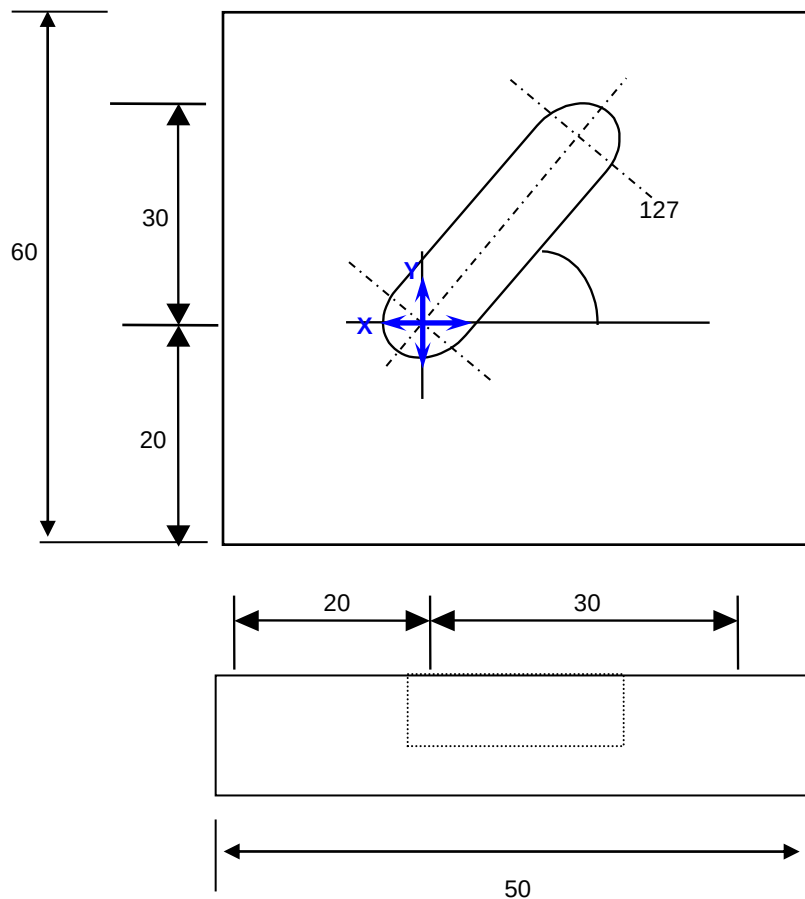
No. de práctica: 13

Materiales a utilizar:

- * Centro de maquinado emco vmc-100
- * Simulador
- * Aluminio 50x60 mm
- * Fresa de 3mm

Objetivo: Realizar el programa, incluyendo la ubicación cero de la pieza, cero programa y orientación del sistema de referencia.

Dibujo de la pieza:





Estructura del programa:

Programa # 13

```
N0000 G53 G56 G90  
N0010 S1000 M03 M09  
N0020 G94 F100 T0101  
N0030 G00 X20.000 Y20.000 Z2.000  
N0040 G89 X20.000 Y20.000 Z-3.000 P0=30.000 P1=8.000 P3=1.000 D2=600 D3=1000  
N0050 G00 X50.000 Y50.000 Z50.000  
N0060 M30
```

Nota: Es importante que al momento de simular se retiren las hojas de estructura del programa para que evalúe el avance de aprendizaje.



Nombre de la práctica: Código G81 taladrado

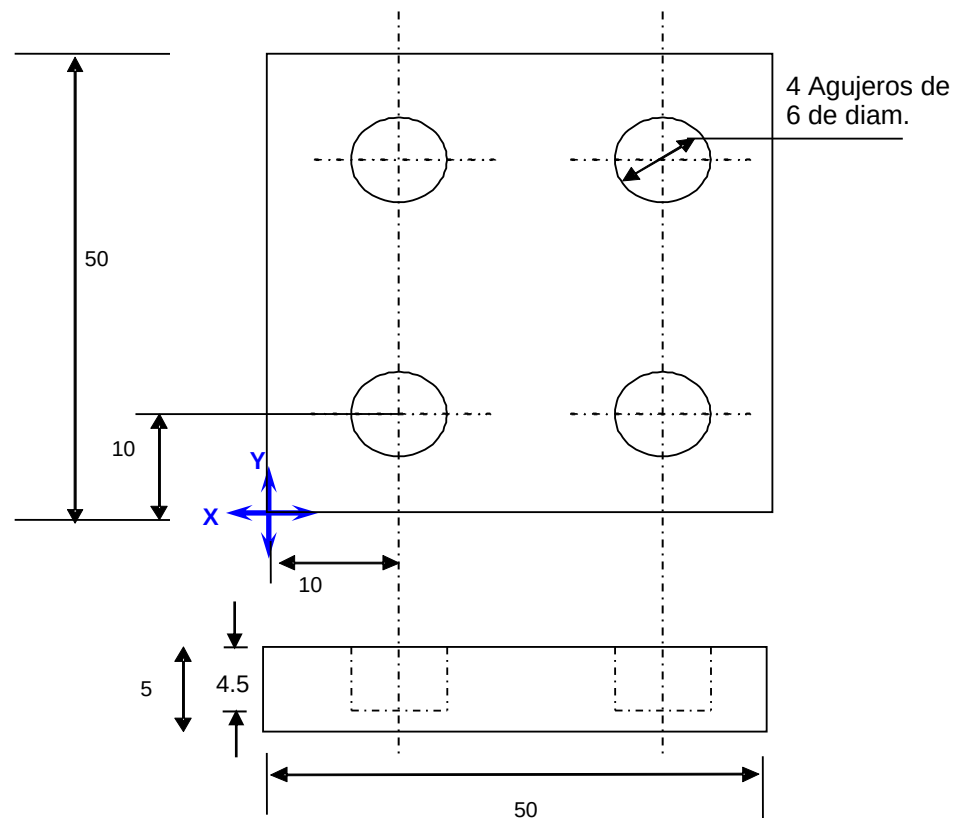
No. de práctica: 14

Materiales a utilizar:

- * Centro de maquinado emco vmc-100
- * Simulador
- * Aluminio 50x50 mm
- * Broca de 6 mm

Objetivo: Realizar el programa, incluyendo la ubicación cero de la pieza, cero programa y orientación del sistema de referencia.

Dibujo de la pieza:





Estructura del programa:

Programa # 14

```
N0000 G53 G57 G90  
N0010 S1000 M03 M09  
N0020 G94 F50 T0909  
N0030 G99  
N0040 G00 X0,000 Y0,000 Z3,000  
N0050 G81 X10,000 Y10,000 Z-5,000 F20  
N0060 X40,000 Y10,000  
N0070 Y40,000  
N0080 X10,000  
N0090 G00 X50,000 Y50,000 Z50,000  
N0100 M30
```

Nota: Es importante que al momento de simular se retiren las hojas de estructura del programa para que evalúe el avance de aprendizaje.



Nombre de la práctica: Código G81 taladrado

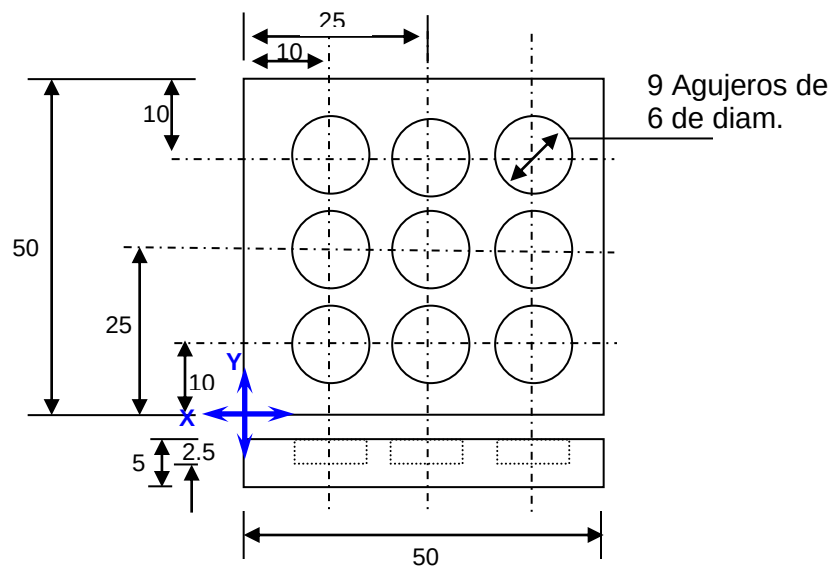
No. de práctica: 15

Materiales a utilizar:

- * Centro de maquinado emco vmc-100
- * Simulador
- * Aluminio 50x50 mm
- * Broca de 6 mm

Objetivo: Realizar el programa, incluyendo la ubicación cero de la pieza, cero programa y orientación del sistema de referencia.

Dibujo de la pieza:





Estructura del programa:

Programa # 15

```
N0000 G53 G57 G90
N0010 S1000 M03 M09
N0020 G94 F50 T0909
N0030 G99
N0040 G00 X0,000 Y0,000 Z3,000
N0050 G81 X10,000 Y10,000 Z-5,000 P3=1,000
N0060 X25,000
N0070 X40,00
N0080 Y25,000
N0090 Y40,000
N0100 X25,000
N0110 X10,000
N0120 Y25,000
N0130 X25,000 Y25,000
N0140 G00 X50,000 Y50,000 Z50,000
N0150 M30
```

Nota: Es importante que al momento de simular se retiren las hojas de estructura del programa para que evalúe el avance de aprendizaje.



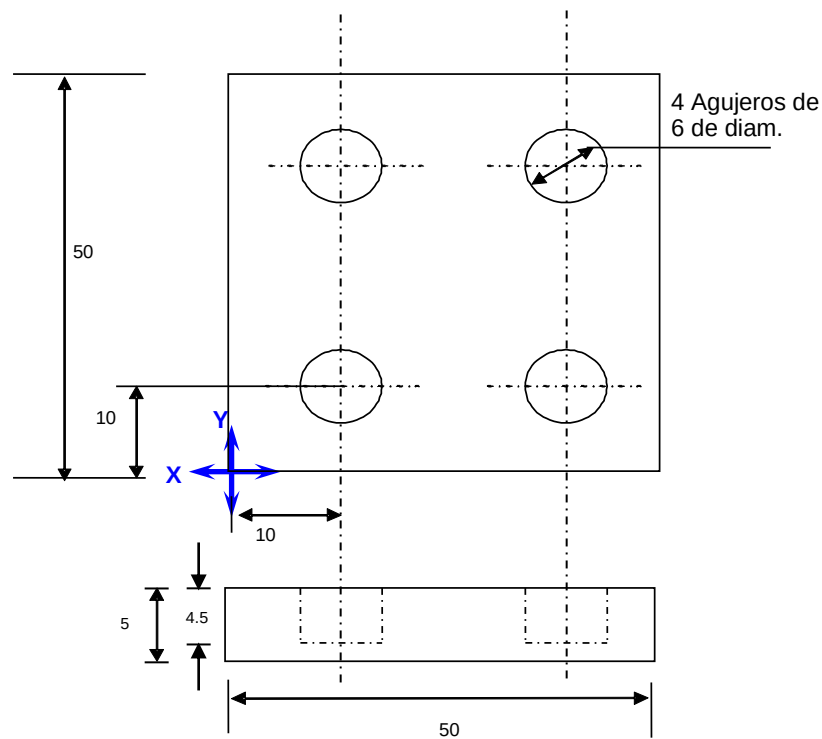
Nombre de la práctica: Código G82 taladrado y avellanado plano
No. de práctica: 16

Materiales a utilizar:

- * Centro de maquinado emco vmc-100
- * Simulador
- * Aluminio 50x50 mm
- * Broca de 6 mm

Objetivo: Realizar el programa, incluyendo la ubicación cero de la pieza, cero programa y orientación del sistema de referencia.

Dibujo de la pieza:





Estructura del programa:

Programa # 16

```
N0000 G53 G56 G90  
N0010 S1000 M03 M09  
N0020 G94 T0909 F20  
N0030 G00 X0,000 Y0,000 Z2,000  
N0040 G94  
N0050 G82 X10,000 Y10,000 Z-5,000 D4=50 P3=1,000  
N0060 X40,000  
N0070 Y40,000  
N0080 X10,000  
N0090 G00 X50,000 Y50,000 Z50,000  
N0100 M30
```

Nota: Es importante que al momento de simular se retiren las hojas de estructura del programa para que evalúe el avance de aprendizaje.



Nombre de la práctica: Código G83 taladrado

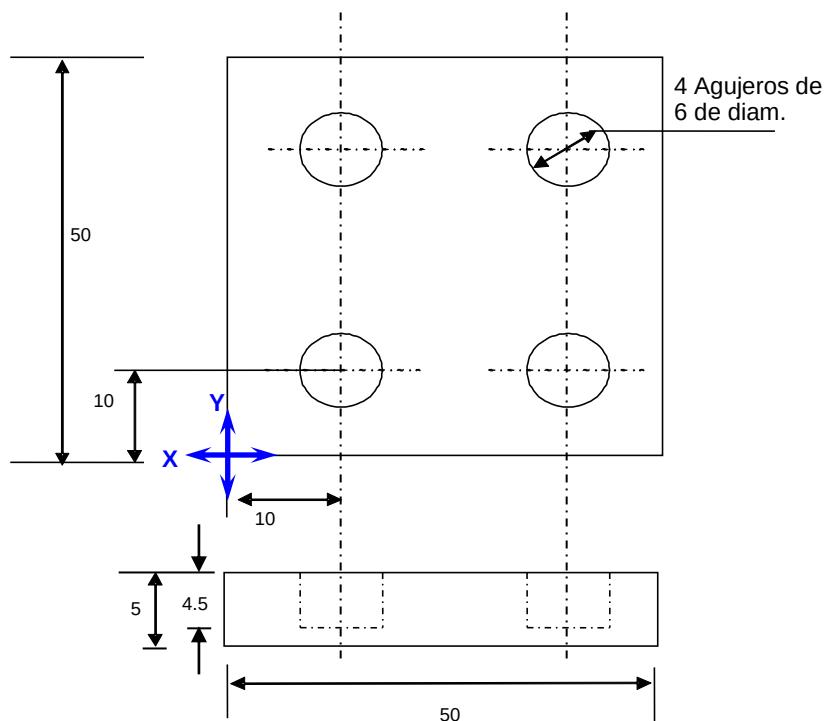
No. de práctica: 17

Materiales a utilizar:

- * Centro de maquinado emco vmc-100
- * Simulador
- * Aluminio 50x50 mm
- * Broca de 6 mm

Objetivo: Realizar el programa, incluyendo la ubicación cero de la pieza, cero programa y orientación del sistema de referencia.

Dibujo de la pieza:





Estructura del programa:

Programa # 17

```
N0000 G53 G56 G90
N0010 S1000 M03 M09
N0020 G94 T0909 F20
N0030 G99
N0040 G00 X0,000 Y0,000 Z3,000
N0050 G83 X10,000 Y10,000 Z-5,000 D4=10 P3=1,000 D3=1000 D6=500
N0060 X40,000
N0070 Y40,000
N0080 X10,000
N0090 G00 X50,000 Y50,000 Z50,000
N0100 M30
```

Nota: Es importante que al momento de simular se retiren las hojas de estructura del programa para que evalúe el avance de aprendizaje.

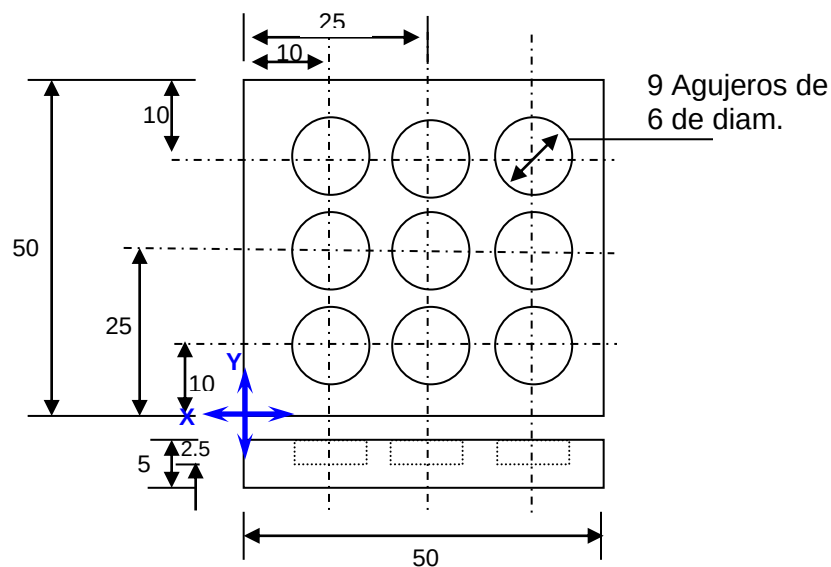
Nombre de la práctica: Código G83 taladrado

No. de práctica: **18****Materiales a utilizar:**

- * Centro de maquinado emco vmc-100
- * Simulador
- * Broca de 6 mm
- * Aluminio 50x50 mm

Objetivo: Realizar el programa, incluyendo la ubicación cero de la pieza, cero programa y orientación del sistema de referencia.

Dibujo de la pieza:





Estructura del programa:

Programa # 18

```
N0000 G53 G56 G90
N0010 S1000 M03 M09
N0020 G94 F50 T0909
N0030 G99
N0040 G00 X0,000 Y0,000 Z2,000
N0050 G83 X10,000 Y10,000 Z-5,000 D4=10 P3=1,000 D3=1000 D6=500
N0060 X25,000
N0070 X40,000
N0080 Y25,000
N0090 Y40,000
N0100 X25,000
N0110 X10,000
N0120 Y25,000
N0130 X25,000 Y25,000
N0140 G00 X50,000 Y50,000 Z50,000
N0150 M30
```

Nota: Es importante que al momento de simular se retiren las hojas de estructura del programa para que evalúe el avance de aprendizaje.



Nombre de la práctica: G86 taladrado circular

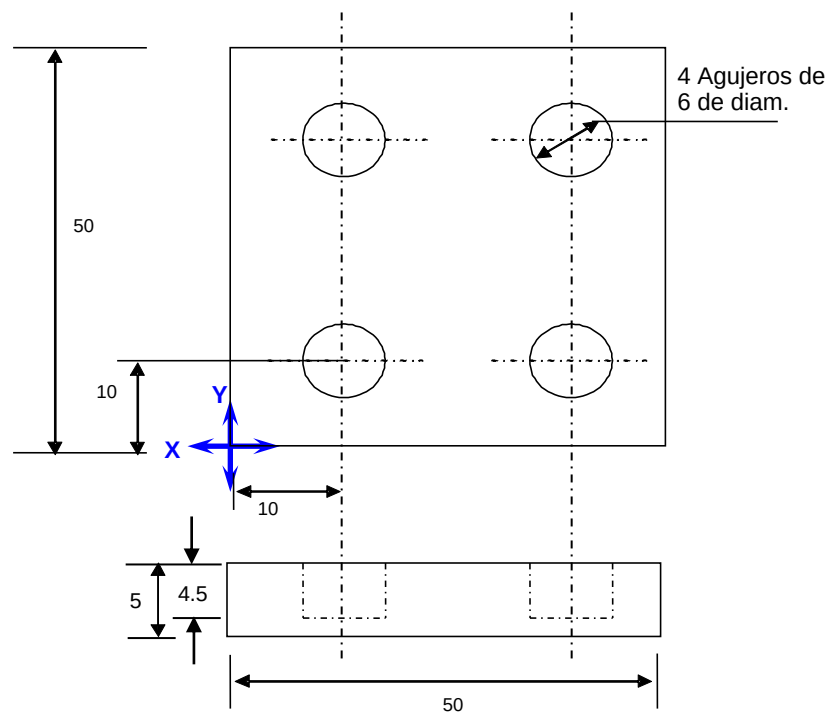
No. de práctica: 19

Materiales a utilizar:

- * Centro de maquinado emco vmc-100
- * Simulador
- * Aluminio 50x50 mm
- * Broca de 6 mm

Objetivo: Realizar el programa, incluyendo la ubicación cero de la pieza, cero programa y orientación del sistema de referencia.

Dibujo de la pieza:





Estructura del programa:

Programa # 19

```
N0000 G53 G56 G90
N0010 S1500 M03 M09
N0020 G94 F20 T0909
N0030 G00 X0,000 Y0,000 Z2,000
N0040 G99
N0050 G86 X10,000 Y10,000 Z-10,000 D4=10 P3=1,000 D3=500 D6=250
N0060 X40,000
N0070 Y40,000
N0080 X10,000
N0090 G00 X50,000 Y50,000 Z50,000
N0100 M30
```

Nota: Es importante que al momento de simular se retiren las hojas de estructura del programa para que evalúe el avance de aprendizaje.



Nombre de la práctica: Código G72 taladrado circular

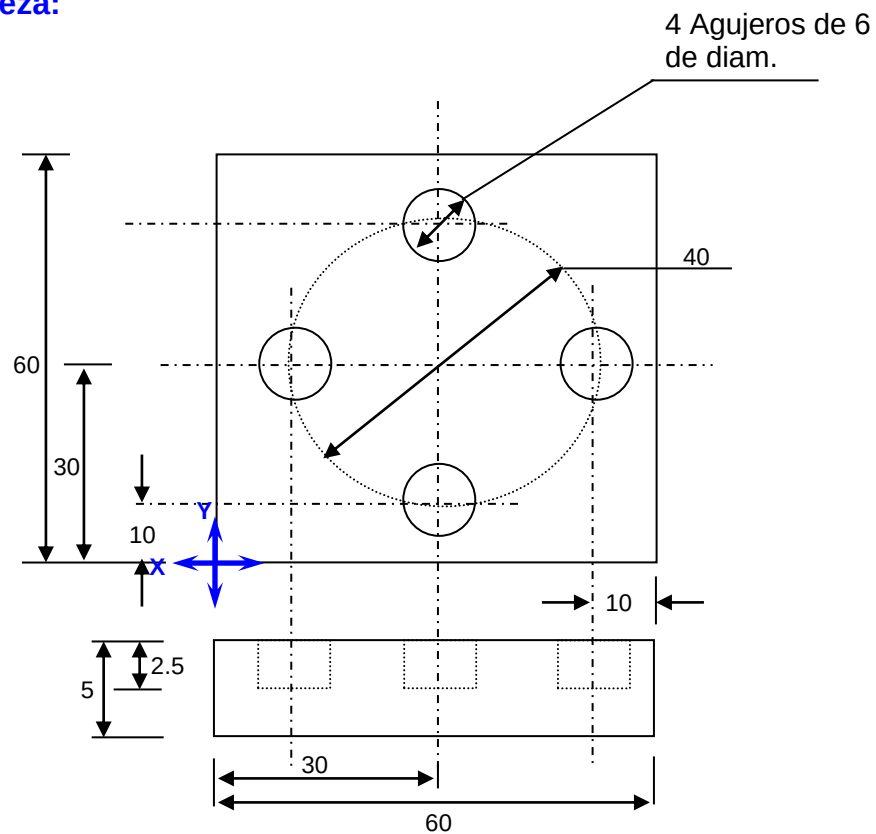
No. de práctica: 20

Materiales a utilizar:

- * Centro de maquinado emco vmc-100
- * Simulador
- * Aluminio 60x60 mm
- * Broca de 6 mm

Objetivo: Realizar el programa, incluyendo la ubicación cero de la pieza, cero programa y orientación del sistema de referencia.

Dibujo de la pieza:





Estructura del programa:

Programa # 20

```
N0000 G53 G56 G90  
N0010 S1000 M03 M08  
N0020 G94 F100 T0909  
N0030 X0,000 Y0,000 Z2,000  
N0040 G99  
N0050 G72 X30,000 Y30,000 P0=40,000 D0=4 D2=0 D3=2700  
N0060 G73 G86 Z-10,000 D3=1000 D6=500 P3=1,000  
N0070 G00 X50,000 Y50,000 Z50,000  
N0080 M30
```

Nota: Es importante que al momento de simular se retiren las hojas de estructura del programa para que evalúe el avance de aprendizaje.



Nombre de la práctica: Código G72 taladrado

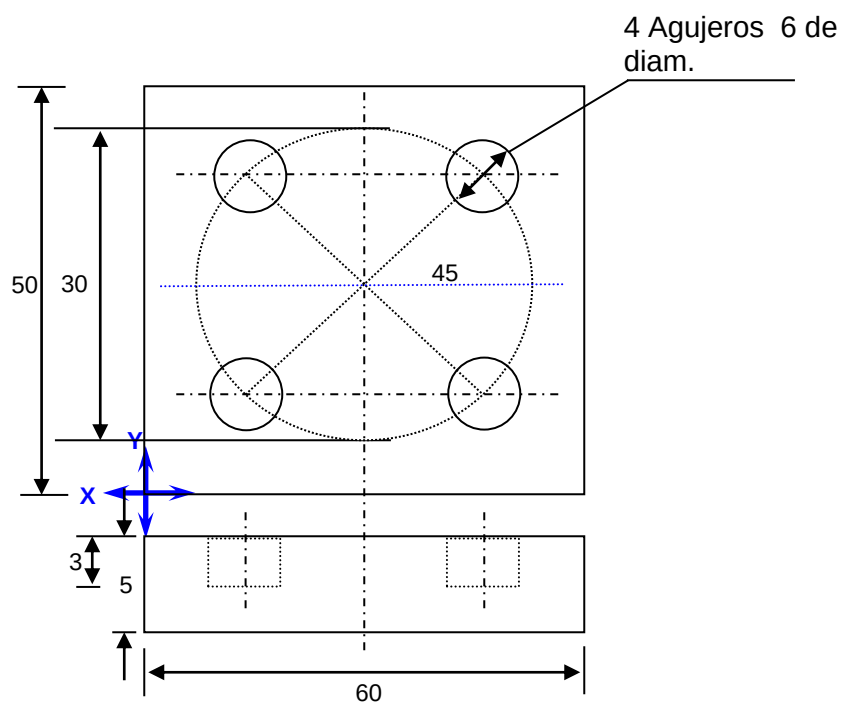
No. de práctica: **21**

Materiales a utilizar:

- * Centro de maquinado emco vmc-100
- * Simulador
- * Aluminio 50x50 mm
- * Broca de 6 mm

Objetivo: Realizar el programa, incluyendo la ubicación cero de la pieza, cero programa y orientación del sistema de referencia.

Dibujo de la pieza:





Estructura del programa:

Programa # 21

```
N0000 G53 G56 G90
N0010 S1000 M03 M08
N0020 G94 F100 T0909
N0030 G00 X0,000 Y2,000
N0040 G99
N0050 G72 X30,000 Y30,000 P0=30,000 D0=4 D2=450 D3=2700
N0060 G73 G86 Z-10,000 D3=1000 D6=500 P3=1,000
N0070 G00 X50,000 Y50,000 Z50,000
N0080 M30
```

Nota: Es importante que al momento de simular se retiren las hojas de estructura del programa para que evalúe el avance de aprendizaje.



Nombre de la práctica: Código G72 taladrado circular

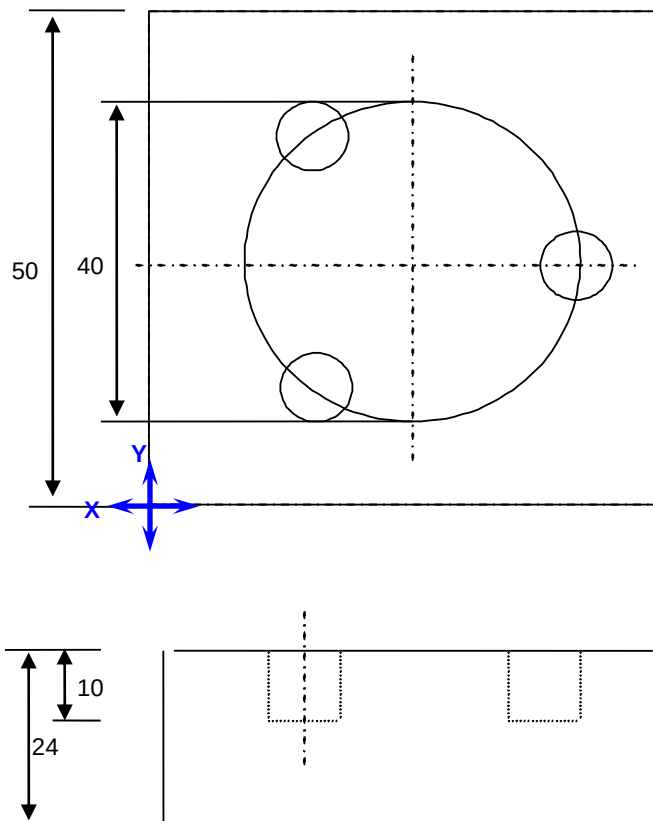
No. de práctica: 22

Materiales a utilizar:

- * Centro de maquinado emco vmc-100
- * Simulador
- * Aluminio 50x50 mm
- * Broca de 6 mm

Objetivo: Realizar el programa, incluyendo la ubicación cero de la pieza, cero programa y orientación del sistema de referencia.

Dibujo de la pieza:





Estructura del programa:

Programa # 22

```
N0000 G56 G53 G90
N0010 S1000 M03 M09
N0020 G94 F100 T0909
N0030 G00 X0,000 Y0,000 Z2,000
N0040 G99
N0050 G72 X25,000 Y25,000 P0=40,000 D0=3 D2=0 D3=3600
N0060 G73 G86 Z-10,000 D3=1000 D6=250 P3=1,000
N0070 G00 X20,000 Y50,000 Z50,000
N0080 M30
```

Nota: Es importante que al momento de simular se retiren las hojas de estructura del programa para que evalúe el avance de aprendizaje.



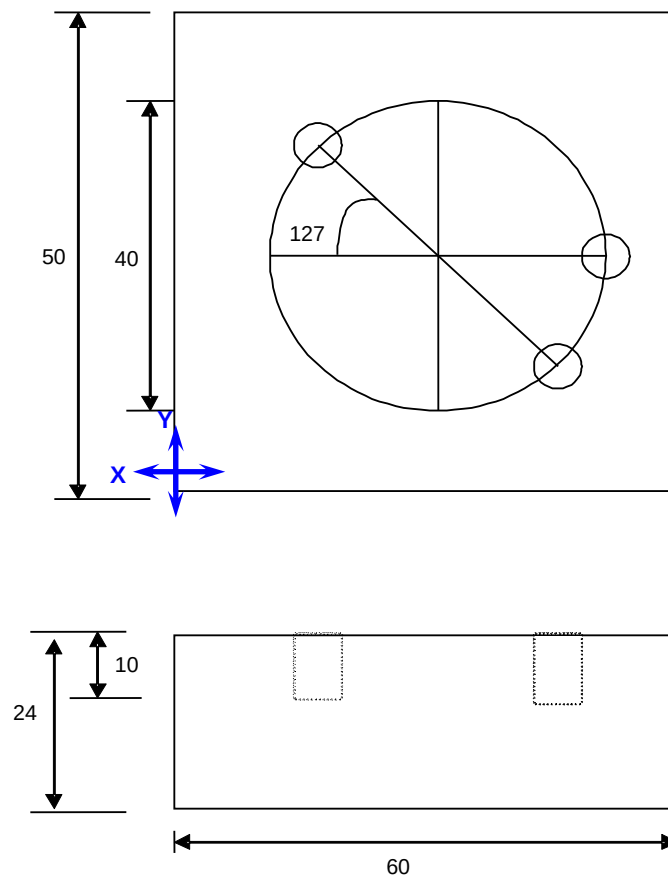
Nombre de la práctica: Código G72 taladrado circular
No. de práctica: 23

Materiales a utilizar:

- * Centro de maquinado emco vmc-100
- * Simulador
- * Aluminio 50x50 mm
- * Broca de 6 mm

Objetivo: Realizar el programa, incluyendo la ubicación cero de la pieza, cero programa y orientación del sistema de referencia.

Dibujo de la pieza:





Estructura del programa:

Programa # 23

```
N0000 G53 G56 G90  
N0010 S1000 M03 M09  
N0020 G94 F100 T0909  
N0030 G00 X0,000 Y2,000  
N0040 G99  
N0050 G72 X25,000 Y25,000 D0=3 P0=30,000 D2=0 D3=3150  
N0060 G73 G86 Z-10,000 D3=1000 D6=500 P3=1,000  
N0070 G00 X50,000 Y50,000 Z50,000  
N0080 M30
```

Nota: Es importante que al momento de simular se retiren las hojas de estructura del programa para que evalúe el avance de aprendizaje.



Nombre de la práctica: Código G72 taladrado

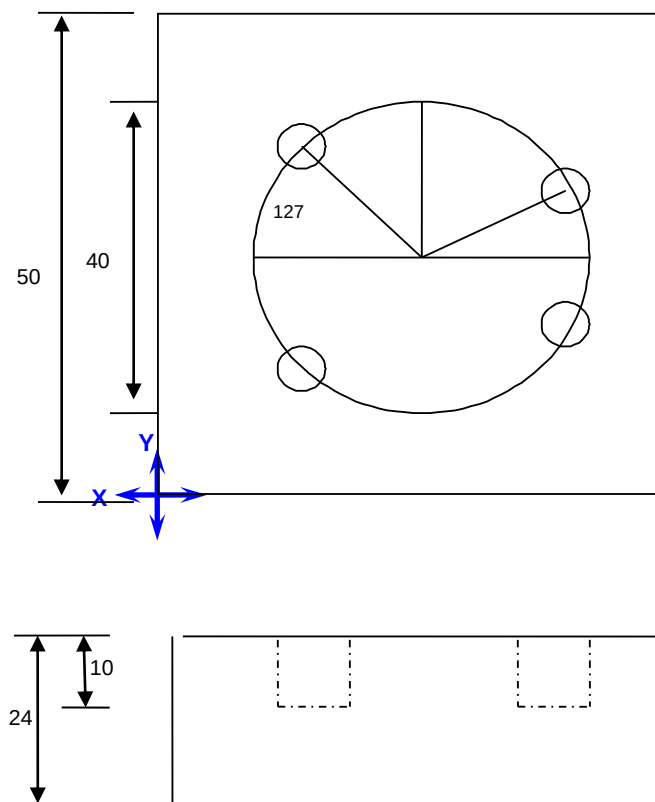
No. de práctica: 24

Materiales a utilizar:

- * Centro de maquinado emco vmc-100
- * Simulador
- * Aluminio 50x50 mm
- * Broca de 6 mm

Objetivo: Realizar el programa, incluyendo la ubicación cero de la pieza, cero programa y orientación del sistema de referencia.

Dibujo de la pieza:





Estructura del programa:

Programa # 24

```
N0000 G53 G56 G90
N0010 S1000 M03 M09
N0020 G94 F100 T0909
N0030 G00 X0,000 Y0,000 Z2,000
N0040 G99
N0050 G72 X25,000 Y25,000 P0=40,000 D0=4 D2=300 D3=3000
N0060 G73 G86 Z-10,000 P3=1,000 D3=1000 D6=500
N0070 G00 X50,000 Y50,000 Z50,000
N0080 M30
```

Nota: Es importante que al momento de simular se retiren las hojas de estructura del programa para que evalúe el avance de aprendizaje.



Nombre de la práctica: Código G74 taladrado rectangular

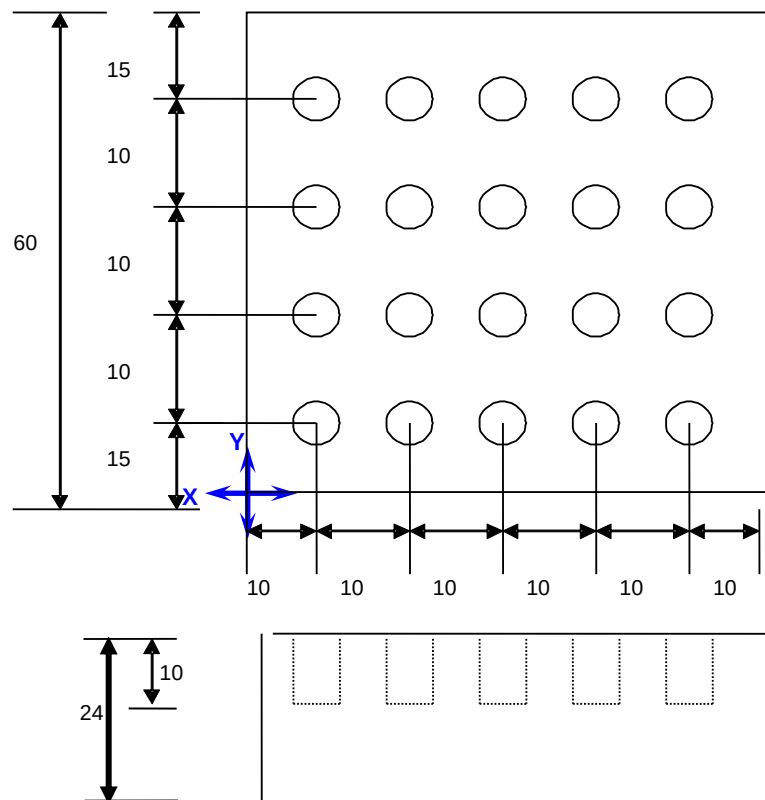
No. de práctica: 25

Materiales a utilizar:

- * Centro de maquinado emco vmc-100
- * Simulador
- * Aluminio 60x60 mm
- * Broca de 6 mm

Objetivo: Realizar el programa, incluyendo la ubicación cero de la pieza, cero programa y orientación del sistema de referencia.

Dibujo de la pieza:





Estructura del programa:

Programa # 25

```
N0000 G53 G59 G90
N0010 S1000 M03 M09
N0020 G94 F60 T0909
N0030 G00 X0,000 Y0,000 Z2,000
N0040 G74 X10,000 Y15,000 D0=5 P0=10,000 D1=4 P1=10,000
N0050 G75 G86 Z-10,000 D3=1000 D6=500
N0060 G00 X50,000 Y50,000 Z50,000
N0070 M30
```

Nota: Es importante que al momento de simular se retiren las hojas de estructura del programa para que evalúe el avance de aprendizaje.



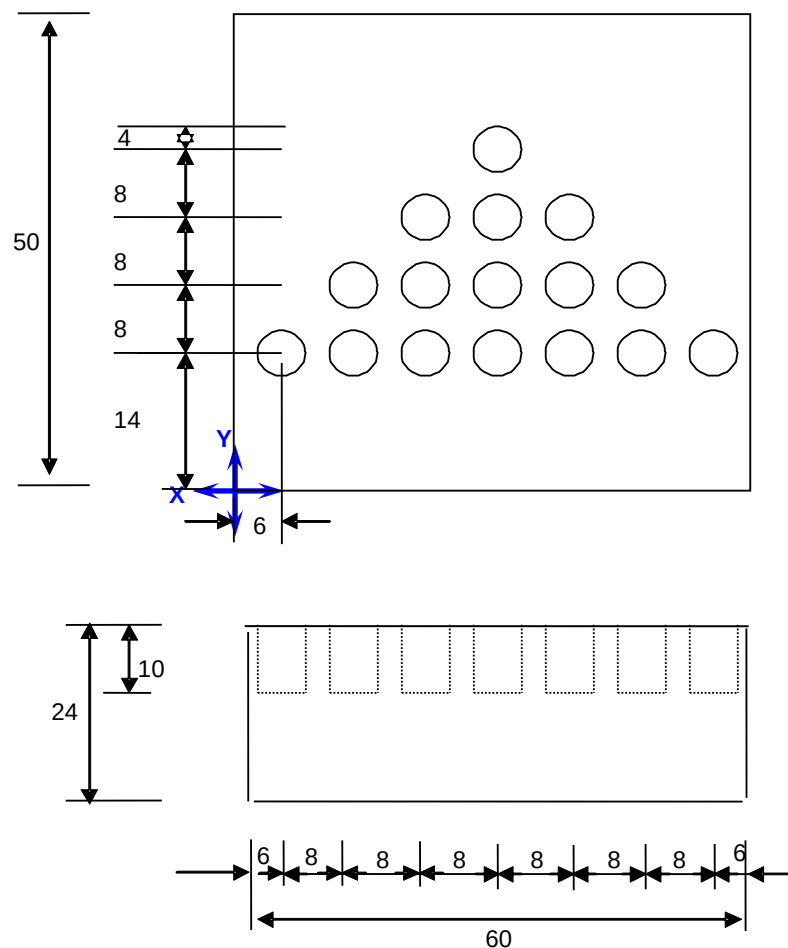
Nombre de la práctica: Código G74 taladrado rectangular
No. de práctica: 26

Materiales a utilizar:

- * Centro de maquinado emco vmc-100
- * Simulador
- * Aluminio 60x70 mm
- * Broca de 6 mm

Objetivo: Realizar el programa, incluyendo la ubicación cero de la pieza, cero programa y orientación del sistema de referencia.

Dibujo de la pieza:





Estructura del programa:

Programa # 26

```
N0000 G53 G56 G90
N0010 S1000 M03 M09
N0020 G94 F100 T0909
N0030 G00 X0,000 Y0,000 Z2,000
N0040 G99
N0050 G74 X6,000 Y14,000 D0=7 P0=8,000 D1=1 P1=8,000
N0060 G75 G86 Z-10,000 D3=1000 D6=250
N0070 G74 X14,000 Y22,00 D0=5 P0=8,000 D1=1 P1=8,000
N0080 G75 G86 Z-10,000 D3=1000 D6=250
N0090 G74 X22,000 Y38,000 D0=3 P0=8,000 D1=1 P1=8,000
N0100 G75 G86 Z-10,000 D3=1000 D6=250
N0110 G74 X30,000 Y38,000 D0=1 P0=1,000 D1=2 P1=8,000
N0120 G75 G86 Z-10,000 D3=1000 D6=250
N0130 G00 X50,000 Y50,000 Z50,000
N0140 M30
```

Nota: Es importante que al momento de simular se retiren las hojas de estructura del programa para que evalúe el avance de aprendizaje.



CONCLUSIONES.

Las máquinas de control numérico satisfacen hoy en día las demandas de la industria, dado que cuentan con muchas ventajas con respecto a las máquinas convencionales. Con base en lo anterior, es importante que existan manuales para conocer el funcionamiento, la operación y la programación de estas.

En el presente trabajo se da a conocer un manual de operación para la fresadora de control numérico Emco Vmc 100, donde se describen los procedimientos para su programación y operación.

Para la elaboración del manual se llevo a cabo una investigación de tipo documental, donde se consultaron diversas fuentes de información en documentos impresos como manuales, monografías, así como, libros, y documentos electrónicos como artículos de divulgación y monografías en línea.

Así también se consultó a expertos en procesos de manufactura para complementar el presente trabajo con base en la experiencia de dichas personas.

Considero que la principal aportación de este manual es que los interesados contarán con una guía práctica, de fácil comprensión y utilización, que les permitirá desarrollar las habilidades requeridas para el uso del equipo. Lo cual beneficiará directamente a estudiantes, técnicos y personal interesado en lo que concierne al aprendizaje y uso de nuevas tecnologías.

Entre los principales beneficios que ofrece el manual encontramos lo siguiente:

- a) El usuario cuenta con una guía para la estructuración de un programa de CNC.
- b) El usuario cuenta con una guía para la utilización de los simuladores.
- c) El usuario cuenta con la información necesaria para conocer el funcionamiento de la máquina.
- d) El usuario cuenta con una guía para la operación de la máquina.
- e) El usuario cuenta con una fuente de información que le permite de manera independiente conocer, programar y operar el equipo.



En mi experiencia como ex alumna de la Licenciatura en Ingeniería Industrial, sé que este manual será de mucha utilidad, dado que, cuando cursé la asignatura de control numérico en el área de de énfasis de manufactura, se careció de un material de apoyo y consulta a pesar de la gran cantidad de información existente sobre el control numérico. El contar con un manual para la fresadora de control numérico Emco Vmc-100, aportará las bases necesarias para el conocimiento y utilización del equipo.

Finalmente concluiré comentando, que el trabajo presentado, se orientó a la aportación de un instrumento práctico, que estará al alcance de todos aquellos que se interesen en conocer y aprender sobre el control numérico.



BIBLIOGRAFÍA.

Libros:

1. *B. H. Amstead. P Ostwald y M. Begeman , “Procesos de Manufactura”, versión Si, Compañía Editorial Continental, México, 1981.
2. *Boon,G.K;Mercado,”Automatización flexible en la industria”, Limusa Noriega, México, 1991.
3. * Emco, Manual CNC Trainer, Fresado, Austria (traducción al español), 1993.
4. * Garcia R, Pelayo, Gross, “Pequeño larousse ilustrado”, México,1993.
5. * Heinrich Gerling, “Alrededor de las Máquinas-Herramientas”, Ed. Reverté, Barcelona, 1964.
6. * Kazanas, genn E. Backer, Thomas Gregor, “Procesos básicos de manufactura”, Mc Graw Hill, México, 1988.
7. * Lawrence E. Doyle, “Materiales y procesos de manufactura para ingenieros”, Prentice Hall, México, 1988.
8. * Martino,R.L, ”Sistemas integrados de fabricación”, Limusa Noriega, México, 1990.
9. * Mompin Poblet, J,”Sistemas CAD/CAM/CAE Diseño y fabricación por computador”, serie Mundo Electrónico, Marcombo boixareu editores, Barcelona, 1986.
10. * Norman Gaither y Greg Frazier, “Administración de producción y operaciones”, International Thompson Editores, México D.F., 2000.Pichardo, R, Arroyo,C, “Manual de practicas de laboratorio L001”, Practica 2 , Pachuca, Hidalgo, 1999.
11. * Schaerer, U ,J. A. Rico, J. Cruz, ”Ingeniería de Manufactura”, Compañía Editorial Continental, México, 1984.

Monografías:

12. * Soberanes Islas,J, “Manual para el adiestramiento en control numérico con equipo y maquinaria del aula didáctica en el laboratorio de manufactura de la U.A.E.H”, Pachuca, Hidalgo 1998, pag. 3.



DOCUMENTOS ELECTRÓNICOS.

Monografías:

1. * Escalona, Iván, Diseño y manufactura asistidos por computadora, consultado en línea el 2 de febrero 2005, disponible en:
<<http://www.monografias.com/trabajos14/manufaccomput/manufaccomput.shtml> >
2. * Hortiales Rendón, Miguel A., Procesos de manufactura, consultado en línea el 12 de noviembre de 2005, disponible en
<<http://gama.fime.uanl.mx/~dim/data/manuales/manual%20Procesos%202003.pdf#search='procesos%20de%20fresado%20fresado'>>

Artículos:

1. * Aranda, Carlos, Máquinas de control numérico CNC, consultado en línea el 12 de noviembre 2005, disponible en: <<http://www.ilustrados.com/publicaciones/EpyuZylyAVfWxFNwxB.php>>
- 2.* Direct Industry, El salón virtual de la industria, consultado en línea el 3 de febrero de 2005, disponible en: <<http://www.directindustry.com.mx/find/fresa.html>>
3. * DSW, Maquinaria, Maquinaria, consultado en línea el 2 de febrero 2005, disponible en:
<<http://www.maquinariadsw.com/esp/fresadoras.htm>>
- 4.* Kiss, Sofá, Diseño de engranes, análisis y optimización, consultado en línea el 3 de febrero de 2005, disponible en: <<http://www.kisssoft.ch/ESPAnOL/Zahnrad-S.pdf>>
- 5.* La Salle Universidad, Procesos de manufactura, consultado en línea el 3 de noviembre de 2004, disponible en:
<http://www.aprendizaje.com.mx/Curso/Proceso2/Temario2_VII.html>
- 6.* Patxi Aldabaldetrecu, Patxi, Antecedentes del control numérico computarizado, consultado en línea el 9 de diciembre de 2004, disponible en:
< <http://www.metalunivers.com/arees/historia/general/tecnologica.htm>>
- 7.* Pontificia Universidad Católica de Chile, Guía para la redacción de citas bibliográficas, consultado en línea en enero 2001, disponible en <<http://www.puc.d/sibus/html/citas.pdf>>
- 8.* Ruiz, Lino, El control numérico computarizado en el desarrollo industrial, consultado en línea el 14 de enero 2005, disponible en: <<http://www.fim.utp.ac.pa/Revista/vol2/cncd.html>>
- 9.* Veroe, Control, consultado en línea el 2 de febrero de 2005, disponible en:
<<http://www.veroe.com/>>