



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

41126
7
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

ARAGÓN

PRACTICAS DE LABORATORIO CON EL CONTROL
NUMERICO PROGRAMABLE EMCOTRONIC

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A:

ROBERTO ANAYA CHAVERO

ASESOR: ING. ELEAZAR MARGARITO PINEDA DIAZ

MÉXICO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2003

A



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**TESIS
CON
FALLA DE
ORIGEN**



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ARAGÓN**
DIRECCIÓN

ROBERTO ANAYA CHAVERO
Presente

Con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobado su tema de tesis y asesor.

TÍTULO:
"PRÁCTICAS DE LABORATORIO CON EL CONTROL NUMÉRICO PROGRAMABLE
EMCOTRONIC"

ASESOR: Ing. ELEAZAR MARGARITO PINEDA DÍAZ

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
San Juan de Aragón, México, 20 de agosto de 2007
LA DIRECTORA

L. Turcott
ARQ. LILIA TURCOTT GONZÁLEZ



C p Secretaría Académica
C p Jefatura de Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica
C p Asesor de Tesis

LTG/AIR

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

B

SEGUIMIENTO DE REGISTRO DE TESIS

FECHA	C.V.E.	DESCRIPCIÓN DEL TRÁMITE	AUTORIZACIONAL DEL SECRETARIO ACADÉMICO
20/10/2013		"PRÁCTICAS DE LABORATORIO CON EL CONTROL NUMÉRICO PROGRAMABLE EMCOTRONIC"	 LIC. ALBERTO IBARRA ROSAS SECRETARIO ACADÉMICO
			LIC. ALBERTO IBARRA ROSAS SECRETARIO ACADÉMICO
			LIC. ALBERTO IBARRA ROSAS SECRETARIO ACADÉMICO
			LIC. ALBERTO IBARRA ROSAS SECRETARIO ACADÉMICO
			LIC. ALBERTO IBARRA ROSAS SECRETARIO ACADÉMICO
			LIC. ALBERTO IBARRA ROSAS SECRETARIO ACADÉMICO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TRÁMITE	CLAVE
PRORROGA	PR.
CAM. TÍTULO	C. T.
CAM. ASESOR	C. A.
CAM. SEM.	C. S.
VIGENCIA	VIG.
IMPRESIÓN	IMP.

MI AGRADECIMIENTO A:

**BERNARDO ANAYA
JOSEFINA CHAVERO**

Gracias por haberme dado la vida, por haberme guiado en el camino del bien, por todos los valores que me enseñaron y que orgullosamente llevo en mi corazón, valores que me han formado y que me han convertido en todo lo que ahora soy.

Los quiero mucho.

RUTH MARIA ROSAS CHAPARRO

Muchas gracias por tu Amor, tu inmenso amor que compartes con migo, tu comprensión, tus palabras en los momentos precisos que han sido parte esencial en mi formación personal y profesional.

Gracias por ser como eres, por ser tan linda y por todas tus virtudes, que me hacen sentir orgulloso de tenerte a mi lado como mi esposa, por que sabes algo? Eres una gran mujer.

Gracias por compartir la vida a mi lado y por ese precioso regalo que me haz dado.

TE AMO

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

D

**PRÁCTICAS DE LABORATORIO CON EL CONTROL NUMÉRICO
PROGRAMABLE EMCOTRONIC**

TEMARIO

INTRODUCCIÓN

	PAGINA
TEMA 1. GENERALIDADES	
1.1 HISTORIA DE LA DGETI	1
1.2 DESARROLLO DEL CONTROL NUMÉRICO	13
1.3 ESTRUCTURA BÁSICA DE UN TORNO DE CONTROL	29
1.4 CLASIFICACIÓN DE LOS TORNOS POR SU CONSTRUCCIÓN	34
1.5 EQUIPO PERIFÉRICO DEL TORNO DE CONTROL NUMÉRICO	46
TEMA 2. CARACTERÍSTICAS DEL EMCOTRONIC	
2.1 RECOMENDACIONES	54
2.2 CARACTERÍSTICAS	56
2.3 DATOS TÉCNICOS	59
2.4 ESTRUCTURA	61
2.5 MODOS DE OPERACIÓN	73
2.6 ENTRADA Y SALIDA DE DATOS	84
TEMA 3. PROGRAMACIÓN DEL EMCOTRONIC	
3.1 FORMATO DEL PROGRAMA	91
3.2 EJES DE CONTROL	94
3.3 INFORMACIÓN PARA LA PROGRAMACIÓN	98
3.4 CONFIGURACIÓN DEL PROGRAMA	114
3.5 CLASES Y SEMÁNTICA DE LAS DIRECCIONES	120
3.6 ELABORACIÓN DEL PROGRAMA	131

E

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

TEMA 4. IMPLEMENTACION DE LAS PRÁCTICAS

4.1 REQUERIMIENTOS	137
4.2 PRÁCTICA 1. CILINDRADO DE UNA PIEZA ESCALONADO	157
4.3 PRÁCTICA 2. CONICIDAD Y CAREADO	168
4.4 PRÁCTICA 3. MAQUINADO DE UNA FIGURA: PEON AJEDREZ	185
4.5 PRÁCTICA 4. MAQUINADO DE UNA FIGURA: REY DE AJEDREZ	196
4.6 PRÁCTICA 5. INTERPOLACIÓN CIRCULAR	208
CONCLUSIONES	221
BIBLIOGRAFÍA	224

F

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

INTRODUCCIÓN

En el marco del desarrollo tecnológico del país, surge la Dirección General de Educación Tecnológica Industrial (DGETI) como una alternativa educativa para los jóvenes egresados de secundaria, los cuales al mismo tiempo de obtener su Bachillerato, se capacitan para poder incorporarse a la industria y poder formar Técnicos Especializados en cualquiera de las cuatro áreas básicas del conocimiento.

Es por ello que la DGETI se preocupa por el equipamiento y suministro de equipo con tecnología de punta para el aprovechamiento de los educandos de tal forma que ha equipado en particular al Centro de Estudios Tecnológicos Industrial y de Servicios No. 1 con un torno horizontal y 11 equipos de formación que permiten el mejor aprendizaje y aprovechamiento del control numérico aplicado a las máquinas herramientas.

Por lo anterior, el presente trabajo tiene como objetivos: facilitar el uso de dichos equipos y apoyar al mismo tiempo el proceso enseñanza aprendizaje a las especialidades de TÉCNICO PROFESIONAL EN ELECTROMECAÁNICA Y TÉCNICO PROFESIONAL EN MANTENIMIENTO, para el Centro de Estudios Tecnológicos Industrial y de Servicios No.1; en donde ambas especialidades tienen un gran futuro académico y productivo para los egresados, que formarán parte de la fuerza productiva que impulsará en el futuro a este país.

A manera de metodología esta tesis está compuesta por 4 temas, los cuales son:

TEMA 1 GENERALIDADES

Aquí se muestra una breve historia de lo que ha sido la DGETI, el desarrollo del control numérico, la estructura y clasificación de los tornos.

TEMA 2 CARACTERÍSTICAS DEL EMCOTRÓNICO

Este tema muestra algunas recomendaciones sobre seguridad para su correcto funcionamiento, datos técnicos, las distintas modalidades de funcionamiento y operación, así como las opciones de comunicación con el exterior en cuanto a la entrada y salida de la información que este equipo maneja.

TEMA 3 PROGRAMACIÓN DEL EMCOTRÓNICO

Toda la información para la elaboración de los programas para su respectiva aplicación, pasos y etapas las encontraremos en este capítulo. Cabe señalar que únicamente se requieren conocimientos mínimos de programación, geometría y del uso de una computadora, ya que los códigos utilizados son muy simples y la sintaxis de la programación es muy sencilla.

TEMA 4 IMPLEMENTACIÓN DE LAS PRÁCTICAS

Previamente a este tema, el alumno ya deberá de dominar los conocimientos básicos de las máquinas herramientas y haber realizado prácticas en los tornos convencionales, ya que con ayuda de la geometría, esta sección aplica operaciones tales como careado, cilindrado, escalonado, conicidades, etc.

TEMA 1. GENERALIDADES

1.1 HISTORIA DE LA DGETI

La historia de la educación técnica en México es muy amplia, sin embargo, para solamente dar a conocer en forma breve a la DGETI haremos remembranza a partir de la época de la reforma, ya que con la llegada del Lic. Benito Juárez García al poder, se inicio una nueva etapa para la educación en México.

A partir de 1867 se reglamento la educación en todos los niveles, y se creo la Escuela Nacional Preparatoria, que aunada a la Escuela de Artes y Oficios para varones destinada a formar oficiales y maestros; constituyeron el antecedente del bachillerato tecnológico. En 1901 se creó la Escuela Mercantil para mujeres MIGUEL LERDO DE TEJADA, hoy Centro de Estudios Tecnológicos Industrial y de Servicios no. 7 (CETIS No.7) y en 1910 se inauguró la escuela primaria Industrial para mujeres CORREGIDORA DE QUERETARO, transformada posteriormente en el CETIS No. 9 Puerto Rico.

En el periodo de 1911 a 1914 la educación técnica apenas alcanzo el nivel educativo elemental al establecerse escuelas primarias industriales, los cambios sociales y políticos producidos por la revolución marcaron el inicio de una etapa trascendental para la educación técnica.

En 1915, el Presidente Venustiano Carranza, ordenó la transformación de la escuela de artes y oficios para varones, en Escuela práctica de Ingenieros Mecánicos, Electricistas y Mecánicos-Electricistas (EPIMEME), que en 1921 cambió su nombre por el de Escuela de Ingenieros Mecánicos y Electricistas (EIME), que en 1932 se

transformó en la Escuela Superior de Mecánica y Electricidad (ESME) nombre que solo duró 44 días, ya que ese mismo año se le designo el que hasta la fecha ostenta: Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME).

La creación de la SEP en 1921 establece la estructura que ha de multiplicarse en forma continua para sistematizar y organizar la trascendente labor educativa del México del siglo XX. En esta primera estructura se instituyo en 1922 el DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA TÉCNICA con la finalidad de aglutinar y crear escuelas que impartieran este tipo de enseñanza.

A partir de entonces se establecieron y reorganizaron un número creciente de escuelas destinadas a enseñanzas industriales y de servicios, entre ellas: el Instituto Técnico industrial (ITI), las Escuelas para señoritas Gabriela Mistral, Sor Juana Inés de la Cruz y Dr. Balmis, el Centro Industrial para obreras, la Escuela Técnica Industrial y Comercial (ETIC) en Tacubaya y las Escuelas Centrales Agrícolas, posteriormente transformadas en escuelas regionales Campesinas.

En el inicio de la década de los 30as surgió la idea de integrar y estructurar un sistema de enseñanza técnica con sus distintos niveles, como consecuencia de ello, se definió un marco de organización que contenía todos los niveles y modalidades a lo cual se denominó en lo general la Institución Politécnica y en lo funcional la Escuela Politécnica

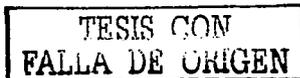
La columna vertebral de la Escuela Politécnica es la Preparatoria Técnica que se creó en 1931, se cursaba en cuatro años y para su acceso se requería la primaria, a su vez constituyó el antecedente de las diversas escuelas especialistas de altos estudios técnicos que se cursaban en tres años y formaban Ingenieros y Directores de Obras Técnicas.

Dentro de la Escuela Politécnica y bajo su acción ordenadora y orientadora, se conjuntaron las escuelas de maestros técnicos, algunas escuelas de artes y oficios y las escuelas nocturnas de adiestramiento para trabajadores. La escuela Politécnica estableció las bases para que en 1936 se integrará el Instituto Politécnico Nacional absorbiendo en su estructura funcional a la mayoría de las escuelas que constituían el departamento de enseñanza técnica.

En 1958, el Lic. Adolfo López Mateos creó la SUBSECRETARÍA DE ENSEÑANZA TÉCNICA Y SUPERIOR lo cuál hace evidente la importancia que ya había alcanzado la educación técnica en el país. Un año más la Dirección General de Enseñanzas Especiales y los Institutos Tecnológicos Regionales se separaron del IPN, conformando la DIRECCION GENERAL DE ENSEÑANZAS TECNOLOGICAS INDUSTRIALES Y COMERCIALES (DGETIC). En este mismo año se estableció en los planteles de la citada Dirección General, el ciclo de enseñanza secundaria con actividades tecnológicas denominándosele Secundaria Técnica.

En 1968, se crearon los Centros de Estudios Tecnológicos, con el propósito de ofrecer formación profesional del nivel medio superior en el área industrial. En 1969, las escuelas prevocacionales que ofrecían la enseñanza secundaria dejaron de pertenecer al IPN para integrarse a la DGETIC como secundarias técnicas, con el fin de dar unidad a este nivel educativo, ya que se incorporaron también las Escuelas Secundarias Técnicas Agropecuarias, que en 1967 habían resultado de la transformación de las Escuelas Normales de Agricultura.

Al efectuarse la reorganización de la Secretaría de Educación Pública en 1971, se determinó que la Subsecretaría de Enseñanza Técnica y Superior se transformara en la Subsecretaría de Educación Media, Técnica y Superior y que la DGETIC, tomara su actual denominación como Dirección General de Educación Tecnológica



Industrial (DGETI), responsabilizándose de los Centros de Capacitación para el Trabajo Industrial, las Escuelas Tecnológicas y comerciales, los Centros de Estudios Tecnológicos y Centros de Estudios Científicos y Tecnológicos.

Los Institutos Tecnológicos Regionales pasaron a formar parte de la Dirección General de Educación Superior y las Escuelas Tecnológicas Agropecuarias integraron a la Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria (DGETA). En 1975 se dio origen al Consejo del Sistema Nacional de Educación Técnica, como un órgano de consulta de la Secretaría de Educación Pública, antecedente inmediato del actual Consejo del Sistema Nacional de Educación Tecnológica (COSNET) instaurado en diciembre de 1978.

En 1976, la Subsecretaría de Educación Media, Técnica y Superior se transformó en Subsecretaría de Educación e Investigación Tecnológicas (SEIT), en este mismo año se creó la Dirección General de Institutos Tecnológicos. En 1978, se reestructuró la Dirección General de Educación Tecnológica Industrial (DGETI) responsabilizándose de 27 Centros de Estudios Tecnológicos y 117 Centros de Estudios Científicos Tecnológicos. En 1981, los planteles dependientes de la Subsecretaría de Educación e Investigación Tecnológicas que ofrecían el bachillerato recibieron el nombre de Centros de Bachillerato Tecnológico, agregándose (según fuera el área tecnológica) agropecuario, forestal, o industrial y de servicios.

En 1984, la DGETI inicio su proceso de desconcentración de funciones con la creación de las coordinaciones Regionales de Educación Tecnológica Industrial que en 1987 se transformaron en Subdirecciones Regionales de Educación Tecnológica Industrial, nombre que duró hasta 1990, año en que cambio por el de Coordinaciones Estatales de Educación Tecnológica Industrial en los Estados y el Distrito Federal.



Con esto, la DGETI ofrece sus servicios educativos a través de sus planteles ubicados en todas las entidades de la República Mexicana, siendo un órgano descentralizado adscrito a la Subsecretaría de Educación e Investigación Tecnológica (SEIT), de la Secretaría de Educación Pública (SEP)

La DGETI es la responsable de planear, programar, coordinar supervisar, y evaluar los servicios educativos que le son propios, cuenta con una Dirección General, tres direcciones de área: Planeación y Evaluación, Técnica y de Apoyo a la Operación Estatal y una Planeación Administrativa.

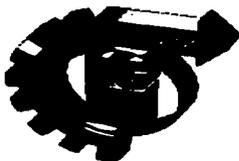


Fig. 1.1 Logotipo que representa a la DGETI

Las coordinaciones de Educación Tecnológica Industrial son las unidades orgánicas que tienden a desarrollar de manera desconcentrada, la Educación Tecnológica en su ámbito de competencia y a la vez son el vínculo entre los Centros de Estudios y la Dirección General, para lo cual cuentan con una Coordinación y cuatro áreas: Planeación y Evaluación, Apoyo Técnico Operativo, de Vinculación con el Sector Productivo y de Apoyo Administrativo.

En el nivel local se ubican los Centros de Estudios que cuentan con un Director como responsable de planear, programar, coordinar supervisar y controlar las actividades escolares de acuerdo a las políticas y lineamientos emanados de la coordinación, la Dirección General y demás autoridades correspondientes.

LA DGETI Y SU MODELO ACADEMICO ACTUAL

La DGETI es parte del sistema nacional de Educación Tecnológica y sus planteles ofrecen en el nivel medio superior, las siguientes modalidades educativas:

- Técnico Profesional (TP)
- Bachillerato Tecnológico (BT)
- Técnico Básico (TB)
- Sistema Abierto de Educación Tecnológica Industrial (SAETI)
- Educación Basada en Normas de Competencia (EBC)

Los planteles adscritos a la DGETI son:

- Centro de Estudios Tecnológicos Industrial y de Servicios (CETIS)
- Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios (CBTIS)
- Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos de los Estados (CECyTES)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Fig. 1.2 Alumnos de los CETIS

Estos últimos son organismos descentralizados dependientes de los gobiernos de los estados (ODE'S) con participación federal, tienen personalidad jurídica y patrimonio propios. La DGETI cuenta con planteles educativos a nivel nacional, distribuidos de la siguiente manera:

CETIS con 167 planteles

CBTIS con 262 planteles

CECyTES con 278 planteles

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Fig.1.3 Porcentaje de la distribución de planteles en el país

La DGETI tiene como uno de sus objetivos formar técnicos profesionales, mediante planes y programas de estudios que por su contenido satisfacen los requerimientos del sector productivo de bienes y servicios y de la función de mando de intermedio que le es propia; lo que coloca a sus egresados en posibilidades de encontrar soluciones adecuadas a los problemas que en su calidad de técnicos han de resolver en el campo de su especialidad.

La educación tecnológica industrial y de Servicios se imparten en los CETIS, CBTIS Y CECyTE'S, en el sistema escolarizado en donde el proceso de enseñanza-aprendizaje se desarrolla diariamente y de acuerdo con los periodos laborales marcados en el calendario escolar de la SEP.

PROYECTOS ESPECIALES

La educación impartida en el subsistema DGETI, se ha visto enriquecida en el aspecto tecnológico, a través de convenios bilaterales con países de alto desarrollo tecnológico, tales como: Alemania, Estados Unidos, Italia, Gran Bretaña y Japón, al permitir establecer planes y programas de estudio que garantizan la excelencia académica de sus egresados con el acceso de los avances tecnológicos de algunos equipos de vanguardia (torno horizontal Emcotronic, centro de maquinado vertical VMC, etc), otorgados por los países con los cuáles se han celebrado estos convenios.

CONVENIO	PLANTEL	UBICACION
MEXICO-ALEMANIA	CETIS No. 6	MEXICO, D.F.
MEXICO-ESTADOS UNIDOS	CETIS No.135	MATAMOROS
MEXICO-GRAN BRETAÑA	CETIS No. 1	MEXICO, D.F.
MEXICO-ITALIA	CETIS No.16 CETIS No. 165	QUERETARO TLALNEPANTLA, MEX.
MEXICO-JAPON	CETIS No. 115 CNAD	CELAYA, GUANAJUATO MEXICO, D.F.
MEXICO-SUIZA	CETIS No. 8	MEXICO, D.F.

Tabla 1.1. Planteles con convenios especiales y ubicación

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La educación media superior terminal tiene como objetivo formar técnicos profesionales mediante programas de estudio que por contenido satisfacen los requerimientos del sector productivo de bienes y servicios y como de la función de mando intermedio que le es propia. Es importante señalar que debido a la demanda existente de educación media superior en las modalidades de técnico profesional, y bachillerato tecnológico son impartidas en los CETIS Y CBTIS en la modalidad de sistema escolarizado y para aquellos jóvenes que no pueden acudir a este sistema, se creó el sistema abierto de educación tecnológica industrial SAETI el cual se ofrece en 202 planteles y se desarrolla a través de asesorías periódicas a los alumnos para que no tengan que asistir diariamente al plantel.

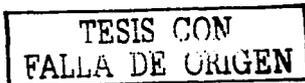
MODALIDAD DE TÉCNICO BÁSICO

Se imparte en los centros educativos dependientes del subsistema DGETI. Está estructurada para impartir determinadas carreras en el lapso de un año, su objetivo es formar recursos humanos calificados en tecnologías actualizadas y avanzadas, para su incorporación inmediata al trabajo productivo de bienes y servicios, como ha sido en el caso de los empleados de auto transporte urbano entre otros.

LA EDUCACIÓN BASADA EN NORMAS DE COMPETENCIAS

Es una modalidad educativa que ofrece la DGETI, en el área de Mantenimiento electromecánico con el objeto de permitir al capacitado desarrollar los conocimientos, habilidades, actitudes y atributos necesarios para un desempeño laboral eficiente.

Los planes y programas de estudio, están diseñados para dar respuesta real a las necesidades del sector productivo posee salidas laterales que garantizan una capacidad parcial con funcionalidad independiente en un determinado campo ocupacional.



Es una educación flexible basada en la práctica de conocimientos requeridos por un trabajador, con un mínimo de aprendizaje teórico, constituye la educación tecnológica del futuro de acuerdo con las tendencias de control de calidad internacional.

PERSPECTIVAS

El plan nacional de desarrollo propone fortalecer el sistema de Educación tecnológica mediante el incremento sostenido de la calidad académica y de las opciones formativas que ofrece, además de la flexibilización curricular para asegurar la adquisición de un núcleo básico de conocimiento que facilite el aprendizaje y la actualización posterior, con esto se espera la vinculación de educación tecnológica con los requerimientos del sector productivo y en especial de las economías regionales.

En el contexto de la globalización, es imperativo que nuestro país adquiera mayor capacidad para participar en el avance científico mundial y transformar esos conocimientos en aplicaciones útiles, sobre todo en materia de innovación tecnológica; esto indica que el país posea un sólido aparato de investigación básica aplicada y de manera especial, una planta de científicos altamente calificados en todas las disciplinas. Asimismo, es necesario elevar la capacidad del aparato productivo para innovar, adaptar y difundir los avances tecnológicos, con el fin de aumentar la competitividad.

En atención a lo anterior, la DGETI se propone participar en el cambio que implica la adquisición de tecnologías de punta, preparando a los profesionistas técnicos y bachilleres técnicos, con un alto nivel académico por lo que, continuará la actualización de planes y programas de estudio, reestructurará su bachillerato a 18 especialidades en las siguientes áreas :

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- AREA DE CIENCIAS FISICO – MATEMATICAS
- AREA DE CIENCIAS QUIMICO – BIOLOGICAS
- AREA DE CIENCIAS ECONOMICO - ADMINISTRATIVAS

Igualmente promoverá la incorporación de un mayor número de alumnos al programa de educación basada en normas de competencias y gestionará el equipamiento de los planes al subsistema consolidando la educación integral de los estudiantes.

Para lograr lo anterior, se dará especial atención a la actualización científica-tecnológica de los docentes y se apoyará la capacitación constante en el área pedagógica, realizando de manera cíclica, la evaluación del impacto por ciclo escolar, para retroalimentar a todos y cada uno de los elementos del proceso educativo en la DGETI. Se tiene el propósito firme de ser una institución que oriente sus esfuerzos para lograr la calidad total que se requiere en México.

TESIS CON
FALLA DE URGEN

1.2 DESARROLLO DEL CONTROL NUMÉRICO

El descenso en los costos de los sistemas computarizados esta cambiando el punto de vista de la base de fabricación. Aunque la aplicación de computadoras en la manufactura ha sido de alguna forma lenta, pueden observarse distintos giros. Esto incluye un incremento constante en el uso de máquinas y herramientas con controles computarizados.

Los sistemas modernos de manufactura y los robots industriales son sistemas avanzados de automatización que utilizan computadoras con una parte vital de la automatización, ellas controlan células de manufactura así como varias máquinas herramienta. Controlan líneas de producción y en la actualidad ya han comenzado a tomar el control de la fábrica entera. Aún más desafiantes son los nuevos modelos de robots que realizan varias operaciones en las plantas industriales y participan en la automatización completa de las fábricas.

La revolución de la información, ha propiciado un nuevo enfoque por el que la producción se contempla como un flujo del material a través del sistema productivo. La tecnología disponible hace posible el concepto de automatización integrada que persigue los siguientes objetivos posibles.

La nueva era de la automatización, que empezó cuando se introdujo la máquina-herramienta con control numérico, fue indudablemente estimulada por la computadora digital. La tecnología digital y las computadoras habilitan el diseño de sistemas de automatización más flexibles, especialmente, sistemas que puedan ser adaptados y programados para producir un nuevo producto en poco tiempo. Actualmente la flexibilidad es la clave que caracteriza la nueva era de automatización de sistemas de manufactura. Hoy en día, los sistemas de manufactura se vuelven

más flexibles, con el progreso de la tecnología de las computadoras y las técnicas de programación. Los sistemas de manufactura pueden ser divididos en células de manufactura que comprenden una máquina herramienta con control numérico y un robot y sistemas que comprenden varias herramientas y varios robots comprensibles en un sistema de fabricación flexible, ambos tipos de sistemas se controlan ya sea por computadora o por controles basados en tecnología digital. Pueden aceptar datos en forma de programa y son capaces de procesarlos y proveer señales de instrucción a elementos que manejan correderas, que accionen motores o transportadores de manejo de material, en las máquinas herramientas con control numérico, los datos de entrada definen la posición de correderas móviles, velocidades, selección de herramienta y tipo de movimiento, etc. En células de manufactura más sofisticadas, en las que un robot se equipa con una visión auxiliar o un retroalimentador táctil para servir a pocas máquinas herramienta con control numérico, el sistema puede tomar decisiones en base a las señales de retroalimentación. En los sistemas de manufactura flexibles, el nivel de decisiones hecho por la computadora es el más sofisticado en manufactura. Los puntos móviles del transportador de manejo de materiales se conducen a la célula apropiada con la supervisión de la computadora, si una célula en particular se encuentra ocupada la computadora conduce a las partes a otra célula que pueda hacer las operaciones requeridas. Las decisiones que requieren estos cambios de rutas se efectúan en tiempos reales por las computadoras.

La industria metal mecánica mexicana deberá caracterizarse por su constante búsqueda de mejores métodos de maquinado, así como en la búsqueda de nuevas técnicas que la lleven a conseguir mayor precisión dimensional, mejores acabados y principalmente reducir el tiempo de maquinado. En otras palabras, la industria debe buscar aumentar la calidad de sus productos maquinados incrementando paralelamente la productividad.

Actualmente con los nuevos desarrollos logrados con las herramientas de corte como son los insertos de carburos, de cerámica y de diamante aunados a los grandes desarrollos de las máquinas herramienta con control numérico, han hecho posible piezas con acabados a espejo y muy precisos, donde la precisión no depende ya del operador.



Fig. 1.4 Máquina de control numérico

Con las máquinas con control numérico se han eliminado los errores humanos provocados por la fatiga del operador, de esta manera, ahora es posible garantizar la repetitividad en el maquinado de varias piezas que impone el mercado industrial no solo a nivel nacional, sino a nivel mundial.

La aplicación de estas nuevas tecnologías ha beneficiado a los industriales debido a que ya no se requiere personal altamente calificado que día con día se vuelven más difíciles de conseguir. Solo se necesita de una persona para cambiar la pieza de

trabajo. Por otro lado, es posible que un solo operador pueda controlar mas de una máquina con control numérico.

El desarrollo del progreso tecnológico llevado a cabo por el hombre se puede seguir a través del uso de diferentes herramientas y máquinas que este ha utilizado a lo largo de su existencia en la faz de la tierra.

El invento de la rueda simplificó el transporte y, a partir de ella se desarrollaron los mecanismos básicos que han contribuido al confort y seguridad del hombre. Las ruedas dentadas condujeron a los engranes, los cuales a su vez permitieron la fabricación de maquinaria más avanzada, como la máquina de vapor de Watt y el torno para tallado de roscas de Maudsley, máquinas que contribuyeron gradualmente a la simplificación de los trabajos de la familia del hombre.

Los nuevos métodos de producción que día con día se han ido desarrollando han aumentado los beneficios de los productores y el número de horas de trabajo de la jornada laboral ha ido disminuyendo. La fabricación en masa ha dado lugar a que los artículos de consumo, antes lujosos y de uso poco común, salgan de la industria en grandes cantidades y al alcance de las clases medias; así mismo las tareas más arduas y peligrosas antes ejecutadas por el hombre, han sido aligeradas y en muchos casos eliminadas gracias al uso cada vez mayor de las máquinas de control numérico.

DESCRIPCIÓN DEL CONTROL NUMÉRICO

El control numérico CN puede definirse como un dispositivo capaz de continuar el movimiento exacto de uno o varios órganos de la máquina-herramienta de forma automática a partir de una serie de datos numéricos programados, que hacen funcionar controles y motores eléctricos de las máquinas-herramienta para poder realizar las siguientes funciones:

- movimientos de los carros
- velocidades de posicionamiento y mecanizado
- cambios de herramientas
- cambios de piezas
- condiciones de funcionamiento

El control numérico, es el control de máquinas-herramienta por medio de números, es también un sistema en el cuál se programan valores numéricos insertados directamente y almacenados en alguna forma de entrada y automáticamente leído y codificado para provocar un movimiento correspondiente a la máquina que se está controlando.

El control numérico logra el posicionamiento preciso de la pieza de trabajo y el de la herramienta de corte, pero las mismas herramientas tales como: fresas, brocas, machuelos, buriles y otras, todavía establecen operaciones de maquinado, y aun es necesario considerar los parámetros de corte como: velocidad de avance y profundidad de corte, así como los principios de herramientación. Dado este conocimiento, ¿Cuál es la ventaja real del control numérico? Primeramente, el tiempo muerto o el tiempo que se requiere para mover la pieza o herramienta en una nueva posición de corte está limitado únicamente por la capacidad de la máquina

para responder, ya que la máquina recibe señales desde la unidad de control de la máquina y responde sin pérdida de tiempo, por lo tanto, el grado de utilización actual es mucho más alto que una máquina operada manualmente. El segundo punto es que la máquina con control numérico no puede iniciar nada sobre sí misma. La máquina acepta y responde a los comandos desde la unidad de control. Aun la unidad de control no puede pensar, juzgar o razonar sin algún medio de entrada como por ejemplo cinta perforada, disco magnético, cassettes o teclado directo en el panel de control, la máquina con control numérico únicamente ejecutará lo que se le programó y sólo cuando se presione la tecla de inicio de ciclo.

IMPORTANCIA DEL CONTROL NUMÉRICO.

El control numérico es importante, debido a que países como Japón y la gran mayoría de los países Europeos han logrado espectaculares avances en años recientes. Como resultado han logrado mayores niveles de productividad que los Estados Unidos, incluso en ciertas áreas lo han rebasado en su nivel de producción.

La importancia real del control numérico yace en el efecto que ha producido en los países donde se han utilizado. Las máquinas con control numérico son rápidas, más exactas y más versátiles para maquinar piezas muy complejas donde era necesaria la intervención manual.

El control numérico ha tenido gran popularidad debido a su habilidad para fabricar productos de calidad consistente y más económicos que los fabricados por los métodos convencionales.

Es una concepción popular errónea que el control numérico es justificable únicamente para producción de grandes cantidades, justamente lo opuesto es la

verdad. Una comparación actual del control numérico con los métodos convencionales indica que el punto óptimo de producción se consigue más rápidamente con el control numérico.

El control numérico incrementa la productividad del maquinado, y ayuda a mantener bajos los costos de producción. Los usuarios han comprobado que las máquinas-herramienta con control numérico están diseñadas para periodos largos de producción continua, por lo que se requiere que dichas máquinas estén construidas de tal manera que se mantengan su exactitud durante temporadas prolongadas.

Cada programa establece un determinado proceso para la máquina por lo que una misma máquina puede efectuar automáticamente procesos distintos sustituyendo su programa de trabajo. Esto permite a las máquinas automáticas convencionales, en las que los automatismos se conseguían mediante sistemas mecánicos o eléctricos difíciles y a veces casi imposibles de modificar. La programación de los controles numéricos ha sufrido una gran evolución en los últimos años; si bien se habla todavía de programación manual y programación automática o asistida por computadora, la realidad es que hoy en día, al contar los controladores con una microcomputadora incorporada, la programación manual dispone de muchas de las facilidades reservadas hasta hace poco a la programación automática. El control numérico es un invento que se produjo inmediatamente después de la segunda guerra mundial, sin embargo sus inicios se remontan hasta épocas muy anteriores como se muestra en la tabla 1.2 que contiene un cuadro cronológico de su desarrollo.

1955	Las herramientas automatizadas comenzaron a aparecer en las plantas de producción para la fuerza aérea de los Estados Unidos. Existe una concentración en la investigación y el desarrollo de control numérico.
1960	Se perfeccionan las aplicaciones a la producción de una gama más grande de procedimientos de maquinados de los metales.
HOY EN DIA	Se utilizan insumos computarizados de control numérico Se utilizan documentos computarizados de planeación gráficos por control numérico. Se han establecido centros de maquinado para utilización general.

Tabla 1.2. Cronología de los sistemas computarizados

A finales de los años 60 aparece el control numérico por ordenador, donde las funciones de control se realizan mediante programas en la memoria del ordenador; de tal manera que pueden adaptarse fácilmente con solo modificar el programa. En ese tiempo los ordenadores eran caros y grandes, por lo que la única solución práctica para el control numérico era disponer de un ordenador central conectado a varias máquinas que desarrolla a tiempo compartido todas las funciones de control de las mismas. Esta tecnología se conoce como control numérico directo DNC.

A principios de los años setentas se empezó a aplicar un ordenador a cada máquina; a esta nueva tecnología se llamó control numérico computarizado CNC, debido a las ventajas que presentan con respecto al control numérico convencional, así como también la automatización y sistemas de fabricación flexible se basan en este tipo de máquinas.

máquinas de control numérico son las más efectivas en el desarrollo de la manufactura, reduciendo los costos por unidad de producción.

Para un mejor entendimiento de las ventajas del CN se dará la siguiente explicación:

Hay cuatro fases básicas que ocurren en la mayoría de las manufacturas. La primera fase es la ingeniería o la determinación del diseño del producto, forma, tolerancia y material. La segunda fase es la planeación de los procesos en la cual se incluyen las disposiciones que se tomarán concernientes a la selección del sistema de manufactura desde el orden de las operaciones hasta los estándares de inspección. La tercera fase es la planeación económica la cual incluye la determinación del tamaño del lote económico, materia prima y análisis de inventarios. La cuarta fase es la de producción que incluye el entrenamiento de los operadores de las máquinas. Cuando el control numérico es utilizado provee grandes ahorros en los costos a través de todo el proceso de manufactura.

En la manufactura con máquinas convencionales la fase de producción era la fase que frecuentemente se consideraba de mayor importancia. Cuando se utilizan los modernos sistemas de control numérico todas las fases son importantes, e inclusive el control numérico tiende a reducir la importancia de la fase de producción en relación a las otras. Cuando el control numérico es utilizado sabiamente provee grandes ahorros en los costos a través de todo el proceso de manufactura.

Antes de que existiera el control numérico los ingenieros estaban limitados al diseño de formas y contornos que podían ser maquinados con los métodos convencionales. El control numérico hace posible producir aun las formas más complejas sin costos extremadamente altos.

Otra ventaja del control numérico es la habilidad para hacer cambios o ajustes con un mínimo de demoras o gastos. En una máquina convencional es a menudo económicamente indeseable hacer cambios después de que el herramental ha sido preparado. Además los costos asociados a las máquinas convencionales se incrementan cuando las tolerancias son muy cerradas. Este factor ha causado problemas de ingeniería al intentar crear partes, con tolerancias tan cerradas en lo posible y todavía capaces de funcionar apropiadamente. Con el control numérico las tolerancias son independientes de los costos. La máquina siempre produce partes a la máxima exactitud sin un tratamiento especial (esto es cierto si el operador localiza la parte apropiadamente).

El tiempo de estudio en sentido convencional se elimina, ya que el programador dicta como se producirá la parte y en cuanto tiempo. Después de que el programa ha sido establecido, no puede haber variación de parte ni desviación del tiempo programado.

Un alto grado de calidad es inherente a los procesos de control numérico causado por su exactitud, repetitividad y libertad para variar lo programado, el proceso de control de calidad se realiza rara vez después de la inspección de la primera pieza de cada lote producido, así como el chequeo de las funciones programadas. Para verificar la exactitud posicional se utiliza un sistema de medición por coordenadas, que en centros de maquinado modernos vienen integrados con estos sistemas.

La exactitud es lo más importante cuando dos partes producidas tienen que ensamblarse. Es importante también en la manufactura de partes intercambiables, especialmente en la industria aeroespacial y en los motores industriales. La producción de una parte requiere exactitud del orden de 0,01 mm. o más, puede llevar un tiempo considerable usando métodos convencionales, el operador tiene que detener el proceso de corte frecuentemente para tomar medidas para que la pieza

pieza no sea sobrecortada. Las máquinas herramienta con control numérico ahorran mucho tiempo mientras mantienen o mejoran las tolerancias requeridas.

Un ahorro adicional de tiempo se acumula al pasar de una operación a otra durante el funcionamiento de la máquina en una pieza de trabajo. Con una máquina convencional el trabajo debe parar en ciertos puntos, hasta que el operador prosiga al siguiente paso. La cantidad y calidad también disminuye por la fatiga del operador. En las máquinas con control numérico estos problemas no existen, ya que la exactitud es inherente al control y es repetitiva y el tiempo de producción es constante para cada pieza ya que está determinado por el programa.

El corte del contorno en tres dimensiones o aun en dos no se puede formar por operaciones manuales. Aun cuando es posible, el operador tiene que manejar las dos manivelas simultáneamente mientras trata de mantener la exactitud requerida; Por lo que solo es posible cuando la parte es simple y requiere relativamente poca exactitud. Es obvio que, en este tipo de trabajo una máquina herramienta con control numérico ahorra gran parte del tiempo y aumenta la exactitud comparada con la operación manual.

Es bueno considerar que las líneas de transferencia se implementaron para producir una salida más rápida del producto. Aquí, las máquinas se ponen en línea mientras el producto se transfiere de una máquina a otra y cada máquina realiza un ciclo limitado de operaciones, este ciclo es simple y fijo; el proceso es completamente automático.

Haciendo una comparación podemos resaltar algunas desventajas de las líneas de transferencia con respecto a los sistemas de control numérico, las cuales son:

1. Elevada inversión inicial del equipo
2. Largo tiempo de preparación para cada serie de producción
3. Proceso inflexible, desde el punto de vista de que cada máquina ha sido planeada para hacer cierto ciclo de operaciones establecidas. Si la configuración cambia el ajuste de la máquina debe reconstruirse o alterarse
4. Se requiere una gran cantidad de partes durante el proceso, ya que una parte debe mantenerse en cada máquina
5. No es recomendable para pequeñas producciones, es necesario únicamente para producciones en masa donde se producen millones de partes

Las máquinas copiadoras y los tornos automáticos han existido por muchos años. La máquina copiadora posee un estilote que se mueve a lo largo de la copia maestra de la pieza a producir. La principal desventaja de este método de copiado es el tiempo invertido en la producción de la copia maestra que se hace sin automatización y se produce con un alto grado de exactitud. Con el control numérico no se requiere una copia maestra.

El torno automático que es enteramente flexible, se ha usado por muchos años. El ajuste de las dimensiones requeridas de la parte, se establecen por pares de micro interruptores y frenos, un par para cada operación terminada. El lugar correcto del micro interruptor establece las dimensiones y tolerancias de la parte, la profundidad requerida, la velocidad de corte y las funciones auxiliares se programan en un código apropiado en las clavijas. Las clavijas consisten en una matriz de boquillas donde la información esta escrita por medio de agujeros. Cada línea se refiere a un segmento de la pieza de trabajo. Las líneas se examinan en secuencia por lo cual se llama control secuencial. El límite apropiado del micro interruptor provee la señal para

proceder a la siguiente línea y el proceso avanza en la secuencia necesaria para completar el maquinado de la parte.

El torno automático es flexible, pero su principal desventaja es el procedimiento de ajuste de límites de los micro interruptores y frenos que consumen muchas horas de trabajo y requiere de un operador calificado y experimentado. En suma, debe notarse que, debido a que el número de micro interruptores y frenos es limitado, el número máximo de operaciones programadas en parte también es limitada.

El torno automático se puede usar en producciones medianas en series de 30 piezas o más pero no sería una solución costeable para series menores. Por otro lado, se ha encontrado que podría ser más económico producir una pieza con una máquina con control numérico que por métodos convencionales.

En conclusión, las máquinas herramienta con control numérico tienen las siguientes ventajas comparadas con otros métodos de maquinado:

1. **Entera flexibilidad:** Solo se requiere un programa para producir una nueva parte
2. **Exactitud:** Se mantiene a través de todo el rango de velocidades y profundidades, dando como resultado mayor intercambiabilidad de piezas
3. **Menor tiempo de producción**
4. **La posibilidad de maquinar piezas muy complicadas**
5. **Fácil ajuste de la máquina:** Con lo cual requiere menos tiempo que otros métodos de manufactura
6. **El operador tiene tiempo libre:** Mismo que puede usarse para supervisar operaciones de otras máquinas

7. **Reducido desperdicio de material:** Menores errores e interrupciones debidos a la fatiga del operador
8. **Reducido desperdicio de espacio:** Se utiliza una cantidad menor de máquinas y accesorios que reducen los requerimientos reales de almacenaje
9. **Menores costos de herramienta:** Existe menos necesidad de dispositivos y accesorios complejos
10. **Corto tiempo de amortización:** Como resultado de los reducidos costos de herramienta

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.3 ESTRUCTURA BÁSICA DE UN TORNO DE CONTROL

Los tipos de tornos empleados en la industria son muy numerosos y se distinguen entre si por la forma, tamaño, precisión, potencia, etc. pero en todos los tornos se encuentran cinco grupos característicos fundamentales:

1. Bancada
2. Cabezal fijo
3. Caja de pasos y avances
4. Carro delantal portaherramientas
5. Cabezal móvil

1. Bancada: La bancada del torno sostiene todos los órganos de la máquina. Es de fundición rígida y robusta. En la parte superior de la bancada se encuentran dos guías prismáticas, que aseguran el alineamiento entre el cabezal, el carro y el cabezal móvil, también cuenta frecuentemente con un vaciado o escote que permite aplicar al husillo platos porta piezas de gran diámetro.

Bancada



Fig. 1.6 Bancada de un torno

2. **Cabezal fijo:** Está constituido por el husillo, al que se fija la pieza a trabajar, y por los elementos de transmisión del movimiento desde el motor al husillo principal. El cabezal reúne los órganos que reciben el movimiento del motor y lo transmiten a la pieza a trabajar. El movimiento rotativo de trabajo se transmite del motor al husillo por medio de un sistema de poleas y correa o a través de un sistema de engranajes.



Fig. 1.7 Cabezal fijo

3. **Caja de pasos y avances:** A causa de las exigencias del trabajo se precisan frecuentemente valores diferentes de la velocidad de avance, valores que se obtienen variando el número de revoluciones de la barra de cilindrar y de la barra de roscar. El número de revoluciones que se precisa cada vez se obtiene por medio de un cambio de velocidades por engranajes o, en cualquier caso y solo para la barra de cilindrar, mediante correas.

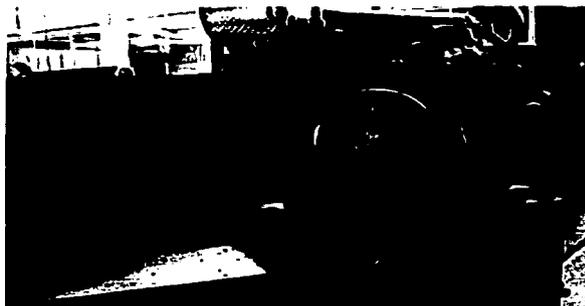
Cambio de velocidad por engranajes sustituibles:

Los cambios de velocidad por engranajes no sustituibles, como los cambios Norton o los cambios de chaveta móvil, combinados o no con cambios sencillos de ruedas desplazables, son de un uso mucho más práctico y rápido.



Fig. 1.8 Caja de pasos y avances

4. Carro delantal portaherramientas: Está constituido por los elementos que transmiten el movimiento a los carros desplazables que guían la herramienta en sus movimientos de avance y de penetración. Este carro se desplaza a lo largo de las guías prismáticas de la bancada; está situado entre el cabezal motor y el cabezal móvil y sirve para fijar la herramienta y transmitirle los movimientos de penetración y avance. El delantal está montado en la parte inferior del carro. Contiene los engranajes y los mandos para transmitir los movimientos de avance a mano o automáticamente, al puente del carro y al carro transversal.



Delantal

Fig. 1.9 Carro delantal portaherramientas

5. Cabezal móvil: Esta integrado por el puente del carro, el carro transversal, plataforma orientable y el carro superior

Puente del carro: El puente del carro se mueve a lo largo de las guías de la bancada. Lleva consigo a todo el carro en su movimiento paralelo al eje del torno.

Carro transversal: El carro transversal está unido al puente del carro por una guía en cola de milano.

Plataforma orientable: Es una palanca situada sobre el carro transversal. Puede girar alrededor de un eje vertical y se fija en la posición de trabajo mediante pernos.

Carro superior: Se localiza sobre el carro superior, o carro portaherramientas. Se mueve a lo largo de sus guías en cola de milano y permite orientar así la herramienta en cualquier dirección en el plano horizontal.



Fig. 1.10 Conjunto de carros del cabezal móvil

1.4 CLASIFICACIÓN DE LOS TORNOS POR SU CONSTRUCCIÓN

El torno es, ciertamente, entre los instrumentos de trabajo uno de los más antiguamente conocidos, y entre las máquinas-herramientas, una de las primitivas. Sin el torno no hubiese sido posible el gran progreso industrial del siglo último. Su historia se remonta a la más lejana antigüedad, ya que los egipcios lo representaron repetidamente en sus monumentos. Los griegos lo utilizaron especialmente para fabricar los vasos, de que su cerámica fue tan pródiga. Los latinos lo emplearon para labrar la madera, el hueso y el marfil. Los alfareros de la edad media trabajaron, asimismo el estaño y la arcilla en tornos especiales, muy rudimentarios que se denominaron tornos de alfarero de los que aún existen actualmente numerosos ejemplares.

Un torno es un dispositivo en el cual se hace girar la pieza de trabajo contra una herramienta cortante. A medida que la herramienta cortante se mueve longitudinalmente y transversalmente respecto al eje de la pieza de trabajo, se genera la forma de la pieza de trabajo

El torno para cortar metales no tuvo su origen en las ideas de un solo hombre, durante muchos siglos se han usado los tornos de pedal para tornear madera y desde 1569 Besson inventó un torno para hacer tornillos. Sin embargo, la historia de las máquinas herramienta modernas comenzó con la primera máquina herramienta básica y el primer torno para hacer tornillos de metal construido por Henry Maudslay en 1800.

El torno accionado a motor es realmente el padre de todas las máquinas herramienta; con aditamentos adecuados, el torno puede usarse para tornear, hacer

rosas, mandrinar, taladrar, escariar, refrentar, conformar a rotación y rectificar a esmeril, aunque muchas de estas operaciones se efectúan de preferencia en máquinas especializadas. Su tamaño varía desde los pequeños tornos de precisión para relojeros hasta los tornos masivos que se usan para el maquinado de gigantescas piezas forjadas.

También los tornos accionados a motor los usan los operarios para producir partes de fabricación especial o unas cuantas piezas para una corrida breve de producción.

Un torno consta de los siguientes grupos importantes de componentes:

- Bancada
- Cabezal fijo
- Caja de pasos y avances
- Carro delantal portaherramientas
- Cabezal móvil



Fig. 1.11 Partes de un torno

CLASIFICACIÓN DE LOS TORNOS

La clasificación de los tornos puede establecerse según la importancia de las piezas que se han de trabajar y el género de los trabajos que en los mismos puede ejecutarse. Enseguida, vamos a enunciar las principales características de cada una de las siguientes clases de tornos:

- Torno paralelo
- Torno vertical
- Torno al aire
- Torno revólver
- Torno automático
- Torno de precisión
- Torno de destalonar
- Torno copiador

TORNO PARALELO

La estructura general del torno paralelo es la tradicional, y el estudio analítico, que en época relativamente reciente se hizo sobre las fuerzas y reacciones de las diferentes partes durante el trabajo, demostró que los órganos de la máquina, tal como nacieron de los primeros realizadores, y sucesivamente perfeccionados, responden perfectamente a los fines propuestos. El torno paralelo puede torneear superficies cilíndricas exteriores o interiores, torneear superficies cónicas exteriores o interiores, torneear radialmente superficies circulares, filetear exteriormente o interiormente, taladrar axialmente con herramienta de diámetro constante.

Todas estas operaciones se desarrollan con una característica común, a saber: la pieza a mecanizar gira sobre su propio eje, eligiéndose su velocidad periférica (velocidad de corte) en función de diversas variables (naturaleza del material y de la herramienta, etc.) mientras que la herramienta está animada del movimiento de avance, cuyas características y trayectoria confieren un particular aspecto y forma de la superficie mecanizada.



Fig. 1.12 Fotografía de un torno paralelo

TORNO VERTICAL

Nacidos después de los tornos paralelos, se parecen más a su progenitor, el torno de alfarero, por la manera en que realizan las condiciones generales de trabajo: eje de rotación vertical sin soportes accesorios para la pieza, la cuál puede ser mecanizada a la vez lo mismo por la superficie cilíndrica (exterior o interior) que radialmente por la cara superior.

Los tornos verticales están constituidos por un basamento, a veces parcialmente enterrado, cuya parte superior, angular, es la guía en V para el plato. A los lados del basamento se elevan dos montantes destinados a servir de apoyo y guía al puente. Arriba, los dos montantes se unen por un travesaño fijo de refuerzo.

Sobre el puente corren horizontalmente uno o dos carros con patín portaherramientas de movimiento vertical o inclinado. A menudo, en el extremo inferior de este patín, se aplica una torreta giratoria que permite el montaje de cuatro o cinco herramientas. La rotación del plato es accionada por un par de ruedas cónicas, de las cuales el piñón sale de un cambio de velocidades muy robusto con engranajes o acoplamientos corredizos, accionado por un motor mediante correas trapezoidales y embrague de fricción.

Existen tornos de este tipo con platos de más de 20 m de diámetro, a veces, las estructuras del pórtico son de planchas de acero soldadas. Más recientemente, ha gozado de gran favor un tipo de torno vertical de montante cónico con plato de 1 a 1.5 m de diámetro, provisto de un patín portaherramientas vertical, con torreta, y otro lateral con avance tanto vertical como horizontal.

TORNO AL AIRE

Su aplicación consiste, muy especialmente, en trabajar piezas de gran diámetro y poca longitud; como lo indica su denominación, las piezas se montan al aire en un plato con varias velocidades de rotación, que sondadas por un dispositivo de accionamiento monopolea y una caja de velocidades. Los tornos al aire de grandes dimensiones obligan a disponer de un foso que, dando paso al plato, reduzca a una altura normal la de su árbol principal sobre el piso del taller.



Fig. 1.13 Torno al aire

TORNO REVÓLVER

Con este nombre se designan los tornos semiautomáticos de torreta que se han creado para la ejecución rápida y fácil de muchas piezas iguales que requieren el empleo simultáneo o sucesivo de varias herramientas. El nombre de revólver se deriva de la rotación a saltos de la torreta portaherramientas, orgánicamente esta máquina consiste en:

- Bancada de características similares a la del torno paralelo
- Cabezal con mandril hueco para el paso de la barra
- Grupo de cambios de avances
- Carro con patín transversal de doble portaherramienta
- Carro portatorreta con movimiento longitudinal

Es característica de estas máquinas trabajar principalmente materiales en barra, las barras pueden ser redondas, hexagonales, cuadradas o de cualquier otra forma, y su fijación en el mandril se consigue por medio de pinzas de ajuste mecánico, neumático o de otra clase; el trabajo se efectúa sobre la parte de la barra sobresaliente en voladizo del mandril, sin otros apoyos.



Fig. 1.14 Torno revólver

Regularmente, las herramientas montadas sobre el carro transversal se emplean para tronzar, cortar canales o hacer rayados circulares, biseles, etc. mientras las seis o más herramientas montadas en la torreta realizan en avance longitudinal torneados externos o internos, taladros axiales, fileteados axiales internos o externos, etc. Dado el carácter más restringido de los servicios requeridos, las características cinemáticas son limitadas en comparación con las del torno paralelo. Así la velocidad de rotación del mandril rara vez pasa de 9 a 12 vueltas, los avances van de un mínimo de 3 a un máximo de 12 a 16; no existiendo barra de roscar, los fileteados se hacen con terrajas fijas o variables, machos o hembras.

TORNO AUTOMÁTICO

En los tornos revólver, la capacidad de producción de la máquina es algo reducida por los tiempos pasivos empleados en las operaciones manuales, tales como la apertura y cierre de las pinzas, el retroceso de la torreta, la inserción de determinados movimientos, las maniobras para cambiar la velocidad de rotación del mandril o los avances, etc. Por este conjunto de razones se ha convertido en automático el torno revólver, sustituyendo en todo y para todo el operario por automatismos realizados de diversas maneras.

Naturalmente, la mayor complejidad de estas máquinas ha elevado mucho su costo, así como el tiempo necesario para adaptarla a un determinado trabajo, de manera que su empleo solo resulta económico cuando el número de piezas a tornearse es por lo menos de algunos millares. Según el modo en que se ha realizado el automatismo, estas máquinas pueden dividirse en cuatro clases:

- Tornos automáticos de tambor
- Tornos automáticos de levas radiales
- Tornos automáticos con levas radiales y tambores
- Tornos automáticos de mandriles múltiples

En los tornos automáticos los movimientos de avance de las herramientas: de cilindrarse, de roscar, de taladrar y de cortar, se obtiene mediante levas de disco o levas de tambor especialmente estudiadas para cada serie de piezas a construir. El rendimiento de este tipo de torno, a condición de que se utilice para trabajos que le sean apropiados, es superior al torno paralelo.



TORNO DE PRECISIÓN

Utilizado en pequeña mecánica para la construcción o reparación de piezas de muy cortas dimensiones, que exigen, a la vez de una gran exactitud y un acabado irreprochable.

TORNO DE DESTALONAR

Son indispensables para el mecanizado de fresas, fresas madre, etc. Para evitar que las fresas resbalen contra la superficie de la pieza y para conservar sus perfiles, aunque se afilen repetidas veces, es preciso cortarles el ángulo de incidencia o destalonado.

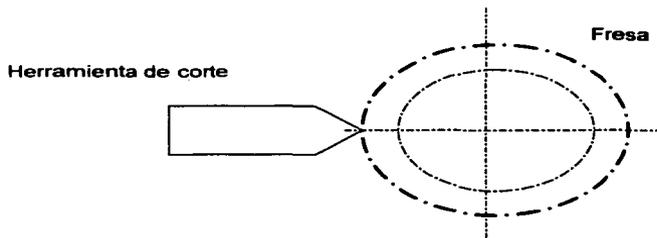


Fig. 1.15 Destalonado de una fresa

Se necesita que la herramienta ejecute, por cada vuelta de la pieza, un número de movimientos transversales igual al número de dientes N de la pieza mecanizada que se ha de destalonar. Para ello, se intercalan entre el mandril y el árbol articulado un juego de ruedas dentadas que, por cada vuelta del mandril, obligan a dar N vueltas al árbol. La leva de disco se encarga de transformar la rotación del árbol en un

movimiento rectilíneo periódico del carro portaherramienta. Un muelle tiene por misión alejar rápidamente la herramienta de la pieza cuando se encuentra en el vano entre diente y diente a destalonar.

TORNO COPIADOR

El problema de obtener piezas perfiladas siempre ha sido de enorme importancia para la fabricación en grandes series. Actualmente, el empleo de servomandos para obtener el desplazamiento transversal de la herramienta durante su movimiento longitudinal le ha dado una magnífica solución.



Fig. 1.16 Torno copiador

Sus posibilidades son así muy superiores a las de los sistemas directos, que maniobran los movimientos de la cuchilla mediante una plantilla recorrida por un rodillo o puntero, sobre el que actúa directamente la presión necesaria para el trabajo. Estos tornos permiten reproducir, sobre una pieza, una forma o perfil previamente establecido en una plantilla vaciada o en relieve. A la herramienta se le transmiten los desplazamientos de una punta o rodillo templados, que resiguen el perfil de la plantilla.

1.5 EQUIPO PERIFÉRICO DEL TORNO DE CONTROL NUMÉRICO

Para ejecutar las operaciones eficientemente, un torno de control numérico debe tener abundantes funciones y realizarlas en forma excelente, los sistemas de producción automática a base de las máquinas-herramienta de control numérico, tales como las celdas de manufactura flexibles FMC (Flexible Manufacturing Cell) y los sistemas de manufactura flexibles FMS (Flexible Manufacturing System), actualmente están acaparando mucha atención de la gente. Se han desarrollado varios equipos periféricos que permiten automatizar la operación del torno de control numérico. A continuación se comentan algunos de los equipos periféricos del torno de control numérico, desde los estándar hasta los que permiten la automatización, que son de uso práctico.

MEDIDOR DE POSICIÓN

Este es un dispositivo que sirve para medir la posición de la punta de la herramienta. Midiendo la diferencia entre posición de la punta de la herramienta con respecto a la punta de la herramienta de referencia y almacenando este dato en la memoria de unidad de control numérico. Como la cantidad de ajuste de la herramienta, puede obtenerse automáticamente; el curso de la herramienta ajustada por la cantidad de desvío en el sistema de coordenadas del trabajo que fue establecido por la herramienta considerada. Esta función se llama función de compensación de la herramienta. Aplicando esta función se puede programar sin considerar la forma de la herramienta.

En los primeros tornos de control numérico el medidor de posición, se usaba de la forma combinada con la punta de la herramienta. El medidor de posición óptico ajusta la posición de punta de la herramienta a la línea de referencia, y a la cantidad

de compensación es obtenida desde esa posición de la herramienta. El medidor de posición eléctrico detecta una señal eléctrica cuando hace contacto con la punta de la herramienta y en ese momento a la unidad de control numérico registra la cantidad de compensación de dicha herramienta.

DISPOSITIVO DE MEDICIÓN AUTOMÁTICA DE LA PIEZA DE TRABAJO

Es un dispositivo para calcular la medida de la pieza de trabajo desde su posición actual, esto se lleva a cabo cuando una probeta (sensor de tacto) toca la pieza y la compensa automáticamente. La diferencia entre esta medida calculada y la forma programada dan como resultado la lectura de la compensación de la herramienta.

TRANSPORTADOR DE VIRUTAS

Este dispositivo para descargar las virutas de la máquina se llama transportador de virutas (chip conveyor). Separa el aceite de corte de las virutas, y estas últimas las transporta a un cubo para su posterior desecho.

ALIMENTADOR DE BARRA

El dispositivo para suministrar cierta cantidad de barra larga de material en forma automática se llama alimentador de barra (bar feeder). Cuando un maquinado es completado por el corte de la pieza de trabajo, es empujado el largo requerido de la barra para el siguiente maquinado. El alimentador de barra permite el maquinado continuo de las partes de la misma forma y se usa para operación de torno de control numérico de tiempo prolongado. La pieza cortada es recolectada por un dispositivo de recepción.

CARGADOR AUTOMÁTICO

Este es un dispositivo para suministrar una pieza de trabajo automáticamente al igual que el alimentador de barra. El cargador automático carga la pieza de trabajo que fue cortada a la medida especificada, y la descarga después del maquinado.

ROBOT

El robot es utilizado como un dispositivo que monta y desmonta una pieza de trabajo automáticamente. Los robots utilizados tienen 4 ó 5 grados de libertad de movimiento, tales como giro de muñeca, giro horizontal del brazo, movimiento vertical del brazo, y movimientos hacia el frente y hacia atrás. Como equipo accesorio del robot se necesita también un carro transportador de la pieza de trabajo, un dispositivo soplador de aire (air blaner) para limpiar la superficie del mandril, equipo para confirmar, (seating) la colocación de la pieza, el contador de piezas, etc.

El sistema de producción automático de celdas flexibles consta de dos tornos de control numérico, robot, un dispositivo transportador de piezas de trabajo, en donde el robot se encarga de montar y desmontar las piezas de trabajo para los dos tornos de control numérico. El robot es empleado muy a menudo en el sistema de producción automatizado.

CAMBIADOR AUTOMÁTICO DE MORDAZAS

Es un dispositivo para cambiar automáticamente las tres mordazas del mandril y se llama AJC (Auto Jaw Changer). Se efectúa el cambio mediante un robot o un cambiador de mordazas. Cuando se requiere el maquinado de varios tipos de piezas, se pueden cambiar las mordazas conforme a la forma de cada pieza, con el objeto de mantener una operación continua de la máquina.

CAMBIADOR AUTOMÁTICO DE LAS HERRAMIENTAS

El dispositivo para cambiar las herramientas automáticamente se llama ATC (Automatic Tool Changer). Cuando requerimos maquinar partes múltiples y se llegan a necesitar más herramientas de las que tenemos en la torreta, se utiliza el brazo del ATC para cambiar la herramienta; lo anterior permite ejecutar gran variedad de maquinados con un solo montaje de la pieza de trabajo.

CONTRAPUNTO PROGRAMABLE

El dispositivo que mueve al husillo del torno mediante un comando o código de programación se llama contrapunto programable. Se usa como contrapunto móvil cuando se usa un robot o cargador automático.

ELEMENTOS DEL SISTEMA DE FORMACIÓN

PUESTO DE TRABAJO

El puesto de trabajo tanto para el profesor como para el alumno están constituidos de igual forma. Se diferencian solamente en el cableado y en el software empleado. El puesto de trabajo consta de dos unidades: computadora personal y cable del adaptador.

COMPUTADORA PERSONAL

La computadora personal para la programación del control ha de cumplir las siguientes condiciones:

- Compatibilidad con IBM (PC, PC/XT, PC/AT, PC/386)
- 640 Kb de memoria RAM o superior
- 1 tarjeta gráfica Hercules con interfaz paralela (centronics) o tarjeta grafica en color EGA
- 1 interfaz serial RS 232
- Pantalla monocromática o pantalla en color EGA
- Coprocesador 8087 para versión XT ó coprocesador 80287 para versión AT ó coprocesador 80387 para versión 386
- 2 unidades de disco flexible ó una unidad de disco + una unidad de disco duro con 20 MB

ADAPTADOR DE CABLES

Todos los cables de conexión empleados son de 25 pines, por lo que se tendrá que usar un adaptador de 9 a 25 pines, en caso de que la PC tuviera conectores hembra de 9 pines.

PUESTO DE FORMACIÓN

Consta de:

Pupitre de mando con teclado EMCOTRONIC TM 02

Tarjeta de interfaz de entrada / salida

Disco para el profesor

Disco de utilidades 1

Disco de utilidades 2

Disco para el alumno

Disco de utilidades 1

Disco de utilidades 2

CAJA DE CAMBIO VIA RS 232

La salida enlaza a la PC del profesor con las PC's adicionales: PC's del alumno y/o máquina de control numérico. A una salida se pueden conectar 4 puestos adicionales. Se pueden conectar como máximo 4 salidas, es decir a un puesto de profesor se pueden conectar máximo 16 puestos adicionales; por ejemplo 14 puestos de alumno y dos máquinas herramienta.

CABLES DE ENLACE

Este cable (con el número K4N016) enlaza al pupitre de mando con el cambio de vía RS 232, cuya longitud es de un metro.

El cable con el número K4N703 enlaza adicionalmente el pupitre de mando con la computadora personal del profesor y cuya longitud es de 1.5 metros.

El cable con el número X4D020 enlaza la máquina de CNC (torno o fresadora EMCO) con la computadora personal del puesto del profesor o de un puesto de alumno.

GRADO DE CAPACIDAD

Este puesto de trabajo consta de un teclado de entrada totalmente idéntico al control de la máquina EMCOTRONIC TM 02, una computadora personal y un monitor. Cada alumno posee un puesto de trabajo propio, por ello puede trabajar de modo autónomo.

En cada puesto de trabajo se pueden simular gráficamente el desarrollo del programa, para reconocer y corregir a tiempo los posibles errores de programación; el profesor puede supervisar con el sistema a cada alumno e incluso realizar trabajos en grupo. En la figura 1.17 se muestra un esquema a bloques de la conexión entre el puesto del profesor, los alumnos y el control numérico.

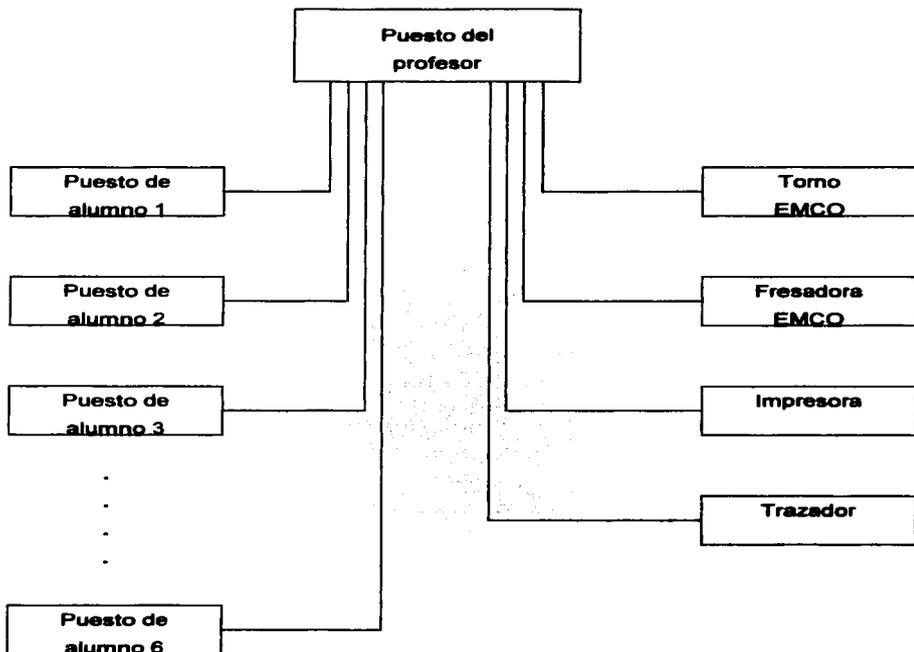


Fig. 1.17 Esquema del sistema de formación EMCO grado B

TEMA 2. CARACTERÍSTICAS DEL EMCOTRONIC

2.1 RECOMENDACIONES

- Hay que cumplir las normas generales para la prevención de accidentes vigentes para máquinas herramientas y para máquinas CNC.
- La máquina solo ha de ser manejada por personas bien instruidas en su manejo y autorizadas a hacerlo. La misma tiene que estar protegida con seguridad para que no la puedan poner en servicio personas ajenas a la misma.
- Hay que accionar el interruptor de parada de emergencia en caso de peligro.
- En cuanto a los útiles de sujeción, se deberá observar lo siguiente: El plato del torno va acompañado de las instrucciones sobre seguridad y de las instrucciones de mantenimiento. No se permite rebasar jamás los márgenes de sujeción de los respectivos escalones de las mordazas o garras de sujeción.
- No hay que intervenir para nada y nunca en el sistema eléctrico de la máquina. Se pierden todos los derechos de garantía si se introducen variaciones en los dispositivos de seguridad.
- No se ha de maniobrar el interruptor de llave de la máquina mientras la misma esté en servicio.
- Preste atención durante la alimentación manual de las piezas, manteniendo las manos fuera del campo de trayectoria de la pinola. Un rozamiento involuntario de la pinola podría ocasionar heridas considerables.
- Tenga en cuenta las disposiciones de inspección y mantenimiento para máquina y accesorios.

- En caso de accionamiento del cilindro tensor durante el montaje de elementos de sujeción, no agarrar nunca entre el resalte del husillo y el elemento de sujeción.
- Mantenga cerrada la puerta protectora contra virutas, también en el funcionamiento de ajuste.
- Los dispositivos de sujeción están sometidos a limitaciones de velocidad de giro y presión de sujeción.
- El fabricante no asume la responsabilidad para piezas que no se suministran por EMCO.

2.2 CARACTERÍSTICAS

MARGEN OPERATIVO

Diámetro máximo a tornear sobre la bancada	180mm
Diámetro máximo a tornear sobre el carro de refrentar	75mm
Longitud máxima de torneado	160mm
Diámetro máx. de la pieza a trabajar mecanizable exterior	88mm
Recorrido del carro longitudinalmente (eje Z)	176mm
Recorrido del carro en plano (eje X)	56mm

HUSILLO DE TRABAJO

Taladro del husillo	20.7mm
Gama de velocidades	150-4000 rpm
Regulación del n.d.r.	gradualmente

ACCIONAMIENTO PRINCIPAL

Accionamiento directo	sin cambio de correa
Motor de c.c. potencia de tiempo de conexión	2.2/4 Kw.
Máximo par de giro	23 NM

ACCIONAMIENTO DEL AVANCE

Motores paso a paso en eje X y eje Z. Velocidad de avance	1-2000mm/min.
Fuerza de avance	2000 N
Velocidad de avance	3m/min.

CONEXIÓN ELECTRICA

Alimentación de la red	3x380V / N 50/60 Hz.
Fluctuación de tensión admisible	+10% / -5%
Potencia conectada	5 KVA
Fusible de la línea de alimentación	16 A

SISTEMA DE HERRAMIENTAS

Torreta revólver	Automática
Número de alojamiento de las herramientas	8
Taladro de alojamiento	16mm
Altura de vástago de herramienta	12mm
Tiempo de ciclo rítmico de cada estación	1.1seg

CONTRAPUNTO

Accionamiento	neumático
Diámetro de la pínola	35mm
Carrera de la pínola	120mm
Punto giratorio	integrado
Fuerza de apriete de la pínola	máx. 2500 N/8 Bar Min. 800N/1.8 Bar

SISTEMA DE LUBRICACIÓN

Husillo de trabajo y husillos de rosca esférica	lubricación por grasa
Guías	lubricación central automática por aceite

CONEXIÓN NEUMÁTICA

Equipo de manutención del aire comprimido	regulable para cilindro tensor macizo y pínola del contrapunto.
Gama de reglaje	1.8 – 8 Bar
Opcional	0.8 – 8 Bar
Presión de abastecimiento	6 Bar
Conexión equipo de manutención	10mm diámetro

DISPOSITIVO DEL REFRIGERANTE

Capacidad del recipiente	80 l
Caudal máximo	15 l/min
Presión máxima de transporte	0.5 Bar

DIMENSIONES

Máquina (largo-ancho-alto)	1035x853x750mm
Control (largo-ancho-alto)	810x745x715 mm

PESO

Máquina	225 Kg
Control	115 Kg

2.3 DATOS TÉCNICOS

AMPLIACIÓN DE MEMORIA

La ampliación de memoria consiste en 3 componentes de memoria para lograr su ampliación a 128 KB.

RANGO DE VALORES

Resolución de entrada	0.001 mm
Pasos de rosca	0.01 – 32 mm
Variación del avance	0 – 120 %
Variación de la velocidad de giro del husillo	50 – 120 %
Campo de interpolación	+ - 9999.999 mm
Memoria de herramientas	99 herramientas
Radios de circunferencia	hasta 20 mm
Interpolación de radios	hasta 360 grados

MODALIDADES DE 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.

AUTOMATIC: Ejecución de los programas de CN

FORMATO DE PROGRAMAS

Estructura según DIN 66025 ISO 1056

Entrada de punto decimal

ENTRADA / SALIDA DE DATOS

Interfaz RS 232 C (150 – 4800 bd)

Unidad de disquete 3½"

2.4 ESTRUCTURA

El torno de control numérico consta de un husillo principal que hace girar a la pieza de trabajo, de un carro portaherramientas que fija la posición de la herramienta (derecha – izquierda y enfrente – atrás) para el corte, del mecanismo hidráulico o neumático para la selección de la herramienta y para apretar la pieza, de la unidad de Control Numérico ó CPU para el control del torno; pero mejor haremos una descripción de las funciones de cada componente.



Fig. 2.1 Máquina y Control

BASTIDOR DE LA MÁQUINA

Es una construcción sólida de acero con bandeja recogevirutas integrada y bandeja recolectora del refrigerante.



Fig. 2.2 Base de la máquina



Fig. 2.3 Bandeja recolectora del refrigerante

BANCADA DE LA MÁQUINA

La bancada de la máquina es de fundición gris en construcción por cajas, extremadamente resistente a la torsión y amortiguante de vibraciones. Sobre la bancada van montados el cabezal del husillo, la unidad del carro y el contrapunto. La bancada de la máquina está atornillada en el apoyo de tres puntos con el bastidor de la máquina, por lo que no es posible deformación alguna por tensado y, por consiguiente, tampoco perjudica la exactitud.



Fig. 2.4 Bancada de la máquina

TRANSMISOR DE GIRO EN EL HUSILLO PRINCIPAL

El encapsulamiento del transmisor de giro garantiza gran seguridad de servicio. El husillo principal rígido está apoyado sobre rodamientos a rodillos cónicos. Los rodamientos están engrasados para toda su vida y por consiguiente, no requieren de mantenimiento.

El cabezal del husillo está diseñado termosimétricamente. No tiene lugar ninguna desviación de fluctuación en caso de calentamiento.

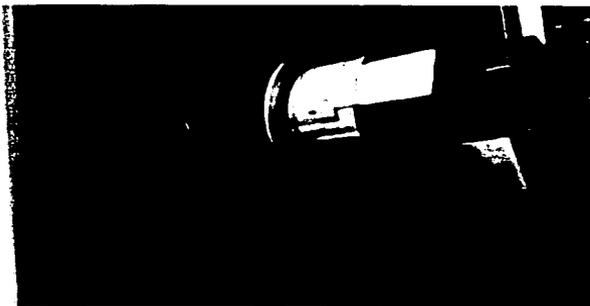


Fig. 2.5 Husillo principal

CUBIERTA DE LOS CARROS

Los carros están cubiertos por completo, de tal manera que no se tiene ninguna influencia térmica por las virutas y el refrigerante.



Fig. 2.6 Estructura de los carros

ACCIONAMIENTO DEL HUSILLO PRINCIPAL

El husillo principal es accionado directamente por el motor de corriente continua mediante una banda de surcos cuneiformes (trapezoidales) múltiples.

ACCIONAMIENTO DE LOS EJES

Los husillos son impulsados con motores de paso a paso a través de husillos de bolas de circulación de alta precisión. Los husillos de grandes dimensiones, las tuercas de husillos rígidas y el apoyo axial sin holgura garantizan alta exactitud de posicionado y de trabajo.

Los motores paso a paso y la bancada de la máquina o más bien los carros, están separados térmicamente, de manera que no se tiene influencia alguna sobre la exactitud por calor.

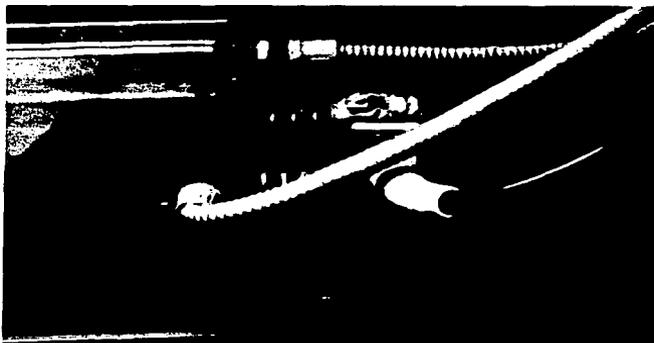


Fig. 2.7 Motor paso a paso

LA CÁMARA DE TRABAJO

Chapas de acero afinado separan la cámara de trabajo de los componentes de la máquina, por lo que no se puede ejercer influencia negativa alguna por el calor. La construcción lisa permite una limpieza fácil.

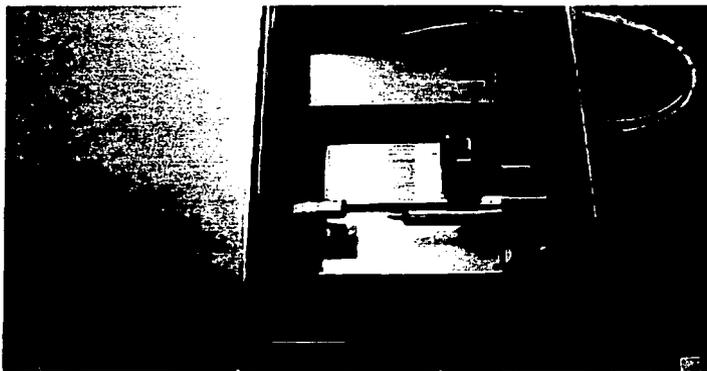


Fig. 2.8 La cámara de trabajo

UNIDAD DEL MANDRIL

Es la unidad para abrir y cerrar automáticamente las mordazas del mandril, a través de una barra que comunica el cilindro con el mandril y este se mueve hacia delante y hacia atrás dentro del husillo principal, abriendo y cerrando las mordazas del mandril.



Fig. 2.9 Mordazas del mandril

TORRETA REVÓLVER PORTAHERRAMIENTA

Esta torreta es para la fijación y la ubicación de herramientas, posiciona y mueva las herramientas para el corte en la dirección perpendicular del husillo principal con el motor servo del eje X.



Fig. 2.10 Torreta portaherramientas

CONTRAPUNTO NEUMÁTICO

El contrapunto está estructurado estacionariamente. Tiene las ventajas de estabilidad elevada y acceso libre a la cámara de trabajo. La robusta pínola con punto giratorio integrado permite un contra apoyo robusto de las piezas a trabajar.

En el contrapunto neumático van montados interruptores electromagnéticos para la supervisión de la posición final y de la posición de sujeción de la pínola del contrapunto.

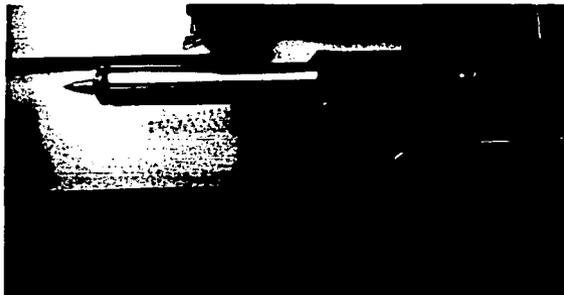


Fig. 2.11 Contrapunto neumático

PANEL DE CONTROL:

El panel de control consta de un monitor para establecer la comunicación gráfica entre el CPU y el usuario, un teclado que se encarga de la entrada de los datos y al mismo tiempo su función es la de manipular el torno de manera manual.



FIG. 2.12 Bancada y unidad de control (CPU)

UNIDAD DEL REFRIGERANTE

El tubo flexible del refrigerante está estructurado en el revólver portaherramientas por lo que se desplaza con él. El chorro del refrigerante se puede dirigir siempre así sobre el punto de arranque de virutas.

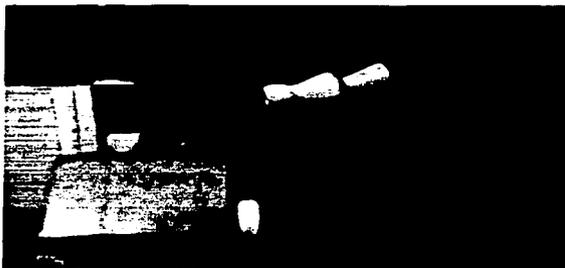


Fig. 2.13 Tubo del refrigerante y torreta revólver

2.5 MODOS DE OPERACIÓN

En el teclado del EMCOTRONIC TM02 se encuentran todas las teclas para el mando, además se muestran también teclas específicas del sistema de formación (impresora, archivo, red)

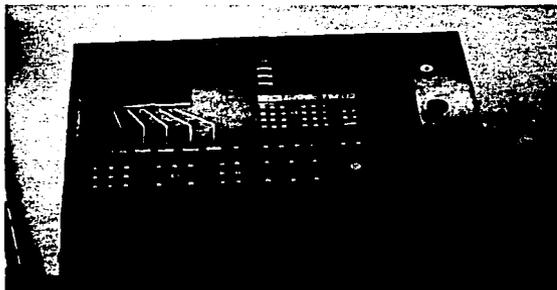


Fig. 2.14 Teclado de la máquina de control

No obstante, se pueden activar solo las teclas marcadas con ►◀. Si se pulsa una tecla no marcada, aparece el aviso: **FUNCIÓN PRESENTE SOLO EN LA MÁQUINA**. La modalidad de trabajo EXECUTE no tiene ninguna función en el sistema de formación TM02.

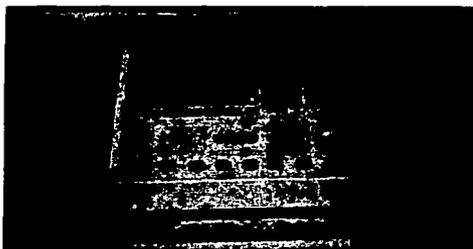


Fig. 2.15 Sistema de formación EMCOTRONIC TM02

MODALIDADES DE TRABAJO

MANUAL: El resumen de esta modalidad y las teclas específicas del sistema de formación se muestran en la figura 2.16

	GRAFICOS ACT	PAG. GRAFICA	MODALIDAD PRES	ESTADO	◀ REFERENCIA ▶	➤
	ZOOM	HARDCOPY	▶CAMBIO DE HTA◀	▶3D ACTIVO◀	3D VISTA	➤

Fig. 2.16 Modalidades de trabajo en modo MANUAL

EDICIÓN: El resumen de esta modalidad y las teclas específicas del sistema de formación se muestran en la figura 2.17

	▶CASSETTE◀	SALIDA RS232	▶IMPRESORA◀	▶ARCHIVO◀	▶SIST. RED◀	→
--	------------	-----------------	-------------	-----------	-------------	---

Fig. 2.17 Modalidades de trabajo en modo EDITOR

AUTOMÁTICA: El resumen de esta modalidad y las teclas específicas del sistema de formación se muestran en la figura 2.18

	GRAFICOS ACT	PAG. GRAFICA	MODALIDAD PRES	ESTADO	TIEMPO REAL	→
--	-----------------	-----------------	-------------------	--------	-------------	---

	ZOOM	HARDCOPY	▶MARCHA SECO◀	▶ENMASCARAR ◀	▶REGISTRO INDIVIDUAL◀	→
--	------	----------	------------------	------------------	--------------------------	---

	MÁQUINA	▶3D ACTIVO◀	ED VISTA			→
--	---------	----------------	----------	--	--	---

Fig. 2.18 Modalidades de trabajo en modo AUTOMÁTICO

LA MODALIDAD DE TRABAJO MANUAL

Después de entrar al sistema de formación EMCOTRONIC TM02, se presenta la modalidad de trabajo **MANUAL** y aparece en la pantalla la instrucción que se muestra en la figura 2.19

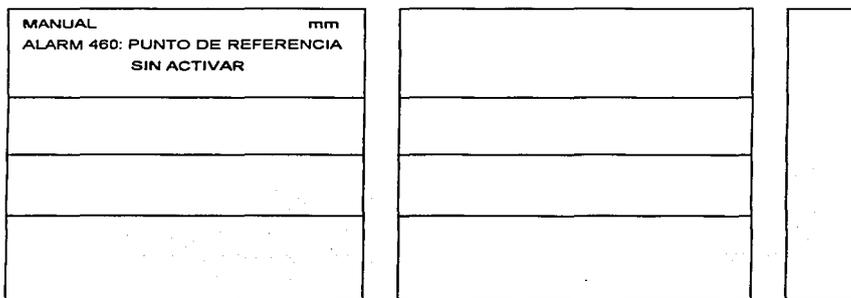


Fig. 2.19 Vista de la pantalla en modo **MANUAL**

Para alcanzar el punto de referencia como en el mando, será necesario pulsar las dos teclas siguientes:



En la pantalla aparecerá entonces el siguiente aviso:

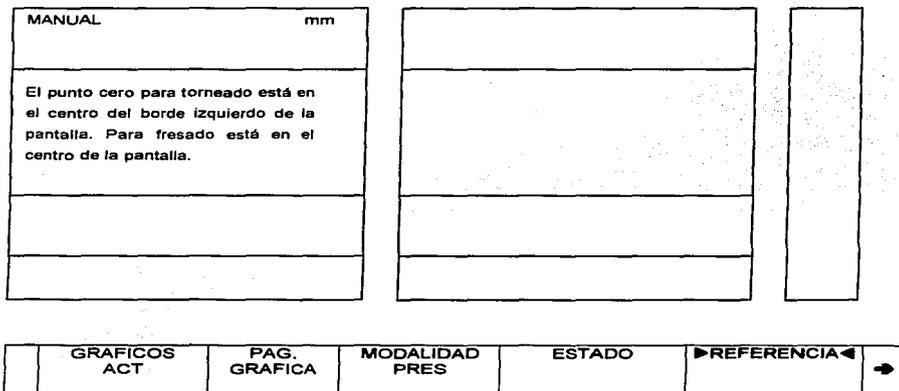


Fig. 2.20 Vista de la pantalla en modo MANUAL

Ahora ya se puede abandonar la modalidad de trabajo MANUAL o en su defecto, hacer la conmutación a modalidad de EDITOR o AUTOMÁTICO.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CARGAR EL PORTAHERRAMIENTAS

Para ello seleccione la tecla cambio de herramienta que está simbolizada como:

► CAMBIO DE HTA ◀

A continuación se desplegará la pantalla que está en la figura 2.21

Def. Posiciones de Portaherramientas				
Posición en torreta	Nombre de herramienta	Número	Código	Diámetro
1	HTA. DESBASTE DERECHA	1	101	0.00
2	HTA. ACABADO DERECHA	2	202	0.00
3	HTA. ACABADO IZQUIERDA	3	303	0.00
4	HTA. NEUTRA	4	404	0.00
5	HTA. DE TRONZAR	5	505	0.00
6	HTA. ROSCAR EXT. IZQUIERDA	6	606	0.00
7	HTA. ROSCAR EXT. DERECHA	7	707	0.00
8	HTA. MANDRINAR DESB.	8	808	0.00
	HTA. DESBASTE DERECHA	1	101	0.00
	HTA. ACABADO DERECHA	2	202	0.00
	HTA. ACABADO IZQUIERDA	3	303	0.00
	HTA. NEUTRA	4	404	0.00
	HTA. DE TRONZAR	5	505	0.00
	HTA. MANDRINAR DESB.	6	606	0.00
TAB/SHIFT+TAB = Soporte ↓ ↑ = Herramienta ↵ = Organizar DEL = Borrar <ESC> = Final				

Fig. 2.21 Vista de la pantalla para realizar cambios de herramientas

En la mitad superior de la pantalla se está indicando el portaherramientas, en la mitad inferior la biblioteca de herramientas. En la línea de base se indican las siguientes funciones de edición manipulables desde el teclado:

Seleccionar Porta herramientas:

Mover la barra luminosa con ayuda de la tecla del tabulador y/o la combinación de SHIFT+TABULADOR en la posición deseada.

Seleccionar Biblioteca:

Mover la barra luminosa con ayuda de las teclas del cursor ↓↑ en la herramienta deseada.

Incorporar herramienta en el porta herramientas:

- marcar la posición deseada del portaherramientas
- marcar la herramienta deseada
- pulsar ENTER, si una herramienta ya existe en el compartimiento, esta se sobrescribe.

Cancelar herramienta del portaherramientas:

- marcar posición deseada del portaherramientas
- pulsar la tecla DEL; la herramienta se cancela del compartimiento

Terminar:

- para terminar, presionar la tecla ESC
- la tecla ↵ almacena los cambios, mismos que se incorporan a la biblioteca de herramientas

MODALIDAD DE TRABAJO EDITOR

En esta modalidad de trabajo, se pueden crear, modificar, editar los programas de CN, almacenarlos e imprimirlos. Al mismo tiempo, el profesor puede supervisar estas acciones desde su puesto de control a través de la red. La pantalla de esta modalidad aparece en la figura 2.22

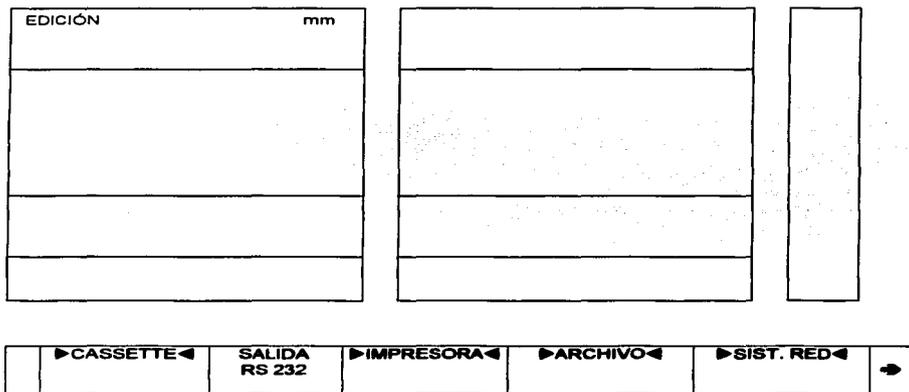


Fig. 2.22 Vista de la pantalla en modo EDICIÓN

LA TECLA DE DISCO

Versiones más antiguas están provistas todavía con medios de almacenamiento basados en cassettes. Desde la versión 7, ya se puede disponer de medios de almacenamiento como los discos de 3½”.

Los programas de CN pueden ser almacenados o cargados al seleccionar la tecla ►CASSETTE◄, aparecerá en la pantalla el aviso seleccionada interfase 0 y se muestran activas las teclas ►CARGAR◄ y ►ALMACENAR◄.

Esta pantalla también permite el formateo (borrado) del disco y todo disco ha de ser formateado (a pesar de ser nuevo) para que el EMCOTRONIC TM02 lo pueda reconocer.

PROCESO DE FORMATEADO:

- Introducir el disco
- Oprimir la tecla ►CASSETTE◄
- El proceso está concluido al apagarse la luz de lectura del disco

PROCESO DE ALMACENAMIENTO

Considere el programa O 0025 como ejemplo; active la tecla ►CASSETTE◄
Teclear O 25 seguido de la tecla de ENTER. La selección del programa se suprime si el programa había sido seleccionado ya anteriormente.
Una vez almacenado, el sistema mostrará el mensaje "O 0025 LISTO"

MODALIDAD DE TRABAJO AUTOMÁTICO

En esta modalidad de trabajo se puede simular gráficamente a los programas de CN elaborados en la modalidad de edición.

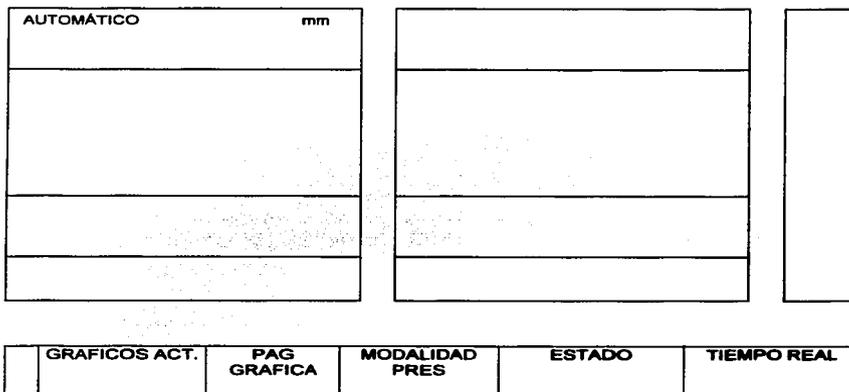


Fig. 2.23 Vista de la pantalla en modo AUTOMÁTICO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TECLAS ACTIVAS

►3D ACTIVO◄

Activación de los gráficos 3D, ya que a la pulsación de esta tecla, se muestra en forma tridimensional la pieza en caso de seleccionar el proceso de simulación.

►MARCHA SECO ◄

El programa de CN se simula lo más rápidamente posible sin intervención de la herramienta.

►REGISTRO INDIV.◄

La simulación del programa de CN se efectúa en el registro individual

►ENMASCARAR◄

Los registros del CN que están marcados con una diagonal se enmascaran.

2.6 ENTRADA Y SALIDA DE DATOS

Seleccionar en el cuadro inicial el punto RECEPCIÓN / TRANSMISIÓN y pulsar la tecla ENTER, a continuación aparecerá la siguiente pantalla:

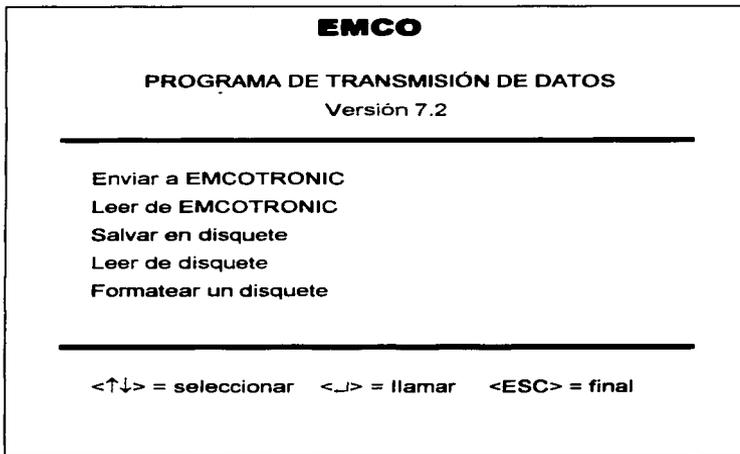


Fig. 2.24 Vista de la pantalla en modo RECEPCIÓN - TRANSMISIÓN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ENVIAR A EMCOTRONIC

Con la ayuda de las teclas ↑↓ se puede seleccionar **ENVIAR A EMCOTRONIC** seguido de la tecla **ENTER**; a continuación el sistema desplegará el siguiente mensaje:

Introducir el nombre del fichero: *.*

Ahora se puede introducir directamente el nombre del fichero (archivo) o confirmar el comando *.* con la tecla **ENTER** y seleccionarlo de una lista que el sistema le mostrará. Al introducir el **NÚMERO** del programa o seleccionarlo de la lista de programas mostrados anteriormente, y después de haber pulsado la tecla **ENTER**, el sistema mostrará el siguiente mensaje:

Viene transmitiendo el fichero con el nombre...

Una vez completada la transmisión, vuelve a aparecer el menú de recepción / transmisión.

LEER DESDE EL CONTROL EMCOTRONIC

Con la ayuda de las teclas ↑↓ seleccionar LEER DE EMCOTRONIC y pulsar la tecla ENTER; a continuación el sistema desplegará el siguiente mensaje:

Introduzca el nombre del fichero:

Para ello, usted deberá indicar el nombre que deberá tener el programa y pulsar ENTER. A continuación será llamado el programa del Emcotronic TM02 en modo EDIT y para completar la transmisión, deberá pulsar las teclas RS 232 PORT y MEMORIZAR. Una vez completada la transmisión, vuelve a aparecer el menú de recepción / transmisión.

SALVAR EN DISQUETE DESDE EL EMCOTRONIC

Para ello con la ayuda de las teclas ↑↓ deberá seleccionar SALVAR EN DISQUETE y pulsar la tecla ENTER; a continuación el sistema desplegará el siguiente mensaje:

Introducir disquete en el casillero....

Indicar para ello la unidad de disquete en la cuál está el disquete EMCOTRONIC y pulsar ENTER. El sistema mostrará el siguiente mensaje:

Introducir nombre del fichero: *.*

Puede introducir directamente el nombre del fichero (archivo) o confirmar con el comando *.* con la tecla ENTER y seleccionarlo de una lista que el sistema le mostrará. El sistema mostrará el siguiente mensaje:

Introducir número de programa: %

Una vez introducido el número del programa y pulsar ENTER, el sistema responderá:

Viene transmitiendo el fichero con nombre

El programa viene indicado durante la transmisión en la pantalla. Una vez completada la transmisión, vuelve a aparecer el menú de recepción / transmisión.

LEER DISQUETE DESDE EL EMCOTRONIC

Con la ayuda de las teclas ↑↓ seleccione LEER DESDE DISQUETE EMCOTRONIC y pulse la tecla ENTER; a continuación el sistema desplegará el siguiente mensaje:

Introducir disquete en el casillero....

Indique ahora la unidad de disquete en la cuál está el disquete EMCOTRONIC y pulsar ENTER. En la pantalla se mostrarán los programas almacenados en el disquete EMCOTRONIC:

Programa:	↑↓ = seleccionar	↵ = llamar	DEL = cancelar
O_ _ _ _	ESC = fin		

Con las teclas ↑ y ↓, Usted puede marcar el programa deseado.

Con la tecla DEL, usted cancela el programa marcado

Con ENTER usted llama (cargar) el programa deseado

FORMATEAR UN DISQUETE

Seleccionar la tecla FORMATEAR DISQUETE y pulsar la tecla ENTER; el sistema mostrará el siguiente mensaje:

Introducir letra del casillero:

Introducir la letra que corresponda al casillero (disquete) en la cual se encuentra el disquete EMCOTRONIC y pulsar ENTER. El sistema mostrará el siguiente mensaje:

Formatear disquete? ↵ = Si

Pulsar ENTER para formatear el disquete Emcotronic (al formatear todos los datos se perderán) o puede presionar cualquier tecla para interrumpir el proceso.

AJUSTAR LA INTERFAZ SERIAL

Si usted presiona o introduce al Emcotronic el carácter "I" en cualquiera de los siguientes menús:

- Salvar en Emcotronic Leer de Emcotronic
- Salvar de Disquete Leer de Disquete
- Salvar en Cassette Leer de Cassette

Aparecerá el siguiente menú :

EMCO	
PARÁMETROS PARA TRANSMISIÓN DE DATOS SEROUT	
Versión 7.2	
Interfase serial V24	1
Baud rate	9600
Stop bits	2
Data bits	0
Parity	even
Line Feed (ini)	0
Line Feed (fin)	0
Formato	ASCII
Handshake	Hardware
S. Fin de Línea (ASCII)	13, 10
S. Fin Datos (ASCII)	2, 2

All rights reserved EMCO MAIER GMBH 1993

↑↓ = seleccionar ←→ = cambiar <F1> = almacenar

Fig. 2.25 Vista de la pantalla en modo de AJUSTE RECEPCIÓN - TRANSMISIÓN

Con las teclas ↑ y ↓ puede seleccionar los puntos individuales, con las teclas ← y → puede cambiar los valores.

Los valores para avance y seguimiento de cinta pueden introducirse manualmente. Solamente aceptará cifras enteras. Pulsando F1 se memorizan los valores ajustados y al pulsar <ESC> se sale del menú.

TEMA 3. PROGRAMACIÓN DEL EMCOTRÓNICO

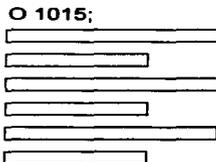
3.1 FORMATO DEL PROGRAMA

La estructura de un programa de control numérico está comandado por el primer valor que aparece al inicio del mismo, para que quede registrado en la unidad de CN y éste pueda ser fácilmente identificado. Para ello, el nombre del programa es reconocido por un valor numérico de cuatro dígitos ó menos, precedido por la letra O que indica la dirección en un bloque único, por lo que el dígito cero (0) no puede ser utilizado en el programa. Veamos un ejemplo de un programa:

- O 1;
- O 12;
- O 123;
- O 1234;



Cuando el inicio del programa no es comandado por un número específico, se utiliza el primer número de la secuencia como número de programa; esto se ve en el siguiente ejemplo:



Número de programa

Bloques con comandos de movimiento y maquinado

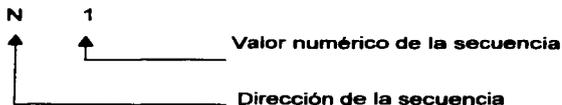
M 30;

Fin de programa

Donde el programa inicia con el número 1015 y finaliza con el número M30.

NÚMERO DE SECUENCIA

El número de secuencia es comandado al inicio del bloque para clasificar o identificar el bloque. Este número es comandado con un valor numérico de 5 dígitos o menos, siguiendo la dirección indicada con la letra N. Veamos un ejemplo de la secuencia:



N 1
 N 12
 N 123
 N 1004
 N 12345

El número de secuencia puede ser comandado solamente para un bloque en particular, sin embargo también puede ser comandado para cada bloque, este número puede no estar en orden. En general, el número de secuencia es comandado con un número consecutivo de acuerdo a la secuencia del proceso. La configuración general de un bloque se muestra en la figura 3.1

N _ _ G _ _ X _ _ Z _ _ F _ _ M _ _ S _ _ T _ _
 a) b) c) d) e) f) g) h)

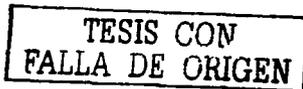
- a) Número de secuencia
- b) Función preparatoria
- c) Comando de movimiento en el eje X
- d) Comando de movimiento en el eje Z
- e) Función de avance
- f) Función miscelánea
- g) Función de la velocidad del husillo
- h) Función de la herramienta

Fig. 3.1 Configuración de un bloque

La sintaxis general de un programa aparece en la figura 3.2

O 001	Número del programa
N00 T0202	Llamado de la herramienta
N10 G00 X5.0 Z10.0	Movimiento rápido
<input type="text"/>	
N60 M08	Activación del refrigerante
N70 G00 X25.0 Z50.0	Movimiento rápido
<input type="text"/>	
<input type="text"/>	
N100 M30	Fin del programa

Fig. 3.2 Sintaxis de un programa



3.2 EJES DE CONTROL

En los tornos de CN se tienen dos ejes de control básico, el eje X y el eje Z. Como se muestra en la figura, el eje X está en la dirección de la línea perpendicular a la línea central del husillo principal (dirección en la cuál se mueve el carro porta-herramienta al frente y hacia atrás) y el eje Z está en la dirección longitudinal del husillo principal (en la cual se mueve el carro de izquierda a derecha). Las direcciones positiva y negativa de los ejes X y Z varían de acuerdo a las posiciones del carro porta-herramientas.

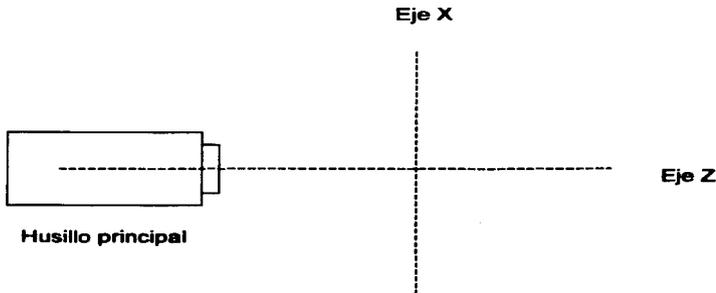


Fig. 3.3 Disposición de los ejes de control

SISTEMA DE COORDENADAS Y PUNTO DE REFERENCIA

Hay dos sistemas de coordenadas, uno es el sistema de coordenadas para la máquina de CN y otro es el sistema de coordenadas para trabajo que se basa en la pieza de trabajo. El sistema de máquina se establece usando la posición de la máquina como referencia. La posición propia de la máquina se denomina punto de referencia de la máquina. En general este punto de referencia se fija al final de la carrera de los ejes X y Z. Esto se llama retorno al origen o retorno al punto de referencia. Haciéndolo retornar al origen, el sistema de coordenadas se establece de tal manera que el punto de referencia de la máquina sea el valor de coordenadas predeterminado mediante parámetros.

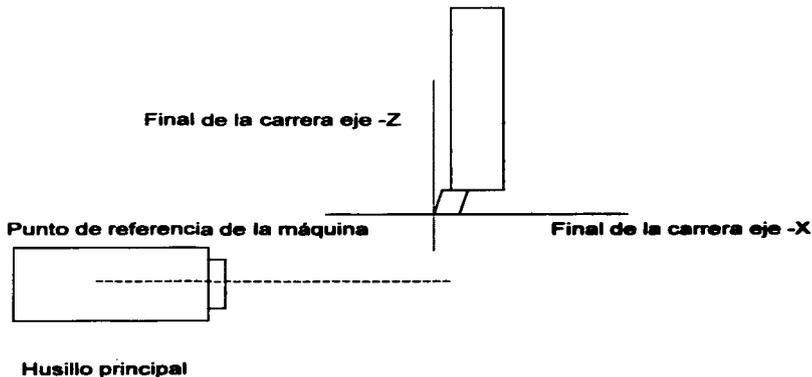


Fig. 3.4 Sistema de coordenadas y punto de referencia de la máquina

COMANDO ABSOLUTO Y COMANDO INCREMENTAL

Hay dos sistemas para mover el carro porta-herramienta, estos son el sistema de comando absoluto y el sistema de comando incremental:

El comando absoluto es el sistema de comando del punto de la punta de la herramienta en el sistema de coordenadas previamente establecido y usa las direcciones X y Z. Este sistema está ejemplificado en la figura 3.5

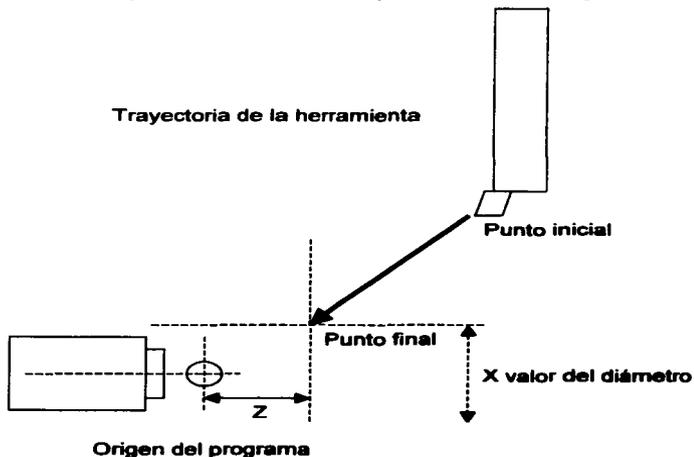


Fig. 3.5 Comando absoluto

El comando incremental es el sistema que comanda la secuencia de la herramienta desde su posición inicial a su posición final y usa las direcciones U y W para distinguirse del comando absoluto. Este sistema está ejemplificado en la figura 3.6

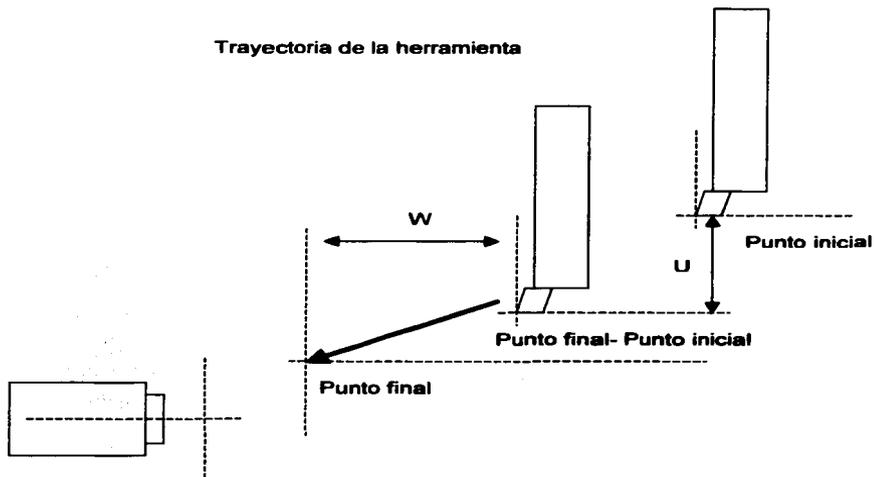


Fig. 3.6 Comando incremental

Las formas de las piezas de trabajo a maquinarse en tornos son circulares y la medición de las dimensiones, y de los diámetros interiores / exteriores en los dibujos se lee en diámetros. Por esta razón, también es conveniente designar el valor de X ó U en el valor de diámetro en los tornos.

3.3 INFORMACIÓN PARA LA PROGRAMACIÓN

SISTEMA DE COORDENADAS DE LA MÁQUINA

La posición propia de los centro de control numérico se llama punto de referencia de la máquina (origen de la máquina). El sistema de coordenadas de la máquina se establece como punto de origen de la máquina y generalmente es el fabricante de la misma quien lo ubica. En general, el sistema de coordenadas de la máquina se obtiene en forma automática, después de haber encendido la máquina. El origen se usa como una referencia para establecer el sistema de coordenadas de trabajo y como un sistema de coordenadas para ubicar la posición propia de la máquina, que nos permite hacer operaciones mecánicas, tales como el cambio de las herramientas. En el caso de los tornos de CN se establece generalmente al inicio de los ejes X y Z, mientras que en los centros de maquinado el eje X se establece al centro de la mesa y el punto de inicio al final de los ejes o al inicio de los ejes X , Y y al final de Z; lo anterior se muestra en la figura 3.7.

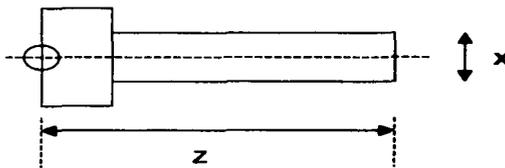


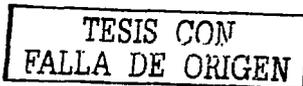
Fig. 3.7 Punto de referencia de un torno

SISTEMA DE COORDENADAS DE TRABAJO

Este se establece utilizando un punto cualquiera dentro del sistema de coordenadas de la máquina como un origen; por ejemplo un punto de referencia de la pieza de trabajo a maquinar. La distancia desde el punto de referencia de la máquina hasta el punto de referencia de la pieza a maquinar es la cantidad de compensación del sistema de coordenadas de trabajo, y este valor debe introducirse en el dispositivo de CN antes de iniciar el maquinado.

Generalmente en las máquinas de CNC se pueden establecer varios sistemas de trabajo diferentes, para ello deberá leer antes el manual del fabricante. La cantidad de compensación sobre el eje Z, en el sistema de coordenadas de trabajo, en los centros de maquinado, se obtiene al final de la cara del husillo principal como superficie de referencia cuando se regresa a su origen. Tanto en los tornos como en los centros de maquinado, las distancias entre los extremos de las herramientas y la pieza difieren con los tamaños de las herramientas que se usan en cada caso, estas no influyen en el establecimiento del sistema de las coordenadas de trabajo, puesto que la longitud de la herramienta de trabajo es compensada automáticamente por la función de la compensación de longitud.

En caso del comando absoluto, el sistema de coordenadas se establece utilizando un punto cualquiera como origen del programa (origen del sistema de coordenadas de trabajo) y el movimiento de la herramienta es comandado por el valor de coordenadas en dicho sistema de coordenadas.



DIFERENCIAS Y SEMEJANZAS ENTRE UNA MAQUINA HERRAMIENTA CONVENCIONAL Y UNA CON CN.

Se dice que una máquina herramienta es convencional cuando utiliza los métodos tradicionales de maquinado requiriéndose forzosamente la presencia de un operador con cierta especialización para mantener la máquina trabajando.

La máquina con CN en cambio no requiere la presencia constante del operador, ya que la máquina una vez programada ejecutara el maquinado sin la ayuda del operador, solo se requiere su presencia para retirar la pieza maquinada y colocar la pieza por maquinar. Incluso en máquinas de CN con alimentador de barra o con brazos robotizados, el operador ya no es necesario ya que el cambio de pieza esta automatizado. Requiriéndose únicamente un ingeniero especializado para la programación y el control de las máquinas con CN.

Las diferencias más notables entre ambos tipos de equipos son debidas básicamente a sus elementos y dispositivos utilizados en su construcción. En la siguiente tabla se observan las diferencias entre una máquina herramienta convencional y una con CN, estas puede ser tornos, fresadoras, etc.

En la tabla 3.1 podemos observar que los elementos mecánicos tradicionales que por décadas se han utilizado en las máquinas convencionales han sido sustituidos en los equipos con CN, por otros elementos mecánicos y electrónicos más confiables.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

CARACTERÍSTICA A COMPARAR	MÁQUINA CONVENCIONAL	MAQUINA CON CN
Forma de realizar el cambio de herramienta	Por el operador en forma manual y en ocasiones por palancas de cambio.	Automática programada y dirigida por el control.
Forma de control de las dimensiones durante el maquinado.	Por medio de instrumentos de medición y por las graduaciones de las manivelas.	Por el control utilizando los offsets de compensación.
Forma de control de las RPM del husillo principal.	Por medio de trenes de engranes intercambiables movidos por palancas de cambio.	Automática, programada y comandada por el control utiliza un servomotor y un encoder.
Forma para desplazar la mesa o los carros.	Trenes de engranes, manivelas y tornillos sin fin.	Husillos y correderas a base de bolas y servomotores.
Tipo de mecanismo del husillo.	Flecha, tuercas partidas y baleros.	Husillos de bolas
Forma para fresar un contorno.	Por el operador manipulado por lo menos dos manivelas.	Programada y comandada por el control.
Forma para torneear una rosca.	Manual, accionado palancas y manivelas.	Programada y comandada por el control.
La precisión de los maquinados.	Generalmente depende de la habilidad del operador.	Depende de la resolución del sistema y es máxima y constante.
Tiempo de maquinado.	Depende del operador.	Precalculado y siempre constante para cada pieza.
Refrigeración.	Manual, accionada por un interruptor y una llave.	Programada y comandada por el control.

Tabla 3.1 Diferencias entre una máquina convencional y una máquina con Control Numérico.

El otro elemento que distingue al equipo con Control Numérico es la presencia de servomotores que controlan los movimientos de los ejes (o mesa) y controlan la velocidad del husillo, así como su movimiento en el caso de ser requerido. Estos servomotores pueden trabajar con corriente directa o con corriente alterna dependiendo del fabricante pero su función es la misma.

Dependiendo de las funciones que debe realizar la máquina, el control a través de detectores de proximidad puede controlar por ejemplo el movimiento de un brazo que cambie la herramienta en una fresadora, la alimentación de material en barra y detectar cuando esta se termine para cambiar la barra por otra nueva en caso de tornos alimentados por barra, hacer girar la torreta para seleccionar otra herramienta deseada y hasta detectar si el movimiento comandado es demasiado grande que provocaría que la máquina choque o se salga de su límite de movimientos normales, etc. Además ya que el control es el que ordena la ejecución de estos movimientos a sus elementos respectivos, nos puede dar en todo momento el informe de lo que está realizando, lo que está por realizar y los puntos en los que ha fallado algún mecanismo o sistema interno de la misma máquina.

Cualquier función por extravagante que parezca puede ser controlada por una unidad de Control Numérico siempre y cuando tenga una secuencia lógica y pueda ser detectada esta secuencia, de ahí que la gran variedad de equipos de control numérico solo varíen en la cantidad de funciones adicionales que el equipo pueda realizar; el tamaño del equipo y la potencia que tenga influirá determinadamente en el tamaño del equipo y la potencia de los servomotores y de las unidades de control de velocidad, pero conservándose el mismo principio de funcionamiento.

Así en la industria Moderna existe una gran variedad de marcas de equipos manufacturados por diferentes países, teniendo como única diferencia el lenguaje de Programación. Lo anterior se debe a que a pesar de que el control numérico se ha difundido con tal velocidad, aun no se ha generalizado el Lenguaje Universal de Programación, son muy parecidos, pero tiene sus variantes, como pueden ser en los controles Fanuc, General Electric, Anilam, etc. La figura 3.8 muestra las partes especiales que posee todo equipo con control numérico.

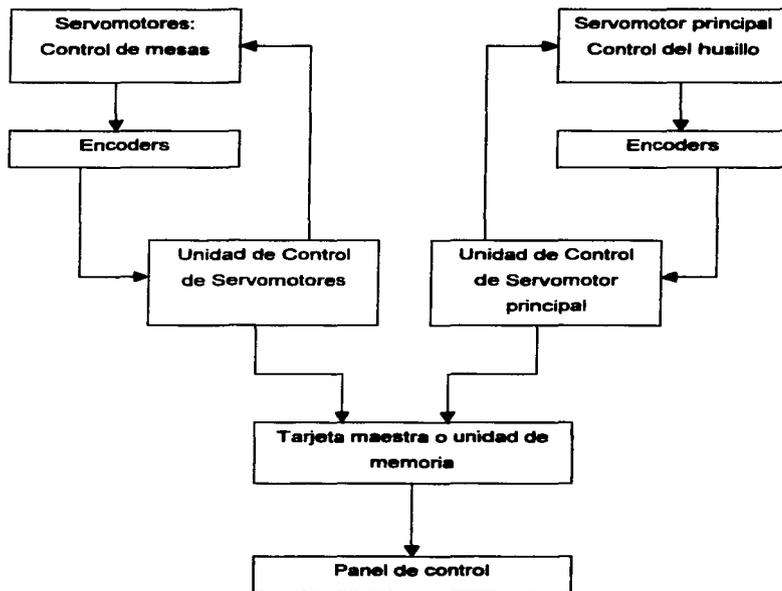


Fig. 3.8 Partes principales de un equipo con Control Numérico

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE LAS MÁQUINAS CN

El CN opera una máquina herramienta más o menos igual como lo haría un operario de una máquina convencional, solo que el CN lo hace automáticamente. El CN ofrece increíbles ahorros en los costos de producción, exactitud y muchos otros beneficios.

Las siguientes etapas sintetizan como trabaja el CN:

1. La información numérica puede ser alimentada al sistema por medio de cinta perforada, una PC, cinta magnética o directamente a través del panel de control.
2. Una unidad lectora traduce la información y la cambia en forma eléctrica que la máquina herramienta pueda entender.
3. La unidad de memoria almacena la información hasta que es necesitada.
4. Los transductores colocados sobre las máquinas herramientas reciben y convierten la información en movimientos reales de la máquina.
5. Un dispositivo calibrador mide los movimientos de la máquina para determinar si se ha cumplido la orden correcta.
6. Una unidad de retroalimentación transmite la información de regreso desde el dispositivo calibrador para comparar si la máquina se mueve a la posición correcta.

PROGRAMACIÓN MANUAL DEL CN.

La figura 3.9 muestra las etapas de cómo se desarrolla la programación manual del CN.

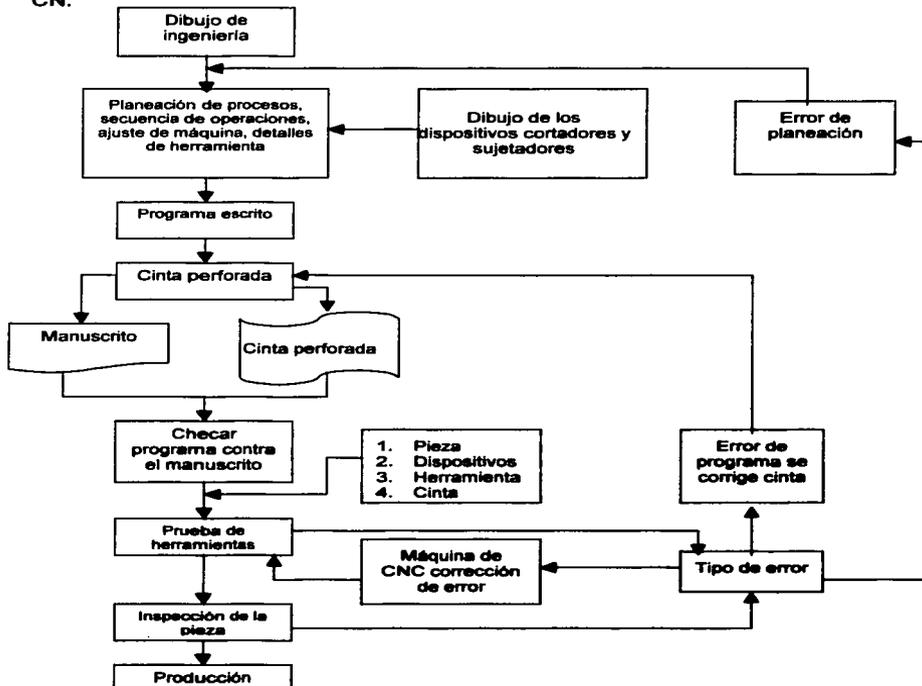


Fig. 3.9 Diagrama de flujo de la programación manual en una máquina de CN

Se inicia con el dibujo de Ingeniería

1. Se planean los procesos.
 - a) Secuencia de Operaciones
 - b) Premaquinados
 - c) Ajuste de máquina
 - d) Se detallan las herramientas
2. En este punto se diseñan los dispositivos como cortadores y elementos de la parte a fabricar.
3. Se escribe el programa
4. Se perfora la cinta y se imprime el programa para obtener un manuscrito
5. Se chequea el programa contra el manuscrito, si existe un error se corrige la cinta perforada.
6. Se prueban las herramientas sobre la máquina con CN por supuesto que antes de hacer esto se debe contar ya con el material, los dispositivos de sujeción, las herramientas de corte y la cinta perforada.
7. Si existe algún error se determina de qué tipo es:
 - a) Si es error de programación se vuelve a corregir la cinta.
 - b) Si es error de planeación entonces se vuelven a analizar los procesos de maquinado.
8. Se mecaniza la primera pieza, se inspecciona, y si tiene algún error, se determina de qué tipo y se corrige.
9. Una vez corregidos todos los errores se inicia la producción.

INTRODUCCIÓN MANUAL DE DATOS

Las máquinas con CN, pueden ser programadas a mano directamente con los pulsadores del panel. La introducción manual de datos puede ser con la máquina parada o en "background" mientras se ejecuta otro programa. Esto último permite un importante ahorro de tiempo con el consiguiente aumento de productividad.

En general, la introducción manual de datos hace posible la programación en el puesto de trabajo, así como la variación de programas ya existentes.

PROGRAMACIÓN DE LAS MÁQUINAS HERRAMIENTA CON CONTROL NUMÉRICO (CN).

De todos los factores que concurren para la utilización eficaz y rentable de las máquinas herramienta con control numérico, la programación es una de las más importantes, es aquella cuya complejidad real es la peor comprendida, es uno de los temores del Control Numérico. La palabra programación ha evocado a menudo la palabra computadora, y se ha tenido del programador una idea que no corresponde a la realidad.

En efecto, la programación no es más que la codificación de un modo operativo y riguroso en sus menores detalles. El programador deberá poseer en primer lugar, conocimientos profundos de la tecnología del maquinado complementados por el conocimiento de la codificación, bajo la cual, las informaciones deben ser sometidas al equipo de control numérico. La programación comprende, pues, dos fases:

- El establecimiento de un modo operativo detallado.
- Su transcripción, ya bajo una forma directa asimilable por el equipo de control, o ya en un lenguaje que tratará una computadora para hacer la cinta perforada: en el primer caso se habla de programación manual; en el segundo de programación asistida o automática.

Las técnicas de programación están en constante evolución, sobre todo desde la aparición de la mini y micro computadoras que día con día facilitan la tarea de la programación.

COMUNICACIÓN DE INSTRUCCIONES A LAS MÁQUINAS DE CN.

Al igual que al utilizar máquinas herramienta convencionales, es necesario el ajuste y preparación de las mismas, como puede ser la preparación del utillaje necesario, seleccionar y ajustar las herramientas más adecuadas para el trabajo a realizar, así como la puesta a punto de la máquina.

Sin embargo, tratándose de máquinas con control numérico, nos queda el problema de cómo comunicar las órdenes a la máquina a través del armario de control.

Para resolver este problema se han desarrollado diversos lenguajes alfanuméricos (letras, numéricos y signos) accesibles al hombre interpretables por las máquinas por medio de sus controles computarizados. Estos lenguajes poseen su propia sintaxis codificada y se les llama lenguajes de programación.

En general existen tres tipos de información necesaria para la ejecución de una pieza en una máquina herramienta con control numérico según se observa en la figura 3.10

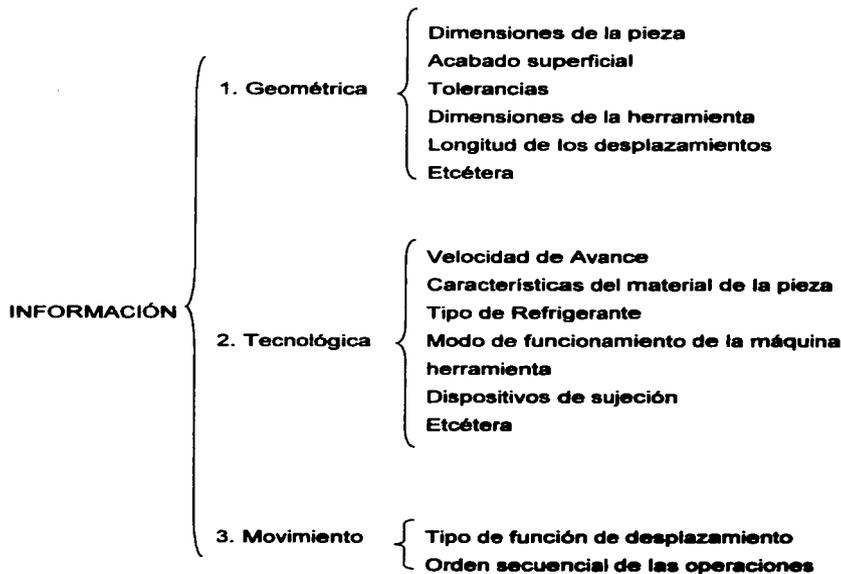


Figura 3.10 Información necesaria para comandar una máquina herramienta con control numérico

La información geométrica es la que contiene los datos referentes a las superficies de referencia, origen de los movimientos, desplazamientos por recorrer, etc.

La información tecnológica describe los datos referentes a las condiciones de maquinado, los materiales, el modo de funcionamiento de la máquina, etc. es decir la información tecnológica es toda aquella que no tiene que ver con la geometría de la pieza.

La información de movimiento indica el orden secuencial de las operaciones y el tipo de función de desplazamiento. En síntesis, esta información nos indica la forma en que se va a mover la máquina.

Así pues, toda esta información, ordenada y estructurada en una forma inteligible para el control de la máquina, se le llama programación.

Como se indicó al inicio del presente trabajo, para la realización del programa de CN, el programador debe conocer en toda su dimensión tanto la máquina y sus accesorios como las características de la pieza, esto es:

- La capacidad y característica de la máquina herramienta con CN, potencia, velocidades, y esfuerzos admisibles.
- Las características del control numérico: tipo de control, número de ejes, formato de bloque, lista de funciones codificadas, etc.
- El plano de la pieza, tamaño del lote y número de piezas.
- El dimensionado de la pieza antes de su montaje en la máquina herramienta con CN.

- Los maquinados por realizar en la máquina.
- La situación de los puntos y superficies de referencia.
- Los tipos de herramientas disponibles en el taller para la máquina con CN, así como las coordenadas de su utilización y dimensiones.

A partir de toda esta información, se deben seguir los siguientes pasos:

1. Definir el orden cronológico de las fases de la operación elaborando un croquis con la situación de los puntos y superficies de trabajo.

En general y con objeto de reducir el tiempo de la operación, se intenta minimizar de forma aproximada:

- El número de trayectorias de la herramienta.
- La longitud de estas trayectorias.
- Los cambios de herramientas.
- Número de pasadas de la herramienta sobre la pieza, etc.

2. Determinar las herramientas y utillaje necesario así como sus condiciones de trabajo, para ello, el programador suele disponer de un fichero numerado con las características geométricas y de uso de cada una de las herramientas.

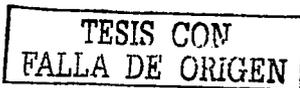
En la hoja de instrucciones se apuntan a los códigos de cada una de las herramientas elegidas indicando su tipo y características, así como la numeración asignada para el programa.

3. Realizar los códigos necesarios para la definición de las trayectorias de las herramientas calculando las coordenadas de los puntos de trabajo, las cuales se indican en el croquis realizado en la primera fase.

En el caso de que la pieza necesite más de un programa, como sucede cuando son necesarios distintos montajes las cotas calculadas se escriben únicamente en el croquis correspondiente a cada programa.

4. Se escribe el programa, de acuerdo con las características del control numérico y de la máquina herramienta, se procede a escribir según un convenio de signos y códigos determinado, la operación a realizar por la máquina.

Es frecuente que, con el objeto de evitar errores en a programación, esta se realiza en una hoja común o en una hoja impresa especial, llamada hoja de programación.



3.4 CONFIGURACIÓN DEL PROGRAMA.

Primeramente diremos que en la actualidad se fabrican dos tipos de controles, uno con pantalla de tubos de rayos catódicos (TRC) y otro con pantalla de desplegado (display). Así, la estructura o configuración del programa dependerá del tipo de control, existiendo gran similitud en todos ellos.

Estructura del programa elaborado en un control con pantalla de TRC.

1. Número de programa
2. Nombre del programa
3. Desarrollo del programa principal
4. Desarrollo de subprogramas o subrutinas (en caso necesario).

Además deberá contener:

5. Determinación de offsets y radios de herramienta.
6. Determinación de los puntos de referencia sobre la pieza de trabajo que es precisamente un punto de referencia que se eligió para el desarrollo del programa.

Para los controles con pantalla de desplegado, el programa deberá contener:

1. Determinación de offsets y radios de herramientas.
2. Desarrollo del programa principal.
3. Desarrollo subprogramas o subrutinas (en caso necesario).

NÚMERO DE PROGRAMA.

Es aquel número que sirve para diferenciar un programa de otro, es usado en controles cuya capacidad pueda almacenar varios programas, En otros casos, cuando el control no tiene capacidad de memoria para almacenar programas, es posible grabarlos en un medio como cassettes, cinta magnética, etc., en estos casos es importante el número de programa, ya que en un cassette es posible almacenar varios programas que pueden volverse a cargar a la memoria del control numérico seleccionando el número de programa requerido.

El número de programa se coloca siempre el inicio según el tipo de control este número puede ser de 1 a 4 dígitos. O puede indicarse por medio de un bloque alfanumérico de hasta seis dígitos anteceditos por un código de identificación.

NOMBRE DEL PROGRAMA.

Este nombre se da a los programas para distinguirlos unos de otros de manera específica. Según el control, el nombre del programa puede contener un bloque de hasta 20 caracteres alfanuméricos encerrado en paréntesis enseguida del número de programa.

En algunos controles el número y el nombre del programa se coloca en el mismo paréntesis.

PROGRAMA PRINCIPAL.

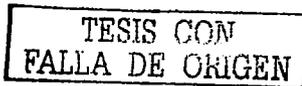
A excepción de algunos controles como Denford que no utiliza subprogramas, todo programa se divide en programa principal y subprogramas. El programa principal es una secuencia de bloques de información ordenados incluyendo los bloques de información para el llamado de una subrutina, esta se ejecuta para inmediatamente volver al programa principal. El programa principal contiene generalmente:

- Número y offsets de herramientas.
- Velocidades en revoluciones por minuto (RPM) del husillo para cada herramienta.
- Secuencia de operaciones a ejecutar por cada herramienta.
- Comandos para el llamado de subrutina.
- Parámetros de corte para cada herramienta.
- Comandos para ejecutar cambios de herramientas.
- Comandos para encendido y apagado del husillo principal y refrigerante.
- Comandos para cambios de pieza de trabajo, etc.

SUBPROGRAMAS O SUBRUTINAS.

Muy a menudo en una pieza se requiere realizar las mismas operaciones varias veces sean de taladrado fresado o torneado. Para estos casos, los subprogramas ahorran mucho tiempo de programación, ya que solo es necesario hacer un subprograma una sola vez y únicamente llamarla y ejecutarla entro del programa principal cuando así lo requiera.

Los códigos para llamar a un subprograma son característicos de cada fabricante.



CONFIGURACIÓN DEL PROGRAMA.

Un grupo de ordenes enviadas al CNC para el funcionamiento de la máquina se denomina programa. Especificando estas ordenes la herramienta se desplaza a lo largo de un línea recta o de un arco o el motor del husillo se desconecta.

En el programa, se especifican las ordenes en la secuencia de movimientos reales de la herramienta. Fig. 3.11

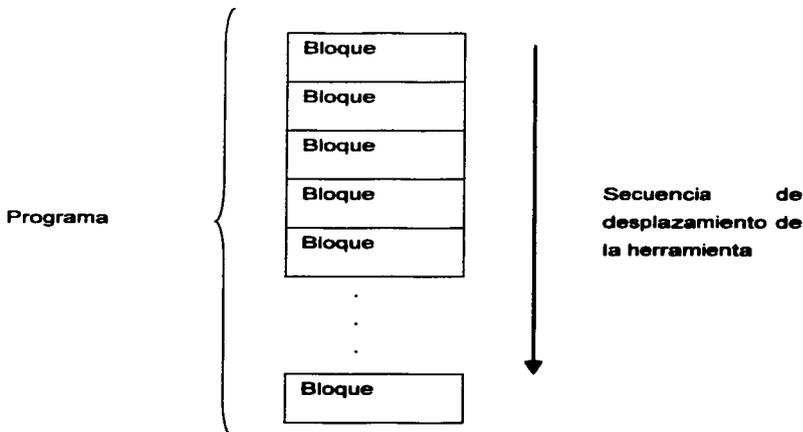


Fig. 3.11 programa de control numérico

Un grupo de ordenes en cada paso de la secuencia se denomina bloque. El programa esta formado por un grupo de bloques para una serie de operaciones de mecanizado. El número para diferenciar cada bloque se denomina número de secuencia.

El bloque y el programa presentan las siguientes configuraciones; que se muestran en la figura 3.12.

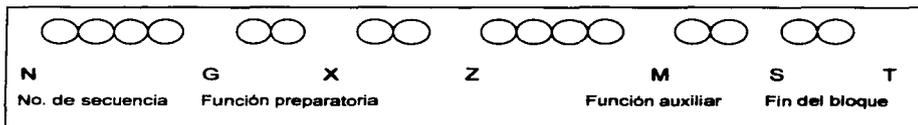


Fig. 3.12 Formato de un bloque

Cada bloque está formado por un número de secuencia que indica la secuencia de operaciones CN al comienzo del bloque, y un código CR que indica el fin de bloque

Por lo general, después del código CR al comienzo del programa se especifica un número de programa y al final del programa se especifica un código de fin de programa (M02, M30).

PROGRAMA PRINCIPAL Y SUBPROGRAMA

Cuando en muchas porciones de un programa aparece el mecanizado de un mismo patrón, se crea un programa de dicho patrón. Este se denomina subprograma. Por otro lado, el programa original se denomina programa principal. Cuando la ejecución del programa principal aparece un orden de ejecución del subprograma, se ejecutan las ordenes incluidas en este punto. Una vez acabada la ejecución del subprograma, la secuencia vuelve al programa principal; la configuración del programa principal y subprograma aparece en la figura 3.13

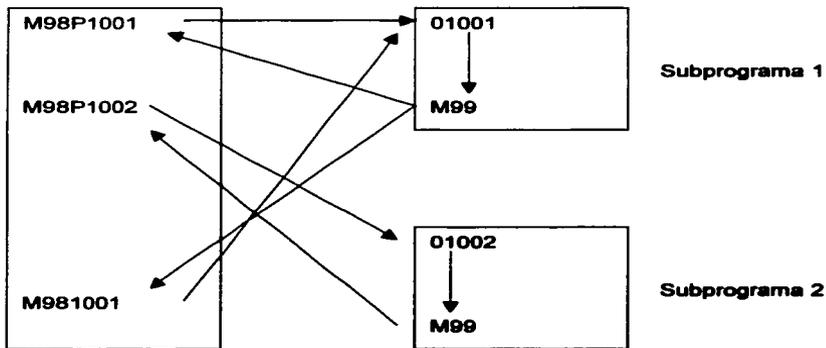


Fig. 3.13 Configuración del programa principal y subprograma.

3.5 CLASES Y SEMÁNTICA DE LAS DIRECCIONES

Las clases y semántica de direcciones difieren con los tipos y usos de los tornos y centros de maquinado, aquí mostraremos los más generales.

Número de programa (O)

El número de programa es para identificar los programas que estén registrados en la unidad de CN. Este número se escribe con cuatro dígitos anteponiendo la dirección "O" en la cabecera del programa.

Número de secuencia (N)

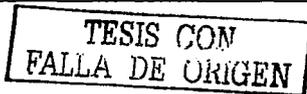
El número de secuencia es para clasificar y distinguir los bloques en el programa, este es comandado mediante valores numéricos con cinco dígitos o menos y se escribe esta dirección al inicio del bloque

Función preparatoria (G)

Esta función es comandada por valores numéricos de dos dígitos o menos para dar la siguiente semántica al bloque por ejemplo: comandos de operaciones tales como movimiento rápido, corte recto, corte de arco circular, selección de los planos XY, YZ y ZX, establecer la compensación del diámetro y longitud de la herramienta, selección del sistema de coordenadas de trabajo y selección de los ciclos de trabajo tales como machueleado, taladrado, etc.

Función de alimentación (F)

La función de alimentación es para fijar la velocidad de alimentación cuando se corta una pieza de trabajo y el valor de la velocidad se escribe enseguida de la dirección F (avance).



Función de velocidad del husillo (S)

La función de velocidad del husillo es para ajustar la velocidad de rotación del husillo principal y comanda la velocidad de rotación que se escribe enseguida de la dirección "S"

Función de herramienta (T)

La función de la herramienta es para comandar el llamado y número de la herramienta que se va a utilizar (de la 01 a la 09) el número de la herramienta se escribe a continuación de la dirección T.

Función miscelánea (M)

La función miscelánea comanda el control de encendido - apagado de algunas funciones de la máquina, tales como el arranque del husillo principal, reversa y el refrigerante entre otros. Esta función es comandada con dos dígitos o menos que se escribe a continuación de las direcciones M.

La tabla 3.2 nos muestra un resumen de éstas y otras direcciones así como la lista de funciones preparatorias respectivas

DIRECCIÓN	FUNCIÓN	SEMÁNTICA	RANGO DE COMANDO
O	Número de programa	Designa el número de programa	1 ~ 9999
N	Número de secuencia	Designación del número de un bloque	1 ~ 9999
G	Función preparatoria	Designación de los modos de operación, tales como interpolación lineal y circular	0 ~ 255
X, Y	Dimensiones de la palabra	Comando de movimiento de los ejes de coordenadas	9999.999
U, W	Coordenadas de la palabra	Designación del radio de un arco circular	
R		Designación de las coordenadas del centro de un arco circular	
I, K		Designación de las coordenadas del centro de un arco circular	9999.99
F	Funciones de avance	Designación de la velocidad de avance	0.0001~500mm/rev
S	Función de la velocidad del husillo	Designación de la velocidad de rotación del husillo principal	0 ~ 19999 rpm
T	Función de la herramienta	Designación del número de herramienta	0 ~ 99
M	Funciones misceláneas	Designación del control de la máquina on / off	0 ~ 999
P, X	Retardador	Designación del tiempo de retardo	0~9999.999 seg.
P	Designación del número de programa	Designación del número del subprograma	1 ~ 9999
L		Número de tiempos de repetición del subprograma. Número de tiempos de repetición del ciclo fijo.	1 ~ 9999

Tabla 3.2 Clases y semántica de las direcciones usadas en una unidad de CN

FUNCIÓN PREPARATORIA (G)

Un número a continuación de la dirección G determina el significado del bloque en cuestión. Los códigos G se subdividen en los dos tipos siguientes.

Código G simple:

El código G sólo tiene efecto en el bloque que se está especificando

Código G modal:

El código G tiene el mismo efecto hasta que se especifique otro código G del mismo grupo por ejemplo:

G01 y G00 son códigos G modales del grupo 01.

G01X_____;	}	G01 tiene efecto en este intervalo.
Z_____;		
X_____;		
G02_____;		

La siguiente tabla 3.3 nos muestra los diversos códigos G que pueden emplearse:

CODIGO G	FUNCIÓN
G00▲	Posicionamiento (Avance rápido)
G01▲	Interpolación lineal (Av. En mecaniza)
G02	Interpolación circular/helic horario
G03	Interpolación circular/helic anti horario
G04	Temporización, parada exacta
G05	Mecanizado alta velocidad
G09	Parada exacta
G10	Introducción datos
G11	Anular modo introducción datos
G15▲	Anular orden de coordenadas polares
G16	Orden de coordenadas polares
G17▲	Selección plano XY
G18	Selección plano ZX
G19	Selección plano YZ
G20	Entrada en pulgadas
G21	Entrada en mm.
G22▲	Activar función comprobación límite de recorrido
G23	Desactivar función comprobación límite de
G27	Comprobación vuelta punto de referencia
G28	Vuelta a punto de referencia
G29	Vuelta a punto de referencia
G30	Segundo punto de referencia
G31	Función salto
G33	Tallado de rosca

continúa

G39	Interpolación circular de corrección de esquinas
G40▲	Anular compensación de herramienta
G41	Compensación de herramienta a izquierdas
G42	Compensación de herramienta a derechas
G43	Compensación de longitud de herramienta
G44	Compensación de longitud de herramienta
G45	Aumento corrección de herramienta
G46	Disminución corrección herramienta
G47	Doble aumento corrección de herramienta
G48	Doble disminución corrección de herramienta
G49▲	Anular compensación de longitud de
G50▲	Anular factor de escala
G51	Factor de escala
G52	Fijación del sistema de coordenadas locales
G53	Selección del sistema de coordenadas máquina
G54▲	Selección del sistema de coordenadas pieza 1
G55	Selección del sistema de coordenadas pieza 2
G56	Selección del sistema de coordenadas pieza 3
continúa	

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

G57	Selección del sistema de coordenadas pieza 4
G58	Selección del sistema de coordenadas pieza 5
G59	Selección del sistema de coordenadas pieza 6
G60	Posicionamiento
G61	Modo de parada exacta
G62	Sobre control automático en esquina
G63	Modo roscado
G64 ▲	Modo mecanizado
G65	Orden de macro, llamada a macro
G66	Llamada modal a macro cliente
G67	Anular llamada modal a macro cliente
G68	Giro de coordenadas
G69	Anular giro de coordenadas
G73	Ciclo de punzonados en profundidad
G74	Ciclo de contra roscado
G76	Mandrinado de precisión
G80 ▲	Anular ciclo fijo
G81	Ciclo de taladrado, mandrinado puntual
G82	Ciclo de taladrado, avellanado
G83	Ciclo de punzonados en profundidad
G84	Ciclo de roscado
G85	Ciclo de Mandrinado
G86	Ciclo de Mandrinado

continúa

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

G87	Ciclo de mandrinado inverso
G88	Ciclo de Mandrinado
G89	Ciclo de Mandrinado
G90▲	Orden de programación absoluta
G91	Orden de programación incremental
G92	Programación del origen absoluto
G94	Avance por minuto
G95	Avance por revolución
G96	Control de velocidad de corte constante
G97▲	Anular control de velocidad de corte constante
G98▲	Vuelta al comienzo del ciclo fijo
G99	Vuelta al punto R en ciclo fijo

Tabla 3.3 Códigos G y sus funciones

(Nota 1) Los códigos G marcados por el triángulo sombreado (▲) son códigos G iniciales cuando se conecta la alimentación. En lo que respecta a G20 y G21, permanece el código G antes de desconectar la corriente. G00, G01, G90 o G91 pueden seleccionarse mediante parámetros.

(Nota 2) Los códigos G del grupo 00 no son modales. Sólo tienen efecto en el bloque en que se ha especificado.

FUNCIÓNES MISCELÁNEAS

Las funciones misceláneas del CN establecen una variedad de comandos auxiliares, tales como un paro del programa, iniciar o parar giro del husillo, cambio de herramienta, encendido y apagado del refrigerante, etc.

Por lo general son funciones de encendido y apagado ON/OFF y son usadas al inicio o al final de un ciclo y son identificadas por la letra "M" seguida por dos dígitos.

En la mayoría de los casos los códigos misceláneos M00, M01, M02, M03 o M26 son efectivos únicamente en el bloque específico donde están programados, si se necesitan en dos bloques sucesivos deben programarse en cada bloque. La mayoría de las otras funciones misceláneas no requieren de ser repetidas en bloque sucesivos.

Las funciones misceláneas han sido dadas por la Asociación de Industrial Electrónicas (EIA) bajo su norma EIA-274-D y se hace una lista de ellas en la tabla 3.4.

FUNCIONES MISCELÁNEAS	OPERACION	DEFINICIÓN
M00	Paro de programa	Función miscelánea comandada para cancelar la función del husillo y refrigerante
M01	Paro opcional	Función miscelánea similar al paro de programa, excepto que el control ignora la orden a menos que el operador la haya validado previamente.
M02	Fin del programa	Función miscelánea que indica terminación de la pieza de trabajo. Detiene el husillo, el refrigerante y el avance después de completar todos los comandos del bloque.
M03	Giro del husillo CW	Inicia giro del husillo en el sentido de las manecillas del reloj.
M04	Giro del husillo CCW	Inicia giro del husillo en el sentido contrario de las manecillas del reloj.
M05	Detiene el husillo	Paro del husillo, en algunos controles se apaga simultáneamente el refrigerante.
M06	Cambio de herramienta	Para el husillo y el refrigerante y la herramienta se aleja a la posición de casa.
M07	Enciende refrigerante	Refrigeración con aire o spray.
M08	Enciende refrigerante	Refrigeración con aceite a chorro.
M09	Cancela refrigerante	Detiene el flujo del refrigerante.

continúa

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

M21	Soltar pieza	Una vez terminada la pieza se suelta la pieza sobre el cachador de piezas.
M22	Sujeta pieza	Una vez ajustada la pieza en la boquilla es sujeta por esta.
M23	Carro auxiliar	
M24	Carro tronizador	Una vez realizados todos los maquinados sobre la barra, entra en acción el carro tronizador, para desprender la pieza de la barra.
M25	Acciona cachador de piezas	Regresa el cachador de piezas o el carro tronizador.
M26	Acciona cachador de piezas	Activa el cachador de piezas.
M30	Fin de cinta	Fin de programa con retorno

Tabla 3.4 Funciones misceláneas

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3.6 ELABORACIÓN DEL PROGRAMA

Un programa consiste en la información necesaria para realizar un corte, la cuál se obtiene de dibujos y es traducida a un lenguaje entendible por la unidad de CN, y la programación es el trabajo de preparar un programa. Las piezas de trabajo pueden ser maquinadas al hacer que la unidad de CN lea y ejecute dicho programa. La siguiente figura 3.14 nos muestra el proceso a bloques de la elaboración de un programa:

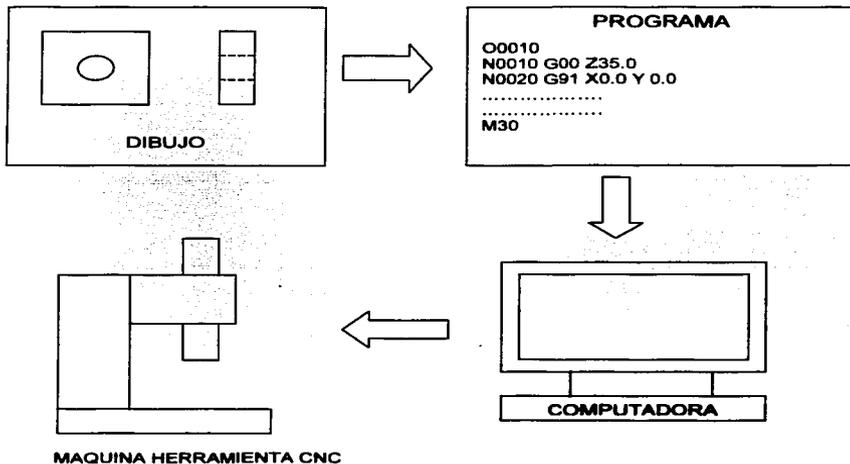


Fig. 3.14 Procesos para la elaboración de un programa

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Los programas están compuestos por bloques con formatos variables, dichos bloques están compuestos de palabras directrices. Una palabra está compuesta de una dirección y un dato, y un bloque está compuesto de una o varias palabras. El símbolo " ; " indica el final de cada bloque (End Of Block / final de block) y es llamado EOB. Podemos resumir la elaboración de un programa solo poniendo especial atención en las siguientes funciones:

POSICIONAMIENTO (G00)

La herramienta es movida de la posición actual hasta la posición comandada rápidamente

INTERPOLACIÓN LINEAL

La herramienta es movida desde la posición actual a la posición comandada a lo largo de una línea recta con velocidad de avance de corte.

INTERPOLACIÓN CIRCULAR

La herramienta es movida desde la posición actual hasta la posición comandada a lo largo de un arco circular. El corte de arco circular en el sentido de las manecillas del reloj (CW) es comandado mediante G02; sin embargo el corte de arco circular en el sentido contrario al giro de las manecillas del reloj (CCW) es comandado mediante G03.

RETARDADOR O TEMPORIZADOR (G04)

Mediante este comando de temporización, la ejecución de la operación del siguiente bloque es retardado la cantidad de tiempo comandado, mientras se ejecuta otro bloque.

RETORNO AUTOMÁTICO AL ORIGEN (G28)

La herramienta es retornada automáticamente a la posición propia de la máquina (punto de referencia de la máquina) mediante el comando de retorno al origen.

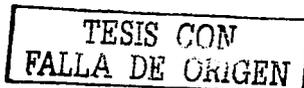
ESTABLECIMIENTO DEL SISTEMA DE COORDENADAS (G50)

El sistema de coordenadas de trabajo es establecido utilizando un punto de referencia de la pieza de trabajo, como es el caso del centro de la pieza mediante el comando G50.

DESIGNACIÓN DE CHAFLANADO Y REDONDEO DE LAS ESQUINAS

El chaflanado y redondeo de las esquinas son comandados por la parte donde la superficie periférica (dirección del eje X) cruza en ángulo recto con la superficie de costado (dirección del eje Z) de la pieza de trabajo. Para la designación del chaflanado se comanda la dimensión y dirección del chaflanado mediante la dirección "I" ó "K"

Para la designación del radio de las esquinas, la dimensión y la dirección son comandados mediante la dirección "R" a continuación del comando de movimiento. La medida del redondeo en las esquinas es comandado con valor de radio, y la dirección es expresada con el signo de más o menos (+ -) según la dirección de movimiento del siguiente bloque.



FUNCIÓN DE COMPENSACIÓN DEL RADIO DE NARIZ DE LA HERRAMIENTA (G40, G41, G42)

Mediante el comando de la función del radio de nariz de la herramienta, el error geométrico generado por la magnitud del radio de la punta de la herramienta es compensado automáticamente. En general, debido a que el radio de nariz de la herramienta está dado en la punta de la herramienta, la posición de la nariz de la herramienta que va a ser comandada en la programación, realmente no existe.

CANCELACION DE LA COMPENSACIÓN DEL RADIO DE NARIZ DE LA HERRAMIENTA (G40): La compensación del radio es liberada y la posición de la punta de la herramienta regresa a la trayectoria programada

COMPENSACIÓN DEL RADIO DE NARIZ DE LA HERRAMIENTA A LA IZQUIERDA (G41): La compensación del radio de nariz de la herramienta es ejecutada en el lado izquierdo de la pieza de trabajo en relación a la dirección del avance de la herramienta sobre la trayectoria programada.

COMPENSACIÓN DEL RADIO DE NARIZ DE LA HERRAMIENTA A LA DERECHA (G42): La compensación del radio de nariz de la herramienta es ejecutada en el lado derecho de la pieza de trabajo en relación a la dirección del avance de la herramienta sobre la trayectoria programada.

CICLO DE TORNEADO EXTERIOR E INTERIOR (G90)

El ciclo de torneado exterior e interior se usa para repetir el corte de desbaste en los maquinados como escopladura y cónico. Para programar el ciclo de torneado exterior e interior se comanda el punto final del corte exterior o interior y la velocidad de avance siguiendo G90. Cuando la velocidad de avance no es comandada, la velocidad comandada anteriormente se vuelve efectiva. G90 es una función G modal

y cuando es comandada consecutivamente puede ser omitida. Al ejecutar el bloque G00, el modo G90 es cancelado.

CICLO DE CAREADO (G94)

El ciclo de careado es utilizado para corte repetitivo en el maquinado de escopladura y de conicidad. Cuando programamos el ciclo de careado, el punto final del corte y la velocidad de avance son comandados siguiendo G94. Si la velocidad de avance no es comandada, la comandada anteriormente se vuelve efectiva. G94 es una función modal, por lo que cuando es comandada consecutivamente puede ser omitida. Al ejecutar el bloque G00 el modo G94 es cancelado.

CICLO DE ROSCADO (G92)

El ciclo de roscado comanda el punto final del roscado y el adelanto de la rosca (el paso para una cuerda de arranque simple) siguiendo la dirección G92. El programa para el ciclo de roscado consta de bloques que designan la profundidad del corte para cada rosca. G92 es una función G modal.

PUNTOS QUE DEBEN SE CONSIDERADOS PARA ROSCADO

1. El sobre control (overdrive) para el roscado no es efectivo
2. La corrida en seco (Dry run) para el roscado no es efectivo
3. La velocidad de rotación del husillo principal debe ser constante durante la operación de roscado; por lo tanto G97 deberá ser comandado.
4. El avance de roscado a ser comandado es limitado por la velocidad de distribución del pulso y su valor está limitado por la siguiente desigualdad:

$P \leq \frac{\text{Velocidad de movimiento rápido}}{N}$

N

Donde:

P = Avance en mm

N = Velocidad de rotación en rpm

5. Hilos incompletos (partes donde el adelanto de la rosca no es correcto) son producidos cerca de los puntos inicial y final de roscado por la aceleración / desaceleración automática. Por lo tanto es necesario mover la herramienta a la cantidad $\delta 1$ y $\delta 2$, adicional a la longitud de la porción de rosca. Dichas cantidades se pueden obtener con ayuda de las ecuaciones siguientes:

$$\delta 1 = K1 \times N \times P$$

$$\delta 2 = K2 \times N \times P$$

Donde las variables K1 y K2 dependen del tipo de material que se desea cortar.

TEMA 4. IMPLEMENTACIÓN DE LAS PRÁCTICAS

4.1 REQUERIMIENTOS

Para la implementación de las prácticas, es necesario contar con los siguientes requerimientos:

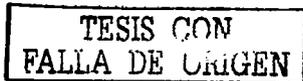
1. Información de la pieza
2. Teclado entrenador EMCOTRONIC TM 02
3. Biblioteca de herramientas
4. Puesto de programación del alumno
5. Torno EMCOTURN 120P

A continuación describiremos cada uno de los puntos anteriores para poder realizar las prácticas.

1. INFORMACIÓN DE LA PIEZA

Las máquinas de control numérico para su operación utilizan un lenguaje denominado alfanumérico, esto quiere decir que operan basándose en letras, número y signos accesibles al hombre e interpretables por la máquina, además posee su propia sintaxis codificada por lo que se le puede llamar lenguaje de programación.

La información general y necesaria para la ejecución de una pieza en la máquina herramienta de control numérico es de tres tipos:



GEOMÉTRICA: Esta información es la que contiene los datos referentes a las superficies de referencia, el origen de los movimientos y las dimensiones de las piezas.

TECNOLÓGICA: Esta información describe los datos referentes a las condiciones de maquinado, por ejemplo: acabados ásperos, acabados finos de precisión, los diferentes tipos de materiales como el latón, aluminio, fierro colado, cobre, bronce, etc., el modo de funcionamiento de la máquina; y en general a todo lo que no tenga que ver con el aspecto de la pieza.

MOVIMIENTO: Esta información nos indica el orden de la secuela de las operaciones y el tipo de función de desplazamiento, así también como se va a mover la máquina tanto transversal como longitudinalmente.

2. TECLADO ENTRENADOR EMCOTRÓNICO TM-02

En el sistema de formación EMCOTRÓNICO TM-02 se muestran también todas las teclas utilizadas por el EMCOTURN 120-P. Además se muestran también las teclas específicas del sistema de formación, no obstante, se pueden activar solo las teclas marcadas con ►◄. Si se pulsa una tecla no marcada, aparece el aviso **FUNCION PRESENTE SOLO EN LA MAQUINA**. La modalidad de trabajo **EXECUTE** no tiene ninguna función en el sistema de formación TM-02. La figura 4.1 nos muestra un resumen de las teclas más útiles en el teclado EMCOTRÓNICO TM-02.

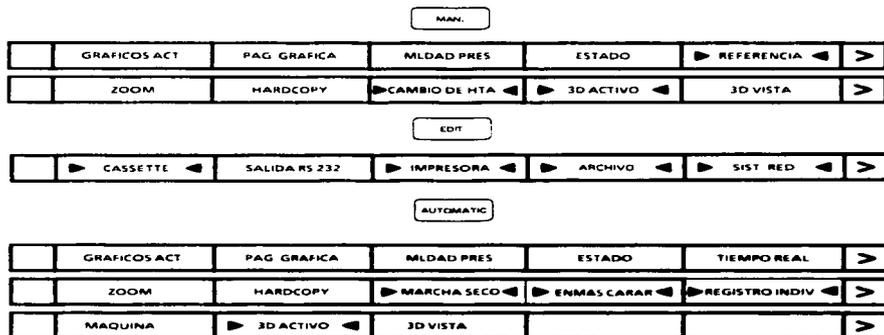
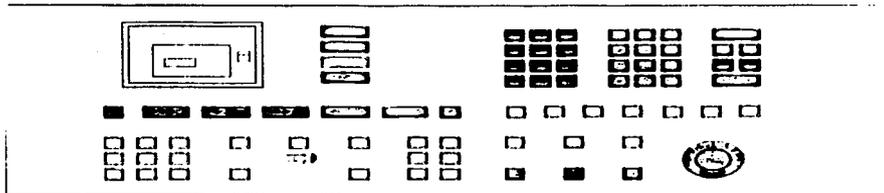


Fig. 4.1 Las teclas activas están sombreadas y resumen de los 3 modos de trabajo

La Figura 4.2 nos muestra las teclas de direcciones a utilizar durante el proceso del desarrollo de la práctica. Las teclas sombreadas con negro, realizan dos funciones a la vez con la ayuda de la tecla SHIFT.

 EDIT EXC. AUTOM.	Dirección N: Para número de registro	 EDIT	Dirección R: Modo de funcionamiento MM (Monitor de espera - MOP) Dirección para parámetros R (estado de buques de referencia)
 EDIT EXC. AUTOM.	Dirección O: Para número de programa -Capacidad libre de memoria (EDIT)	 EDIT	/-Mesa oblicua: identificación de un registro de escariado. p.ej., M0100/CO1
 EDIT EXC.	Dirección G: Funciones G	 EDIT EXECUTE MAN	Dirección F: FEED - Avance Paso de roscas
 EDIT	PSD: Posición Shift Offset (Traducido: Desplazamiento de posición) Entrada en el registro de desplazamiento de posición	 EDIT EXC.	Dirección D: Parámetros en ciclos de programa 2. Parámetros para MM (Monitor de operador)
 EDIT EXC.	Dirección M: Funciones M	 EDIT EXC. MAN.	Dirección S: SPEED - Número de revoluciones del husillo
 EDIT EXC.	Dirección P: Parámetros en ciclos	 EDIT EXC.	Dirección L: Dirección de salto en G23/G25 (EDIT) 2. Dirección de parámetro en modo de funcionamiento MM 3. Dirección de llamada para programa almacenado (EDIT)
 EDIT EXC. REF.	Direcciones X, Y, Z: Direcciones para indicaciones absolutas de recorrido.	 EDIT EXC.	Dirección T: TOOL, dirección de herramientas
 EDIT EXC.	Direcciones I, J, K: Parámetros del centro del círculo	 EDIT EXC.	TOOL DATA: Datos de herramientas: Datos en registro de datos de herramientas (EDIT).
 EDIT EXC.	Direcciones U, V, W: Direcciones p. indicaciones incrementales de recorridos.	Recepción directa de los datos de herramienta (MAN).	

Fig. 4.2 Direcciones y teclas del EMCOTRONIC

3. BIBLIOTECA DE HERRAMIENTAS

Las herramientas se almacenan en biblioteca de herramientas y se pueden disponer de hasta 9999 herramientas distintas, a su vez las podemos agrupar en herramientas de maquinado exterior y herramientas de maquinado interior, con las cuáles se pueden ampliar la biblioteca, modificarla o crear incluso una nueva biblioteca. En la biblioteca suministrada para torneado cuyo nombre del archivo es TOOLS.LAT están dispuestas las siguientes herramientas, tal como lo muestra la figura 4.3

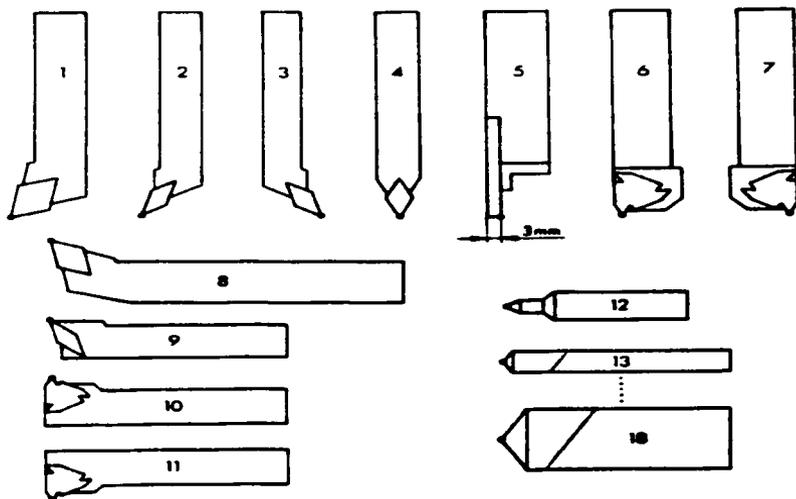


Fig. 4.3 Biblioteca de herramientas

HERRAMIENTAS PARA EL MAQUINADO EXTERIOR

A continuación, se enlistan y se muestran en figuras las porta cuchillas o porta insertos que se utilizan para los distintos trabajos de maquinado exterior, así como sus dimensiones y ángulos respectivos; éstas son:

Porta cuchillas de desbastar a izquierda

Porta cuchillas lateral a la derecha

Porta cuchillas lateral neutro

Porta cuchillas lateral a la izquierda

Porta cuchillas de tronzar

Porta cuchillas de tronzar para arandelas de seguridad

Porta machos de roscar a la izquierda

Porta machos de roscar a la derecha

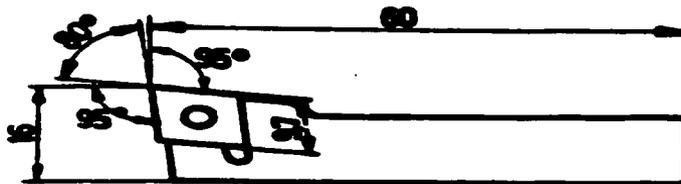


Fig. 4.4 Porta cuchillas de desbastar a la izquierda

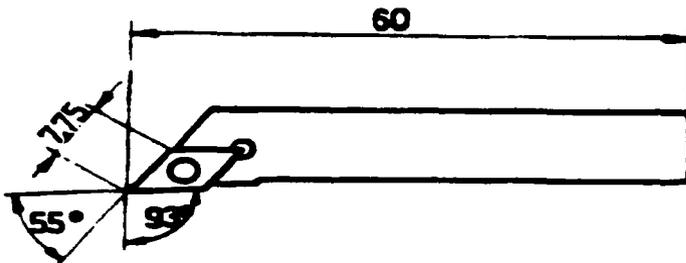


Fig. 4.5 Porta cuchillas lateral a la derecha

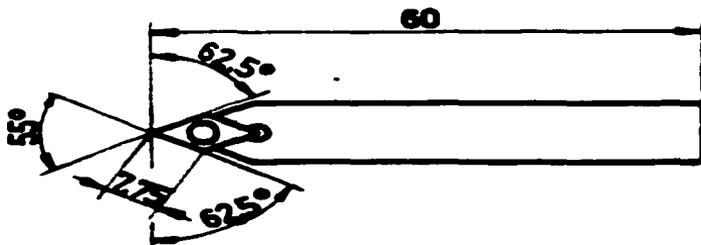


Fig. 4.6 Porta cuchillas lateral neutro

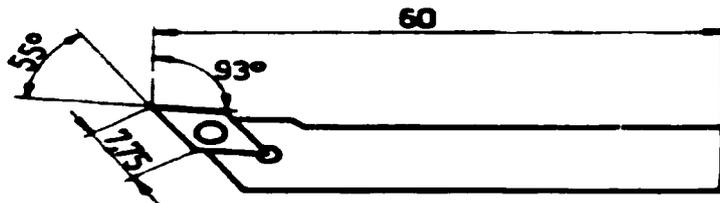


Fig. 4.7 Porta cuchillas lateral a la izquierda

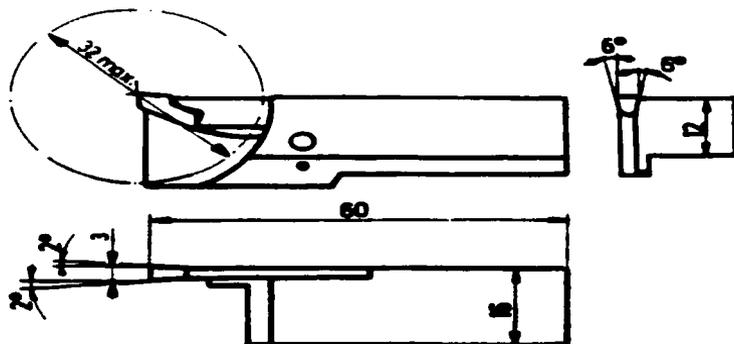


Fig. 4.8 Porta cuchillas de tronzar

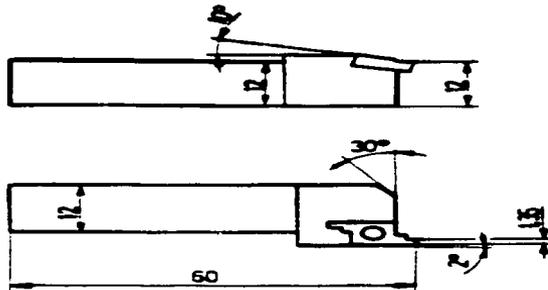


Fig. 4.9 Porta cuchillas de tronzar para arandelas de seguridad

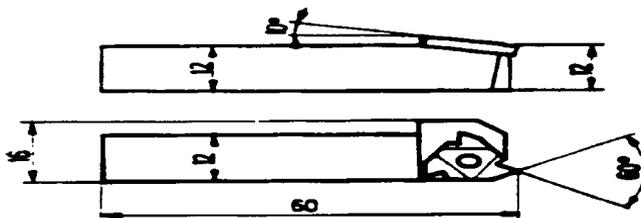


Fig. 4.10 Porta machos de rosca a la izquierda

HERRAMIENTAS PARA EL MAQUINADO INTERIOR

A continuación, se enlistan y se muestran en las figuras, las porta cuchillas o porta insertos que se utilizan para los distintos trabajos de maquinado interior, así como sus dimensiones y ángulos respectivos; éstas son:

Porta cuchillas de taladrar de desbaste de 16 x 100

Porta cuchillas de taladrar de 16 x 100

Porta cuchillas de taladrar de 10 x 60

Porta cuchillas de tronzar para arandelas de seguridad de 16 x 100

Porta cuchillas de roscado interior a la derecha de 10 x 60

Porta cuchillas de roscado interior a la izquierda de 10 x 60

Porta cuchillas de roscado interior a la derecha de 16 x 100

Porta cuchillas de roscado interior a la izquierda de 16 x 100

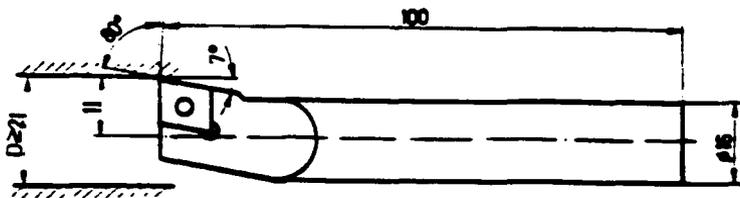


Fig. 4.12 Porta cuchillas de taladrar de desbaste de 16 x 100

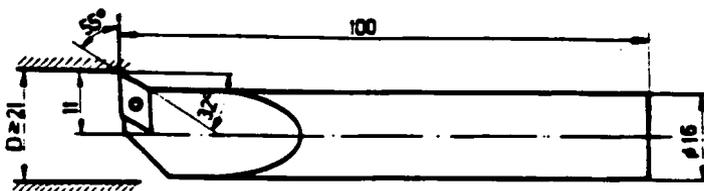


Fig. 4.13 Porta cuchillas de taladrar de 16 x 100

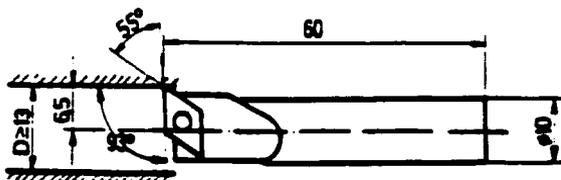


Fig. 4.14 Porta cuchillas de taladrar de 10 x 60

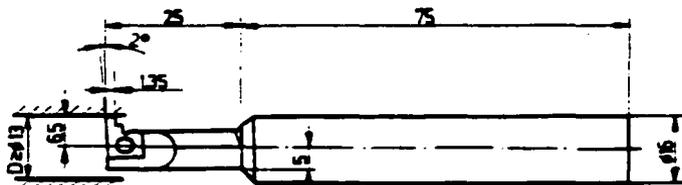


Fig. 4.15 Porta cuchillas de tronzar para arandelas de seguridad de 16 x 100

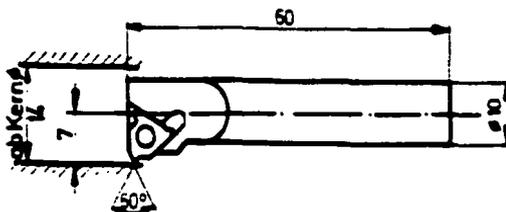


Fig. 4.16 Porta cuchillas de roscado interior a la derecha de 10 x 60

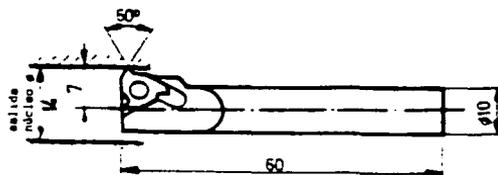


Fig. 4.17 Porta cuchillas de roscado interior a la izquierda de 10 x 60

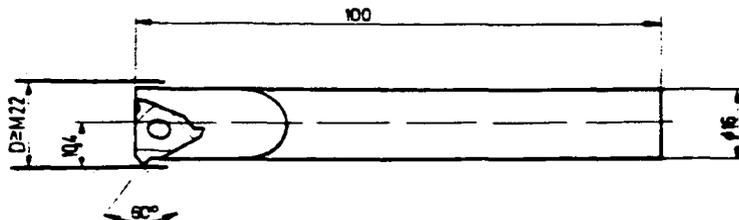


Fig. 4.18 Porta cuchillas de roscado interior a la derecha de 16 x 100

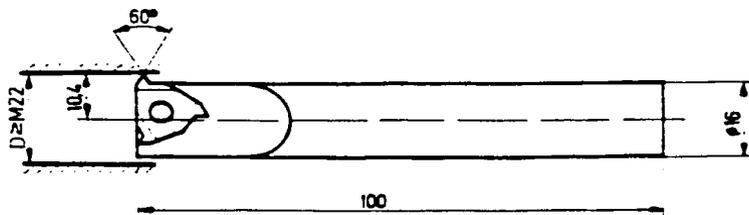


Fig. 4.19 Porta cuchillas de roscado interior a la izquierda de 16 x 100

4. PUESTO DE PROGRAMACIÓN DEL ALUMNO

Una vez ya instalado el software en el disco duro de la computadora, se deberá de abrir el subdirectorio EMCO utilizando para ello la instrucción CD EMCO, seguida de la tecla ENTER (↵), es decir:

```
C:\> cd emco ↵
```

A continuación, se deberá llamar al programa usando para ello la instrucción EMCO, seguida de la tecla de ENTER (↵), es decir:

```
C:\>EMCO\EMCO ↵
```

Se deberá desplegar la siguiente pantalla(ver figura 4.20) en el monitor de la computadora:

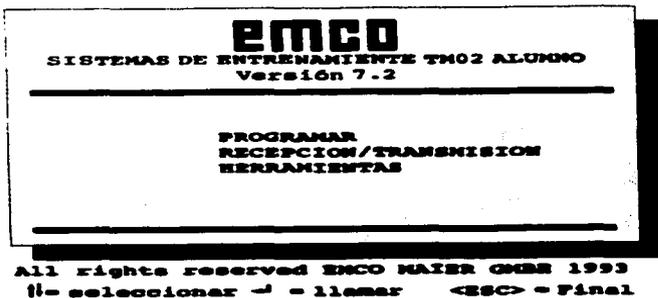


Fig. 4.20 Pantalla informativa inicial

La pantalla anterior nos muestra tres opciones (Programar, Recepción/Transmisión y Herramientas) para seleccionar. Cada una de ellas tiene la siguiente función:

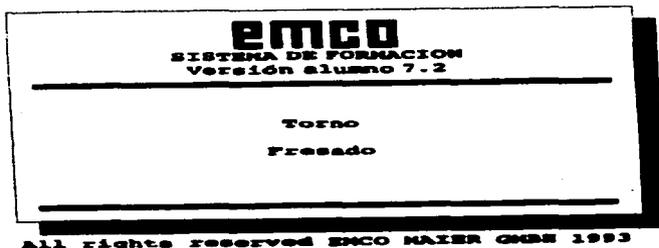
Programar: Con esta opción, se inicia la programación del sistema de formación.

Recepción / transmisión: Con esta opción se dan las alternativas para la transmisión de datos

Herramientas: Con esta opción, se lleva a cabo la programación de la biblioteca de herramientas.

Una vez que se selecciona la opción Programar, en la pantalla de la computadora se muestra la pantalla de la figura 4.21

Alumnos



Seleccione "torno" o "fresado" con las teclas del cursor y presione ENTER. Inmediatamente aparece la pantalla de trabajo.

Fig. 4.21 Pantalla de selección torno o fresadora

En esta pantalla, se debe seleccionar la opción de torno, seguido de la tecla ENTER, aparece inmediatamente la pantalla de trabajo que se muestra en la figura 4.22

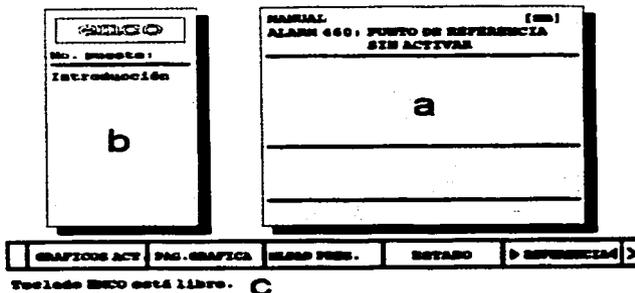


Fig. 4.22 Pantalla que muestra el área de trabajo del alumno

Esta pantalla de trabajo, está dividida en tres secciones marcadas con las letras a, b, c, las cuales describimos a continuación:

a: En esta sección aparece el mismo contenido (programa) que aparece en la pantalla de mando del EMCOTRÓNICO que se desea programar.

b: En esta área se muestra el orden del programa después de cada tecla que se ha pulsado al programar. Si programan juntos el profesor y el alumno, puede el alumno seguir la secuencia de entrada del profesor a través de esta área.

c: Esta sección muestra los diversos mensajes enviados por el teclado EMCOTRÓNICO. Después que aparece un aviso, el teclado EMCO está libre y el alumno puede programar libremente en su teclado EMCOTRÓNICO.

Al iniciar el puesto de control, aparecerán las siguientes dos alarmas:
ALARMA 060 – LA TORRETA DE HERRAMIENTAS NO ESTÁ LISTA PARA FUNCIONAR.

ALARMA 460 – EL PUNTO DE REFERENCIA NO ESTÁ ACTIVADO.

Para eliminar estas dos alarmas, será necesario que el alumno presione las siguientes teclas mostradas a continuación en la figura 4.23

TECLA	OBSERVACIONES
	Al pulsar la tecla C.E. CLEAR ENTRY se anulan las alarmas
	Al accionar la tecla AUX ON, se conectan los accionamientos auxiliares
	Al pulsar la tecla CYCLE START, ambos carros se trasladan automáticamente a la posición de referencia
	Pulsando simultáneamente las teclas MANUAL JOG y la tecla inversora de la herramienta, se determina una posición definida de la torreta de herramientas, es decir se sincroniza.

Fig. 4.23 Orden secuencial para eliminar las alarmas 060 y 460

5. TORNO EMCOTURN 120P

En esta última etapa, el torno EMCOTURN 120P que se desea utilizar, puede trabajar en dos modalidades que son:

a) En modo EDITOR: Esta modalidad permite leer y almacenar en la memoria del torno el o los programas elaborados en el puesto de programación del alumno y que previamente han sido grabados en un disco, para ello es necesario utilizar la siguiente secuencia de teclas:

Presionar la tecla ► CASSETTE ◀

Llamar al programa, por ejemplo: O25 seguido de la tecla de ENTER

La computadora del torno mostrará el mensaje: O 0025 ENCONTRADO

Presionar la tecla ► CARGAR ◀

La computadora del torno mostrará el mensaje: O 0025 LISTO

b) En modo EXECUTE: Es ahora cuando el programa elaborado en el puesto de programación del alumno ha sido transferido a la memoria del torno EMCOTURN 120P y el profesor lo podrá verificar y ejecutar si así lo desea para dar por finalizado el proceso de maquinado de una pieza, ejecutando el programa con ayuda del torno EMCOTURN 120P.

A continuación emplearemos los cinco requerimientos que se describieron para implementar el juego de prácticas que realizaremos con el entrenador EMCOTRÓNICO y el torno EMCO TM-02.

4.2 PRÁCTICA 1 CILINDRADO DE UNA PIEZA (ESCALONADO)

CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS Industrial y de Servicios No. 1
LABORATORIO DE CONTROL NUMÉRICO

PRÁCTICA No. 1 CILINDRADO DE UNA PIEZA (ESCALONADO)

1. INFORMACIÓN DE LA PIEZA:

HOJA 1 DE 8

a) Geométrica

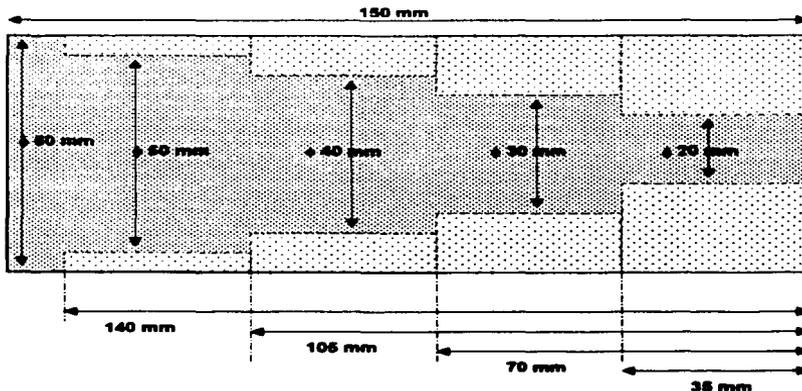
Largo (eje Z): 150 mm

Diámetro (eje X): 60 mm

Longitud para maquinado: 140 mm

Longitud para amarre: 10 mm

El dibujo de la pieza con sus zonas de corte es el siguiente:



CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS Industrial y de Servicios No. 1
LABORATORIO DE CONTROL NUMÉRICO

PRÁCTICA No. 1 CILINDRADO DE UNA PIEZA (ESCALONADO)

b) INFORMACIÓN TECNOLÓGICA

HOJA 2 DE 8

Acabado: Fino

Material: Aluminio

Modo de funcionamiento: Automático

c) MOVIMIENTOS

Se sugiere la siguiente secuencia de cortes:

- Desbaste diametral a cada 5 mm, desde el diámetro de 60mm hasta alcanzar los 20 mm.
- Para el escalonado, este se hará en intervalos longitudinales de 35 mm, iniciando en 140mm, 105mm, 70mm, y finalizando en 35mm.
- Se recomienda el uso alterno de los códigos G01 y G00

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS Industrial y de Servicios No. 1
LABORATORIO DE CONTROL NUMÉRICO

PRÁCTICA No. 1 CILINDRADO DE UNA PIEZA (ESCALONADO)

2. TECLADO ENTRENADOR EMCOTRONIC TM 02

HOJA 3 DE 8

Las teclas de direcciones que se deben de utilizar para llevar a cabo esta práctica son las siguientes:

G T X Z S F M

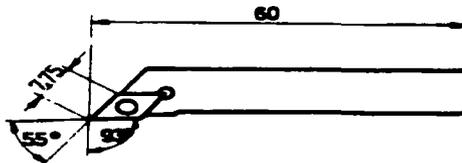
3. BIBLIOTECA DE HERRAMIENTAS

Para el desarrollo de esta práctica, se sugiere el uso de la siguiente herramienta:

Nombre de la herramienta: Porta cuchillas lateral a la derecha 12 x 12

Ubicación en la memoria: T0101

Figura de la herramienta:



**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS Industrial y de Servicios No. 1
LABORATORIO DE CONTROL NUMÉRICO**

PRÁCTICA No. 1 CILINDRADO DE UNA PIEZA (ESCALONADO)

4. PUESTO DE PROGRAMACIÓN DEL ALUMNO

HOJA 4 DE 8

El alumno deberá encender su computadora, al aparecer el símbolo del sistema operativo, deberá de introducir los siguientes comandos, seguidos de la tecla de ENTER:

C:\ cd emco ↵

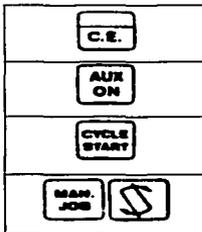
C:\emcolemco ↵

Al aparecer la primer pantalla, seleccionar de ésta la opción PROGRAMAR

Al aparecer la segunda pantalla, seleccionar la opción TORNO

Finalmente, aparecerá la pantalla de trabajo para el alumno (ver figura 4.22)

Aparecerán dos alarmas (060 y 460): Para eliminarlas, deberá presionar la siguiente secuencia de teclas:



**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS Industrial y de Servicios No. 1
LABORATORIO DE CONTROL NUMÉRICO**

PRÁCTICA No. 1 CILINDRADO DE UNA PIEZA (ESCALONADO)

Una vez eliminadas las alarmas, el alumno está en posibilidades de iniciar la elaboración de su programa para complementar su práctica. A continuación se sugiere la programación para el desarrollo de esta práctica que se muestra en las tres siguientes hojas de proceso: El alumno deberá guardar el programa y asignarle el nombre O 0010.

HOJA DE PROCESO

HOJA 5 DE 8

N	G	M	X	Z	F	S	T
0010	53						0000
0020	54						
0030	95 96					0	
0040	56						
0050	92		0.0	0.0			
0060	59						
0070		04					
0080	00		62.0	0.0			0101
0090	00		60.0	0.0			
0100	01		55.0		800.0	150.0	
0110	01			-140.0			
0120	01		62.0				
0130	00			0.0			
0140	01		50.0				
0150	01			-140.0			
0160	01		62.0				

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

HOJA DE PROCESO

HOJA 6 DE 8

N	G	M	X	Z	F	S	T
0170	00			0.0			
0180	01		45.0				
0190	01			-105.0			
0200	01		62.0				
0210	00			0.0			
0220	01		40.0				
0230	01			-105.0			
0240	01		62.0				
0250	00			0.0			
0260	01		35.0				
0270	01			-70.0			
0280	01		62.0				
0290	00			0.0			
0300	01		30.0				
0310	01			-70.0			
0320	01		62.0				
0330	00			0.0			
0340	01		25.0				
0350	01			-35.0			
0360	01		62.0				
0370	00			0.0			
0380	01		20.0				
0390	01			-35.0			

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

HOJA DE PROCESO

HOJA 7 DE 8

N	G	M	X	Z	F	S	T
0400	01		62.0				
0410	00			0.0			
0420		3					
0430		5					
0440		30					
0450							
0460							
0470							
0480							
0490							
0500							
0510							
0520							
0530							
0540							
0550							
0560							
0570							
0580							
0590							
0600							
0610							
0620							

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS Industrial y de Servicios No. 1
LABORATORIO DE CONTROL NUMÉRICO

PRÁCTICA No. 1 CILINDRADO DE UNA PIEZA (ESCALONADO)

5. TORNO EMCOTURN 120P

HOJA 8 DE 8

Una vez finalizada la programación, podemos trasladar el programa al torno para que éste pueda realizar el maquinado de la pieza, para ello el alumno utilizará la siguiente secuencia:

Presionar la tecla ► CASSETTE ◀

Llamar al programa previamente grabado: O 0010 seguido de la tecla de ENTER

La computadora del torno mostrará el mensaje: O 0010 ENCONTRADO

Presionar la tecla ► CARGAR ◀

La computadora del torno mostrará el mensaje: O 0010 LISTO

En modo EXECUTE: Es ahora cuando el programa elaborado en el puesto de programación del alumno ha sido transferido a la memoria del torno EMCOTURN 120P y el profesor lo podrá verificar y ejecutar si así lo desea para dar por finalizado el proceso de maquinado de una pieza, ejecutando el programa con ayuda del torno EMCOTURN 120P.

Finalmente se muestra la simulación y el listado del programa elaborado, y cuya imagen mostrada en la figura 4.24 concuerda con la pieza real maquinada por el torno EMCOTURN 120P.

LISTADO DEL PROGRAMA O 0010.

(* WinCAM by EMCO [c] 95-96, programa-CNEMCOTRONIC TM02 T *)
(PRÁCTICA No. 1 CILINDRADO DE UNA PIEZA ESCALONADO)

N0010 G53 T0000
N0020 G54
N0030 G95 G96 S0
N0040 G56
N0050 G92 X0. Z0.
N0060 G59
N0070 M04
N0080 G00 X62.0 Z0.0 T0101
N0090 G00 X60.0 Z0.0
N0100 G01 X55.0 S150.0 F800.0
N0110 G01 Z-140
N0120 G01 X62.0
N0130 G00 Z0.0
N0140 G01 X50.0
N0150 G01 Z-140.0
N0160 G01 X62.0
N0170 G00 Z0.0
N0180 G01 X45.0
N0190 G01 Z-105.0
N0200 G01 X62.0
N0210 G00 Z0.0
N0220 G01 X40.0
N0230 G01 Z-105.0
N0240 G01 X62.0

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

N0250 G00 Z0.0
N0260 G01 X35.0
N0270 G01 Z-70.0
N0280 G01 X62.0
N0290 G00 Z0.0
N0300 G01 X30.0
N0310 G01 Z-70.0
N0320 G01 X62.0
N0330 G00 Z0.0
N0340 G01 X25.0
N0350 G01 Z-35.0
N0360 G01 X62.0
N0370 G00 Z0.0
N0380 G01 X20.0
N0390 G01 Z-35.0
N0400 G01 X62.0
N0410 G00 Z0.0
N0420 M3
N0430 M5
N0440 M30

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

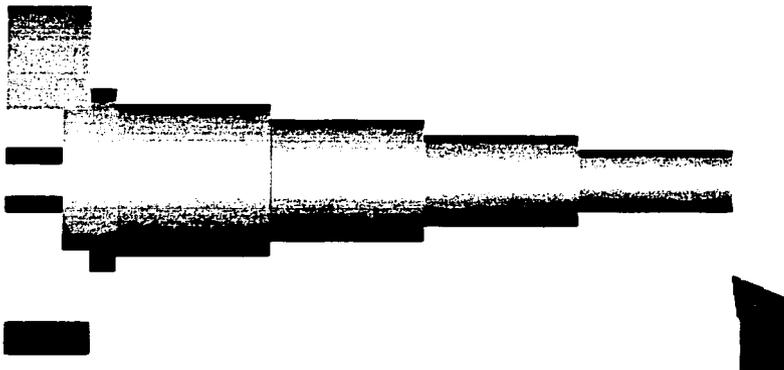


Fig. 4.24 Forma final de la pieza maquinada por el torno EMCOTURN 120P

4.3 PRÁCTICA 2 CONICIDAD Y CAREADO

CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS Industrial y de Servicios No. 1
 LABORATORIO DE CONTROL NUMÉRICO
PRÁCTICA No. 2 CONICIDAD Y CAREADO

1. INFORMACIÓN DE LA PIEZA:

HOJA 1 DE 11

a) Geométrica

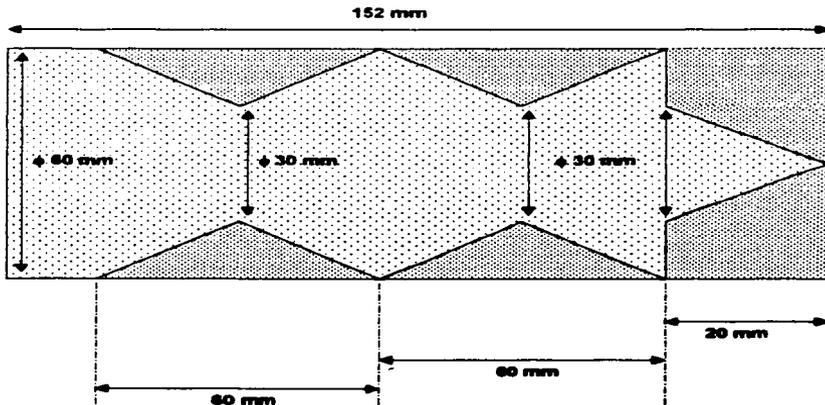
Largo (eje Z): 152 mm

Diámetro (eje X): 60 mm

Longitud para maquinado: 140 mm

Longitud para amarre: 12 mm

El dibujo de la pieza con sus zonas de corte es el siguiente:



CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS Industrial y de Servicios No. 1

LABORATORIO DE CONTROL NUMÉRICO

PRÁCTICA No. 2 CONICIDAD Y CAREADO

b) INFORMACIÓN TECNOLÓGICA

HOJA 2 DE 11

Acabado: Fino

Material: Aluminio

Modo de funcionamiento: Automático

c) MOVIMIENTOS

Se sugiere la siguiente secuencia de cortes:

- Hacer un rectificadido de la cara sin cortes.
- Desbaste diametral a cada 3mm hasta alcanzar los 20mm para después proceder con la conicidad.
- Desbaste diametral entre los 20 y los 80 mm haciendo un escalonado a efecto de reducir la cantidad de material que se va a desbastar para lograr la segunda conicidad.
- Desbaste diametral entre los 80 y los 140 mm haciendo un escalonado gradual a efecto de reducir la cantidad de material que se va a desbastar para lograr la tercer conicidad.
- Se recomienda el uso alterno de los códigos G01 y G00

CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS Industrial y de Servicios No. 1
LABORATORIO DE CONTROL NUMÉRICO

PRÁCTICA No. 2 CONICIDAD Y CAREADO

2. TECLADO ENTRENADOR EMCOTRONIC TM 02

HOJA 3 DE 11

Las teclas de direcciones que se deben de utilizar para llevar a cabo esta práctica son las siguientes:

G T X Z S F M

3. BIBLIOTECA DE HERRAMIENTAS

Para el desarrollo de esta práctica, se sugiere el uso de las siguientes herramientas:

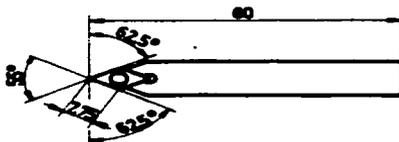
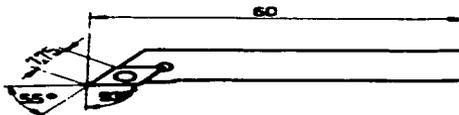
Nombre de la herramienta: Porta cuchillas lateral a la derecha 12 x 12

Ubicación en la memoria: T0101

Nombre de la herramienta: Porta cuchillas lateral neutro

Ubicación en la memoria: T0303

Figuras de las herramientas:



CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS Industrial y de Servicios No. 1

LABORATORIO DE CONTROL NUMÉRICO

PRÁCTICA No. 2 CONICIDAD Y CAREADO

4. PUESTO DE PROGRAMACIÓN DEL ALUMNO

HOJA 4 DE 11

El alumno deberá encender su computadora, al aparecer el símbolo del sistema operativo, deberá de introducir los siguientes comandos, seguidos de la tecla de ENTER:

C:\ cd emco ↵

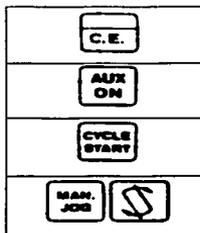
C:\emco\emco ↵

Al aparecer la primer pantalla, seleccionar de ésta la opción PROGRAMAR

Al aparecer la segunda pantalla, seleccionar la opción TORNO

Finalmente, aparecerá la pantalla de trabajo para el alumno (ver figura 4.22)

Aparecerán dos alarmas (060 y 460): Para eliminarlas, deberá presionar la siguiente secuencia de teclas:



CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS Industrial y de Servicios No. 1

LABORATORIO DE CONTROL NUMÉRICO

PRÁCTICA No. 2 CONICIDAD Y CAREADO

Una vez eliminadas las alarmas, el alumno está en posibilidades de iniciar la elaboración de su programa para complementar su práctica. A continuación se sugiere la programación para el desarrollo de esta práctica que se muestra en las seis siguientes hojas de proceso: El alumno deberá guardar el programa y asignarle el nombre O 0020.

HOJA DE PROCESO

HOJA 5 DE 11

N	G	M	X	Z	F	S	T
0010	53						0000
0020	54						
0030	95 96					0	
0040	56						
0050	92		0.0	0.0			
0060	59						
0070		04					
0080	00		62.0	0.0	800.0	150.0	0101
0090	01		80.0		500.0		
0100	01		10.0				
0110	01		62.0				
0120	01			-3.0			
0130	01		15.0				
0140	01		62.0				
0150	01			-6.0			
0160	01		20.0				

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

HOJA DE PROCESO

HOJA 6 DE 11

N	G	M	X	Z	F	S	T
0170	01		62.0				
0180	01			-9.0			
0190	01		25.0				
0200	01		62.0				
0210	01			-12.0			
0220	01		30.0				
0230	01		62.0				
0240	01			-15.0			
0250	01		30.0				
0260	01		62.0				
0270	01			-18.0			
0280	01		30.0				
0290	01		62.0				
0300	01			-20.0			
0310	01		30.0				
0320	01		62.0				
0330	00		30.0	-20.0			
0340	01		0.0	0.0			
0350	00		62.0				
0360	00			0.0			0303
0370	00			-50.0			
0380	00		60.0				
0390	01		58.0				

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

HOJA DE PROCESO

HOJA 7 DE 11

N	G	M	X	Z	F	S	T
0400	01			-76.0			
0410	01			-24.0			
0420	01			-27.0			
0430	01		56.0				
0440	01			-73.0			
0450	01			-70.0			
0460	01		54.0				
0470	01			-30.0			
0480	01			-33.0			
0490	01		52.0				
0500	01			-67.0			
0510	01			-64.0			
0520	01		50.0				
0530	01			-36.0			
0540	01			-39.0			
0550	01		46.0				
0560	01			-61.0			
0570	01			-58.0			
0580	01		44.0				
0590	01			-42.0			
0600	01			-45.0			
0610	01		42.0				
0620	01			-55.0			

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

HOJA DE PROCESO

HOJA 8 DE 11

N	G	M	X	Z	F	S	T
0630	01			-52.0			
0640	01		40.0				
0650	01			-48.0			
0660	01		38.0				
0670	00		62.0				
0680	00						0202
0690	00			-80.0			
0700	01		30.0	-50.0			
0710	01		60.0	-20.0			
0720							0303
0730	00			-110.0			
0740	00		60.0				
0750	01		58.0				
0760	01			-136.0			
0770	01			-84.0			
0780	01			-87.0			
0790	01		56.0				
0800	01			-133.0			
0810	01			-130.0			
0820	01		54.0				
0830	01			-90.0			
0840	01			-93.0			
0850	01		52.0				

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

HOJA DE PROCESO

HOJA 9 DE 11

N	G	M	X	Z	F	S	T
0860	01			-127.0			
0870	01			-124.0			
0880	01		50.0				
0890	01			-96.0			
0900	01			-99.0			
0910	01		46.0				
0920	01			-121.0			
0930	01			-118.0			
0940	01		44.0				
0950	01			-102.0			
0960	01			-105.0			
0970	01		42.0				
0980	01			-115.0			
0990	01			-112.0			
1000	01		40.0				
1010	01			-108.0			
1020	01		38.0				
1030	00		62.0				
1040	00			-140.0			0303
1050	01		30.0	-110			
1060	01		80.0	-80.0			
1070	00						0303
1080	00		65.0	0.0			

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

HOJA DE PROCESO

HOJA 10 DE 11

N	G	M	X	Z	F	S	T
1090		03					
1100		05					
1110		26					
1120		25					
1130		30					
1140							
1150							
1160							
1170							
1180							
1190							
1200							
1210							
1220							
1230							
1240							
1250							
1260							
1270							
1280							
1290							
1300							
1310							

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS Industrial y de Servicios No. 1

LABORATORIO DE CONTROL NUMÉRICO

PRÁCTICA No. 2 CONICIDAD Y CAREADO

5. TORNO EMCOTURN 120P

HOJA 11 DE 11

Una vez finalizada la programación, podemos trasladar el programa al torno para que éste pueda realizar el maquinado de la pieza, para ello el alumno utilizará la siguiente secuencia:

Presionar la tecla ► CASSETTE ◀

Llamar al programa previamente grabado: O 0020 seguido de la tecla de ENTER

La computadora del torno mostrará el mensaje: O 0020 ENCONTRADO

Presionar la tecla ► CARGAR ◀

La computadora del torno mostrará el mensaje: O 0020 LISTO

En modo EXECUTE: Es ahora cuando el programa elaborado en el puesto de programación del alumno ha sido transferido a la memoria del torno EMCOTURN 120P y el profesor lo podrá verificar y ejecutar si así lo desea para dar por finalizado el proceso de maquinado de una pieza, ejecutando el programa con ayuda del torno EMCOTURN 120P.

Finalmente se muestra la simulación y el listado del programa elaborado, y cuya imagen mostrada en la figura 4.25 concuerda con la pieza real maquinada por el torno EMCOTURN 120P.

LISTADO DEL PROGRAMA O 0020.

(* WinCAM by EMCO [c] 95-96, programa-CNEMCOTRONIC TM02 T *)

(PRÁCTICA No.2 CONICIDAD Y CAREADO)

N0010 G53 T0000

N0020 G54

N0030 G95 G96 S0

N0040 G56

N0050 G92 X0. Z0.

N0060 G59

N0070 M04

N0080 G00 X62.0 Z0.0 S150.0 F800.0 T0101

N0090 G01 X60.0 F500

(PRIMER CONICIDAD)

N0100 G01 X10.0

N0110 G01 X62.0

N0120 G01 Z-3.0

N0130 G01 X15.0

N0140 G01 X62.0

N0150 G01 Z-6.0

N0160 G01 X20.0

N0170 G01 X62.0

N0180 G01 Z-9.0

N0190 G01 X25.0

N0200 G01 X62.0

N0210 G01 Z-12.0

N0220 G01 X30.0

N0230 G01 X62.0

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

N0240 G01 Z-15.0
N0250 G01 X30.0
N0260 G01 X62.0
N0270 G01 Z-18.0
N0280 G01 X30.0
N0290 G01 X62.0
N0300 G01 Z-20.0
N0310 G01 X30.0
N0320 G01 X62.0
N0330 G00 Z-20.0 X30.0
N0340 G01 X0.0 Z0.0
N0350 G00 X62.0
N0360 G00 Z0.0 T0303
(INICIA PRIMER CICLO DE DESBASTE)
N0370 G00 Z-50.0
N0380 G00 X60.0
N0390 G01 X58.0
N0400 G01 Z-76.0
N0410 G01 Z-24.0
N0420 G01 Z-27.0
N0430 G01 X56.0
N0440 G01 Z-73.0
N0450 G01 Z-70.0
N0460 G01 X54.0
N0470 G01 Z-30.0
N0480 G01 Z-33.0
N0490 G01 X52.0
N0500 G01 Z-67.0

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

N0510 G01 Z-64.0
N0520 G01 X50.0
N0530 G01 Z-36.0
N0540 G01 Z-39.0
N0550 G01 X46.0
N0560 G01 Z-61.0
N0570 G01 Z-58.0
N0580 G01 X44.0
N0590 G01 Z-42.0
N0600 G01 Z-45.0
N0610 G01 X42.0
N0620 G01 Z-55.0
N0630 G01 Z-52.0
N0640 G01 X40.0
N0650 G01 Z-48.0
N0660 G01 X38.0
N0670 G00 X62.0
N0680 G00 T0202
(RECTIFICACION DE LAS CARAS INTERNAS)
N0690 G00 Z-80.0
N0700 G01 Z-50.0 X30.0
N0710 G01 Z-20.0 X60.0
(INICIA SEGUNDO CICLO DE DESBASTE)
N0720 675 T0303
N0730 G00 Z-110.0
N0740 G00 X60.0
N0750 G01 X58.0
N0760 G01 Z-136.0

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

N0770 G01 Z-84.0
N0780 G01 Z-87.0
N0790 G01 X56.0
N0800 G01 Z-133.0
N0810 G01 Z-130.0
N0820 G01 X54.0
N0830 G01 Z-90.0
N0840 G01 Z-93.0
N0850 G01 X52.0
N0860 G01 Z-127.0
N0870 G01 Z-124.0
N0880 G01 X50.0
N0890 G01 Z-96.0
N0900 G01 Z-99.0
N0910 G01 X46.0
N0920 G01 Z-121.0
N0930 G01 Z-118.0
N0940 G01 X44.0
N0950 G01 Z-102.0
N0960 G01 Z-105.0
N0970 G01 X42.0
N0980 G01 Z-115.0
N0990 G01 Z-112.0
N1000 G01 X40.0
N1010 G01 Z-108.0
N1020 G01 X38.0
N1030 G00 X62.0
N1040 G00 Z-140.0 T0303

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

N1050 G01 Z-110.0 X30.0

N1060 G01 Z-80.0 X60.0

N1070 G00 T0303

N1080 G00 X65.0 Z0.0

N1090 M3

N1100 M5

N1110 M26

N1120 M25

N1130 M30

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

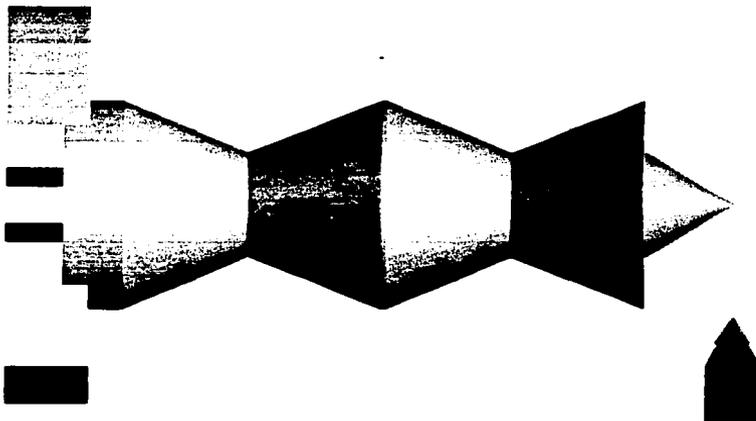


Fig. 4.25 Forma final de la pieza maquinada por el torno EMCOTURN 120P

4.4 PRÁCTICA 3 MAQUINADO DE UNA FIGURA: PEON DE AJEDREZ

CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS Industrial y de Servicios No. 1
LABORATORIO DE CONTROL NUMÉRICO

PRÁCTICA No. 3 MAQUINADO DE UNA FIGURA: PEON DE AJEDREZ

1. INFORMACIÓN DE LA PIEZA:

HOJA 1 DE 8

a) Geométrica

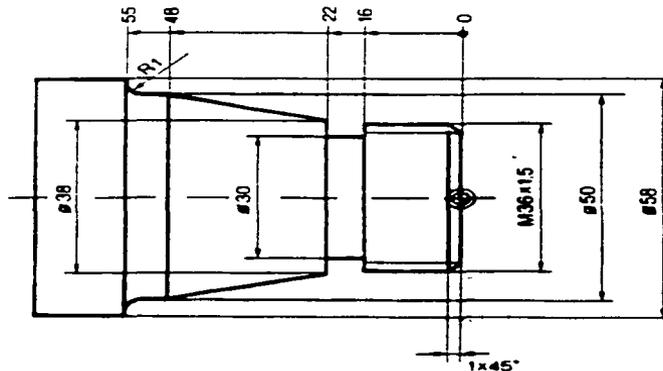
Largo (eje Z): 70 mm

Diámetro (eje X): 58 mm

Longitud para maquinado: 55 mm

Longitud para amarre: 15 mm

El dibujo de la pieza con sus zonas de corte es el siguiente:



CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS Industrial y de Servicios No. 1
LABORATORIO DE CONTROL NUMÉRICO

PRÁCTICA No. 3 MAQUINADO DE UNA FIGURA: PEON DE AJEDREZ

b) INFORMACIÓN TECNOLÓGICA

HOJA 2 DE 8

Acabado: Fino

Material: Aluminio

Modo de funcionamiento: Automático

c) MOVIMIENTOS

Se sugiere la siguiente secuencia de cortes:

- Hacer un rectificando de la cara sin cortes.
- Desbaste diametral hasta los primeros 16 mm para maquinar la parte superior
- Desbaste diametral con la herramienta tronadora para dar el diámetro exacto
- Desbaste diametral entre los 22 y los 48 mm para realizar la conicidad
- Se recomienda el uso alterno de los códigos G01 y G00

CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS Industrial y de Servicios No. 1
LABORATORIO DE CONTROL NUMÉRICO

PRÁCTICA No. 3 MAQUINADO DE UNA FIGURA: PEON DE AJEDREZ

2. TECLADO ENTRENADOR EMCOTRONIC TM 02

HOJA 3 DE 8

Las teclas de direcciones que se deben de utilizar para llevar a cabo esta práctica son las siguientes:

G T X Z S F M

3. BIBLIOTECA DE HERRAMIENTAS

Para el desarrollo de esta práctica, se sugiere el uso de las siguientes herramientas:

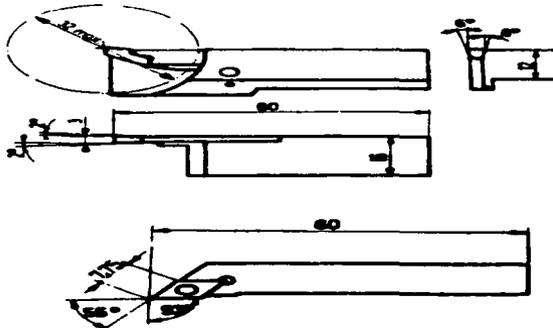
Nombre de la herramienta: Porta cuchillas lateral a la derecha 12 x 12

Ubicación en la memoria: T0101

Nombre de la herramienta: Porta cuchillas de tronzar

Ubicación en la memoria: T0606

Figuras de las herramientas:



**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS Industrial y de Servicios No. 1
LABORATORIO DE CONTROL NUMÉRICO****PRÁCTICA No. 3 MAQUINADO DE UNA FIGURA: PEON DE AJEDREZ****4. PUESTO DE PROGRAMACIÓN DEL ALUMNO**

HOJA 4 DE 8

El alumno deberá encender su computadora, al aparecer el símbolo del sistema operativo, deberá de introducir los siguientes comandos, seguidos de la tecla de ENTER:

C:\ cd emco ↵

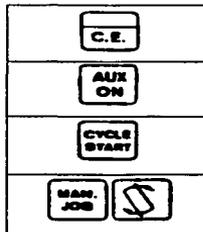
C:\emco\emco ↵

Al aparecer la primer pantalla, seleccionar de ésta la opción PROGRAMAR

Al aparecer la segunda pantalla, seleccionar la opción TORNO

Finalmente, aparecerá la pantalla de trabajo para el alumno (ver figura 4.22)

Aparecerán dos alarmas (060 y 460): Para eliminarlas, deberá presionar la siguiente secuencia de teclas:



CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS Industrial y de Servicios No. 1
LABORATORIO DE CONTROL NUMÉRICO

PRÁCTICA No. 3 MAQUINADO DE UNA FIGURA: PEON DE AJEDREZ

Una vez eliminadas las alarmas, el alumno está en posibilidades de iniciar la elaboración de su programa para complementar su práctica. A continuación se sugiere la programación para el desarrollo de esta práctica que se muestra en las seis siguientes hojas de proceso: El alumno deberá guardar el programa y asignarle el nombre O 0030

HOJA DE PROCESO

HOJA 5 DE 8

N	G	M	X	Z	F	S	T
0010	53						
0020	54						
0030	95 96					0	
0040	56						
0050	92		0.0	0.0			
0060	59						
0070		04					
0080						150.0	0101
0090	01		60.0	0.0	800.0	150.0	
0100	01		58.0	0.0			
0110	01			-2.0			
0120	01		0.0				
0130	01			0.0			
0140	00		58.0				
0150	01		58.0	-55.0			
0160	00		60.0	0.0			

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

HOJA DE PROCESO

HOJA 6 DE 8

N	G	M	X	Z	F	S	T
0170	01		50.0				
0180	01		50.0	-55.0			
0190	00		60.0	0.0			
0200	01		48.0				
0210	01			-22.0			
0220	00		50.0	0.0			
0230	01		44.0				
0240	01			-22.0			
0250	00		50.0	0.0			
0260	01		40.0				
0270	01		-22.0				
0280	00		50.0	0.0			
0290	01		36.0				
0300	01			-22.0			
0310	01		38.0				
0320	01			0.0			
0330	01		34.5				
0340	01		34.5	-2.0			
0350	00			0.0			
0360	01		50.0	-48.0			
0370	00		60.0	0.0			
0380	00						0606
0390	01			-22.0			

HOJA DE PROCESO

HOJA 7 DE 8

N	G	M	X	Z	F	S	T
0400	01		30.0				
0410	00		50.0				
0420	01			-19.0			
0430	01		30.0				
0440	01		60.0				
0450	00			0.0			
0460	00						0101
0470		03					
0480		05					
0490		30					
0500							
0510							
0520							
0530							
0540							
0550							
0560							
0570							
0580							
0590							
0600							
0610							
0620							

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS Industrial y de Servicios No. 1
LABORATORIO DE CONTROL NUMÉRICO

PRÁCTICA No. 3 MAQUINADO DE UNA FIGURA: PEON DE AJEDREZ

5. TORNO EMCOTURN 120P

HOJA 11 DE 8

Una vez finalizada la programación, podemos trasladar el programa al torno para que éste pueda realizar el maquinado de la pieza, para ello el alumno utilizará la siguiente secuencia:

Presionar la tecla ► CASSETTE ◀

Llamar al programa previamente grabado: O 0030 seguido de la tecla de ENTER

La computadora del torno mostrará el mensaje: O 0030 ENCONTRADO

Presionar la tecla ► CARGAR ◀

La computadora del torno mostrará el mensaje: O 0030 LISTO

En modo EXECUTE: Es ahora cuando el programa elaborado en el puesto de programación del alumno ha sido transferido a la memoria del torno EMCOTURN 120P y el profesor lo podrá verificar y ejecutar si así lo desea para dar por finalizado el proceso de maquinado de una pieza, ejecutando el programa con ayuda del torno EMCOTURN 120P.

Finalmente se muestra la simulación y el listado del programa elaborado, y cuya imagen mostrada en la figura 4.26 concuerda con la pieza real maquinada por el torno EMCOTURN 120P.

LISTADO DEL PROGRAMA O 0030.

(* WinCAM by EMCO [c] 95-96, programa-CNEMCOTRONIC TM02 T *)
(PRÁCTICA No.3 MAQUINADO DE FIGURA DE UN PEON)

N0010 G53
N0020 G54
N0030 G95 G96 S0
N0040 G56
N0050 G92 X0. Z0.
N0060 G59
N0070 M04
N0080 T0101 S150.0
N0090 G01 Z0.0 X60.0 F800.0 S150.0
N0100 G01 X58.0 Z0.0
N0110 G01 Z-2.0
N0120 G01 X0.0
N0130 G01 Z0.0
N0140 G00 X58.0
N0150 G01 X58.0 Z-55.0
N0160 G00 X60.0 Z0.0
N0170 G01 X50.0
N0180 G01 X50.0 Z-55
N0190 G00 X60.0 Z0.0
N0200 G01 X48.0
N0210 G01 Z-22.0
N0220 G00 X50.0 Z0.0
N0230 G01 X44.0
N0240 G01 Z-22.0

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

N0250 G00 X50.0 Z0.0
N0260 G01 X40.0
N0270 G01 Z-22.0
N0280 G00 X50.0 Z0.0
N0290 G01 X36.0
N0300 G01 Z-22.0
N0310 G01 X38
N0320 G01 Z0.0
N0330 G01 X34.5
N0340 G01 X34.5 Z-2.0
N0350 G00 Z0.0
N0360 G01 X50.0 Z-48.0
N0370 G00 X60.0 Z0.0
N0380 G00 T0606
N0390 G01 Z-22.0
N0400 G01 X30.0
N0410 G00 X50.0
N0420 G01 Z-19
N0430 G01 X30.0
N0440 G01 X60.0
N0450 G00 Z.0.0
N0460 G00 T0101
N0470 M3
N0480 M5
N0490 M30



Fig. 4.26 Forma final de la pieza maquinada por el torno EMCOTURN 120P

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4.5 PRÁCTICA 4 MAQUINADO DE UNA FIGURA: REY DEL AJEDREZ

CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS Industrial y de Servicios No. 1
 LABORATORIO DE CONTROL NUMÉRICO
PRÁCTICA No. 4 MAQUINADO DE UNA FIGURA: REY DE AJEDREZ

1. INFORMACIÓN DE LA PIEZA:

HOJA 1 DE 8

a) Geométrica

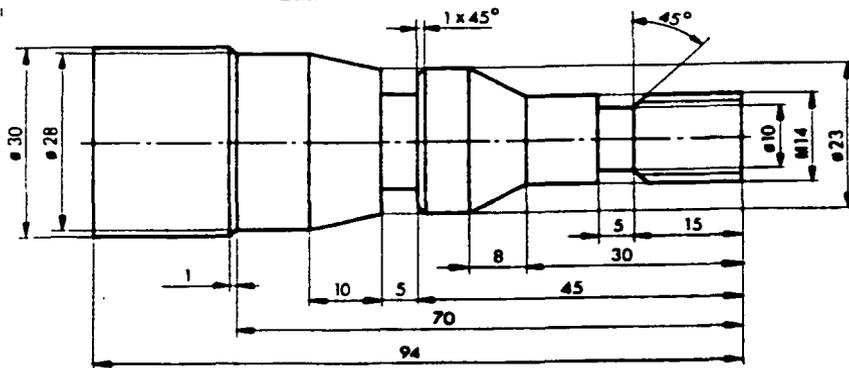
Largo (eje Z): 94 mm

Diámetro (eje X): 30 mm

Longitud para maquinado: 71 mm

Longitud para amarre: 23 mm

El dibujo de la pieza con sus zonas de corte es el siguiente:



CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS Industrial y de Servicios No. 1
LABORATORIO DE CONTROL NUMÉRICO

PRÁCTICA No. 4 MAQUINADO DE UNA FIGURA: REY DE AJEDREZ

b) INFORMACIÓN TECNOLÓGICA

HOJA 2 DE 8

Acabado: Fino

Material: Aluminio

Modo de funcionamiento: Automático

c) MOVIMIENTOS

Se sugiere la siguiente secuencia de cortes:

- Hacer un cilindrado en los primeros 70 mm.
- Desbaste diametral a los siguientes 60 mm escalonados en intervalos de 3 mm
- Desbaste diametral a los siguientes 30 mm escalonados en intervalos de 3 mm
- Chafanados a los 75 y 30 mm respectivamente
- Desbaste con la herramienta de tronzar a los 75 y 35 mm respectivamente
- Chafanados a los 94, 45 y 15 mm respectivamente
- Se recomienda el uso alterno de los códigos G01 y G00

CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS Industrial y de Servicios No. 1
LABORATORIO DE CONTROL NUMÉRICO

PRÁCTICA No. 4 MAQUINADO DE UNA FIGURA: REY DE AJEDREZ

2. TECLADO ENTRENADOR EMCOTRONIC TM 02

HOJA 3 DE 8

Las teclas de direcciones que se deben de utilizar para llevar a cabo esta práctica son las siguientes:

G T X Z S F M

3. BIBLIOTECA DE HERRAMIENTAS

Para el desarrollo de esta práctica, se sugiere el uso de las siguientes herramientas:

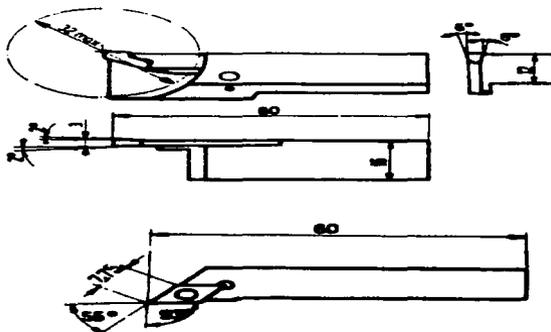
Nombre de la herramienta: Porta cuchillas lateral a la derecha 12 x 12

Ubicación en la memoria: T0101

Nombre de la herramienta: Porta cuchillas de tronzar

Ubicación en la memoria: T0606

Figuras de las herramientas:



CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS Industrial y de Servicios No. 1
LABORATORIO DE CONTROL NUMÉRICO

PRÁCTICA No. 4 MAQUINADO DE UNA FIGURA: REY DE AJEDREZ

4. PUESTO DE PROGRAMACIÓN DEL ALUMNO

HOJA 4 DE 6

El alumno deberá encender su computadora, al aparecer el símbolo del sistema operativo, deberá de introducir los siguientes comandos, seguidos de la tecla de ENTER:

C:\ cd emco ↵

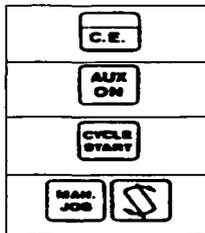
C:\emco\emco ↵

Al aparecer la primer pantalla, seleccionar de ésta la opción PROGRAMAR

Al aparecer la segunda pantalla, seleccionar la opción TORNO

Finalmente, aparecerá la pantalla de trabajo para el alumno (ver figura 4.22)

Aparecerán dos alarmas (060 y 460): Para eliminarlas, deberá presionar la siguiente secuencia de teclas:



CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS Industrial y de Servicios No. 1
LABORATORIO DE CONTROL NUMÉRICO

PRÁCTICA No. 4 MAQUINADO DE UNA FIGURA: REY DE AJEDREZ

Una vez eliminadas las alarmas, el alumno está en posibilidades de iniciar la elaboración de su programa para complementar su práctica. A continuación se sugiere la programación para el desarrollo de esta práctica que se muestra en las seis siguientes hojas de proceso: El alumno deberá guardar el programa y asignarle el nombre O 0040

HOJA DE PROCESO

HOJA 5 DE 6

N	G	M	X	Z	F	S	T
0010	53						0000
0020	54						
0030	95 96					0	
0040	56						
0050	92		0.0	0.0			
0060	59						
0070		04					
0080					800.0	150.0	0101
0090	00		32.0	0.0			
0100	01		28.0				
0110	01			-70.0			
0120	01		30.0	-71.0			
0130	01		32.0				
0140	01			0.0			
0150	01		28.0				
0160	01			-50.0			

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

HOJA DE PROCESO							HOJA 6 DE 8
N	G	M	X	Z	F	S	T
0170	01		32.0				
0180	01			0.0			
0190	01		23.0				
0200	01			-50.0			
0210	01		28.0	-60.0			
0220	01		32.0				
0230	01			0.0			
0240	01		20.0				
0250	01			-30.0			
0260	01		32.0				
0270	01			0.0			
0280	01		17.0				
0290	01			-30.0			
0300	01		32.0				
0310	01			0.0			
0320	01		14.0				
0330	01			-30.0			
0340	01		23.0	-38.0			
0350	01		32.0				
0360	00						0608
0370	01			-47.5			
0380	01		14.0				
0390	01		32.0				

HOJA DE PROCESO							HOJA 7 DE 8	
N	G	M	X	Z	F	S	T	
0400	01			-49.5				
0410	01		14.0					
0420	01		32.0					
0430	01			-15.0				
0440	01		10.0					
0450	01		32.0					
0460	01			-17.0				
0470	01		10.0					
0480	01		32.0					
0490	00						0101	
0500	01			-15.0				
0510	01		10.0					
0520	01		14.0	-11.0				
0530	01		32.0					
0540	01			-44.0				
0550	01		23.0					
0560	01		22.0	-45.0				
0570	01		32.0					
0580	00			0.0				
0590		03						
0600		05						
0610		30						
0620								

CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS Industrial y de Servicios No. 1
LABORATORIO DE CONTROL NUMÉRICO

PRÁCTICA No. 4 MAQUINADO DE UNA FIGURA: REY DEL AJEDREZ

5. TORNO EMCOTURN 120P

HOJA 8 DE 8

Una vez finalizada la programación, podemos trasladar el programa al torno para que éste pueda realizar el maquinado de la pieza, para ello el alumno utilizará la siguiente secuencia:

Presionar la tecla ►CASSETTE◄

Llamar al programa previamente grabado: O 0040 seguido de la tecla de ENTER

La computadora del torno mostrará el mensaje: O 0040 ENCONTRADO

Presionar la tecla ►CARGAR◄

La computadora del torno mostrará el mensaje: O 0040 LISTO

En modo EXECUTE: Es ahora cuando el programa elaborado en el puesto de programación del alumno ha sido transferido a la memoria del torno EMCOTURN 120P y el profesor lo podrá verificar y ejecutar si así lo desea para dar por finalizado el proceso de maquinado de una pieza, ejecutando el programa con ayuda del torno EMCOTURN 120P.

Finalmente se muestra la simulación y el listado del programa elaborado, y cuya imagen mostrada en la figura 4.27 concuerda con la pieza real maquinada por el torno EMCOTURN 120P.

LISTADO DEL PROGRAMA O 0040.

(* WinCAM by EMCO [c] 95-96, programa-CNEMCOTRÓNICO TM02 T *)
(PRÁCTICA No.4 MAQUINADO DE UNA FIGURA: REY DEL AJEDREZ)

N0010 G53 T0000
N0020 G54
N0030 G95 G96 S0
N0040 G56
N0050 G92 X0. Z0.
N0060 G59
N0070 M04
N0080 T0101 S150.0 F800.0
N0090 G00 X32.0 Z0.0
N0100 G01 X28.0
N0110 G01 Z-70.0
N0120 G01 X30.0 Z-71.0
N0130 G01 X32.0
N0140 G01 Z0.0
N0150 G01 X26.0
N0160 G01 Z-50.0
N0170 G01 X32.0
N0180 G01 Z0.0
N0190 G01 X23.0
N0200 G01 Z-50.0
N0210 G01 X28.0 Z-60.0
N0220 G01 X32.0
N0230 G01 Z0.0
N0240 G01 X20.0

N0250 G01 Z-30.0
N0260 G01 X32.0
N0270 G01 Z0.0
N0280 G01 X17.0
N0290 G01 Z-30.0
N0300 G01 X32.0
N0310 G01 Z0.0
N0320 G01 X14.0
N0330 G01 Z-30.0
N0340 G01 X23.0 Z-38.0
N0350 G01 X32.0
N0360 G00 T0606
N0370 G01 Z-47.5
N0380 G01 X14.0
N0390 G01 X32.0
N0400 G01 Z-49.5
N0410 G01 X14.0
N0420 G01 X32.0
N0430 G01 Z-15.0
N0440 G01 X10.0
N0450 G01 X32.0
N0460 G01 Z-17.0
N0470 G01 X10.0
N0480 G01 X32.0
N0490 G00 T0101
N0500 G01 Z-15.0
N0510 G01 X10.0
N0520 G01 X14.0 Z-11.0

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

N0530 G01 X32.0

N0540 G00 Z-44.0

N0550 G01 X23.0

N0560 G01 X22.0 Z-45.0

N0570 G01 X32.0

N0580 G00 Z0.0

N0590 M03

N0600 M05

N0610 M30

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

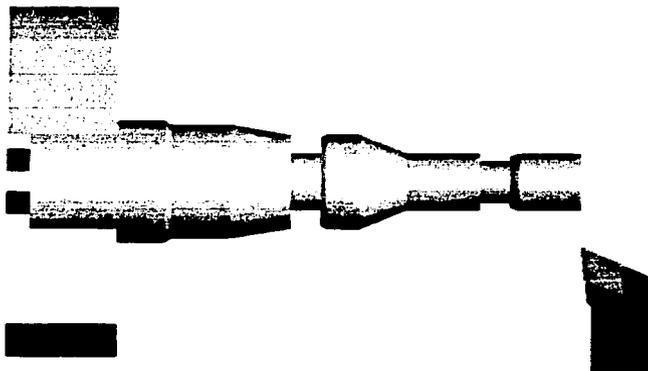


Fig. 4.27 Forma final de la pieza maquinada por el torno EMCOTURN 120P

CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS Industrial y de Servicios No. 1
LABORATORIO DE CONTROL NUMÉRICO

PRACTICA No. 5 INTERPOLACION CIRCULAR

b) INFORMACIÓN TECNOLÓGICA

HOJA 2 DE 9

Acabado: Fino

Material: Aluminio

Modo de funcionamiento: Automático

c) MOVIMIENTOS

Se sugiere la siguiente secuencia de cortes:

- Debemos considerar que la pieza a maquinar la podemos dividir en dos partes exactamente iguales.
- Para la primer parte se sugiere realizar los cortes de la base con la herramienta tronzadora.
- El desbaste se inicia a los 60 mm con código G03 para efectuar la interpolación.
- Una vez concluida la interpolación se realiza el desbaste diametral hacia la izquierda para eliminar el material excedente.
- Empleando el código G02 se realiza la segunda interpolación a los 70 mm
- Estas operaciones son repetitivas hasta los 100 mm en donde se realiza el último ciclo de interpolación
- Para la segunda mitad el desbaste inicia a los 70 mm con la primer interpolación. Cabe mencionar que esta segunda mitad es geométricamente igual que la anterior
- Se recomienda el uso alterno de los códigos G01 G00 G02 G03

CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS Industrial y de Servicios No. 1

LABORATORIO DE CONTROL NUMÉRICO

PRÁCTICA No. 5 INTERPOLACION CIRCULAR

2. TECLADO ENTRENADOR EMCOTRONIC TM 02

HOJA 3 DE 9

Las teclas de direcciones que se deben de utilizar para llevar a cabo esta práctica son las siguientes:

G T X Z R S F M

3. BIBLIOTECA DE HERRAMIENTAS

Para el desarrollo de esta práctica, se sugiere el uso de las siguientes herramientas:

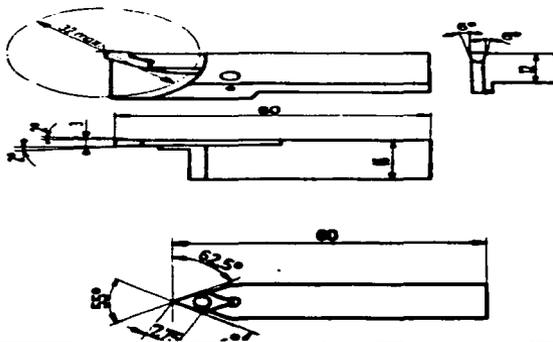
Nombre de la herramienta: Porta cuchillas lateral neutro

Ubicación en la memoria: T0303

Nombre de la herramienta: Porta cuchillas de tronzar

Ubicación en la memoria: T0606

Figuras de las herramientas:



CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS Industrial y de Servicios No. 1

LABORATORIO DE CONTROL NUMÉRICO

PRÁCTICA No. 5 INTERPOLACION CIRCULAR

4. PUESTO DE PROGRAMACIÓN DEL ALUMNO

HOJA 4 DE 9

El alumno deberá encender su computadora, al aparecer el símbolo del sistema operativo, deberá de introducir los siguientes comandos, seguidos de la tecla de ENTER:

C:\cd emco ↵

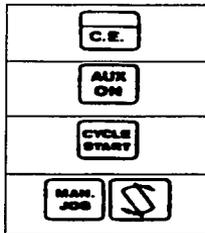
C:\emco\emco ↵

Al aparecer la primer pantalla, seleccionar de ésta la opción PROGRAMAR

Al aparecer la segunda pantalla, seleccionar la opción TORNO

Finalmente, aparecerá la pantalla de trabajo para el alumno (ver figura 4.22)

Aparecerán dos alarmas (060 y 460): Para eliminarlas, deberá presionar la siguiente secuencia de teclas:



CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS Industrial y de Servicios No. 1**LABORATORIO DE CONTROL NUMÉRICO****PRÁCTICA No. 5 INTERPOLACION CIRCULAR**

Una vez eliminadas las alarmas, el alumno está en posibilidades de iniciar la elaboración de su programa para complementar su práctica. A continuación se sugiere la programación para el desarrollo de esta práctica que se muestra en las seis siguientes hojas de proceso: El alumno deberá guardar el programa y asignarle el nombre O 0050

HOJA DE PROCESO

HOJA 5 DE 9

N	G	M	X	Z	F	S	R	T
0010	53							0000
0020	54							
0030	95 96					0		
0040	56							
0050	92		0.0	0.0				
0060	59							
0070		04						
0080					800.0	150.0		0606
0090	00		65.0	0.0				
0100	00			-120.0				
0110	01		25.0					
0120	00		65.0					
0130	00			-117.0				
0140	01		25.0					
0150	00		65.0					
0160	00		-114.0					

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

HOJA DE PROCESO

HOJA 8 DE 9

N	G	M	X	Z	F	S	R	T
0170	01		25.0					
0180	00		65.0					
0190	00			-112.0				
0200	01		25.0					
0210	00		65.0					
0220	00			-110.0				
0230	01		25.0					
0240	00		65.0					
0250								0303
0260	00			-60.0				
0270	00		60.0					
0280	02		55.0	-65.0	50.0		7.07	
0290	01			-115.0				
0300	00			-70.0				
0310	03		50.0	-75.0	50.0		7.07	
0320	01			-115.0				
0330	00			-80.0				
0340	02		45.0	-85.0	50.0		7.07	
0350	01			-115.0				
0360	00			-90.0				
0370	03		40.0	-95.0	50.0		7.07	
0380	01			-115.0				
0390	00			-100.0				

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

HOJA DE PROCESO

HOJA 6 DE 9

N	G	M	X	Z	F	S	R	T
0400	02		35.0	-105.0	50.0		7.07	
0410	00		65.0					
0420								0606
0430	01		35.0					
0440	01			-112.0				
0450	00		65.0					
0460								0303
0470	00		60.0	-50.0				
0480	03		55.0	-45.0	50.0		7.07	
0490	01			-40.0				
0500	01			0.0				
0510	00			-40.0				
0520	02		50.0	-35.0	50.0		7.07	
0530	01			-30.0				
0540	01			0.0				
0550	00			-30.0				
0560	03		45.0	-25.0	50.0		7.07	
0570	01			-20.0				
0580	01			0.0				
0590	00			-20.0				
0600	02		40.0	-15.0	50.0		7.07	
0610	01			-10.0				
0620	01			0.0				

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

HOJA DE PROCESO

HOJA 6 DE 9

N	G	M	X	Z	F	S	R	T
0630	00			-10.0				
0640	02		35.0	-5.0	50.0		7.07	
0650	01			0.0				
0660	00		65.0					
0670		03						
0680		05						
0690		30						
0700								
0710								
0720								
0730								
0740								
0750								
0760								
0770								
0780								
0790								
0800								
0810								
0820								
0830								
0840								
0850								

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS Industrial y de Servicios No. 1

LABORATORIO DE CONTROL NUMÉRICO

PRÁCTICA No. 5 INTERPOLACION CIRCULAR

5. TORNO EMCOTURN 120P

HOJA 9 DE 9

Una vez finalizada la programación, podemos trasladar el programa al torno para que éste pueda realizar el maquinado de la pieza, para ello el alumno utilizará la siguiente secuencia:

Presionar la tecla ► CASSETTE ◀

Llamar al programa previamente grabado: O 0050 seguido de la tecla de ENTER

La computadora del torno mostrará el mensaje: O 0050 ENCONTRADO

Presionar la tecla ► CARGAR ◀

La computadora del torno mostrará el mensaje: O 0050 LISTO

En modo EXECUTE: Es ahora cuando el programa elaborado en el puesto de programación del alumno ha sido transferido a la memoria del torno EMCOTURN 120P y el profesor lo podrá verificar y ejecutar si así lo desea para dar por finalizado el proceso de maquinado de una pieza, ejecutando el programa con ayuda del torno EMCOTURN 120P.

Finalmente se muestra la simulación y el listado del programa elaborado, y cuya imagen mostrada en la figura 4.28 concuerda con la pieza real maquinada por el torno EMCOTURN 120P.

LISTADO DEL PROGRAMA O 0050.

(* WinCAM by EMCO [c] 95-96, programa-CNEMCOTRÓNICO TM02 T *)
(PRÁCTICA No.5 INTERPOLACION CIRCULAR)

N0010 G53 T0000
N0020 G54
N0030 G95 G96 S0
N0040 G56
N0050 G92 X0. Z0.
N0060 G59
N0070 M04
N0080 T0606 S150.0 F800.0
N0090 G00 X65.0 Z0.0
N0100 G00 Z-120.0
N0110 G01 X25.0
N0120 G00 X65.0
N0130 G00 Z-117.0
N0140 G01 X25.0
N0150 G00 X65.0
N0160 G00 Z-114.0
N0170 G01 X25.0
N0180 G00 X65.0
N0190 G00 Z-112.0
N0200 G01 X25.0
N0210 G00 X65.0
N0220 G00 Z-110.0
N0230 G01 X25.0
N0240 G00 X65.0

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

N0250 T00303

(PRIMER ARCO)

N0260 G00 Z-60.0

N0270 G00 X60.0

N0280 G02 X55.0 Z-65.0 R7.07 F50.0

N0290 G01 Z-115.0

N0300 G00 Z-70.0

N0310 G03 X50.0 Z-75.0 R7.07 F50.0

N0320 G01 Z-115.0

N0330 G00 Z-80.0

(SEGUNDO ARCO)

N0340 G02X45.0 Z-85.0 R7.07 F50.0

N0350 G01 Z-115.0

N0360 G00 Z-90.0

N0370 G03 X40.0 Z-95.0 R7.07 F50.0

N0380 G01 Z-115.0

N0390 G00 Z-100.0

N0400 G02 X35.0 Z-105.0 R7.07 F50.0

N0410 G00 X65.0

N0420 T0606

N0430 G01 X35.0

N0440 G01 Z-112.0

N0450 G00 X65.0

(SEGUNDA MITAD)

(PRIMER ARCO)

N0460 T0303

N0470 G00 X60.0 Z-50.0

N0480 G03 X55.0 Z-45.0 R7.07 F50.0

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

N0490 G01 Z-40.0
N0500 G01 Z0.0
N0510 G00 Z-40.0
N0520 G02 X50.0 Z-35.0 R7.07 F50.0
N0530 G01 Z-30.0
N0540 G01 Z0.0
N0550 G00 Z-30.0
(SEGUNDO ARCO)
N0560 G03 X45.0 Z-25.0 R7.07 F50.0
N0570 G01 Z-20.0
N0580 G01 Z0.0
N0590 G00 Z-20.0
N0600 G02 X40.0 Z-15.0 R7.07 F50.0
N0610 G01 Z-10.0
N0620 G01 Z0.0
N0630 G00 Z-10.0
N0640 G02 X35.0 Z-5.0 R7.07 F50.0
N0650 G01 Z0.0
N0660 G00 X65.0
N0670 M3
N0680 M5
N0690 M30

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

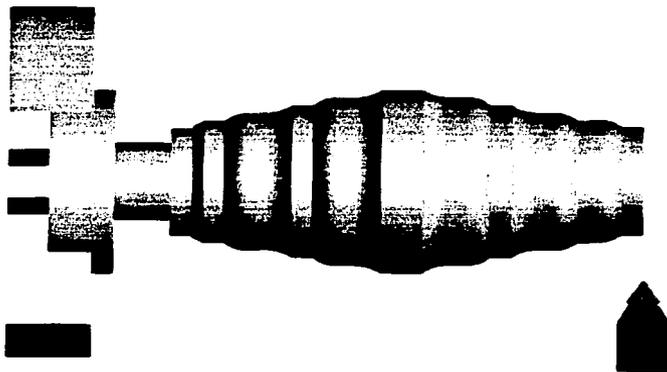


Fig. 4.28 Forma final de la pieza maquinada por el torno EMCOTURN 120P

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CONCLUSIONES

Día con día aumenta el predominio de sistemas completamente automatizados por lo que el número de máquinas de CNC y los centros de mecanizado, ya sea en talleres, empresas o escuelas o centros de capacitación, aumentará considerablemente en los próximos años.

Este predominio le dará al mundo de la manufactura una gran revolución, que cambiará definitivamente el aspecto de la fabricación. Las computadoras están controlando y manipulando los procesos, haciéndolos mucho más eficientes que los operados por los humanos.

El alto grado de automatización que hasta recientemente fue reservado para la producción en serie solamente, es aplicado ahora con la ayuda de las computadoras, también al sector educativo a nivel medio superior, en particular al Centro de estudios tecnológicos industrial y de servicios número uno; sin dejar de mencionar a los centros de capacitación para el trabajo, y quienes conjuntamente aportan a los educandos y al personal técnico los conocimientos teóricos y prácticos que se requieren desde una microempresa hasta las grandes empresas maquiladoras de la industria metal mecánica.

Actualmente importa más que nunca el considerar a cada máquina herramienta o instalación metalistera desde el punto de vista de su vinculación o integración en la totalidad del proceso fabril. Esto es esencial para incrementar la productividad, apresurar la producción, obtener mayor adaptabilidad y mejorar tanto la calidad como la seguridad funcional. Cambios estructurales como el pertinente a la computación de datos para controlar la producción, exigen más y más del funcionamiento de cada máquina en sí.

En este aspecto, las máquinas con control numérico se emplean cada vez más, no solo para cortar metales, sino también para conformarlos. Los fabricantes continuamente están introduciendo innovaciones para marchar al ritmo de los requisitos cambiantes que impone la industria moderna.

Los resultados de la tecnología proyectista y experimental se llevan prontamente a la práctica bajo la forma de productos capaces de competir, hay en particular una práctica que entraña el empleo de sistemas modulares por su adaptabilidad para satisfacer las demandas de los usuarios.

La programación, ya sea ejecutada en las máquinas o en las aulas de clase, se ha simplificado y agilizado grandemente mediante el desarrollo de ciclos de programas y subprogramas direccionados para tecnología de procesos, así como el desarrollo de paneles de mando cada vez mejores y más prácticos y el uso de pantallas para presentación de gráficas, simulación del proceso de corte y para la presentación de información que es muy útil para el programador y operador de la máquina.

Además hay ahora una extensa variedad de rutinas de diagnóstico que facilitan el descubrimiento y localización de defectos en los casos de mal funcionamiento e indican como eliminarlos.

Hoy sin embargo, un sistema de control completo no se limita a equipos con control numérico independientes, autónomos en un área determinada sino que ha de abarcar un medio para coordinar actividades del proceso enseñanza aprendizaje. El mayor uso de las técnicas como: diseño asistido por computadora DAC, fabricación asistida por computadora FAC, el control numérico distribuido DAC, representan un viraje completo a las usuales aplicaciones de las máquinas herramienta.

Actualmente los sistemas de control numérico proveen no solo características comunes importantes para las operaciones en los talleres y escuelas, la capacidad de definir geometría de piezas, simular y dirigir, vigilar y medir procedimientos para el corte de metales, sino que también mediante el uso de la misma información básica que define la pieza que debe mecanizarse; dichos sistemas y tecnologías realizan en conjunto un gran apoyo para que los alumnos asimilen y lleven a la práctica sus conocimientos adquiridos durante su estancia en estos centros de estudios.

BIBLIOGRAFÍA

CNC Technology and programming

Autores: Steve Krar y Artur Gill

Editorial: Mc Graw Hill International Editions

Control Numérico

Autor: GLENN ERTELL

Editorial: Limusa – Wiley 1972

El control numérico y las máquinas herramientas

Autor: Juan González Núñez

Editorial: CECSA 1990

Procesos de manufactura y materiales para ingenieros

Autor: Lawrence E. Doyle

Editorial: Mc Graw Hill

Instrucciones de manejo: Sistema de formación Emcotronic TM 02

Editorial: Emco Technics SP 1713 1991

Modo de empleo: Emcoturn 120/120P con Emcotronic TM 02

Editorial: Emco Technics SP 2725 1991

Manual de máquinas herramientas Vol. 3

Autor: Richard R. Kibbe, Johan E. Neely

Editorial: Ediciones ciencia y técnica

Boletín Esto es la DGETI
Editorial: SEP 1997

www.dgeti.sep.gob.mx

Manual del Taller de Máquinas Herramienta 1º, 2º, Y 3er. Curso
Editorial: Coordinación de Educación Tecnológica Industrial
En el Distrito Federal Zona 09

La máquina herramienta con control numérico
Autor: J. Vergnas
Editorial: Reverte 2ª. Edición