

UNIVERSIDAD DON BOSCO



**ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN EN LA UNIVERSIDAD
DON BOSCO DE UN LABORATORIO DE MANUFACTURA
INTEGRADA POR COMPUTADORA**



**TRABAJO DE GRADUACION
PRERARADO PARA LA
FACULTAD DE INGENIERIA**

**PARA OPTAR AL GRADO DE
INGENIERO MECANICO**

PRESENTADO POR

GUILLERMO ALEXANDER AMAYA SORIANO

HECTOR ALFONSO LAZO PENADO

MARZO – 1999

SOYAPANGO

EL SALVADOR

CENTROAMERICA



**UNIVERSIDAD
DON BOSCO**

RECTOR

ING. FEDERICO MIGUEL HUGUET RIVERA

SECRETARIO GENERAL

PBRO. PEDRO GARCIA

DECANO FACULTAD DE INGENIERIA

ING. CARLOS GUILLERMO BRAN

ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACION

ING. RICARDO SILIEZAR

JURADO EXAMINADOR

**ING. FRANCISCO A. DE LEON
ING. RENE MAURICIO HERNANDEZ**



**UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA MECÁNICA**

JURADO EVALUADOR DEL TRABAJO DE GRADUACION


**ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN EN LA UNIVERSIDAD DON
BOSCO DE UN LABORATORIO DE MANUFACTURA INTEGRADA
POR COMPUTADORA**



ING. FRANCISCO A. DE LEON
JURADO



ING. MAURICIO HERNANDEZ
JURADO



ING. RICARDO SILIEZAR
ASESOR

AGRADECIMIENTOS

ESTE ESFUERZO LO DEDICO A...

- DIOS PADRE TODOPODEROSO, A JESUS Y A LA VIRGEN MARIA.
- A mis padres que siempre creyeron en mi:
 - VICENTE ANTONIO AMAYA VELASCO (Q.D.D.G.)
 - MARIA MERCEDES SORIANO GUTIERREZ
- A mi esposa por su comprensión y aliento:
 - LIGIA CAROLINA VALLADARES MOLINA
- A mi hija que es mi inspiración y la luz de mi vida:
 - ANDREA CAROLINA AMAYA VALLADARES
- A mi hermana que siempre me apoyó:
 - MIRNA JENNETTE AMAYA
- A mi sobrino para que siga el ejemplo:
 - ROBERTO ALEXANDER PERAZA AMAYA
- A mis Abuelitos, Familiares y Amigos.

A todos ellos **GRACIAS** porque sin su apoyo no pudiera haber logrado la meta propuesta.

GUILLERMO ALEXANDER AMAYA

AGRADECIMIENTOS

ESTE ESFUERZO LO DEDICO A..

- DIOS PADRE TODOPODEROSO, A JESUS Y A LA VIRGEN MARIA.
- A mis padres que siempre creyeron en mi:
 - HECTOR ARMANDO LAZO BONILLA
 - MARIA ADELA DE LAZO
- A mi hermana que siempre me apoyó:
 - SANDRA PATRICIA LAZO
- A mis hermanos para que sigan el ejemplo:
 - RAUL SANTIAGO LAZO
 - NESTOR ARMANDO LAZO
- A mis Abuelitos:
 - SANTIAGO LAZO.
 - ADELA PENADO.
- Familiares y Amigos.

A todos ellos **GRACIAS** porque sin su apoyo no pudiera haber logrado la meta propuesta.

HECTOR ALFONSO LAZO.

INDICE

CONTENIDO	PAG.
Introducción	
I Objetivos	1
II Alcances y limitaciones	3
III Justificación	5
IV Descripción del problema	8
Antecedentes del tema	9
Capitulo1: INVESTIGACIÓN Y CONCEPTUALIZACION	12
1.1 Marco histórico	13
1.2 Marco conceptual	18
1.2.1 Definiciones y Clasificaciones	18
1.2.1.1 Automatización	20
1.2.1.2 Operaciones de producción	21
1.2.1.3 Plantas de Producción	23
1.2.1.4 Modelos de operación de producción	24
1.2.2 Sistema de manufactura con control numérico	29
1.2.2.1 Control Numérico	29
1.2.2.2 Sistema de coordenadas	30
1.2.2.3 Selección de Partes Para labrado a máquina N.C.	32
1.2.2.4 Programación manual de partes	33
1.2.2.5 Programación auxiliada por computadora	34
1.2.2.6 Programación por barrido y digitalización	35
1.2.2.7 Control adactativo	36
1.2.2.8 Predicción de datos de labrabilidad a máquina	37
1.2.3 Robots industriales	39
1.2.3.1 Definición	39
1.2.3.2 Configuración de los robots	40
1.2.3.3 Control y programación de robots	41
1.2.3.4 Aplicaciones de los robots	43
1.2.4 Las computadoras en la manufactura.	44
1.2.4.1 Control jerárquico por computadora	45
1.2.4.2 Sistemas CNC y DNC	47
1.2.4.3 Celda de manufactura o fabricación	47
1.2.4.4 Sistemas Flexibles de manufactura	48
1.2.5 Tecnología de grupo	49
1.2.5.1 Formación de familias de partes	50
1.2.5.2 Clasificación y codificación de partes	51
1.2.5.3 Análisis del flujo de producción	55
1.2.5.4 Tipos de diseño de celdas de máquinas	57
1.2.5.5 Planificación de procesos auxiliados por computadoras	57

Capítulo II: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION	59
2.0 Metodología de la investigación	60
2.1 Descripción del estudio de campo	61
2.2 Diseño de la investigación	63
2.3 Selección de variables de respuesta	64
2.4 Diseño del estudio de campo.	65
Capítulo III: SELECCIÓN DEL EXPERIMENTO	70
3.0 Selección del experimento	71
3.1 Conducción del experimento	72
3.2 Análisis de los datos	73
3.3 Resultados esperados de la investigación de campo	74
3.4 Conclusiones de la investigación de campo	88
Capítulo IV: DISEÑO, CÁLCULOS Y SELECCIÓN DE MAQUINARIA PARA EL LABORATORIO DE MANUFACTURA INTEGRADA POR COMPUTADORA	93
4.1 Descripción técnica de materiales a usar en la construcción de las estructuras metálicas del laboratorio	94
4.2 Instalaciones eléctricas del laboratorio de manufactura integrada por computadora	96
4.2.1 Cálculos de iluminación	97
4.3 Estructura civil del laboratorio de manufactura integrada por computadora	104
4.4 Selección de maquinaria y programas para el laboratorio De manufactura integrada por computadora	108
4.4.1 Aspectos para el diseño del laboratorio CIM.	112
4.4.2 Criterios para la selección de los programas y equipos con que contará el laboratorio CIM	113
4.4.3 Criterios para la selección de los programas que necesitará el laboratorio CIM	116
4.4.4 Criterios para la selección de los equipos y maquinaria del laboratorio CIM	122
4.4.5 Programas seleccionados para el laboratorio CIM	128
4.4.6 Equipos seleccionados para el laboratorio CIM	128
4.5 Organigrama vicerrectoría ciencia y tecnología	129
Capítulo: EVALUACION FINANCIERA	130
5.1 Inversión total.	131
5.2 Descripción de los costos	131
5.2.1 Costo anual de personal	132
5.2.2 Cálculo de VAN y TIR	132
Conclusiones financieras	142

Recomendaciones financieras	143
Conclusiones y recomendaciones generales.	144
Glosario	146
Bibliografía	151

Anexos

Anexo 1: Esquemas de distribución en planta de equipos y maquinaria.

Anexo 2: Programas seleccionados para el laboratorio.

Anexo 3: Maquinaria y equipos seleccionados para el laboratorio.

Anexo 4: Cotizaciones.

Anexo 5: Directorio de empresas.

INTRODUCCION.

Dentro del actual marco de la globalización, la ardua competencia obliga a las empresas a modernizarse y actualizar su tecnología. Esto se debe al paulatino desaparecimiento de las barreras comerciales entre los países, donde El Salvador no es la excepción. Ya no puede delimitar su competencia como a todas aquellas fábricas, importadoras y/o distribuidoras de productos similares, sean nacionales o extranjeras.

En la actualidad los impuestos a la importación tienden a desaparecer, si su producto no es de igual o menor precio que los productos extranjeros, alguien comenzará a importarlos, distribuirlos y venderlos a sus clientes. La única forma de protegerse de este efecto es optimizando su estructura de costo, que consiste en producir con los menores costos posibles; la tecnología será su mejor aliada para dar estos saltos cuantitativos pues produce mucho más, aunque sea más costosa.

Si antes monitoreaba a sus contrapartes de Centro América y talvés México, hoy no bastará eso; muchas transnacionales están llegando al país en busca de un mercado estable como el nuestro. Estas pueden provenir de Norteamérica, Europa, Asia ó Sudamérica puesto que en sus mercados de origen la competencia es fuerte, es difícil labrarse una posición estratégica y los clientes son muy exigentes, cosa que apenas comienza a darse en nuestro país.

La tecnología de los países extranjeros es su mejor ventaja competitiva, pues los controles de producción automatizados les aseguran una calidad de productos superior a los nuestros.

Prueba de ello es que los salvadoreños prefieren comprar productos MADE IN excepto EL SALVADOR, y están dispuestos a pagar un mayor precio, si el producto es de buena calidad. Sus productos son ergonómicos, fáciles de usar, compactos, novedosos, reciclables e incluso desechables. [1]

La creación de un laboratorio de manufactura integrada por computadoras (laboratorio CIM por sus siglas en inglés computer integrated Manufacturing) es un ambicioso proyecto que tiene la finalidad de contribuir con el desarrollo autosostenible de nuestra institución, además de aportar y brindar un servicio altamente innovador y necesario para el desarrollo educativo y productivo del país.

Con este proyecto se pretende recopilar toda la información necesaria para la implementación del laboratorio CIM, seleccionando el software, hardware y equipo a utilizar. El laboratorio CIM podrá ejecutar funciones como el **MODELAJE DE PROTOTIPOS TRIDIMENSIONALES, DISEÑO GRÁFICO DE PIEZAS, MANUFACTURA COMPUTARIZADA, SIMULACIÓN Y CENTRO DE ADIESTRAMIENTO E INVESTIGACIÓN.**

La industria salvadoreña necesita incorporarse en el proceso de globalización si quiere ser competitiva, y el recurso clave para la reactivación de nuestro país es la tecnología. Creemos firmemente que el laboratorio CIM marcará una pauta muy importante para la innovación tecnológica de nuestros procesos productivos y principalmente de nuestra sociedad, siendo por lo tanto de suma importancia el desarrollo de este proyecto.

I OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL

Crear un laboratorio altamente tecnificado de manufactura integrada por computadoras que facilite los servicios de diseño, modelaje, simulación y manufactura de objetivos y/o procesos para diversos sectores de la economía salvadoreña. Impulsando así un programa de servicios rentables que permitan la autosostenibilidad y desarrollo de la institución salesiana.

OBJETIVOS ESPECIFICOS.

1. Realizar una investigación de campo a nivel de mediana y gran empresa salvadoreña con el fin de conocer los intereses y necesidades referentes a la manufactura integrada por computadora.
2. Ofrecer recursos técnicos diversos en las áreas de diseño, modelaje, simulación y manufactura de piezas.
3. Seleccionar el equipo del laboratorio de Manufactura Integrada por Computadora.
4. Determinar el costo financiero del laboratorio CIM.

5. Presentar un folder conteniendo los clientes potenciales en El Salvador.
6. Seleccionar el software necesario para la optima operación del laboratorio CIM.
7. Convertir a la universidad Don Bosco en uno de los precursores de la tecnología de Manufactura Integrada por Computadora.

II ALCANCES Y LIMITACIONES

ALCANCES:

El laboratorio CIM estará destinado para servir tres áreas principalmente:

1º. SECTOR INDUSTRIAL (CLIENTES):

El laboratorio estará diseñado y equipado con maquinaria de nivel industrial para poder suplir las necesidades de servicios en las áreas de:

- Diseño gráfico de piezas.
- Modelaje de prototipos tridimensionales.
- Manufactura computarizada.
- Simulación.

2º. UNIVERSIDAD DON BOSCO:

El laboratorio servirá como herramienta para la creación de una Maestría en Ingeniería de Procesos de Manufactura. La Maestría será de interés multidisciplinario para las áreas de Ingeniería Industrial, Mecánica y Computación.

3º. CENTRO DE ADIESTRAMIENTO E INVESTIGACION:

Con el laboratorio se prestará también ser servicio de Capacitación orientado a la transferencia de tecnología y para adiestramiento técnico especializado. Al mismo tiempo se desarrollaran programas permanentes de investigación y capacitación.

El laboratorio formará parte del Centro de Investigación y Transferencia de Tecnología CITT de la Ciudadela Don Bosco, y por ende hará uso de sus servicios administrativos.

LIMITACIONES:

- La resistencia al cambio por parte del sector empresarial.
- Falta de fondos para realizar visitas a los países de los fabricantes de equipos y poder presenciar practicas demostrativas.
- El elevado monto financiero que necesite la Universidad Don Bosco para la creación de este Laboratorio.
- Falta de profesionales conocedores del tema que aporten conocimientos significativos.

III JUSTIFICACIÓN

La tecnología de los países extranjeros es su mejor ventaja competitiva, pues los controles de producción automatizados les aseguran una calidad de productos superior a los nuestros. Prueba de ello, es que los salvadoreños prefieren comprar productos MADE IN excepto EL SALVADOR, y están dispuestos a pagar un mayor precio, si el producto es de buena calidad. Sus productos son ergonómicos, fáciles de usar, compactos, novedosos, reciclables e incluso desechables. [1]

El laboratorio CIM viene en respuesta a una urgente demanda del sector productivo nacional, el cual no cuenta con tecnología adecuada para diseñar, modelar, simular y manufacturar objetos/procesos en forma rápida y confiable. Siendo ésta la principal causa del atraso tecnológico de muchas empresas, y de la casi total dependencia de los suministrantes extranjeros de maquinaria o productos.

El laboratorio CIM dará una solución a estas necesidades proporcionando las herramientas adecuadas para que la industria salvadoreña sea más competitiva, trayendo con ello beneficios a los productores tales como:

- Ciclos más breves.
- Menor inmovilización de capital, al reducirse las existencias de almacén y obras en curso.
- Mayor calidad: inferior tasa de rechazo
menos trabajos de repaso
- Mayor capacidad de carga de las máquinas y, por lo tanto, necesidad de un menor número de máquinas.

- Descenso de las necesidades de personal dedicado a la fabricación.
- Reacción más rápida a las variaciones del mercado.
- Mayores posibilidades de coordinación con los proveedores.
- Mayor flexibilidad ante la modificación de pedido.
- Mayores posibilidades de suministro y cumplimiento de los plazos.
- Mejora de la cualificación del personal.
- Mejora de la imagen.
- Aumento de la motivación de los empleados. [2]

Además de acarrear beneficios para los consumidores, como los siguientes:

- Artículos de mejor calidad.
- Precios competitivos.
- Diversidad de artículos.
- Disponibilidad de productos.

Por estos y muchos otros beneficios el desarrollo del laboratorio CIM es de suma necesidad e importancia.

No crea que se va a tecnificar, y de un solo paso alcanzar a su competencia, ni mucho menos sacarle ventaja de varios años. Lo más seguro es que tendrá que inculcar en su empresa una cultura de cambio constante, porque el mercado no le dará otra opción.

La Calidad total, el Mejoramiento continuo, la Orientación al Cliente, Trabajo en Equipo y los Círculos de Calidad no son cursos cortos a desarrollar, para luego

engavetar, sino métodos de trabajo que se deben implantar de forma permanente en las raíces de toda organización.

“Si desea dar la batalla y no ser una estadística más, tecnifíquese hoy, porque mañana no habrá tiempo de hacerlo” [1]

IV DESCRIPCION DEL PROBLEMA

DEFINICION DEL TEMA:

El problema que enfrenta la industria salvadoreña es la gran competitividad global que actualmente impera en los mercados comerciales, además de la dependencia de proveedores extranjeros en cuanto a equipos y repuestos; además de altos costos de adquisición de éstos, y la falta de tecnología adecuada para diseñar, modelar, simular y manufacturar en forma rápida y confiable, debido a esto los procesos actuales de manufactura se encuentran trabajando de manera deficiente y poco rentable, siendo también un factor decisivo para la implementación del laboratorio CIM el desarrollo de la Maestría en Ingeniería de Procesos de Manufactura, dando con ello seguimiento a las carreras que actualmente forja la Universidad y planteando una alternativa de superación para el ingeniero actual.

El laboratorio CIM dará una nueva visión a la industria nacional resolviendo los problemas anteriores a través de la transferencia de tecnología y planteando nuevos retos a la ingeniería salvadoreña.

ANTECEDENTES DEL TEMA

El concepto de CIM, en nuestro medio no está muy difundido, debido a que actualmente apenas y se comienza a conocer equipos como los CN y los CNC.

Está muy de moda el término globalización y las empresas están a la expectativa de las consecuencias que la apertura del comercio traiga a sus ventas, es por ello que actualmente en el país se han desarrollado programas como CALIDAD TOTAL, e incluso hay muchas empresas que se están estandarizando bajo la norma ISO 9000, con el afán de incrementar su calidad y competitividad.

En cuanto a la implementación de proyectos de Manufactura Integrada por Computadora nada se ha hecho en concreto, solo existen dos estudios realizados al respecto; el primero es una tesis presentada por alumnos de la Universidad Centroamericana José Simeón Cañas (UCA) bajo el tema: "Evaluación de la aplicación de la manufactura integrada por computadora (CIM) en una empresa modelo". En este proyecto se plantearon sugerencias para mejorar la productividad aunque no se plasmó firmemente el desarrollo de la teoría CIM.

El segundo fue un informe de reconstrucción industrial para Centroamérica, que forma parte del proyecto CAM/89/012. "Reconversión industrial en Centroamérica: Diagnóstico e Identificación de necesidades de Cooperación Técnica", el cual fue financiado por el PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo), en el marco del programa especial de Cooperación Económica para Centroamérica (PEC) y ejecutado por la unidad de Desarrollo Industrial, subsección de

la CEPAL en México. Con este estudio se determinó las condiciones de operación en que se desenvuelve la industria salvadoreña y centroamericana.

En San Salvador el 16 de Octubre de 1997 el In. Federico Miguel Huguet; en representación de la Universidad Don Bosco ; El Ing. Steven Peterson en representación de OKUMA América Corporación y el Ing. Carlos Huevo presidente de MAYPROD S.A. de C.V. representante de la marca OKUMA en el área Centroamericana, acuerdan celebrar el convenio de cooperación técnica para la transferencia de tecnología CNC en el área de metal mecánica, entre la Universidad Don Bosco a través del centro de investigación y transferencia de tecnología (CITT), OKUMA América Corporation, fabricante de maquinaria y equipo CNC y su representante MAYPROD S.A. de C.V.

Este contiene como objetivo que la universidad Don Bosco Acepte en consignación para operar en las instalaciones del departamento de metal mecánica del CITT, las siguientes maquinas CNC.

- Un Centro de Torneado OKUMA CROWN E.
- Un Centro de Maquinado Vertical OKUMA Modelo CADET MATE.

Con el objetivo de transferir tecnología CNC hacia la universidad Don Bosco en El Salvador, la cual difundiría dicha transferencia hacia la región Centroamericana promocionando la marca de fabricación de la citada maquinaria y tecnología

Los Alcances del Convenio son:

El proyecto de transferencia de tecnología comprende la proyección, coordinación, desarrollo de programas de capacitación y servicios industriales en esta área además de su promoción a terceros los cuales inicialmente OKUMA

América Corporation apoyará con material didáctico, desarrollo de software sobre PC y capacitación en las siguientes áreas

- Diseño y Desarrollo de Productos.
- Simulación de Procesos.
- Programación y Operación de Maquinarias.
- Servicio de Mantenimiento.

En Octubre de 1998 se realiza una tesis con el tema investigación y diseño del laboratorio de Simulación Industrial de la Ciudadela Don Bosco presentada por los alumnos Karla Maritza Guevara Contreras y Roher Edwin Alfaro Escoto para optar al título de Ing. Industrial.

En esta tesis se plantea la optimización del sector Industrial, así como facilitar el diseño de acuerdo a necesidades y requerimientos de balances de línea, distribución en planta, nuevos productos, realizando simulaciones de operación y procesos industriales.

En conclusión en El Salvador, el conocimiento de estos nuevos conceptos de manufactura integrada por computadora (CIM) es muy escaso.

Hasta la fecha no existen empresas que apliquen este tipo de conceptos en sus líneas de producción.

Con el montaje del laboratorio CIM, por parte de la Universidad Don Bosco, el empresario tendrá una nueva visión de lo cerca que se encuentra de enfrentar el avance tecnológico y gozar de sus beneficios.

CAPÍTULO

I

INVESTIGACIÓN

Y

CONCEPTUALIZACION

INVESTIGACIÓN Y CONCEPTUALIZACION

1.0 MARCO HISTORICO.

En principio, contrariamente a lo que se pudiera pensar, el Control Numérico de máquinas – herramientas no fue concebido para mejorar los procesos de fabricación, sino para dar soluciones a problemas técnicos surgidos a consecuencia del diseño de piezas cada vez más difíciles de maquinar.

En 1942, la “Bendix Corporation” tuvo problemas con la fabricación de una leva tridimensional para el regulador de una bomba de inyección para motores de avión. El perfil de dicha leva, prácticamente imposible de realizar con máquinas comandadas manualmente.

La dificultad provenía de combinar los movimientos del útil simultáneamente según varios ejes de coordenadas hallando el perfil deseado. Se acordó entonces confiar los cálculos a una máquina automática que definiera gran número de puntos de trayectoria, siendo el útil conducido sucesivamente de uno a otro.

En 1947, John Parsons, constructor americano de hélices de helicóptero, concibe un mando automático con entrada de información numérica. Antes, en su afán por controlar las formas de las hélices, así como su paso, Parsons debía utilizar un gran número de plantillas y su realización estaba lejos de ser rápida y económica.

La idea de utilizar cartas perforadas (transportando las coordenadas de los ejes de los agujeros) en un lector que permitiera traducir las señales de mando a los dos ejes, permite a Parsons desarrollar su sistema Digitón. En esta época, la U.S. Air Force estaba preocupada con la fabricación de estructuras difíciles de trabajar por copiado y susceptibles a ser modificadas rápidamente. Gracias a su sistema Parsons obtiene un contrato y el apoyo del "Massachusetts Institute of Technologie" M.I.T. (laboratorio de servomecanismos).

El gobierno americano apoya la iniciativa para el desarrollo de una fresadora de tres ejes en contorneado mandado por control digital.

En 1953, después de cinco años de puesta a punto, el M.I.T. utiliza por primera vez el nombre de "Numerical Control". En 1956, la U.S.A.F. hace un pedido de ciento setenta máquinas de control numérico a tres grandes constructores americanos:

- Cincinnati Milling Machine Company.
- Giddin & Levis.
- Kearney & Trecker.

Paralelamente a esta evolución, ciertos constructores se interesan por el desarrollo de máquinas más simples para trabajos tales como taladrado, mandrinado y punteado, que no requieren ningún movimiento continuo, pero sí un posicionamiento preciso.

De aquí que, en contra de lo que pudiera parecer, “El Control Numérico Punto a Punto” hizo su aparición más tarde que “El Control Numérico en Contorneado”, después aparecería “El Control Numérico Paraaxial”.

De esta forma se ha visto que la necesidad industrial aeronáutica fue la que creó la demanda de sistemas continuos complejos, el paso de complejos a simples revolucionó los procesos de fabricación.

En 1960, también en el M.I.T. se realizaron las primeras demostraciones de Control Adaptable, un perfeccionamiento del control numérico que permite además, la autorregulación de las condiciones de trabajo de las máquinas. A finales de 1968, tuvieron lugar los primeros ensayos de Control Numérico Directo C.N.D.

Aunque el control numérico es una técnica relativamente joven, su evolución ha conocido ya varias fases. El origen de esta evolución, hay que buscarlos en los desarrollos acelerados de la electrónica y, en particular de la microelectrónica.

En la historia del controlador numérico, se pueden distinguir cuatro generaciones:

- En la primera la lógica de control estaba basada en tubos electrónicos y relés. Esta era la tecnología de las primeras máquinas de control numérico.
- Más tarde, y hasta 1965, la lógica de control fue elaborada a partir de semiconductores: transistores diodos y tiristores. Se pudo de esta forma construir equipos de control más compactos.

- Inmediatamente después, y disponiendo siempre de los semiconductores, ciertas combinaciones de elementos lógicos fueron englobados en un mismo soporte, lo que le valió el nombre de circuitos integrados. Esto hizo que los equipos de control fueran todavía más funcionales, más compactos y se pudieran aumentar las posibilidades por un costo relativamente módico. Son las máquinas de la tercera generación.
- En la cuarta generación que está situada hacia los años de 1975, la lógica del tratamiento fue confiada a una computadora: en principio una mini computadora, hoy en día, una micro computadora. Se ha llegado así a la lógica por software o lógica programada. En efecto, la lógica del equipo de control no está realizada por montaje de elementos digitales, sino por programación de una computadora. Se trata de esta forma, de CNC (Computer Numerical Control) o del control numérico con lógica programada.

En la primera generación de talleres flexibles, cabe señalar a Kearny Trecker, quien realizó los primeros para la fábrica de tractores de Allis Chalmers en Milwaukee y para las fábricas de la sociedad Caterpillar, que es el líder mundial entre los utilizadores de los sistemas flexibles. Estas primeras realizaciones comenzaron al inicio de 1970.

Otros varios constructores americanos se han preparado desde entonces para construir equipos de este tipo: Sundstrand, Cincinnati Milacron, etc.

En el Japón, el inicio tuvo lugar en la misma época y bajo una forma parecida; se suele citar a menudo la instalación por Hitachi Seiki en 1973 de un taller de

maquinado de cárteres de válvulas con ocho máquinas con CND con transferencia automática en la casa Yamatake Honeywell.

Igualmente podemos encontrar talleres de este tipo en Suecia en la firma Saa para la fabricación de las cajas de velocidades y en las fábricas Asea de piezas para los disyuntores. Cabe citar igualmente algunas realizaciones en la República Federal Alemana, en Italia, y en los países del Este. [3]

1.2 MARCO CONCEPTUAL.

1.2.1 DEFINICIONES Y CLASIFICACIONES.

Los sistemas modernos de manufactura y los robots industriales son sistemas de automatización avanzados en los que se emplean computadoras como parte integral de su control. Las computadoras son ahora una parte decisiva de la manufactura automatizada. Controlan sistemas de manufactura autónomas como diversas maquinas- herramientas, soldadoras, cortadoras con sistema de láser, robots industriales y maquinas de ensamblado automáticos. Controla así mismo líneas de producción y están empezando a tomar el control de fábricas enteras. El término (sistemas de manufactura integrada a la computadora) [o CIMS, de computer integrated manufacturing y system] es una realidad en la sociedad industrial moderna. Como se ilustra en la figura 1, en los CIMS se combinan el diseño auxiliado por computadora (CAD), la manufactura auxiliada por computadora (CAM), la inspección auxiliada por computadora (CAI) y la planificación de la producción auxiliada por computadora (CAPP), junto con el manejo automatizado de los materiales.

Este se concentra en el tema más limitado de la manufactura auxiliada por computadora tanto en fabricación como en ensamblado de partes, como se muestran en la figura 1. Trata acerca del labrado a máquina con control numérico (NC), y la robótica y tecnología de grupo, y muestra cómo combinar tales sistemas en un sistema CAM. En realidad, sólo se necesita integrar estas funciones con el almacenamiento y manejo automatizados de los materiales para tener un Sistema CIM.

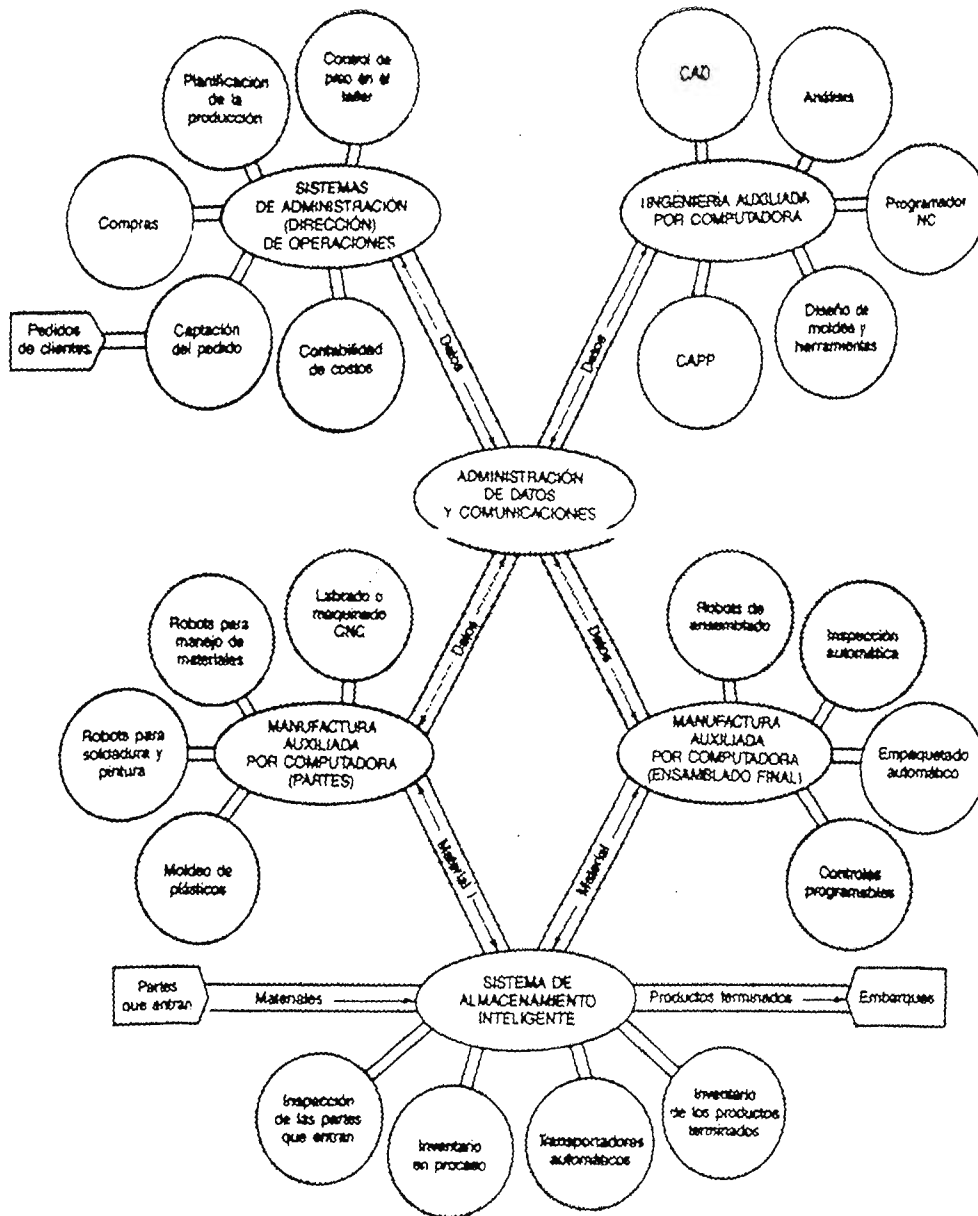


FIG 1 SISTEMAS DE MANUFACTURA INTEGRADA A LA COMPUTADORA

1.2.1.1 AUTOMATIZACION

Antes de la década de 1930, la palabra automatización se refería a la aplicación elemental de controles automáticos en ciertas máquinas y en la manufactura. En la actualidad es más genérica e implica la robotización, es decir como la realización de una tarea sin ayuda directa del ser humano. Los procesos fabriles o de manufactura actuales se clasifican en manuales, semiautomáticos o automáticos, según el grado de intervención del ser humano en la operación progresiva del proceso.

Las razones principales para automatizar un proceso de manufactura son:

- a. Reducir el costo del producto fabricado mediante ahorros en material y mano de obra.
- b. Mejorar la calidad del producto manufacturado mediante la eliminación de errores y la reducción de la variabilidad en la calidad del producto.
- c. Reducir el tiempo de fabricación y el tiempo de entrega con el cual se ofrece un mejor servicio a los clientes.
- d. Incrementar el ritmo de la producción.
- e. Hacer más seguro el sitio de trabajo.

La realidad económica del mercado a dado a la industria el incentivo de automatizar sus procesos de fabricación. En Japón y Alemania Occidental, la escasez de mano de obra marcó el camino hacia la automatización. En Estados Unidos, la decidida competencia de los fabricantes japoneses y alemanes occidentales en términos de costo y calidad del producto ha hecho necesaria la automatización. Cualesquiera que sean las razones, en todas las naciones

industrializadas del mundo se confirman un fuerte movimiento hacia los procesos de manufactura automatizados.

1.2.1.2 OPERACIONES DE PRODUCCION.

La producción es un proceso de transformación en el cual las materias primas se convierten en bienes que son demandados en el mercado. Mano de obra, máquina, herramientas y energía se aplican a los materiales en cada etapa de una sucesión que llevan las materias a un estado cercano al que ha de ofrecerse en el mercado. Estas etapas individuales se denominan operaciones de producción.

Existen tres tipos principales de industria que transforman materias primas en productos comerciables:

- a. **De producción básica** son las que transforman recursos naturales en materias primas que habrán de usarse en las industrias de fabricación o transformación; por ejemplo, las de transformación del mineral de hierro en barras o lingotes de acero, en plantas siderúrgicas.
- b. **De transformación** son las que toman las materias primas de las industrias productoras básicas y las transforman en diversos productos industriales; por ejemplo, la conversión de lingotes de acero en la lámina metálica.
- c. **De fabricación** Estas industrias elaboran y ensamblan productos finales; por ejemplo, la lámina metálica se convierte en formas y placas para carrocería, y se ensamblan con otros componentes para producir un automóvil.

El concepto de sistema de fabricación integrado a la computadora que se presenta en la figura 1 se aplica específicamente al tipo de industria (de fabricación) la industria fabricante se analizará en este capítulo.

Las etapas que intervienen en la creación de un producto se conocen como él (ciclo de manufactura). en general las siguientes funciones se realizan en una compañía dedicada a la manufactura de un producto:

- a. **Ventas y mercadotecnia** la solicitud para producir un artículo proviene de pedidos de clientes o de ordenes de producción basándose en la demanda pronosticada del producto.
- b. **Diseño e ingeniería del producto** en el caso de productos patentados, el fabricante responsable del desarrollo y del diseño, incluyendo dibujos de planos y componentes, especificaciones y patentes o certificados de los materiales.
- c. **Ingeniería de Manufactura** Consiste en garantizar la productibilidad, de diseños de productos planificar procesos, diseñar herramientas, patrones y accesorios, y depurar y poner a un punto el proceso de manufactura.
- d. **Ingeniería Industrial.** Esta consiste en determinar métodos de trabajo y las normas de movimientos y tiempos para cada operación de producción.
- e. **Planificación y Control de la Producción.** En esta fase se determina el programa de producción maestro, se participa en la planificación de requerimientos de materiales, se programan o calendarizan las acciones, se controlan y tramitan las ordenes de trabajo y se expiden programas y planes de los trabajos.
- f. **Manufactura.** Consiste en la relación de las operaciones que transforman materias primas en productos terminados.
- g. **Manejo y Transporte de Material.** Consiste en el traslado de materias primas, componentes en proceso y productos terminados entre operaciones, tanto en el interior como fuera de la planta.

h. **Control de Calidad.** Consiste en cuidar la obtención del nivel de calidad fijado para materias primas, componentes y productos terminados.

i. **Embarque Y Control del Inventario.**

Por lo tanto, es compleja la tarea de organizar y coordinar las actividades de una compañía dedicada a la manufactura. El campo de la ingeniería industrial esta dedicado a estas actividades.

1.2.1.3 PLANTAS DE PRODUCCION

Existen varias formas de clasificar los talleres de producción. Una se basa en el volumen o el ritmo de producción, y otra en el tipo de disposición de la planta. En realidad, esos dos esquemas de clasificación están relacionados, como se vera a continuación. En términos del volumen de producción, existen tres tipos de planta de manufactura:

- a. **PRODUCCION INDIVIDUAL EN TALLER.** Se utiliza comúnmente para satisfacer ordenes específicas de clientes; gran diversidad de trabajo; el equipo debe ser flexible y de uso general; alto nivel técnico entre la fuerza de trabajo (por ejemplo, la fabricación de aeronaves).
- b. **PRODUCCION POR LOTES.** Manufactura de un producto en tamaños de lote mediano; lotes producidos solo una vez o a intervalos regulares; equipo de uso general, con alguna herramienta especializada (por ejemplo, articulo de uso domestico, segadora de césped).
- c. **PRODUCCION MASIVA.** Fabricación especializada continua de productos idénticos; altos ritmos de producción; equipo especial; mano de obra menos

especializada que para la producción individual en el taller de trabajo o la producción por lotes (por ejemplo, bloques de motor de automóvil).

Existen también tres tipos de disposiciones de planta. Entre éstas se incluyen:

- a. **DISPOSICIÓN DE POSICIÓN FIJA.** El artículo se coloca en una localidad específica y el personal de trabajo y el equipo se llevan a este sitio. En los talleres a menudo se emplea este tipo de disposición de planta.
- b. **DISPOSICION POR PROCESO.** Las maquinas para la producción se disponen en grupos conforme al tipo general de proceso de manufactura; se utilizan carros estibadores de horquilla y carretillas para desplazar los materiales de un centro de trabajo al siguiente. La producción por lotes se realiza con mayor frecuencia en disposiciones por proceso.
- c. **DISPOSICION POR FLUJO DE PRODUCTOS.** Las maquinas se disponen en una línea o en una configuración en U o en S, donde sistemas transportadores trasladan o llevan partes de trabajo de una estación a la siguiente; el producto se fabrica en forma progresiva a medida que pasa por la sucesión de estaciones de trabajo. La producción masiva suele efectuarse en disposiciones de este tipo.

1.2.1.4 MODELOS DE OPERACIÓN DE PRODUCCION.

En esta sección se analizan tres tipos de modelos mediante los cuales es posible examinar operaciones de producción, entre ellos los modelos gráficos, modelos del proceso de manufactura y modelos matemáticos de la actividad productiva.

Diagramas de Flujo de Proceso. Representan las secuencias de operaciones, almacenamientos, transportes, inspecciones y demoras que encuentra una pieza o un ensamblado durante el procesamiento. Como se observa en la figura 2, un diagrama de flujo de proceso, no representa la disposición o las dimensiones físicas de un proceso, sino que se concentra en la sucesión de etapas por las que pasa el producto. Es de utilidad al analizar la eficiencia del proceso en términos de la proporción de tiempo invertida en operaciones de transformación, comparada con la que se invierte en el transporte, almacenamientos y demoras.

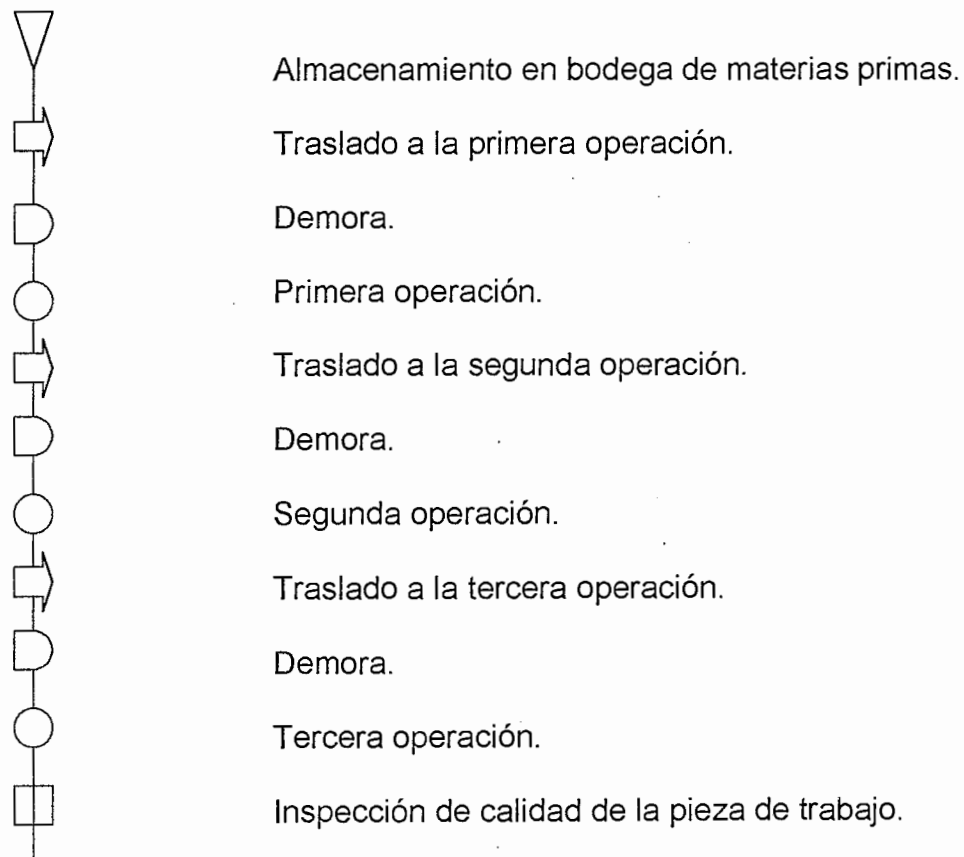


FIG. 2. EJEMPLO DE DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE UNA PIEZA DE TRABAJO.

Modelo del Proceso de Manufactura. Representa de manera gráfica la relación entre las distintas entidades que componen el proceso. Es un modelo de entrada y salida. Sus entradas son materias primas, equipo (maquinas-herramienta) herramientas diversas y accesorios, energía y mano de obra, y sus salidas son la pieza de trabajo terminada, sobrantes y desperdicio, como se muestra en la figura 3. Ahí mismo pueden verse los controles que se aplican al proceso para optimizar la utilización de las entradas de la producción de piezas terminadas o en la masificación de la producción de piezas ya completas para un conjunto dado de valores que describen las entradas.

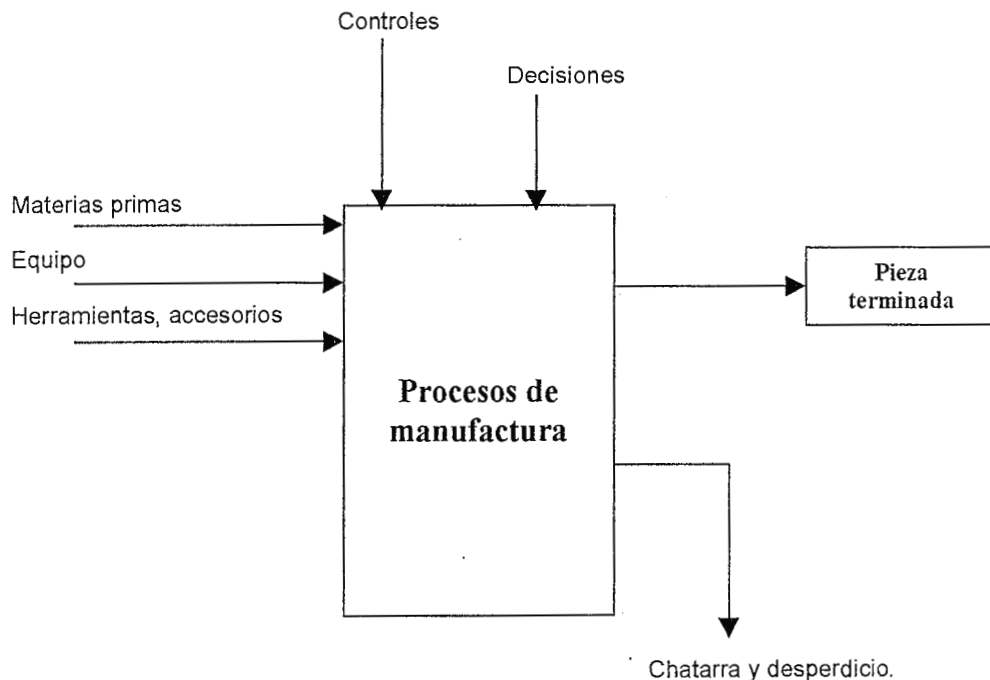


Fig. 3 Modelo general de entrada y salida del proceso de manufactura.

MODELOS MATEMATICOS DE LA ACTIVIDAD DE PRODUCCION. Cuantifican los elementos que se incorporan en el diagrama de flujo del proceso. Se hace la diferencia entre los elementos de la operación, los cuales intervienen siempre que la pieza o parte trabajada esta en la maquina y corresponden a los círculos del diagrama de flujo del proceso, y los elementos que no son de la operación, entre los cuales se incluyen almacenamientos, traslados, demoras e inspecciones.

Si T_o representa el tiempo de operación por maquina, T_{no} el tiempo de no-operación asociado a cada operación y n_m él numero de maquinas u operaciones a través de las cuales se debe procesar cada parte, entonces el tiempo total que se requiere para procesar la pieza a través de la planta denominado tiempo de conducción de la manufactura T_i es :

$$T_1 = n_m (T_o + T_{no})$$

Si existe un lote de P partes:

$$T_1 = n_m (p T_o + T_{no})$$

Si se requiere de una preparación y ajuste dada en la máquina con duración T_{su} para cada lote.

$$T_1 = n_m (T_{su} + p T_o + T_{no})$$

El tiempo total por maquina T_b está dado por:

$$T_b = T_{su} + p T$$

El tiempo medio de producción T_a por parte es:

$$T_a = \frac{T_{su} + p T}{P}$$

La tasa media de producción de cada máquina es:

$$R_a = 1 / T_a$$

Por ejemplo, una parte requiere seis operaciones (una por máquina) en el taller de maquinado. La pieza se produce en lotes de 100. Se necesita un tiempo de preparación y ajuste de la máquina de 2.5 h. El tiempo medio de operación por máquina es de 4.0 min. El tiempo medio de no-operación es 3.0 h. Por tanto,

$$N = 6 \text{ máquinas}$$

$$P = 100 \text{ partes}$$

$$T_{su} = 2.5 \text{ h}$$

$$T_o = 4/60 \text{ h}$$

$$T_{no} = 3.0 \text{ h}$$

De ese modo, el tiempo total de conducción de la manufactura de este lote de partes es.

$$T = 6 [2.5 + 100(0.6667) + 3.0] = 73.0 \text{ h.}$$

Por consiguiente, si el taller opera sobre la base de 40 h a la semana, se necesitarán casi dos semanas para terminar el pedido.

1.2.2 SISTEMA DE MANUFACTURA CON CONTROL NUMERICO.

1.2.2.1 Control Numérico.

La definición de control numérico (NC, de numerical control) que se acepta más comúnmente es la que da la Electronic Industries Association (EIA): un sistema en el cual los movimientos se controlan por medio de la inserción directa de datos numéricos en algún punto. El sistema debe interpretar en forma automática cuando menos alguna porción de estos datos.

El sistema de control numérico consta de cinco componentes básicas interrelacionadas en la forma que sigue:

- a. Dispositivos de entrada de datos.
- b. Sistema director (o unidad de control de la máquina).
- c. Máquina –herramienta u otro equipo controlado.
- d. Servo-accionadores o dispositivos servomecánicos para cada eje de movimiento.
- e. Dispositivos de retroalimentación para cada eje de movimiento.

Las principales componentes de un sistema típico de máquinas-herramientas NC se pueden observar en la figura 4.

Los códigos programadores que la unidad de control de la máquina (MCU) puede leer por lo común están en cinta perforada, cinta magnética, tarjetas de tabulación o señales que provienen directamente de la lógica de la computadora o de algunos periféricos de la misma, como el almacenamiento en disco o tambor. El

control directo por computadora (DCC) es la creación mas reciente, y proporcionada la ayuda de tal equipo en la creación de un programa de partes.

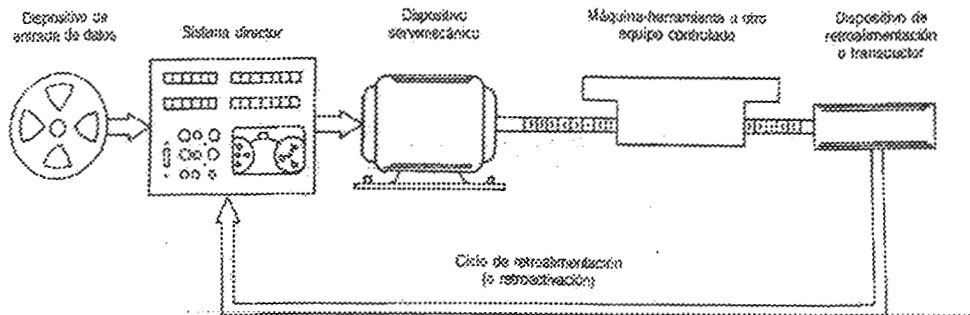


Fig. 4. Sistema simplificado de control numérico.

1.2.2.2 Sistema de Coordenadas.

El sistema de coordenadas cartesianas es el sistema básico que se utiliza en el control numérico NC. Los tres movimientos lineales principales de una máquina NC se expresan en términos de X, Y, Z. Las letras a, b y c indican los tres ejes de rotación, como se ve en la figura 5.

Las máquinas –herramientas NC se clasifican comúnmente como de punto a punto o de trayectoria continua. La forma más simple de NC se da en la maquina-herramienta de punto a punto que se utiliza en operaciones como las de barrenado, roscado interior, mandrilado punzonado, soldadura por puntos u otras operaciones que se pueden realizar en una posición coordinada fija con respecto a la pieza de trabajo. La herramienta no hace contacto con la pieza, sino hasta que se ha llegado

a la posición con las coordenadas deseadas; en consecuencia, la trayectoria exacta por la cual se llega a esta posición no es importante.

En el caso de los sistemas NC de trayectoria continua (de contorno) hay contacto entre la pieza de trabajo y la herramienta mientras se hacen los movimientos relativos. Los sistemas NC de trayectoria continua se utilizan principalmente en operaciones de fresado y torneado que pueden perfilar y configurar piezas de trabajo.

Otras operaciones NC de trayectoria continua son: corte a la llama (lanza térmica), corte con sierra, rectificado y soldadura, y aun operaciones de punto a punto, aunque con poca frecuencia se hace lo contrario (a pesar de ser técnicamente posible).

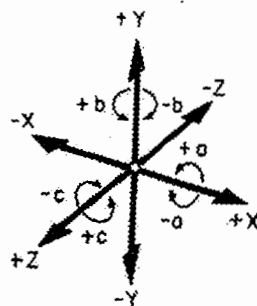


Fig. 5. Ejemplo de nomenclatura típica para los ejes de movimiento en maquinas herramientas.

1.2.2.3 Selección de Partes para Labrado a Máquina NC.

La selección de partes para el labrado por NC se debe basar en una evaluación económica, que incluya el programa de tiempos y la disponibilidad de la máquina.

Entre las consideraciones económicas que afectan la selección de partes para NC se encuentran métodos alternativos, herramientas, trabajo de las máquinas y distribución de sus cargas, comparación entre programación de partes auxiliadas por computadora y manual, y otros factores aplicables.

Por tanto el NC debe ser utilizado sólo cuando resulte más económico o haga el trabajo mejor o más rápido, o bien cuando sea más exacto que otros métodos.

La selección de partes que se asignaran a NC tiene un efecto significativo en su rendimiento. Las siguientes consideraciones, que se pueden utilizar en la selección de partes, describen aquellas partes para las cuales se puede aplicar NC:

- a. Partes que requieren **costos sustanciales de herramientas** en relación con los costos totales de manufactura por métodos ordinarios.
- b. Partes que requieren **largos tiempos de preparación previa y ajuste de la máquina** comparados con el tiempo de operación de la misma en el labrado ordinario.
- c. Partes que se labran en **lotes pequeños o variables**.
- d. Una **amplia diversidad de partes** que requieren cambios frecuentes de preparación de la máquina y un inventario de herramientas grande si se labran en la forma ordinaria.
- e. Partes que se producen en **tiempos intermitentes** porque su demanda es cíclica.

- f. Partes que tienen **configuraciones complejas** y que requieren tolerancias estrechas y relaciones intrincadas.
- g. Partes que tienen **perfiles complejos definidos matemáticamente**.
- h. Partes que requieren **capacidad de repetición** de una parte a otra y de un lote a otro.
- i. Partes **muy costosas**, en las que el error humano sería muy costoso y creciente a medida que se aproxime la terminación de la parte.
- j. Partes **de alta prioridad**, en las cuales los tiempos de conducción y flujo son consideraciones serias.
- k. Partes con **cambios de diseños anticipados**.
- l. Partes en las que interviene un **gran número de operaciones o de preparaciones de la máquina**.
- m. Partes que requieren **condiciones de corte no uniforme**.
- n. Partes que requieren **inspección** al 100% o la medida de muchos puntos de revisión, lo que se traduce en altos costos de inspección.
- o. **Familia de partes**.
- p. **Partes que son imágenes especulares** entre sí.
- q. **Partes nuevas** para las cuales no existen todavía herramientas ordinarias.
- r. Partes que son adecuadas para **labrado máximo** en máquinas herramientas NC.

1.2.2.4 Programación Manual de Partes.

En la programación manual de partes interviene la enumeración detallada, paso por paso, de operaciones que la máquina NC habrá de realizar. Los pasos se

expresan en un orden definido y en forma que se conoce como manuscrito. La persona que escribe las instrucciones es el programador de las partes.

1.2.2.5 programación auxiliada por computadora.

El trabajo de la programación se simplifica al hacer que una computadora realice los tediosos cálculos implicados y tome decisiones de tipo lógico. Posprocesamiento exacto, todas las unidades NC – aun con diferentes especificaciones de entrada – se pueden programar mediante el uso del mismo lenguaje orientado a los problemas. Existen varios lenguajes de este tipo, y algunos de ellos se enumeran a continuación.

APT(Automatic Programmed Tools): Es un lenguaje tridimensional que se utiliza para dirigir una herramienta en una trayectoria bien definida. Requiere una computadora de gran escala y se utiliza en forma intensa en sistemas de contorno complejos.

ADAPT(Air Material Command Developed APT): Es una extensión del APT creada específicamente para computadoras de tamaño pequeño a medio.

AUTOSPOT (Automatic system for positioning tools): Es un procesador NC de paso único con posicionamiento de tres o cuatro ejes y capacidad de trayectoria continua limitada.

SPLIT (Sundstrad Processing Lenguaje Internally Traslated): Es un sistema de programación de posicionamiento de ejes múltiples con algunas facultades de contorno. Está orientado hacia las máquinas-herramientas NC de sundstrand, pero puede usarse en otras maquinas NC.

COMPACT II. Es un lenguaje NC creado por Manufacturing Data System Incorporated (MDSI), empresa Estadounidense asentada en Ann Arbor, Michigan. El MDSI proporciona compartición de tiempo de una computadora grande, el uso del lenguaje Compact II, la programación vía terminal remota como una teleimpresora teletipo, un sistema conservatorio por medio del cual se pueden hacer correcciones instantáneas al programa, y un enlace con la maquina (posprocesador) que adapta la salida de Compact II a cada máquina que se programará. Compact II tiene aplicación universal a una amplia variedad de máquinas distintas tanto en tipo como de marca comercial. COMPACT II es un lenguaje único en relación con las siguientes características:

No se requiere que los usuarios tengan computadora propia.

- a. Se logra un regreso instantáneo del programa NC.
- b. La rutina PLOT disponible en COMPACT II proporciona al usuario un despliegue gráfico del programa de la parte y la posibilidad de hacer depuraciones y modificaciones. La rutina PLOT se puede desplegar en una graficadora o bien en pantalla de rayos catódicos.
- c. MDSI utiliza una gran red de computadoras en Estados Unidos. Se dispone también de servicios internacionales.
- d. MDSI ha creado unidades independientes de COMPACTII a un costo razonable y con capacidad de impresión.

1.2.2.6 Programación por Barrido y Digitalización.

La programación se puede realizar directamente a partir de un dibujo, modelo, patrón o plantilla por medio de digitalización y barrido. Una retícula óptica o algún

otro dispositivo de visualización adecuado conectado a un brazo se coloca sobre el dibujo. Los transductores identificaran la ubicación y la trasladaran a una perforadora de cinta u otro equipo de programación adecuado. La digitalización se aplica en operaciones como perforado de una lamina metálica y taladrado. Un dispositivo barrido hace posible que un operador programe figuras complejas de forma libre moviendo manualmente un trazador sobre el contorno de un modelo o parte labrada preliminarmente. Los datos que se obtienen de los movimientos del trazador se transfieren a una cinta por medio de una mini computadora. Las unidades de digitalización y barrido permiten editar, modificar o revisar los datos básicos reunidos.

1.2.2.7 Control Adaptativo.

Se han creado procesos de optimización para depurar las características operacionales de los sistemas de maquinas-herramienta NC. Dos métodos diferentes de optimización son el control adaptativo y la predicción de datos de labrabilidad. Aunque ambas técnicas se han creado para operaciones de corte de metales, el control adaptativo tiene aplicación en otros campos tecnológicos.

El sistema de control adaptativo (AC, de adaptive control) es resultado de la evolución del control numérico. El AC optimiza un proceso NC percibiendo y evaluando en forma lógica variables no controladas por ciclos de retroalimentación de posición y velocidad. En esencia, un sistema de control adaptativo monitorea variables de proceso, como fuerzas de corte, temperatura de las herramientas o par de rotación de un motor y modifica las ordenes del NC de manera que se mantengan condiciones óptimas de eliminación de metal o de seguridad.

Una configuración NC típica (figura 6a) monitoriza la salida de posición y velocidad del servosistema, empleando datos de retroalimentación para compensar los errores entre el comando y la respuesta. El ciclo de retroalimentación AC (figura 6b) proporciona información de percepción acerca de otras variables de proceso, como los espacios libres entre herramienta y parte de los trabajo, variaciones en las propiedades del material, desgaste, variaciones en la profundidad del corte, en la deflexión de la herramienta. Esta información se obtiene mediante técnicas como las de monitoreo de fuerzas en la herramienta de corte, variaciones en el par del motor, o temperaturas de herramienta y pieza de trabajo. Los datos son procesados por un controlador adaptativo que convierte la información del proceso en datos de retroalimentación que se incorporan en la salida de la unidad de control de la máquina.

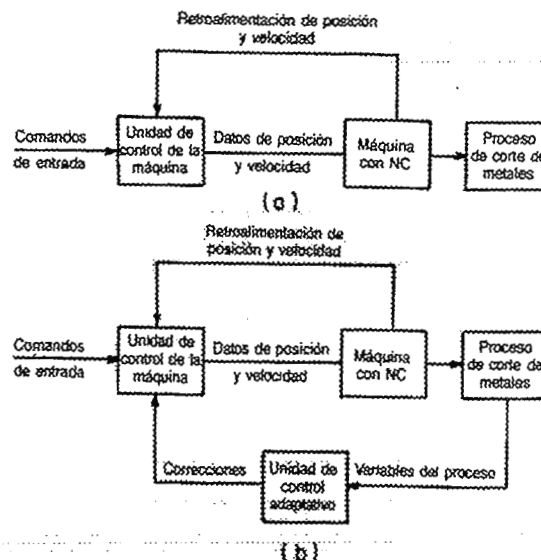


Fig. 6. Representaciones esquematizadas de sistemas NC ordinarios y adaptativos.

1.2.2.8 Predicción de Datos de Labrabilidad a Máquina

La especificación de avances y velocidades adecuadas se hace esencialmente en operaciones de corte ordinarias y NC. Los datos de maquinabilidad se utilizan para ayudar en la selección de parámetros de corte de metales basándose en labrabilidad, el material de la herramienta y de la pieza de trabajo, y uno o más criterios de producción. Las técnicas que se aplican para seleccionar datos de labrabilidad en máquinas ordinarias tienen dos desventajas en relación con las aplicaciones NC: los datos suelen presentarse en forma tabular que requiere procesos manuales como interpolación, verificación y revisiones posteriores, y son necesarias pruebas sobre la máquina-herramienta para determinar condiciones óptimas.

Se han creado sistemas especializados de datos de labrabilidad para aplicaciones NC con el fin de reducir la necesidad de probar los datos de labrabilidad para la máquina y el costoso tiempo labrado NC. El tiempo de programación de las partes también se reduce cuando se dispone fácilmente de la información sobre maquinabilidad.

En la figura 7 se ilustra esquemáticamente un proceso típico. Se muestra la relación que existe entre los datos de labrabilidad y el flujo del proceso NC.

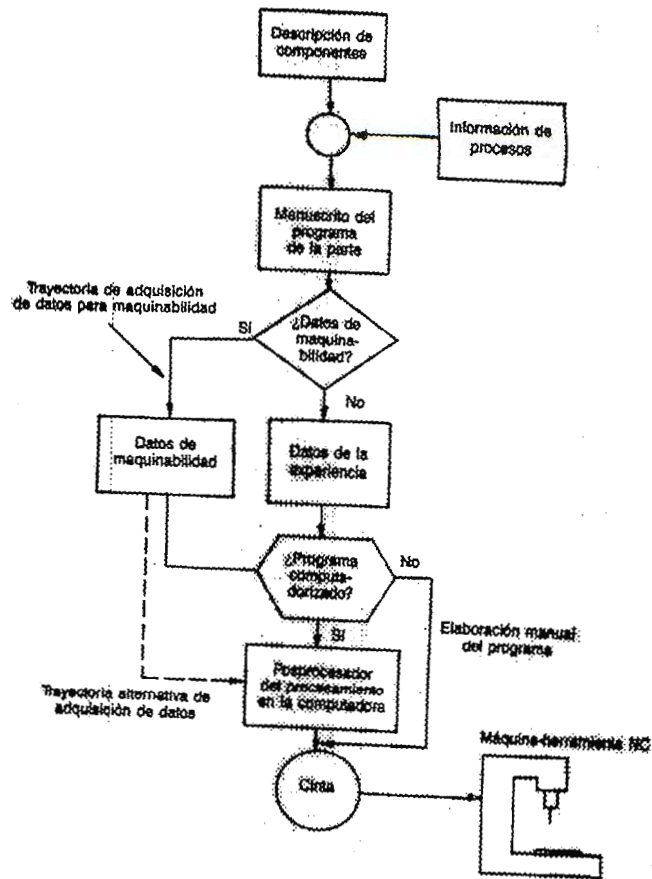


Fig. 7. Adquisición de datos de labrabilidad a maquina (maquinabilidad), en el flujo de procesos NC.

1.2.3 ROBOTS INDUSTRIALES.

1.2.3.1 Definición.

Como lo define el Robot Institute of America, un robot es un manipulador multifuncional reprogramable diseñado para manejar material, partes, herramientas o dispositivos especializados a través de movimientos programados variables para la realización de diversas tareas.

Los robots incorporan los siguientes componentes:

- a. **Manipulador.** La unidad mecánica o brazo que hace el trabajo real del robot, la cual consta de conexiones y articulaciones mecánicas con actuadores para impulsar el mecanismo directamente a través de engranajes, cadenas o tornillos.
- b. **Dispositivos de Retroalimentación.** Transductores que perciben las posiciones de diversos sistemas de conexión o articulaciones y transmiten esta información al controlador.
- c. **Controlador.** Computadora que se utiliza para iniciar y terminar el movimiento, almacenar datos de la secuencia de posiciones y movimientos, y como interfaz con el sistema en el cual opera el robot.
- d. **Fuente de Energía.** Sistema eléctrico, neumático e hidráulico que se emplea para proporcionar y regular la energía que requieren los actuadores del manipulador.

1.2. 3.2 Configuración de los Robots.

Los robots industriales tienen alguna de las tres configuraciones mecánicas que se muestran en la figura 8. Los de coordenadas cilíndricas tienen una envolvente de trabajo constituida por una parte de un cilindro. En el caso robots de coordenadas esféricas tal envolvente es parte de una esfera, y en el de los robots de brazo articulados se aproxima solo a una porción de la esfera.

Existen seis movimientos básicos o grados de libertad en el diseño de un robot (tres movimientos de brazo y cuerpo, y tres movimientos de muñeca).

Los movimientos de brazo y cuerpo son:

- a. Desplazamiento vertical (movimiento del brazo hacia arriba y abajo).
- b. Desplazamiento radial (movimiento del brazo hacia adentro y afuera).

- c. Desplazamiento giratorio: giro en torno al eje vertical (hacia la derecha o izquierda del cuerpo del robot).

Los movimientos de muñeca son:

- a. Giro o rotación.
- b. Inclinación (hacia arriba o hacia abajo).
- c. Guiñada (giro a la derecha o a la izquierda).

El movimiento mecánico de la mano, por lo general de abrir o cerrar, no se considera uno de los grados básicos de libertad del robot.

1.2.3.3 Control y programación de robots.

Los robots se pueden clasificar también conforme el tipo de control. Los sistemas de robot de punto a punto se controlan desde un punto programado del control del robot al siguiente punto. Estos robots se caracterizan por su alta capacidad de carga, amplia gama de trabajos y relativa facilidad de programación. Son adecuados para realizar tareas de tomar y colocar, manejo de materiales y tareas de carga de piezas en las maquinas.

Por otra parte, los robots de contorneado poseen la capacidad de seguir un lugar geométrico de puntos con poco espacio entre ellos que describen una trayectoria alisada y continua. Para el control de la trayectoria se requiere una memoria vasta a fin de almacenar el lugar geométrico de los puntos. Los robots de trayectoria continua son por tanto más costosos que los de punto a punto, pero se pueden utilizar en aplicaciones como soldadura de costura, corte a la llama y aplicación de adhesivo.

Existen tres sistemas principales para programar robots:

- a. **Método manual.** Este se utilizaba en los robots antiguos más simples; el programa se forma fijando topes de paro altos, accionando interruptores, etc.
- b. **Encaminamiento.** El programador encamina al robot moviendo en realidad la mano a través de una secuencia de movimientos o posiciones, los cuales se graban en la memoria de la computadora.
- c. **Conducción.** El programador conduce al robot a través de una serie de movimientos o posiciones mediante el uso de una consola o dispositivo suspendido de enseñanza. Cada movimiento se graba en la memoria del robot.

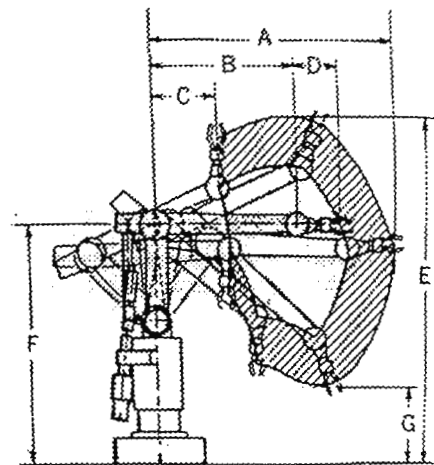
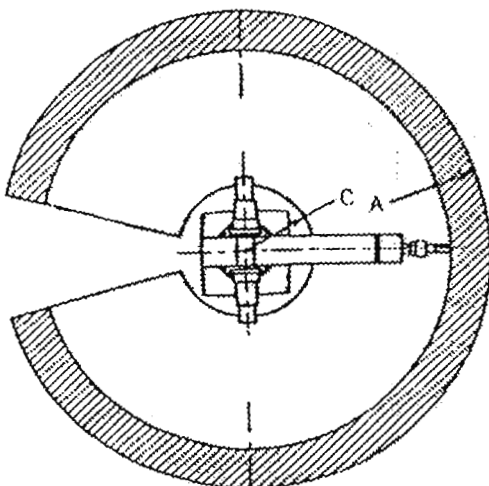
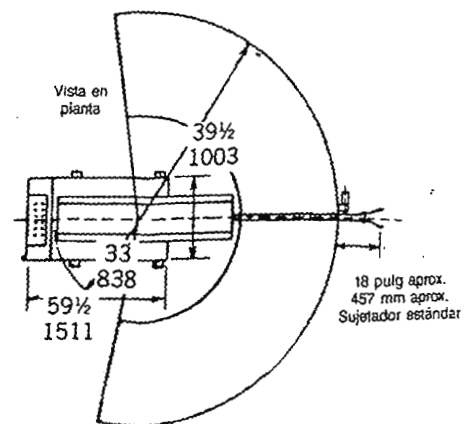
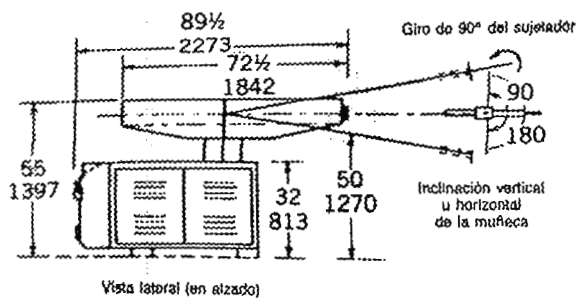


Fig. 8. Configuraciones mecánicas de los autómatas o robots industriales.

1.2.3.4 Aplicaciones de los robots.

Una lista actual de aplicaciones de los robots en la fabricación incluye lo siguiente:

- a. Manejo de materiales.
- b. Carga y descarga de máquinas.
- c. Fundición en matriz.
- d. Fundición de revestimiento.
- e. Forja y tratamiento térmico.
- f. Moldeado de plásticos.
- g. Pintura por aspersion y galvanostegia (electrorrecubrimiento).
- h. Soldadura eléctrica por puntos y de costura.
- i. Inspección.
- j. Ensamblado.

Se están realizando esfuerzos de investigación y producción para proporcionar percepción sensorial a los robots, incluyendo programación de voz, visión y tacto. El logro de estas facultades sin duda ampliaría enormemente el inventario de aplicaciones de los robots en la manufactura.

1.2.4 LAS COMPUTADORAS EN LA MANUFACTURA

Los sistemas de manufacturas flexibles en combinación con el ensamblado automático y la inspección de productos, por un lado, y los sistemas *CAD/CAM* integrados por el otro, son los componentes básicos del sistema de manufactura integrada a la computadora. El control global de estos sistemas se basa en el control jerárquico por computadora, como se ilustra en la figura 9.

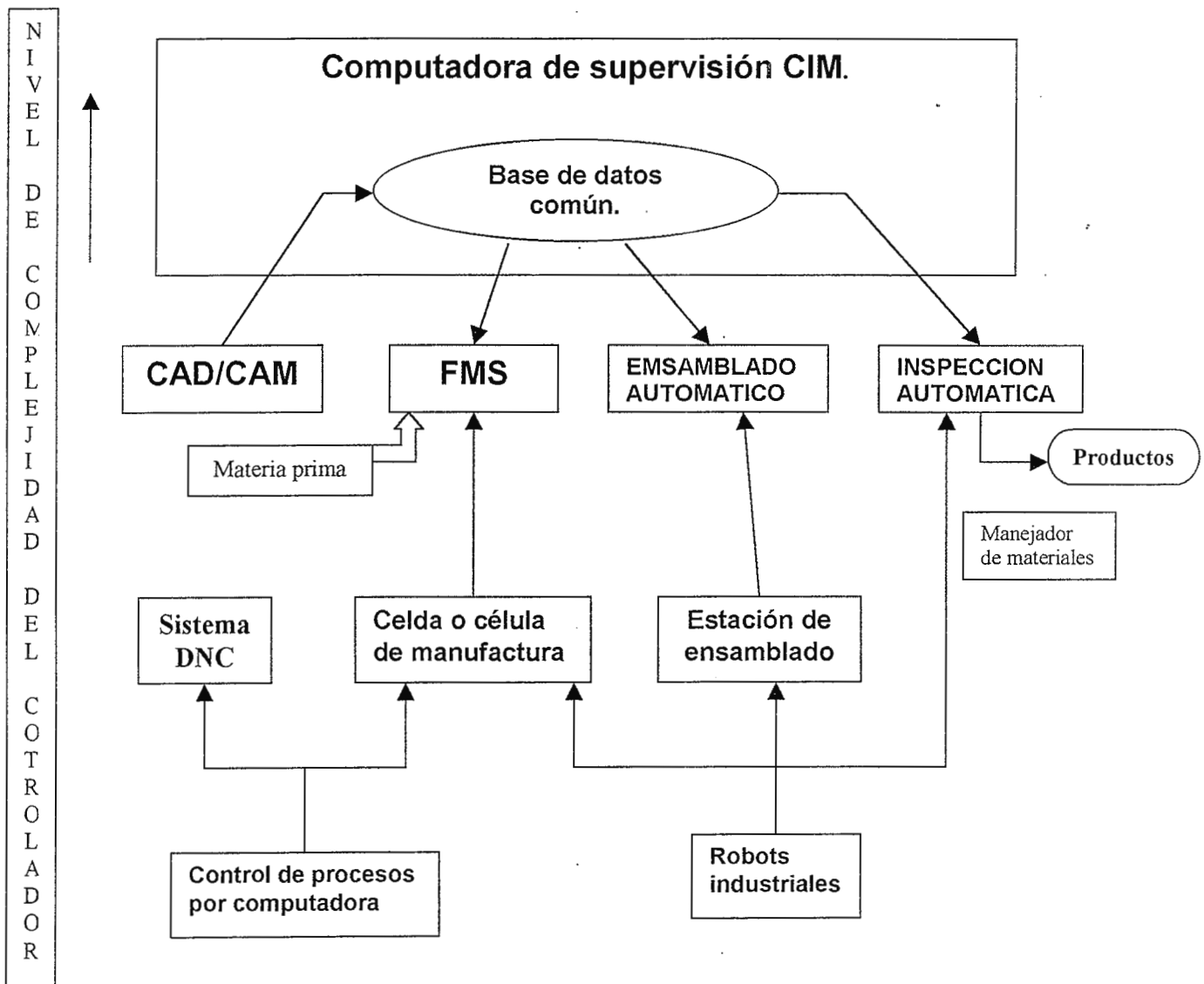


Fig. 9. Control jerárquico computarizado.

1.2.4.1 Control Jerárquico por Computadora.

En el nivel mas bajo de la estructura de control jerárquico por computadora se encuentran los procesos fabriles y robots industriales. El control por computadora de los procesos incluye todos los tipos de maquinas-herramienta CNC, soldadores, maquinaria de labrado electroquímico (ECM), maquinaria de labrado por descarga eléctrica o electroerosión (EDM) y maquinas de corte por láser.

Cuando un conjunto de máquinas-herramienta NC o CNC se pone bajo el control directo de una sola computadora, el sistema resultante se conoce como sistema de control numérico directo(DNC). Los sistemas DNC pueden producir varias categorías diferentes de partes o productos, quizá sin correlación alguna. Cuando varias maquinas CNC y uno o más robots se organizan en un sistema para la producción de una pieza o familia de partes, el sistema resultante se denomina (celda de fabricación o célula de manufactura). La diferencia entre los sistemas DNC y una célula de manufactura es que en los primeros la misma computadora recibe datos de y emite instrucciones a varias maquinas independientes, mientras que en las células de manufactura la computadora coordina los movimientos de varias maquinas y robots que trabajan en concierto. La computadora recibe señales de terminación de las tareas de las máquinas y emite instrucciones al robot para descargarlas y cambiar sus herramientas. El programa o software contiene estrategias de manejo de fallas de las máquinas, desgaste de las herramientas y otras situaciones especiales.

La operación de varias células de manufactura se puede coordinar por medio de la computadora central junto a un sistema automatizado de manejo de materiales.

Este es el siguiente nivel de control en la estructura jerárquica y se conoce como sistema flexible de manufactura (FMS). El FMS recibe las piezas de trabajo que llegan y las procesa en forma sucesiva hasta partes terminadas, completamente bajo el control de la computadora.

Las partes fabricadas en el FMS se dirigen después en un sistema de transferencia hacia estaciones de ensamblado automático, donde se montan en forma de sub-ensamblados o el producto final. Estas estaciones de ensamblado también pueden incorporar robots para efectuar operaciones de montaje. Los sub-ensamblados y el producto final se pueden probar, asimismo, en estaciones de inspección automática.

Como se muestra en la figura 9, el FMS, el ensamblado automático y la inspección automática se integran con sistemas CAD/CAM para minimizar el tiempo de conducción de la producción. Las cuatro funciones se coordinan por medio del más alto nivel de control de la estructura jerárquica (los sistemas de manufactura integrados por computadora, CIM). Este nivel de control con frecuencia se denomina control de supervisión por computadora.

El aumento en la productividad asociado a los sistemas CIM no provendrá de una aceleración de las operaciones de labrado, sino de la minimización de la mano de obra directa empleada en la planta. También se lograrán ahorros considerables de 80 a 90 % debido a la reducción de inventarios.

1.2.4.2 Sistemas CNC y DNC.

La característica distintiva de un sistema CNC es una computadora especializada, por lo general una microcomputadora, asociada a maquina-herramienta como una fresadora o un torno. La programación de la maquina-herramienta se maneja a través de cinta magnética, o bien directamente desde un teclado.

El DNC constituye otro adelanto sobre el CNC; en él varias máquinas CNC, que van desde unas cuantas hasta tantas como 100, se conectan directamente a una computadora remota. Los programas NC se descargan en forma directa a la maquina CNC, que después procesa un número de partes prescrito.

1.2.4.3 Celda de manufactura o fabricación.

El concepto de la celda de manufactura se basa en la noción de manufactura celular, en el que un grupo de máquinas, atendidas por uno o más robots, manufactura una pieza o familia de partes. La figura 10 representa una celda de manufactura típica que consta de un torno CNC, una fresadora CNC, un taladro CNC, un transportador para llevar las partes de trabajo a la celda, otro para retirar de ella las partes terminadas, y un robot para atender todas estas componentes.

Cada celda es independiente y autorregulada, y suele estar constituida por 10 o menos máquinas. Aquellas celdas que están completamente automatizadas con frecuencia son asistidas por menos personal que maquinas, y cada operador se encarga de varios procesos.

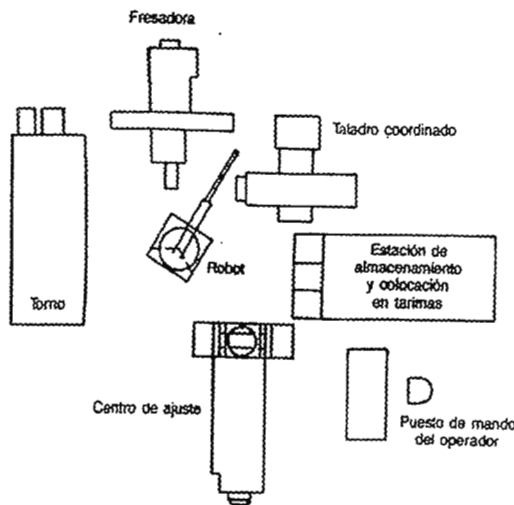


Fig. 10. Celda de trabajo típica para manufactura.

1.2.4.4 Sistemas flexibles de manufactura.

Estos sistemas de manufactura FMS (de flexible manufacturing systems) combinan muchas tecnologías de automatización en un sistema de producción. Entre estas tecnologías se incluyen maquinas herramientas NC y CNC, manejo automático de materiales, control por computadora de la operación del sistema de manejo de materiales y de las maquinas herramientas, y los principios de la tecnología de grupo. A diferencia de la célula de manufactura, que comúnmente esta dedicada a la producción de una sola familia de partes, el FMS es capaz de procesar diversos tipos de familias de partes en forma simultanea bajo control numérico NC en las diversas estaciones de trabajo.

La mano de obra se utiliza para realizar las siguientes funciones a fin de apoyar a las operaciones del FMS:

- Cargar partes de trabajo sin procesar en el sistema.
- Descargar partes de trabajo terminadas del sistema.
- Cambiar herramientas y fijadores de herramientas.
- Mantenimiento y reparación del equipo.

Se puede emplear robots para sustituir la mano de obra en algunas de estas funciones, particularmente las relativas al manejo de materiales o herramientas.

En la figura 11 se ilustra un ejemplo de disposición de un FMS

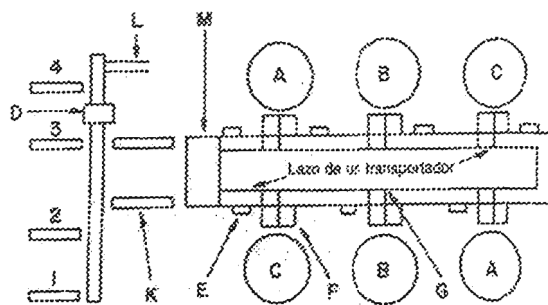


Fig. 11. Ejemplo de sistema de manufactura del tipo flexible.

1.2.5 Tecnología de grupo.

La tecnología de grupo es un plan de manufactura en el cual partes se identifican y se agrupan para aprovechar las similitudes en diseño, manufactura o ambos. Las partes análogas se agrupan en familias de partes. Por ejemplo una fabrica que produce unos 10,000 números de partes puede agrupar la mayoría de estas partes en tan pocas como 50 familias de partes distintas. Como el procesamiento de cada

familia sería semejante, la producción de las familias de partes en células de manufactura especializadas facilita la circulación del trabajo. Así la tecnología de grupo es eficiente en el diseño tanto de productos como de procesos.

1.2.5.1 Formación de familias de partes.

La clave para lograr la eficiencia en la manufactura basada en la tecnología de grupo es la formación de familias de partes. Una familia de partes es un conjunto de piezas que son similares debido a características geométricas como tamaño y forma, o bien debido a que se requieren etapas de procesamiento semejante en su manufactura. Las partes contenidas en una familia difieren, pero lo suficiente similares en sus atributos de diseño (tamaño y forma geométricos), o de manufactura (secuencia de etapas de procesamiento que se requiere para producir la parte) o de ambos, para justificar su integración en la misma familia.

El mayor problema que se presenta en el inicio de un sistema de manufactura basado en la tecnología de grupo es el de la agrupación de las partes en familias. Tres métodos para realizar este agrupamiento son:

- a. **Inspección visual.** Este método implica la observación de la parte, una fotografía o un dibujo y su colocación en un grupo de partes similares. Este suele considerarse el que más tiempo consume y el menos exacto de los métodos disponibles.
- b. **Clasificación y codificación de las partes.** Este método implica el examen de los atributos individuales de manufactura, de diseño o ambos para cada parte, la asignación de un número clave a la pieza en base a estos atributos, y la

agrupación de números clave similares en familias. Este es el procedimiento más común para la formación de familias de partes.

- c. **Análisis de flujo de producción.** En este método se hace uso de la información contenida en las hojas de ruta que describe la secuencia de etapas de procesamiento que intervienen en la producción de la pieza, más que dibujos de la misma. Las partes de trabajo con secuencias de procesamiento similares o idénticas se agrupan en una familia de partes.

1.2.5.2 Clasificación y codificación de partes.

Como ya se ha dicho, la clasificación y codificación de partes es el método más frecuentemente aplicado para formar familias de partes. Este sistema es de utilidad tanto en el diseño como en la manufactura. En particular, la codificación y clasificación de las partes, y el sistema de codificación resultante, proporciona una base para vincular CAD y CAM en sistemas CIM.

Los sistemas de clasificación de partes entran en una de las tres categorías que se especifican a continuación.

a. Sistemas basados en atributos de diseño de las partes:

- Forma externa básica.
- Forma interna básica.
- Razón longitud o diámetro.
- Tipo de material.
- Función de la parte.
- Dimensiones de mayor importancia.

- Dimensiones de menor importancia.
- Tolerancias.
- Acabado superficial.

b. Sistemas basados en los atributos de la manufactura de partes:

- Proceso principal.
- Proceso de menor importancia.
- Razón longitud-diametro.
- Acabado superficial.
- Maquina-herramienta.
- Secuencia de operaciones.
- Tiempo de producción.
- Tamaño de lote.
- Requisitos de producción anual.
- Accesorios que se necesitan.
- Herramientas de corte.

c. Sistemas basados en una combinación de atributos de diseño y manufactura.

La clave o código de la parte consta de una sucesión de cifras que identifican los atributos de diseño y de manufactura de la pieza.

Existen 2 estructuras básicas para organizar esta secuencia de cifras:

- a. Estructuras jerárquicas en las cuales la interpretación de cada cifra consecutiva depende del valor de la cifra inmediatamente anterior.

- b. Estructuras en cadena en las que la interpretación de cada cifra sucesiva se fija según la posición.

El sistema Opitz es quizá el sistema de codificación mas conocido que se aplica en la clasificación y codificación de partes. La estructura del código adopta la forma:

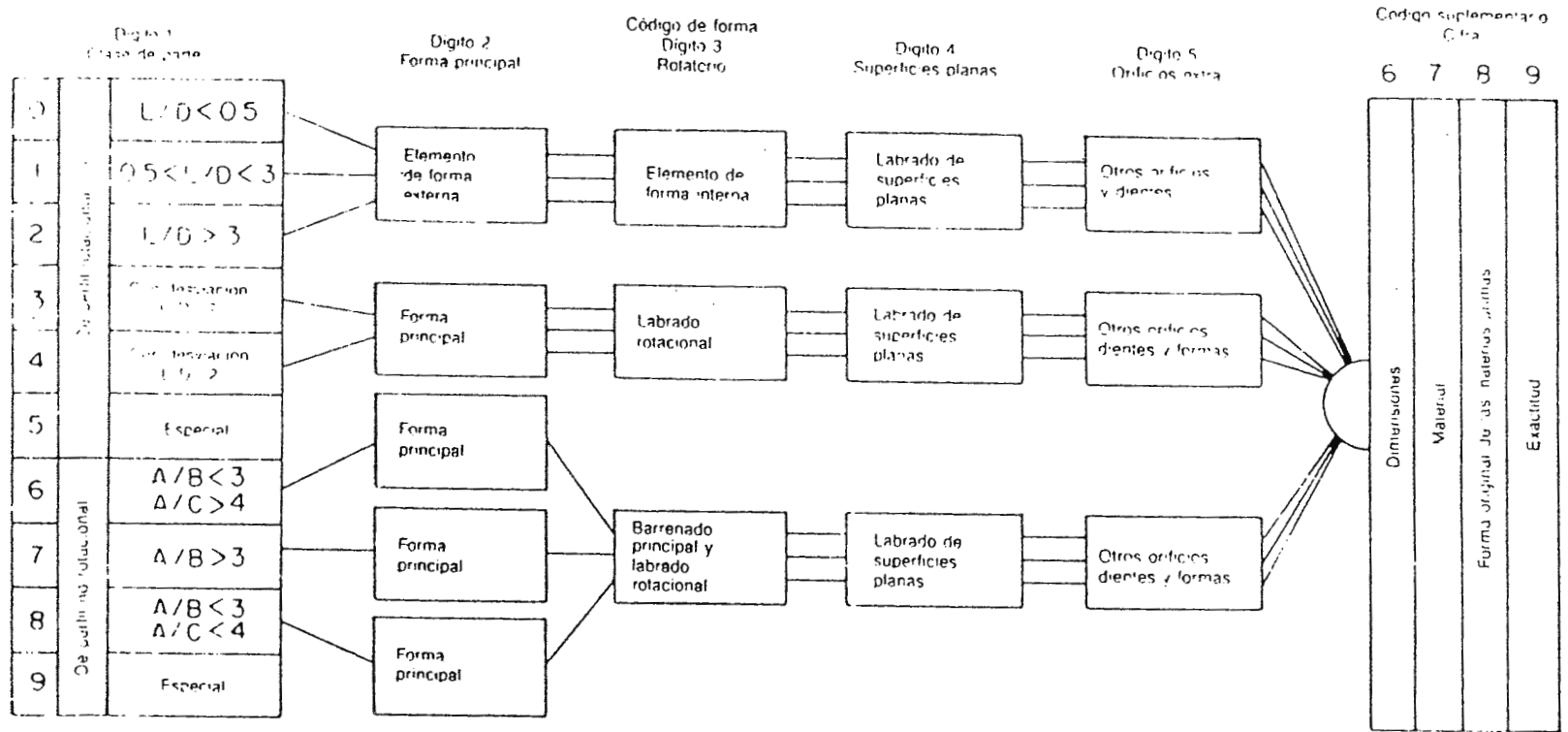
12345 6789 ABCD

Las primeras nueve cifras constituyen el código básico que contiene datos tanto de diseño como de manufactura. Las primeras cinco cifras: 12345, se denominan <codigo de forma> y dan los principales atributos de diseño de la pieza. Las cuatro cifras que siguen, 6789, constituyen el <código complementario> e indican algunos de los atributos de manufactura de la parte. Los cuatro caracteres siguientes, ABCD, se denominan <<código secundario>> y se utilizan para indicar las operaciones de producción por tipo sucesión.

En la figura 12 se indica la estructura básica del sistema de codificación Opitz observe que la cifra 1 establece dos categorías primarias de partes, con perfil rotacional (de revolución) y no rotacional, entre nueve clases de partes separadas.

El MICLASS(Metal Institute Classification System) fue producido por la Netherlands Organization for Applied Scientific Research para ayudar a automatizar y estandarizar varias funciones de diseño, manufactura y administración. Los códigos del MICLASS varían de doce a treinta caracteres, en donde los doce primeros constituyen un código universal que se puede aplicar a una parte cualquiera. Los 18 caracteres restantes pueden hacerse específicos para alguna compañía o industria.

FIG.12 SISTEMA OPTIZ DE CODIFICACION Y CLASIFICACION DE PARTES.



La organización de los 12 primeros caracteres es como sigue:

- 1° Forma principal
- 2° y 3° Elementos de la forma
- 4° Posición de los elementos de forma
- 5° y 6° Dimensiones Principales
- 7° Razón de Dimensiones
- 8° Dimensión Auxiliar
- 9° y 10° Códigos de Tolerancias
- 11° y 12° Códigos de materiales

El MICLASS permite la codificación interactiva de partes en la computadora, en el cual el usuario responde a una serie de preguntas formuladas por está. El número de preguntas depende de la complejidad de la parte y va desde unas siete hasta más de treinta, con un promedio de alrededor de quince.

1.2.5.3 Análisis del flujo de producción.

El análisis del flujo de producción (PFA, de Production flow analysis) es un método para identificar familias de partes y el agrupamiento asociado de maquinas herramienta. Se aplica para analizar la secuencia de operaciones y los desplazamientos de una maquina a otra (trayectorias) de las partes que se producen en un taller; agrupan en una familia de partes piezas que tienen secuencias y trayectorias similares. Por tanto, el PFA establece células de máquinas para la producción de familias de partes.

El procedimiento PFA consta de las etapas que se indican a continuación:

- a. La colecta de datos es la compilación de números de partes y trayectorias de máquinas para cada parte que se produce en un taller.
- b. Clasificación de trayectorias de procesos en «paquetes» conforme a su similitud.
- c. Construcción de un diagrama PFA como el que se presenta en la figura 13, que muestra la secuencia de procesos (en términos de números de código de la máquina) de cada paquete (representado por una letra).
- d. Análisis del diagrama PFA en un intento de identificar paquetes similares. Esto se hace reacomodando los datos del diagrama PFA original en un nuevo modelo que agrupe paquetes que tenga secuencias análogas. La figura 14 muestra el diagrama PFA reordenando las máquinas agrupadas dentro de los bloques de esta figura forman células lógicas de maquinaria para producir la familia de partes resultantes.

Parte # Maquina	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Torno	X	x		x	x		x	x	x		x	x		x	x		X	x	x	x
Fresadora I	x	x	X		x	x	x		x		x		x	x		x				x
Fresadora II			X	x				x		x		x	x		x		X	x	x	
Taladro	x	x	X	x		x	x	x		x	x	x	x	x		x	X	x		x

Fig. 13. Diagrama de análisis de flujo de producción(PFA).

1.2.5.4 Tipos de diseños de celdas (células) de máquinas.

La organización de máquinas en celdas, ya sea que se base en la clasificación y codificación de partes o en el PFA, sigue uno de tres modelos generales:

- a. Celda de una sola máquina
- b. Disposición de máquinas en grupo
- c. Disposición de celda con línea de flujo

El modelo de una sola máquina puede emplearse con partes de trabajo cuyos atributos permitan producirlas mediante el uso de un solo proceso. Por ejemplo, una familia compuesta de cuarenta pernos de diferentes configuraciones se puede producir en un solo torno de torrecilla o tipo revólver.

En la figura 13 se ilustra la disposición de máquinas en grupo. La celda contiene el agrupamiento necesario de máquinas –herramienta y accesorios que se requieren para procesar todas las partes de una familia dada, pero el manejo de materiales entre las diversas máquinas no es fijo.

El diseño de celda con línea de flujo contiene así mismo todas las máquinas-herramientas y accesorios que se necesitan para producir una familia de partes, pero estos se disponen en una secuencia fija, con transportadores, por los que ocurre el flujo de las partes a través de la celda.

1.2.5.5 Planificación de procesos auxiliados por computadora.

En la planificación de procesos auxiliados por computadora (CAPP), el equipo de cómputo se utiliza para generar de forma automática la secuencia de operaciones (hoja de trayectos) basándose información acerca de la parte de los trabajos.

Los sistemas CAPP requieren alguna forma de sistema de clasificación y codificación, junto con planes de procesos estándares para familias de partes específicas.

El flujo de la información en un sistema CAPP se inicia cuando el usuario introduce el código de la parte que se procesará. Después el programa CAPP busca el archivo matriz de la familia de partes para determinar si hay compatibilidad. En caso afirmativo, el trayecto estándar de la maquina y la secuencia de operación estándar se extraen del archivo de la computadora. Si no existe tal compatibilidad, entonces el usuario debe buscar en el archivo números de códigos similares y elaborar en forma manual trayectorias entre maquinas y secuencias de operación de segmentos disímiles. Cuando termina este proceso la nueva información se hace parte del archivo maestro, y así el sistema CAPP genera un archivo de datos que se amplía constantemente.

Parte N.º	1	2	20	7	11	14	9	5	4	18	12	8	17	15	19	3	13	6	16	10
Maquina																				
Torno	X	x	x	x	X	X	x	x												
Fresadora I	X	x	x	x	X	X	x	x												
Taladro	X	x	x	x	X	X														
Rectificadora	X	x	x				x													
Torno									x	X	x	x	x	x	x					
Fresadora II									x	X	x	x	x	x	x					
Taladro									x	X	x	x	x							
Rectificadora									x	X	x			x						
Fresadora I																x	x	x	x	
Fresadora II																x	x			x
Taladro																x	x	x	x	x
Rectificadora																x	x	x		

Fig. 14. Diagrama PFA.

CAPÍTULO II

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

2.0 METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

La implementación del laboratorio CIM se llevará a cabo siguiendo las siguientes metodológicas de investigación:

1. Estudio bibliográfico:

Por medio del cual se ampliarán los conocimientos sobre manufactura integrada por computadora ya que es un tema novedoso en nuestro país, se recopilará información de Internet y por medio de catálogos de fabricantes y libros disponibles en el país.

2. Desarrollo del diseño:

Debido a que se establecerá el orden jerárquico, organizativo y operacional que tendrá el laboratorio CIM, además del diseño de la distribución de los equipos, condiciones ambientales adecuadas y mantenimiento preventivo.

3. Transferencia de tecnología:

La tecnología de manufactura integrada por computadora es utilizada ampliamente en países desarrollados y el estudio consistirá en transferir esta tecnología a nuestro país.

4. Estudio de Campo: Este estudio se hará por medio de encuestas, entrevistas, a diversos sectores de la industria y a profesionales. Esto nos permitirá sacar el diagnóstico de la situación actual y además los tipos de servicios que la industria demandaría del laboratorio CIM.

2.1 DESCRIPCION DEL ESTUDIO DE CAMPO.

La investigación de campo se realizará a través de encuesta vía fax.

Se ha seleccionado esta alternativa, luego de una evaluación detenida de sus ventajas y desventajas, las cuales se pueden ver a continuación.

Las ventajas de la investigación por vía fax son las siguientes:

- El tiempo que se utiliza es menor que en cualquier otro método, ya que no se invierte tiempo con cada entrevistado, lo que a su vez beneficia ya que disminuye los costos de la investigación.
- Los costos son menores debido a que no se incurre en los gastos necesarios para llegar al lugar de cada uno de los entrevistados.
- Se llega a todas partes no importando la distancia o riesgoso del lugar en que se encuentre el entrevistado.
- Se evita el error de respuesta, al no contar con personas que estén influyendo en el entrevistado, o le den una mala interpretación a la idea expresada por la misma, es importante hacer ver que este es uno de los errores normales que se dan en la comunicación.
- La persona entrevistada tiene mayor tiempo para pensar en su respuesta, por lo que no contesta a la ligera y proporciona información más veraz y por lo tanto más útil.

Sin embargo a pesar de las ventajas que ofrece la investigación vía fax, también se encuentran las siguientes desventajas:

- No todas las personas contestan este tipo de encuestas, especialmente por que no existe nadie que les esté haciendo sentirse comprometidos a colaborar con la investigación.
- Las encuestas no llegan a todos los destinatarios a los que se han enviado ya que ha veces las personas que reciben el fax no lo consideran de importancia para la persona a la que va dirigido. [11]

Con el propósito de obtener el tamaño de la muestra se enviara la encuesta al 90% de la población de interés, y se ha reforzará por medio de llamadas telefónicas, haciéndoles ver a las personas lo importante que es su colaboración para llevar acabo este proyecto, cuya finalidad es darles la oportunidad de contar con tecnología de punta a su servicio.

Como se dijo la encuesta esta dirigida a la mediana y gran empresa nacional, esto incluye maquila, laboratorios químicos, construcción, área metal - mecánica, imprentas, etc.

Debido al tipo de información que se está recolectando se ha dirigido el cuestionario a la Gerencia General o en su defecto a la Gerencia de Producción, contando además con una carta en la cual se explica brevemente en que consiste el Proyecto del Laboratorio de Manufactura Integrada por Computadora que la

Universidad Don Bosco pretende impulsar. Esto con el Propósito de que las personas que no conocen este tipo de tecnología se formen una idea de lo que se está tratando de implementar y se sientan motivadas a colaborar

2.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACION

Comprendida la situación actual y teniendo en cuenta que la investigación de campo es con el objeto de determinar los intereses y necesidades del sector industrial nacional en lo que a manufactura computarizada se refiere, las variables de esta investigación son las siguientes:

- Tamaño de la empresa de acuerdo al número de empleados
- Actividad económica
- Ubicación Geográfica
- Nivel de conocimiento en manufactura computarizada

Se han considerado estas variables en la investigación ya que de acuerdo a cada una de ellas se encontraran intereses similares. Es, por lo tanto, de esperarse que las necesidades tengan cierta tendencia de acuerdo al rubro al que se dedica la empresa.

El nivel de conocimiento de manufactura computarizada puede mostrar tendencia de interés o desinterés por el laboratorio.

Las variables por lo tanto facilitan la tabulación de las respuestas y el análisis de las mismas, sobre todo al momento de realizar las recomendaciones y el diseño del laboratorio.

2.3 SELECCIÓN DE VARIABLES DE RESPUESTA

En cuanto al diseño del cuestionario se han establecido las siguientes respuestas:

1. Tamaño de la empresa:

Respuesta Abierta (se espera no encontrar pequeño)

2. Actividad Económica:

Servicio, industria, comercio, textiles, alimentos, maquila, metal-mecánica, etc.

3. Ubicación geográfica:

Respuesta abierta.

4. Conocimiento de manufactura computarizada

Nulo, poco, medio, avanzado.

5. Existencia de paquetes de software para el diseño de piezas o productos.

Si, no, ¿ Cuales?

6. Existencia de proyectos a corto, mediano, y largo plazo:

Si, no, mencione estos proyectos

7. Existencia de equipo con control numérico computarizado (CNC):

Si, no, especifique.

8. Tipos de materiales procesados:

Bronce, aluminio, cobre, acero, plástico, fundición, otros.

8. Areas de interés para aplicar la manufactura computarizada:

Matricería, diseño y fabricación de herramientas para el agro, fabricación de piezas por lotes, reparación y/o construcción de piezas de maquinaria, mejoramiento de los procesos de fabricación, prueba de piezas.

9. Cuales de los servicios que prestará el laboratorio CIM son de interés para su empresa:

Estación de diseño gráfico, escaneo tridimensional, modelaje de prototipos tridimensionales, unidad de impresión, pc para la simulación y control de procesos, centro de maquinado flexible.

10. Interés por capacitar personal en las áreas antes mencionadas:

Si, no, por favor especifique en que áreas.

11. Número de personas a capacitar.

Respuesta abierta

12. Interés por cursar una maestría en manufactura computarizada:

Si, no, cuantas

13. Interés para adquirir este tipo de tecnología:

Si, no,

14. Interés en recibir mayor información:

Si, no.

15. Es miembro del cluster de metal-mecánica:

Si, no

2.4 DISEÑO DEL ESTUDIO DE CAMPO

Lo primero en que se ha trabajado es en la carta de presentación, lo segundo es el cuestionario que se enviará a la muestra seleccionada.

El diseño de la encuesta a enviar vía fax es el siguiente:



Salvador, Lunes 27 de enero de 1999

Por este medio la Universidad Don Bosco, le envía un fraternal saludo y desea hacer de su conocimiento que se está realizando un estudio de campo, en el área de manufactura integrada por computadora, con el fin de implementar un laboratorio de ésta índole dentro de la misma; para lo cual su colaboración será de suma importancia.

La Manufactura Integrada por Computadora consiste en la integración de los procesos de fabricación, ensamblado, control de calidad, y manipulación bajo la supervisión de un controlador central.

Esta tecnología reúne todos aquellos aspectos y equipos que contribuyen a mejorar la producción, rentabilidad, eficiencia, y tratamiento continuo de la información en una empresa de bienes y/o servicios; sobre todo ayuda a reducir el riesgo económico de una inversión.

El Laboratorio de Manufactura Integrada por Computadora viene en respuesta a una urgente demanda del sector productivo nacional, el cual no cuenta con la tecnología adecuada para diseñar, modelar, simular y manufacturar objetos/procesos en forma rápida y confiable. Siendo la principal causa del atraso tecnológico de muchas empresas, y de la casi total dependencia de los suministrantes extranjeros de maquinaria y productos.

Por esto le rogamos nos haga llegar vía fax la siguiente encuesta debidamente llena al numero 277-2341 lo mas pronto posible dado que el laboratorio de manufactura integrada por computadora es un proyecto a corto plazo.

Su evaluación objetiva será de ayuda para la justificación e implementación de dicho proyecto.

Atentamente

Ing. Ricardo Siliezar.
Director de Escuela Mecánica

ENCUESTA DE LABORATORIO CIM

Datos de la empresa

Nombre de la empresa: _____

Dirección: _____

Teléfono: _____ Fax: _____ E-mail: _____

Giro o actividad Económica: _____

Numero de empleados: _____

Nombre y cargo del entrevistado: _____

1. Tiene usted conocimiento sobre la manufactura Integrada por Computadora.

Nulo Poco Medio Avanzado

2. Tiene su empresa programas o paquetes para el diseño de piezas o productos que son fabricados por ustedes.

Si No

Cuales: _____

3. Cuenta su empresa con proyectos a desarrollarse a corto, mediano y largo plazo.

Si No

Mencione estos proyectos:

4. Posee su empresa equipo con control numérico computarizado (CNC).

Si No

Especifique: _____

5. Que tipos de materiales son procesados en su empresa: (Por favor Subraye)
- Bronce Aluminio Cobre Acero Plástico Fundición
- Otros: _____

6. Que áreas son de su interés: (Por favor subraye)

- Matricería
- Diseño y fabricación de herramientas para el agro.
- Fabricación de piezas por lotes.
- Reparación y/o construcción de piezas de maquinaria.
- Mejoramiento de los procesos de fabricación
- Prueba de piezas.

7. Subraye cuales de los siguientes servicios del laboratorio de Manufactura Integrada por computadora podría su empresa utilizar:

- **Estación de Diseño Gráfico.**

Las piezas se podrán diseñar y probar por medio de sistemas de software CAD/CAM. A través de las cuales se podrán calcular la optima secuencia de maquinado.

- **Escaneo Tridimensional.**

Estación de escaneo a través de rayo láser para reproducir las dimensiones tridimensionales de las piezas en estudio.

- **Modelaje de Prototipos Tridimensionales.**

Con este equipo se podrá reproducir los diseños realizados en la estación de diseño gráfico en forma de resinas plásticas y tener en nuestras manos el prototipo sin antes maquinarlo en metal u otro material o proceso costoso.

- **Unidad de Impresión.**

Impresión por medio de ploter para visualizar y modificar los diseños.

- **PC para la Simulación y Control de Procesos.**

Unidad que contara con software para hacer simulaciones de procesos productivos, Diseño de facilidades, análisis de flujo de materias primas, análisis numérico de fatiga, elemento finito, análisis de resistencia térmica, etc.

- **Centro de Maquinado Flexible**

Acá se llevará acabo la realización física de las piezas anteriormente diseñadas y probadas; por medio de maquinaria CNC y controladas por un computador central.

8. Estaría su empresa dispuesta a capacitar personal en algunas de las áreas mencionadas en la pregunta anterior:

SI NO

Por favor especifique en qué áreas:

9. Cuantas personas estarían dispuestos a capacitar _____

10. Estaría usted o los ingenieros de su empresa interesados en adquirir una maestría en Manufactura integrada por computadora.

SI NO

Cuantas personas en su empresa podrían estar interesadas en cursar esta maestría.

11. Esta su empresa interesada en adquirir la tecnología de manufactura integrada por Computadora.

SI NO

12. Le gustaría recibir mayor información acerca de la manufactura integrada por computadora

SI NO

13. Pertenece al Cluster de Metal Mecánica.

SI NO

AGADECEMOS SU TIEMPO, COLABORACION Y PRONTA RESPUESTA

CAPÍTULO III

SELECCIÓN DEL EXPERIMENTO

3.0 SELECCIÓN DEL EXPERIMENTO.

El instrumento de diagnóstico fue administrado al 100 % de la población de interés de acuerdo al directorio de empresas de la ASI (asociación salvadoreña de industriales)

La aleatoriedad en este experimento no ha de definirse debido a que se ha escogido el 100 % de la población de interés para enviarles la encuesta, basándose en factores comunes entre las empresas tales como: tamaño de la empresa, giro o actividad económica, empresas miembros del cluster de metal- mecánica; dirigiendo la encuesta a nivel gerencial; debido a ello se tabularán todas las respuestas que se obtengan de la investigación de campo, mostrando los resultados de ésta gráficamente.

El tamaño de la muestra (población objeto) se obtuvo así:

$$N = \frac{P (P-1).....}{\frac{E^2 + P (1-P)}{Z^2} M}$$

Donde:

P = Proporción de la población que posee la característica de interés por la manufactura computarizada.

E = Error.

Z = Grado de confianza de la investigación.

N = Tamaño de la muestra.

M = Tamaño de la población.

Se han tomado los siguientes datos para las variables anteriores.

P = 0.13

E = 0.1

Z = 1.96 (tomando un grado de confianza de 95 %)

M = 190

Utilizando estos datos en la formula se obtiene un tamaño de la muestra igual a:

$$N = 35.36$$

1.4.4 N = 36

3.1 CONDUCCION DEL EXPERIMENTO.

Como se mencionó anteriormente la investigación se realizó enviando el instrumento de diagnóstico al 100% de las empresas y solicitandoles que respondieran vía fax para facilitar la recolección de información y su pronta tabulación.

En cuanto a la aleatoriedad del experimento puede decirse que ya se ha enviado la encuesta al cien por ciento de la población, se espera tener una muestra representativa que refleje al resto de la población, eso debido a lo anteriormente detallado en la selección del experimento.

3.2 ANALISIS DE LOS DATOS.

Se propone la realización del análisis e interpretación de la información reunida de la siguiente forma:

- Determinar el grado de conocimiento que poseen las personas encuestadas sobre la Manufactura Integrada por Computadora.
- Establecer la existencia en las empresas encuestadas de paquetes o programas para el diseño de piezas.
- Dar a conocer el porcentaje de empresas que cuentan con equipo CNC en el país.
- Establecer cuales son los materiales de mayor demanda utilizados y/o Procesados por las empresas, esto servirá para la selección del equipo.
- Determinar cuales son las áreas de mayor interés por parte de las empresas, para que el laboratorio CIM cuente con ellas.
- Determinar el interés por parte de las empresas en capacitar a su personal con este tipo de conocimientos.
- Conocer cuantas personas están dispuestas a capacitarse por parte de las empresas encuestadas.
- Dar a conocer el interés en cursar una maestría en manufactura computarizada.

3.3 RESULTADOS ESPERADOS DE LA INVESTIGACION DE CAMPO.

Por medio de la investigación de campo sobre la implementación en la Universidad Don Bosco de un laboratorio de Manufactura Integrada por Computadora se espera poder determinar las necesidades predominantes en el sector productivo del país, esto permitirá recomendar el software y equipo que se ajuste a las necesidades de estas.

También se conocerán cuales son las áreas de mayor interés en manufactura computarizada para estas empresas, la encuesta está diseñada de manera sencilla, de tal forma que aunque el encuestado no conozca sobre simulación pueda hacerse una idea de los beneficios que este laboratorio brindará a sus empresas.

Es importantísimo que el sector empresarial muestre gran interés por que la Ciudadela Don Bosco cuente con un Laboratorio de Manufactura integrada por computadora, esto servirá para cimentar la recomendación del mismo.

A continuación se muestra gráficamente la tabulación de los datos obtenidos en la investigación.

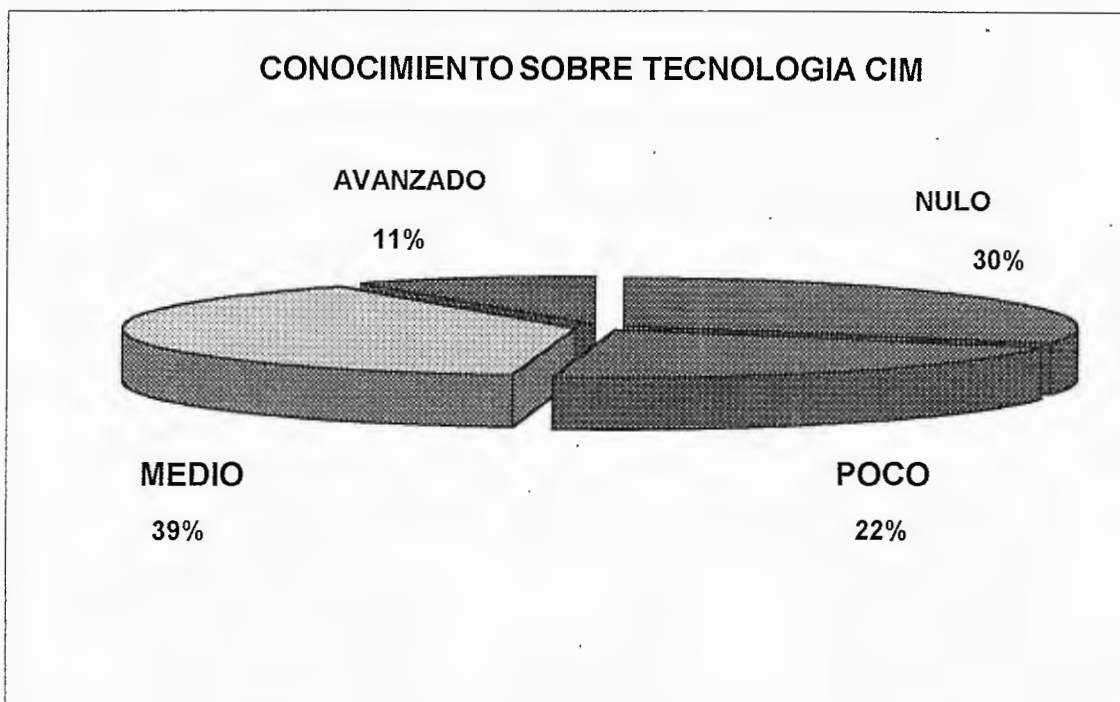
ENCUESTA DEL LABORATORIO CIM

Pregunta No 1

¿Tiene usted conocimiento sobre la manufactura integrada por computadora?

- a) Nulo b) Poco c) Medio d) Avanzado

Condición	Empresa	%
Nulo	7	30
Poco	5	22
Medio	9	39
Avanzado	2	11
Total	23	100



A partir de los datos de las encuestas se determina que el 30% de las empresas encuestadas desconocen por completo el tema, mientras que el 22% aseguran tener poco conocimiento sobre éste, el 39% de la población objeto dicen tener un conocimiento medio sobre manufactura computarizada, en tanto que solamente el 11% afirma tener un nivel de conocimiento avanzado sobre el tema, esto nos indica que es muy poco el porcentaje de personas que conocen sobre la manufactura computarizada, esto le da a la investigación un carácter innovador, generando por lo tanto gran expectativa por su pronta implementación.

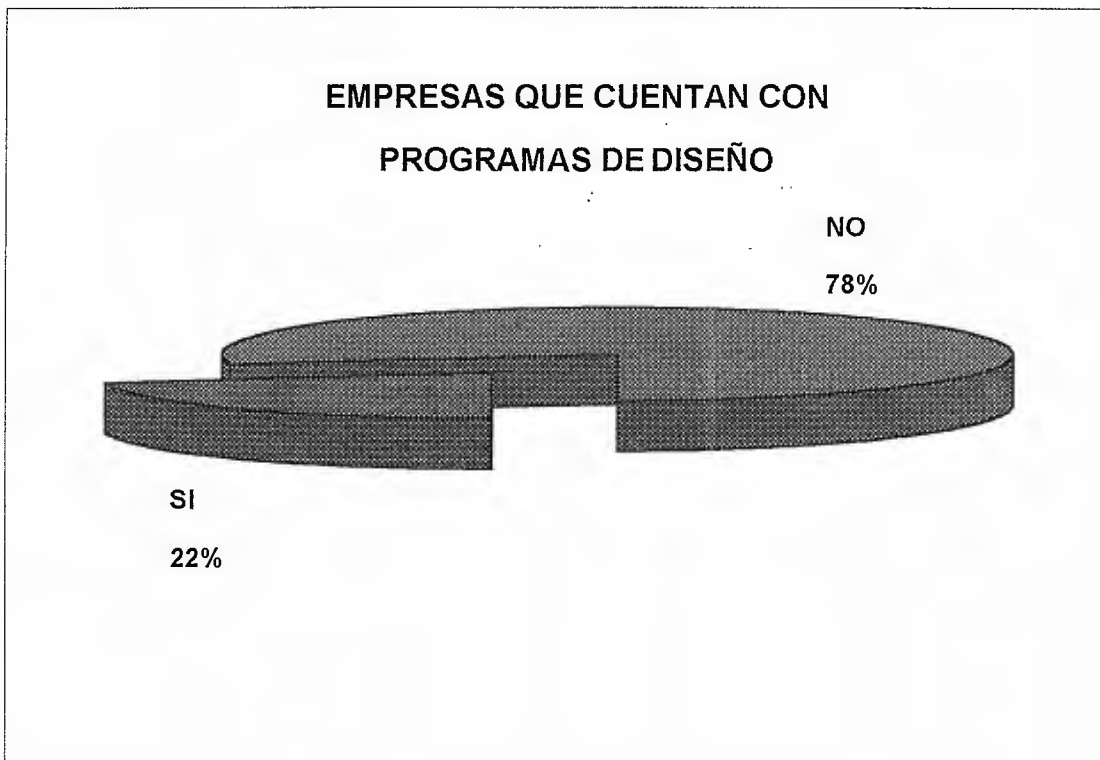
ENCUESTA DEL LABORATORIO CIM

Pregunta No 2

¿ Tiene su empresa Programas o paquetes para el diseño de piezas o productos que son fabricados por ustedes?

a) SI b) NO c) Cuales

Condicion	Empresa	Cuales	%
SI	5	Autocad 14	22
NO	18		78
Total	23		100



Se determino que solo el 22% de la población encuestada cuenta con programas para diseño de piezas, siendo el paquete utilizado Autocad 14, mientras que el 78% niegan poseer programas para el diseño, esto nos indica que existe un gran potencial en cuanto al uso de este tipo de tecnología en nuestro medio, ya que las empresas podrán hacer uso de los servicios de diseño que ofresca el Laboratorio CIM, para mejorar y modificar sus objetos y/o procesos

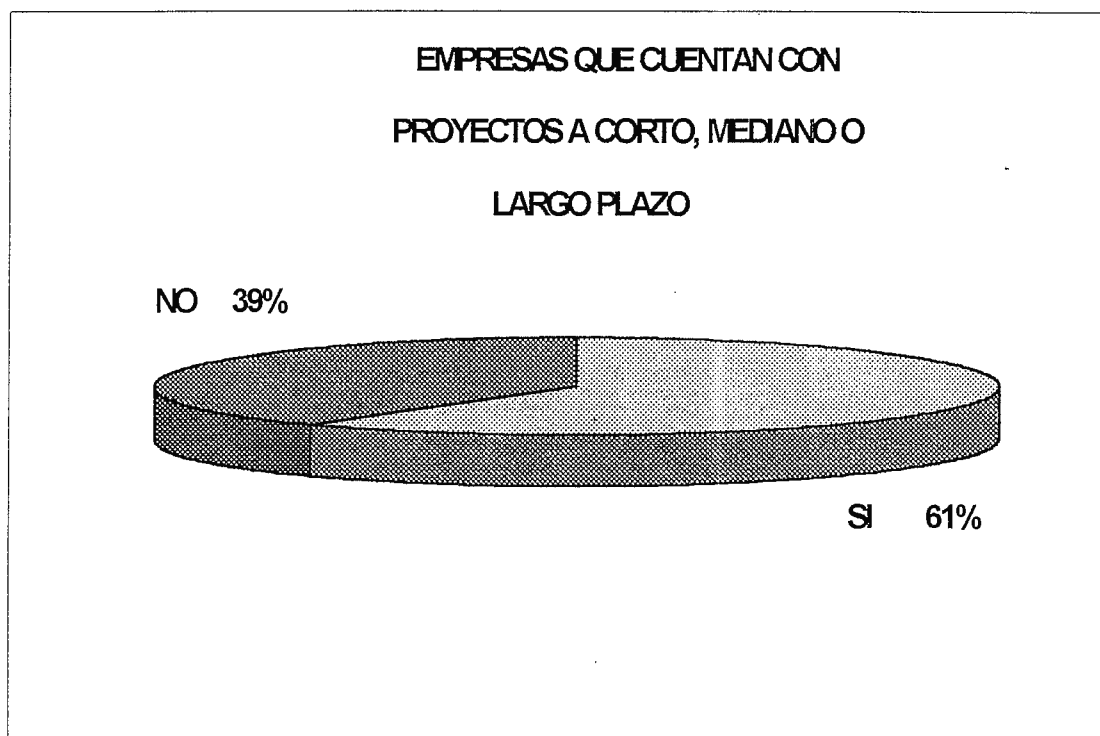
ENCUESTA DEL LABORATORIO CIM

Pregunta No 3.

¿Cuenta su empresa con proyectos a desarrollarse a corto, mediano, o largo plazo?

a) SI b) NO c) Cuales

Condición	Empresa	Cuales	%
SI	14		61
NO	9		39
Total	23		100



En este aspecto el 61% de las empresas encuestadas afirman tener proyectos a realizarse a corto, mediano, o largo, en su mayoría son proyectos de reforma en su infraestructura, y muy pocos son proyectos de cambio de equipo y/o maquinaria, mientras que el 39% de las empresas dicen no tener ningún tipo de proyecto por realizar.

Es interesante ver que más de la mitad de empresas se preocupan por mejorar sus instalaciones y/o equipos ya que esto indica que se está tomando conciencia de la importancia que tiene el actualizarse constantemente.

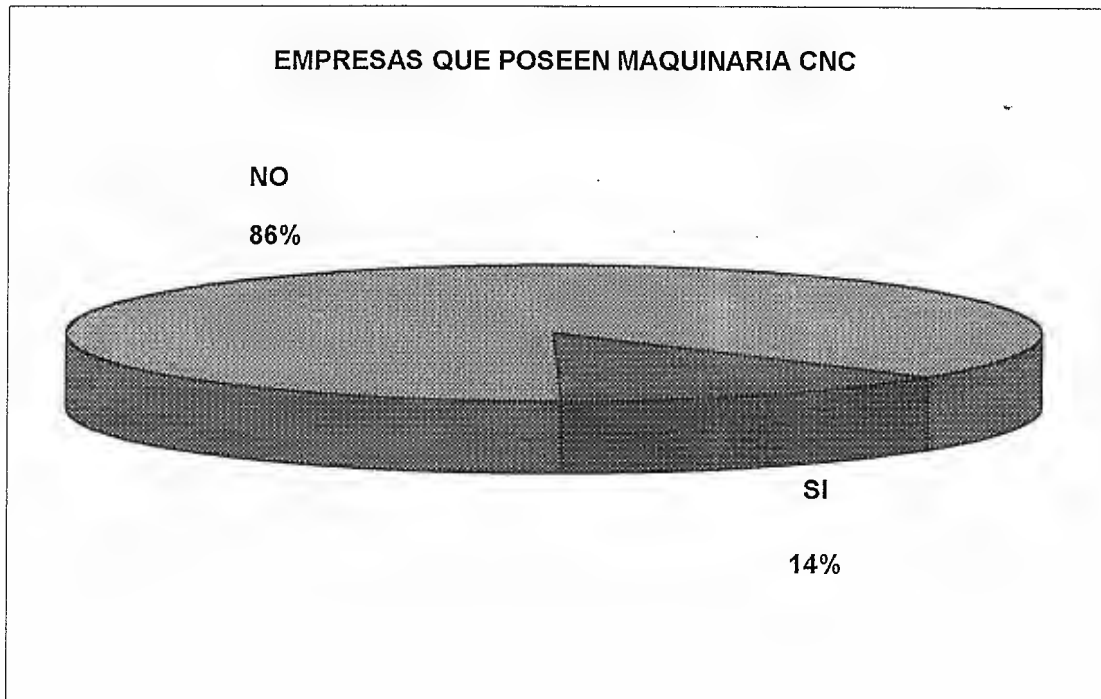
ENCUESTA DEL LABORATORIO CIM

Pregunta No 4

¿Posee su empresa equipo con control numérico computarizado (CNC)

a) SI b) NO

Condicion	Empresa	%
SI	3	14
NO	19	86
Total	22	100



Es muy preocupante ver que a través de las encuestas se determina que el 86% de las empresas en estudio no poseen equipos CNC y que solamente el 14% cuentan con maquinaria CNC, esto nos indica que el atraso tecnológico por el que pasa nuestro país es enorme ya que nos encontramos a las puertas el siglo XXI y en el mundo entero los equipos CNC forman la base fundamental en todas las empresas productoras.

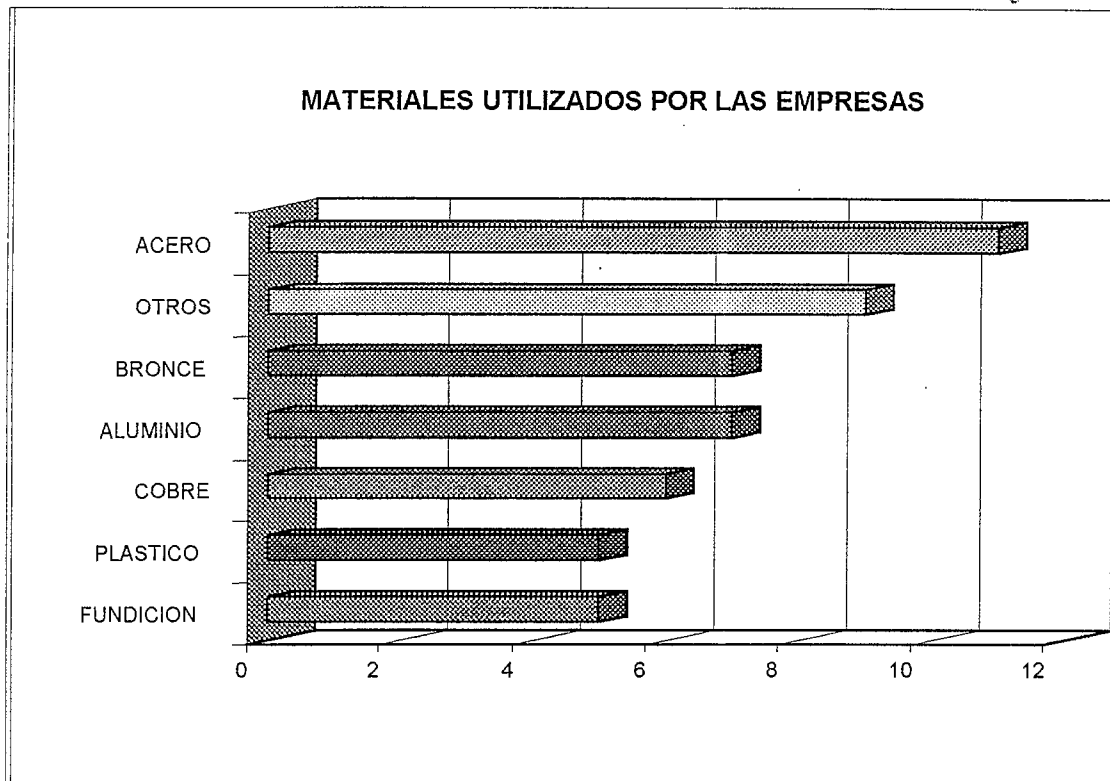
ENCUESTA DEL LABORATORIO CIM

Pregunta No 5.

¿Qué tipo de materiales son procesados en por su empresa.?

a) Bronce b) Aluminio c) Cobre d) Acero e) Plástico f) Fundición

Material	Empresa	%
Fundición	5	10
Plástico	5	10
Cobre	6	12
Aluminio	7	14
Bronce	7	14
Acero	11	22
Otros	9	18
Total	50	100



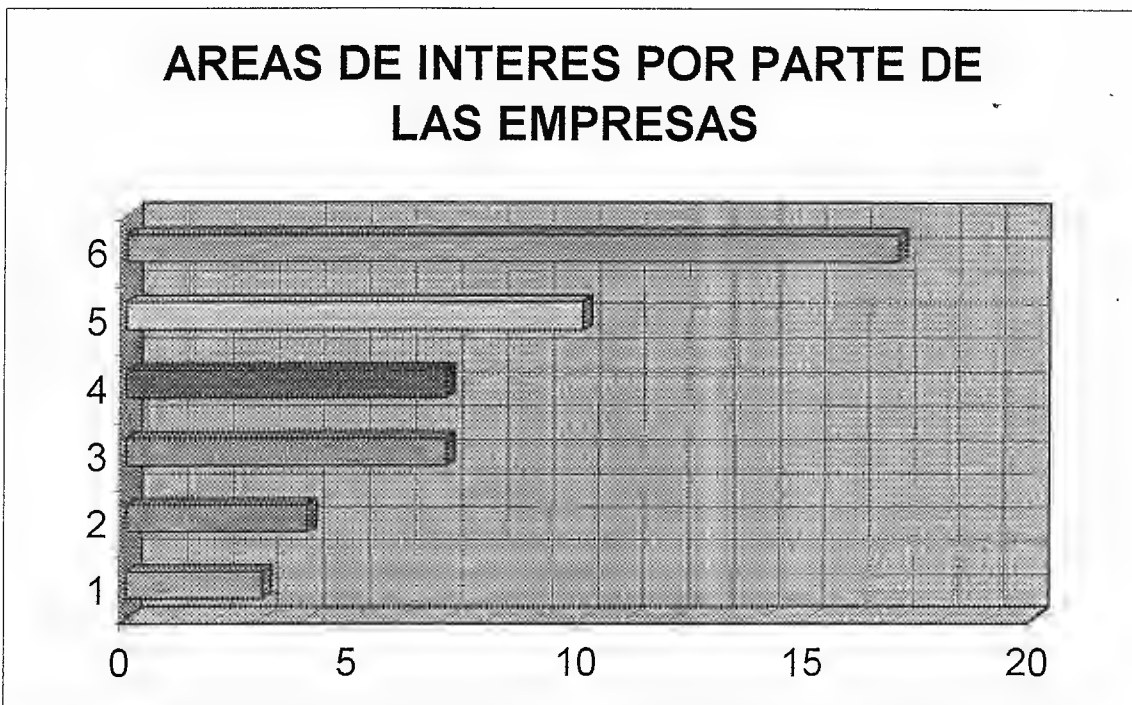
Se estableció que el material más utilizado por las empresas es el acero, esto servirá para recomendar los equipos por adquirir para el laboratorio CIM ya que estos deberán ser lo suficientemente robustos como para poder maquinar el material con mayor dureza utilizado en nuestro medio Como por ejemplo el XW41

ENCUESTA DEL LABORATORIO CIM

Pregunta No 6

¿Cuáles de las siguientes áreas son de interés para su empresa?

Áreas de interés	Empresa	%
Diseño y fabricación de herramienta para el agro	3	6
Prueba de piezas	4	8
Fabricación de piezas por lotes	7	15
Matrickería	7	15
Reparación y/o construcción de piezas de maquinaria	10	21
Mejoramiento de los procesos de fabricación	17	35
Total	48	100



6	MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN
5	REPARACIÓN Y/O CONSTRUCCIÓN DE PIEZAS DE MAQUINARIA
4	FABRICACIÓN DE PIEZAS POR LOTES
3	MATRICKERIA
2	PRUEBA DE PIEZAS
1	DISEÑO Y FABRICACIÓN DE HERRAMIENTAS PARA EL AGRO

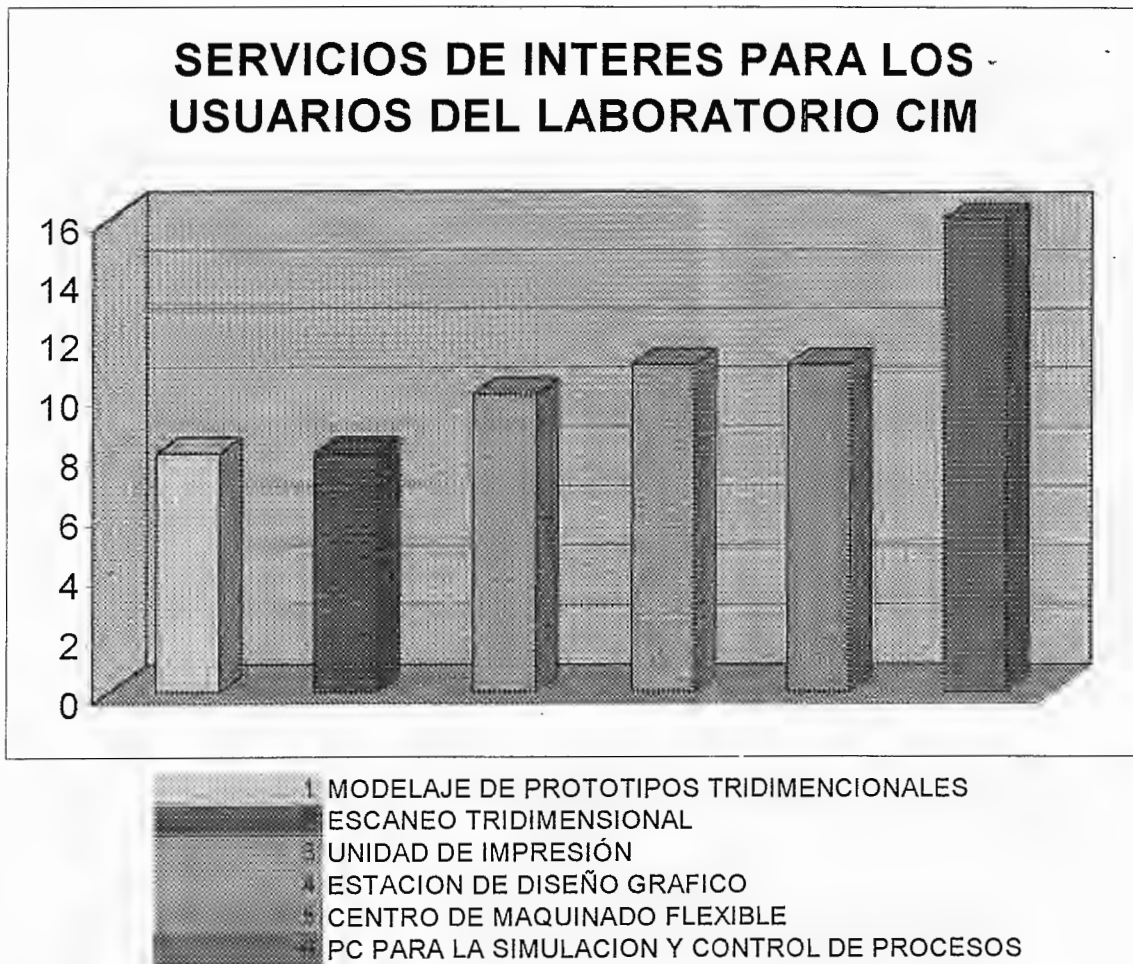
El estudio de campo nos señala que el área de mayor interés para las empresas lo ocupa el mejoramiento de los procesos de producción, en segundo lugar tenemos la reparación de piezas de maquinaria, también la fabricación de piezas por lotes y la matrickería aparecen como áreas de interés, esto nos da una guía para orientar la capacitación que ofresca el Laboratorio CIM en estas áreas.

ENCUESTAS DEL LABORATORIO CIM

Pregunta No 7

¿Subraye cuales de los siguientes servicios del laboratorio CIM podría utilizar su empresa?

Servicios de Interés	Empresas	%
Modelaje de prototipos tridimensionales	8	12
Escaneo tridimensional	8	12
Unidas de impresión	10	16
Estación de Diseño	11	18
Centro de maquinado flexible	11	17
PC para la simulación y control de procesos	16	25
Total	64	100



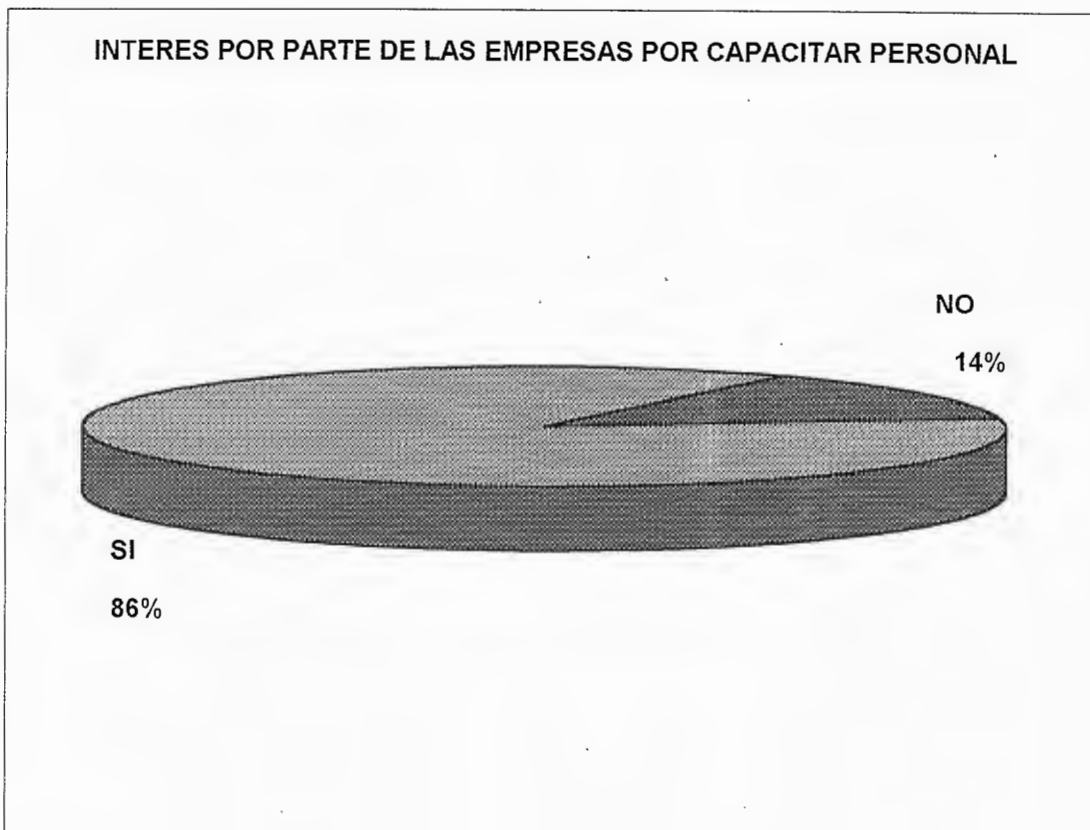
El servicio que mayor interés presenta para las empresas es el de PC para la simulación y control de procesos con un 25%, el segundo lugar lo obtiene el servicio de estación de diseño gráfico con un 18%, esto nos indica que en estas áreas se podrá enfocar las capacitaciones a impartir por parte de la Universidad.

ENCUESTA DEL LABORATORIO CIM

Pregunta 8.

¿Estaría su empresa dispuesta a capacitar personal en alguna de las áreas mencionadas en la pregunta anterior?

Condición	Empresa	%
SI	19	86
NO	3	14
Total	22	100



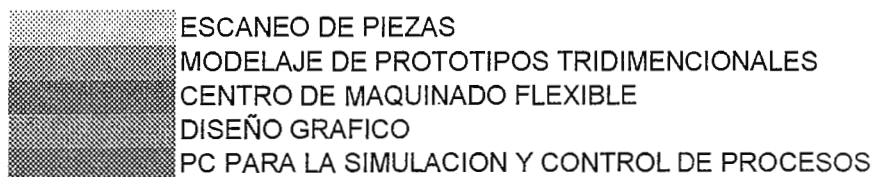
Se detecta que el 86% de la población en estudio si están dispuestos a capacitar personal, mientras que solo el 14% dicen no tener interés; esto nos indica que si hay un gran interés por parte de las empresas por mejorar la calidad de sus profesionales, logrando con ello mejorar la capacidad y calidad de producción de las mismas.

ENCUESTA DEL LABORATORIO CIM

Pregunta No 9

¿Esta su empresa interesada en capacitar personal en las siguientes áreas y a cuantas personas capacitaría?

Áreas de interés para capacitación del personal	Empresas	%
Escaneo de piezas	2	8
Modelaje de prototipos tridimensionales	3	13
Centro de maquinado flexible	5	22
Diseño Gráfico	5	22
PC para la simulación y control de procesos	8	35
Total	23	100



TOTAL DE PERSONAS DISPUESTAS A CAPACITAR SEGÚN ENCUESTA

35

El área de mayor interés para la capacitación de personal es el de PC para la simulación de procesos de manufactura, quedando en segundo lugar el centro de maquinado flexible y el diseño gráfico, obteniendo el ultimo lugar el escaneo de piezas; se obtuvo un total de 35 personas a capacitar lo cual es muy bajo, pero creemos que esto se debe a que los encuestados no logran visualizar las ventajas que este tipo de tecnología les brindaría en sus tarea

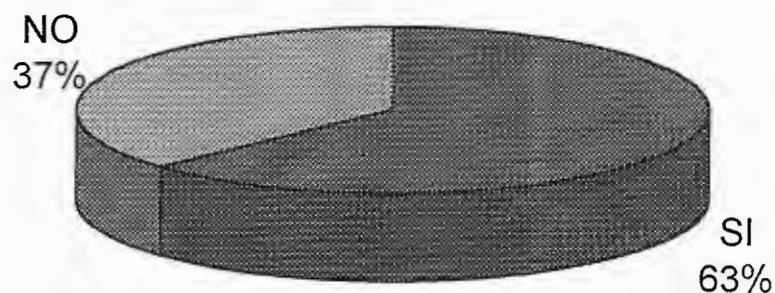
ENCUESTA DEL LABORATORIO CIM

Pregunta No 10

¿Estaría usted o los ingenieros de su empresa interesados en adquirir una maestría en manufactura integrada por computadora?

Condición	Empresa	%
SI	12	63
NO	7	37
Total	19	100

ACEPTACION POR LA IMPLEMENTACION DE MAESTRIA EN MANUFACTURA COMPUTARIZADA



TOTAL DE PERSONAS INTERESADAS EN ADQUIRIR LA MAESTRIA .

20

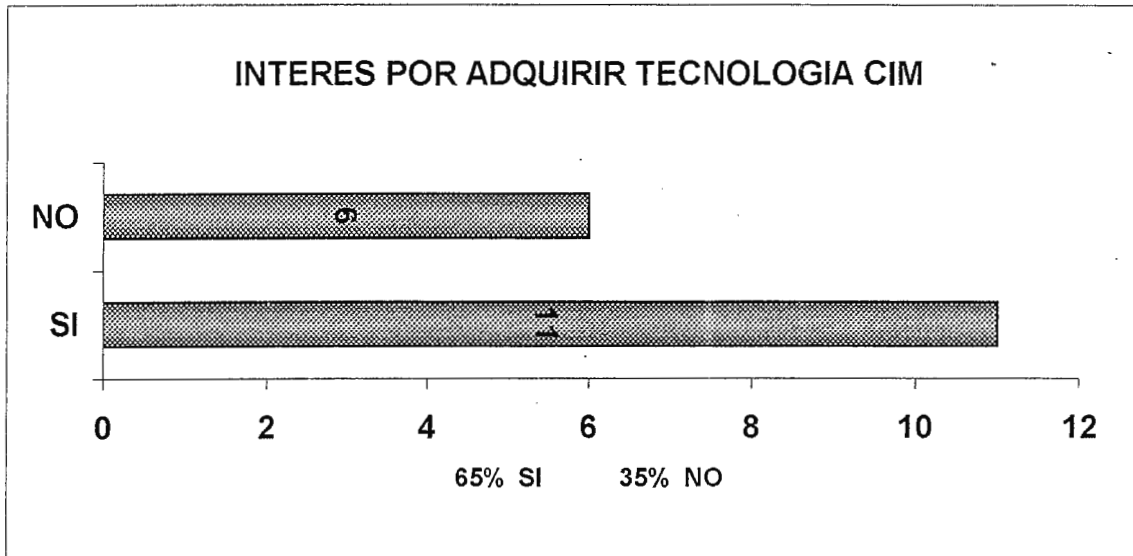
Se pretende que este proyecto sirva de base para la creación de una maestría en manufactura computarizada, para lo cual se consultó a los encuestados a lo que ellos respondieron en un 63% que si es de su interés y el resto 37% manifestaron no tener interés por el momento; esto es muy alentador ya que el porcentaje de interesados es de más del 50% por lo que la maestría en esta área tiene un potencial muy grande.

ENCUESTA DEL LABORATORIO CIM

Pregunta No 11

¿Está su empresa interesada en adquirir la tecnología de manufactura integrada por computadora?

Condición	Empresa	%
SI	11	65
NO	6	35
Total	17	100



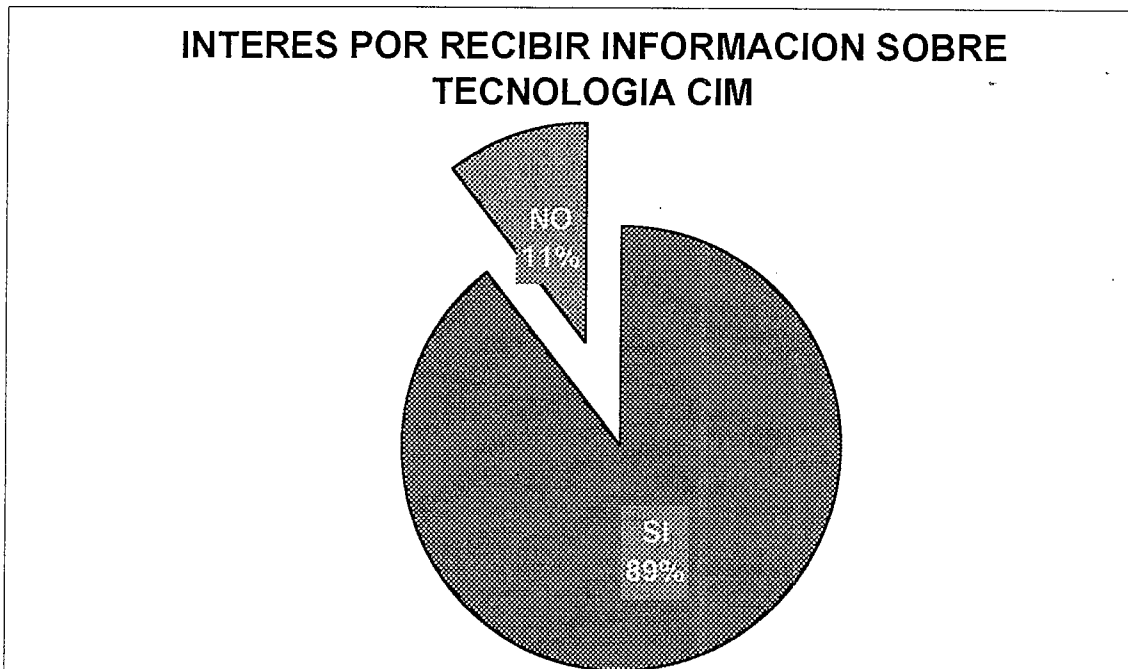
El interés por parte de las empresas por adquirir tecnología CIM es muy esperanzador ya que el 65% de los encuestados dicen estar de acuerdo en obtener este tipo de tecnología, aunque es muy probable que este porcentaje cambie al enterarse de los elevados costos que ésta tecnología implica, sea como sea los empresarios van despertando y tomando conciencia de la importancia que tiene el contar con tecnología de punta, ya que con ello se logra ser realmente competitivo.

ENCUESTA DEL LABORATORIO CIM

Pregunta No 12

¿Le gustaría recibir mayor información acerca de la manufactura integrada por computadora?

Condición	Empresas	%
SI	17	89
NO	2	11
Total	19	100



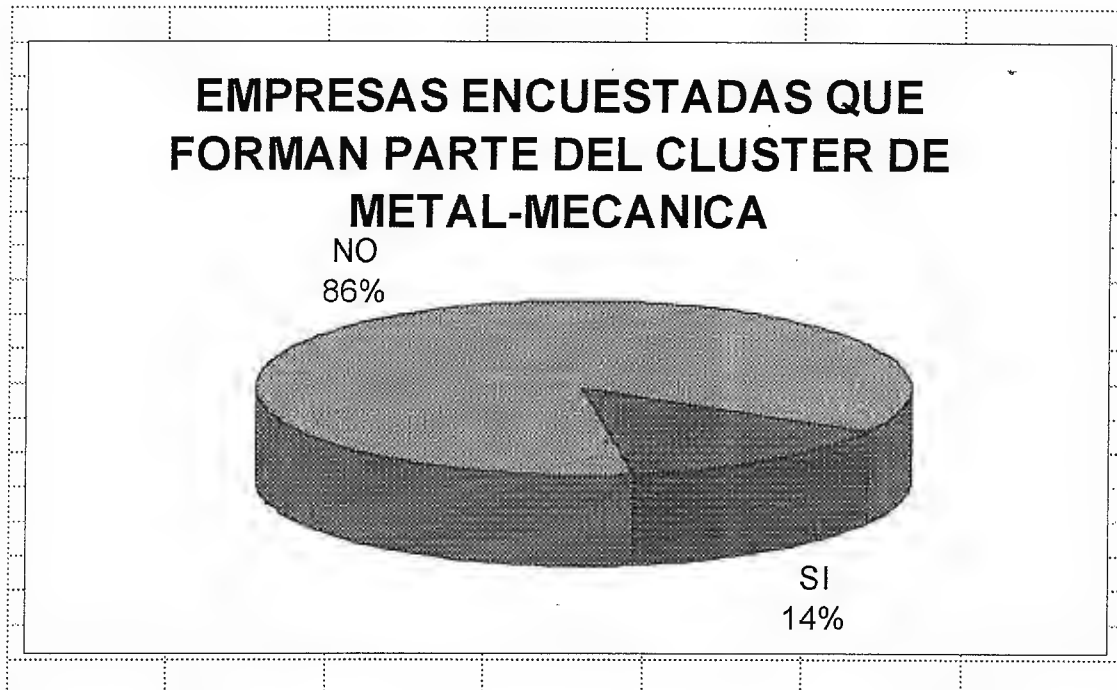
La encuesta enviada a las empresas ha generado gran expectativa por el tema ya que el 89% de los encuestados afirma tener interés por recibir más información acerca de la manufactura integrada por computadora; esto nos indica que la población desea conocer mas acerca del tema y es muy

ENCUESTA DEL LABORATORIO CIM

Pregunta No 13

¿Pertenece su empresa al cluster de metal mecánica.?

Condición	Empresas	%
SI	3	14
NO	18	86
Totla	21	100



La mayoría de las empresas encuestadas no pertenecen al cluster de metal mecánica ya que solo el 14% de la población objeto es miembro de dicho cluster, esto nos indica que la demanda de los servicios del Laboratorio CIM podrá ser mayor, debido a que cuando las empresas sepan de los beneficios que éste brinda buscarán utilizarlos

3.4 CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACION DE CAMPO.

Por medio de los resultados obtenidos se ha establecido que.

- A. El conocimiento sobre Manufactura Integrada por Computadora por parte de las empresas encuestadas, siendo éstas de nivel gerencial, es el siguiente: el 30 % de las personas encuestadas desconocen por completo el tema, mientras que el 22 % asegura tener poco conocimiento sobre éste, en tanto que el 39 % de la población objeto dice tener un conocimiento medio sobre manufactura computarizada y solamente el 11% afirma tener un nivel de conocimiento avanzado sobre el mismo; esto nos indica que es muy poco el porcentaje de personas que conocen del tema, lo cual le da a esta investigación un carácter de innovador, generando por lo tanto gran expectativa por su pronta implementación y ayudando con ello al avance tecnológico del país.

- B. El 25 % de la población encuestada afirma utilizar programas para el diseño de piezas y/o productos, de este 25 % la mayoría cuentan con AUTOCAD 14, esto nos muestra que existe un gran potencial en cuanto al uso de este tipo de tecnología en nuestro país, ya que las empresas podrán hacer uso de los servicios que ofrece el LABORATORIO CIM para mejorar, diseñar y modificar sus objetos y/o procesos.

- C. En cuanto a la elaboración de proyectos a corto, mediano, o largo plazo el 61 % de las empresas encuestadas afirman tenerlos, mientras que el 39 % dice no estar ejecutando ningún tipo de proyectos, es importante hacer notar que la mayoría de empresas se están preocupando por implementar nuevos proyectos al interior de ellas, esto nos indica la preocupación que hay por actualizarse y esto es debido a la globalización.
- D. Es muy preocupante ver que a través de las encuestas se determina que solamente el 14% de las empresas consideradas como objeto de estudio cuentan con maquinaria CNC, esto nos indica que el atraso tecnológico por el que pasa nuestro país es enorme ya que estamos a las puertas del siglo XXI y en el mundo entero los equipos CNC forman una base fundamental en todas las empresas productoras.
- E. A través de la encuesta se logró determinar que tipo de materiales son los más procesados en nuestro país, obteniendo el primer lugar el acero, en segundo lugar el bronce y el aluminio, también destacándose la importancia del plástico que esta tabulado dentro del rango de "otros" dentro de la gráfica de materiales utilizados por las empresas. Esto nos servirá para escoger la capacidad de los equipos a seleccionar.

- F. La encuesta nos señala que el área de mayor interés para las empresas lo ocupa el mejoramiento de los procesos de producción, además que aparece un notado interés por el área de reparación y/o construcción de piezas de maquinaria ocupando el segundo lugar, el tercer lugar de interés lo conforman el área de fabricación de piezas por lotes y el área de la matricería, indicando esto las áreas de interés en las cuales se deberá enfatizar el laboratorio.
- G. Se investigó a través de la encuesta cuales de los servicios con que contará el LABORATORIO CIM son los de mayor interés para la población en estudio, determinándose que el mayor interés lo obtiene el servicio de pc para la simulación y control de procesos, el segundo lugar de interés lo obtiene el servicio del centro de maquinado flexible FMS, demostrándose con ello que la implementación de un laboratorio de manufactura computarizada que cuente con estos servicios generará gran expectativa en nuestro país.
- H. En cuanto al interés que muestran las empresas por capacitar personal en la manufactura computarizada tenemos que el 86% si estarían dispuestas a capacitar a su personal, mientras que solo el 14% dice no tener interés.
- I. Se establece también que el área de mayor demanda para capacitación del personal es el de pc para la simulación de procesos, dando el segundo lugar al del centro de maquinado flexible FMS y al diseño gráfico, obteniendo como ultimo lugar de interés el escaneo de piezas, aunque creemos que esto se debe a que los encuestados no logran visualizar las ventajas que este tipo de

tecnología les brindaría en sus tareas, además se investigó que el número de personas dispuestas a capacitar es de 35, aunque es un número bajo no refleja el verdadero interés de la población debido a que muchos de los encuestados no respondieron al cuestionario, teniendo por ello que reducir el tamaño de la población objeto.

- J. Se pretende que este proyecto sirva de base para la creación de una maestría en manufactura computarizada, para lo cual se consultó a los encuestados a lo que ellos respondieron en un 63% que si es de su interés y el resto no demuestran interés en adquirir esta maestría, obteniendo ellos el 37% restante.
- K. El 63% de la población encuestada afirman tener interés por la creación de una maestría en manufactura computarizada mientras que solamente el 37% no muestran interés. Esto es muy alentador y era de esperarse ya que el profesional salvadoreño siempre esta buscando actualizarse y una maestría en esta rama será nueva en nuestro medio y brindará una alternativa de superación para el ingeniero actual.
- L. En cuanto al interés mostrado por las empresas por adquirir la tecnología CIM es muy esperanzador ver que el 65% de los encuestados dicen estar de acuerdo, en obtener esta tecnología, aunque es muy probable que este porcentaje cambie al enterarse de los elevados costos que ésta tecnología implica, sea como sea los empresarios del país van despertando y tomando

conciencia de la importancia que tiene el contar con tecnología de punta, ya que con ello se logra ser realmente competitivo; en tanto que el 35% dicen no tener interés.

- M. La encuesta revela que se ha generado una gran expectativa por el tema ya que el 89% de los encuestados afirman tener interés por recibir mayor información acerca de la manufactura computarizada.

CAPÍTULO IV

**DISEÑO, CÁLCULOS Y
SELECCIÓN DE
MAQUINARIA PARA EL
LABORATORIO DE
MANUFACTURA
INTEGRADA POR
COMPUTADORA CIM.**

4.1 DESCRIPCION TECNICA DE MATERIALES A USAR EN LA CONSTRUCCION DE LAS ESTRUCTURAS METALICAS DEL LABORATORIO.

a) Acero para Estructura Metálica

El acero ASTM A-36 es el que se usará en las armazones de estructura metálica. Los elementos que se fabrican con este material son perfiles angulares, canales, tubos cuadrados, vigas de patín ancho y columnas, "T", vigas armadas "I", y otros.

El acero estructural se desarrolló para satisfacer la necesidad de un acero al carbono con mayor resistencia y se usa para estructura de maquinaria, puentes y edificios debido a su posición controlada. El acero A-36 es fácil de soldar y constituye importantes ahorros.

Propiedades químicas: Carbono 0.26% ⁽¹²⁾

Propiedades mecánicas: Resistencia a la tracción de 400 a 552 Mpascales, límite de fluencia 248 Mpascales.

b) Elementos de Sujeción

Pernos: Se utilizarán pernos de alta resistencia, fabricados con acero grado 6, es decir, acero de alta resistencia. La cabeza de los pernos a utilizar será hexagonal, ya que es la más común y abarca una gran serie de tamaños. Los tamaños varían de acuerdo al esfuerzo que van a soportar.

Electrodo: Las especificaciones para electrodos cubiertos de soldadura de arco de acero dulce (AWS A5 1-69) enumera doce clasificaciones basadas en requerimientos químicos, propiedades mecánicas, tipos de cubiertas del electrodo, el uso y la sanidad. Para el proyecto sujeto de estudio, se seleccionaron dos tipos de electrodos a usar en la fabricación de la maquinaria, habiendo sido elegido de acuerdo a sus características y al material que se va a soldar.

Electrodo E-6013: Se usa con corriente alterna o directa, cualquier polaridad, el arco es suave, la penetración menor más fácil de quitar la escoria. Su velocidad = $(0.0184 \times \text{amps}) \text{ lbs/hr} - 0.003$. Designados originalmente para trabajos metálicas con bajo voltaje de circuito abierto. Se usará por su economía y el rendimiento es el ideal para trabajos menores en soldadura. Se usará principalmente en los acabados y de 3 mm de diámetro.

Electrodo E-7018: Es de bajo hidrógeno con altos porcentajes de polvo de hierro en el revestimiento. Puede usarse con corriente alterna o directa. Sirve para soldadura de filete en aceros de alto carbono y aceros de aleación. Su trabajo se caracteriza por su arco silencioso y suave, muy poca salpicadura, baja penetración y altas velocidades lineales. Se usará electrodo de 3 mm de diámetro, cuya velocidad de depósito es igual a $0.012 \times \text{amps}$.

Pinturas: Las pinturas a usarse en el acabado de la construcción de la estructura metálica del laboratorio serán para la base y acabado. Para la base se aplicará un anticorrosivo con una película de 2.5 mils y un acabado de pintura de aceite excello latex 2.5 mils.

4.2 INSTALACIONES ELECTRICAS DEL LABORATORIO DE MANUFACTURA INTEGRADA POR COMPUTADORA.

Subestación Principal :

El voltaje de la potencia comprada se puede utilizar para un sistema primario de la planta sin transformación. La función principal de la subestación.

Los transformadores son dispositivos que transfieren la energía eléctrica de una bobina a otra por medio de inducción electromagnética, hacen posible el uso de altos voltajes de distribución y utilización que se encuentran en los sistemas eléctricos industriales. Se emplean para transformar un voltaje primario a un segundo nivel primario, para pasar del primario al voltaje secundario, y para pasar de un voltaje secundario de distribución a un nivel secundario de utilización. Los transformadores que se utilizaran en la planta son del tipo:

Transformadores de subestación: son unidades sumergidas en aceite que tienen capacidad primaria de 2,400 a 67,000 voltios, con capacidad secundaria que varían de menos de 600 a 15,000 voltios los transformadores de subestación se emplean en la distribución de las empresas productoras de electricidad y subestaciones industriales. Los transformadores de potencia están disponibles hasta más de 67 kv.

4.2.1 CALCULOS DE ILUMINACION.

a) Cálculo de iluminación para área de oficinas:

Para poder utilizar las tablas en las que se obtienen la carga necesaria en watts para un área de iluminación del 80% del área total, es necesario convertir los metros cuadrados a pies cuadrados.

$$\text{Area: } (15)(12) = 180 \text{ m}^2 = 1,936.5 \text{ p}^2$$

$$\text{Area efectiva} = (0.8)(1,936.5) = 1,549.2 \text{ p}^2$$

$$\text{Nivel de iluminación} = 1 \text{ watt/p}^2$$

$$\text{Iluminación necesaria} = 1 \times 1,549.2 = 1549.2 \text{ watt (carga necesaria)}$$

$$\# \text{ watt por lampara: } 4 \text{ tubos de } 40 \text{ watt} = 160 \text{ watt}$$

$$\text{Número de lamparas} = \frac{\text{Area} \times \text{nivel de iluminación}}{\# \text{ de watt por lampara} \times \text{C.U.} \times \text{F.M.}} = \frac{1,549.2}{(160)(0.8)(0.95)}$$

$$\text{Número de lámparas} = 12.74$$

$$\text{Número de lámparas} = 13$$

b) Cálculos de iluminación para bodegas y mantenimiento.

$$\text{Area} = (10)(16)\text{m} = 160 \text{ m}^2 = 1271.33 \text{ p}^2$$

$$\text{Nivel de iluminación} = \frac{1}{4} \text{ watt/p}^2$$

$$\text{Iluminación necesaria} = \frac{1}{4} \times 1271.33 = 430.33 \text{ watt (carga necesaria)}$$

$$\# \text{ watt por lampara} = 2 \text{ tubos de } 75 \text{ watt} = 150 \text{ watt}$$

$$\text{Número de lamparas} = \frac{\text{Area x nivel de iluminación}}{\# \text{ de watt por lampara x C.U. x F.M.}} = \frac{430.33}{(150)(0.8)(0.95)}$$

$$\text{Número de lamparas} = 3.77$$

$$\text{Número de lamparas} = 4$$

c) Cálculos de iluminación para área exterior.

$$\text{Area} = (10)(40) \text{ m} = 400 \text{ m}^2 = 4303.4 \text{ P}^2$$

$$\text{Nivel de iluminación} = \frac{1}{4} \text{ watt/p}^2$$

$$\text{Iluminación necesaria} = \frac{1}{4} \times 4303.4 = 1075.8 \text{ watt (carga necesaria)}$$

$$\# \text{ watt por lampara} = \text{Lamparas de mercurio de 175 watt.}$$

$$\text{Número de lamparas} = \frac{\text{Area x nivel de iluminación}}{\# \text{ watt por lampara x C.U. x F.M.}} = \frac{1075.8}{(175)(0.8)(0.95)}$$

$$\text{Número de lámparas} = 8.1$$

$$\text{Número de lámparas} = 8$$

d) Calculo de iluminación para el centro de maquinado.

$$\text{Area} : (15.7)(23.5) \text{ m} = 368.95 \text{ m}^2 = 3969.3 \text{ p}^2$$

$$\text{Nivel de iluminación: } 2 \text{ watt/p}^2$$

$$\text{Iluminación necesaria} = 2 \times 3969.3 = 7938.62 \text{ watt (carga necesaria)}$$

$$\# \text{ watt por lampara: lamparas industriales de 400 watt}$$

$$\text{número de lamparas} = \frac{\text{área x nivel de iluminación}}{\# \text{ watt por lampara x C.U. x F. M.}} = \frac{7938.62}{(400)(0.8)(.95)}$$

$$\text{número de lamparas: } 26.11$$

$$\text{número de lamparas: } 26$$

e) Cálculo de iluminación para el laboratorio de simulación.

$$\text{Área} = (10)(10) \text{ m} = 100 \text{ m}^2 = 1075.84 \text{ p}^2$$

$$\text{Nivel de iluminación} = 1 \text{ watt/p}^2$$

$$\text{Iluminación necesaria} = 1 \times 1075.84 = 1075.84 \text{ watt}$$

$$\# \text{ watt por lampara} = 4 \text{ tubos de } 40 \text{ watt} = 160 \text{ watt}$$

$$\text{Número de lampara} = \frac{\text{área} \times \text{nivel de iluminación}}{\# \text{ watt por lampara} \times \text{C.U.} \times \text{F.M.}} = \frac{1075.84}{(160)(0.8)(0.95)}$$

$$\text{Número de lámparas} = 8.84$$

$$\text{Número de lámparas} = 9$$

f) Cálculos de toma corriente:

Se ha estimado un uso de 50 Toma corrientes distribuidos en oficinas y laboratorio de simulación cada uno un calculo aproximado de 200 watt

g) Cálculo de potencia monofásica:

Primero el calculo de corriente monofásica por área de iluminación .

$$I_{1\phi} = \text{Corriente monofásica}$$

$$I_{1\phi \text{ oficinas}} = \frac{\# \text{ de lamparas} \times \text{watt}}{\text{Voltaje}}$$

$$I_{1\phi \text{ oficinas}} = \frac{13 (180)}{120} = 19.5 \text{ amperios}$$

$$I_{1\phi \text{ laboratorio de simulación}} = \frac{9 (160)}{120} = 12 \text{ amperios}$$

$$I_{1\phi \text{ bodegas}} = \frac{4 (150)}{120} = 5 \text{ amperios}$$

$$I_{1\phi \text{ exterior}} = \frac{8 (180)}{120} = 12 \text{ amperios}$$

$$I_{1\phi \text{ centro de maquinado}} = \frac{26 (400)}{208} = 50 \text{ amperios}$$

$$I_{1\phi \text{ tomas corriente}} = \frac{50 (200)}{120} = 83.33 \text{ amperios}$$

$$I_{1\phi \text{ total}} = 181.83 \text{ amperios}$$

Potencia monofásica:

$$P_{1\phi} = \frac{I_{1\phi} V}{3 \text{ (subestación trifásica)}}$$

$$P_{1\phi} = \frac{(181.83) (120)}{3} = 7273.2 \text{ watt}$$

para un factor de potencia de 0.9 tenemos:

$$P_{1\phi} = \frac{7273.2}{0.9} = 8081.4 \text{ VA}$$

$$P_{1\phi} = 9.0 \text{ KVA}$$

Potencia monofásica demandada en la unidad de prototipos tridimensionales:

$$I = 20 \text{ amperios}$$

$$V = 240 \text{ voltios}$$

$$P = I V$$

$$P = (20)(240)$$

$$P = 480 \text{ watt}$$

$$P = 480/0.9 = 533.33 \text{ VA}$$

$$P = 0.6 \text{ KVA}$$

h) Cálculo de potencia de motores del centro de maquinado

La potencia demandada por los equipos del centro de maquinado se a obtenido directamente de las especificaciones técnicas de las maquinas seleccionadas y se detallan a continuación:

Centro de maquinado vertical: 35 KW

Centro de maquinado horizontal: 40 KW

Centro de torneado: 50 KW

Electroerosionadora : 40 KW

Rectificadora: 32 KW

Total de potencia demandada: 197 KW

Utilizando un factor de potencia 0.9

$$P = 197/0.9 = 218.88 \text{ KVA}$$

h) Cálculos de subestación:

Potencia demandada total: 228.5 KVA

Valor comercial de los transformadores:

- Transformador monofásico de 100KVA

Voltaje primario: 24.9/14.4

Voltaje secundario: 440 V

- Transformador trifásico de 300KVA

Voltaje primario: 24.9/14.4

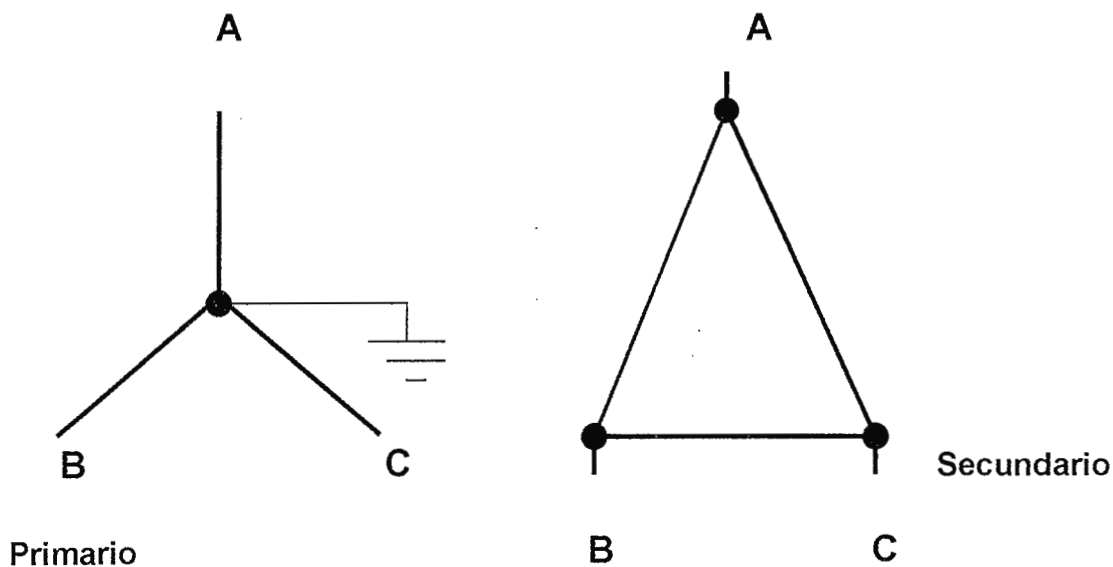
Voltaje secundario

Se instalaran tres transformadores monofásico de 100 KVA c/u en conexión estrella-delta, esto debido a que el mayor consumo de potencia demandada es de los motores de las maquinas del centro de maquinado.

Las ventajas que presenta este tipo de arreglo son:

- Es posible trabajar en conexión delta abierta en caso de que un transformador se dañe por sobrecarga en la red.
- Menor costo debido a que su precio es menor que si se adquiriere un solo transformador de 300 KVA.

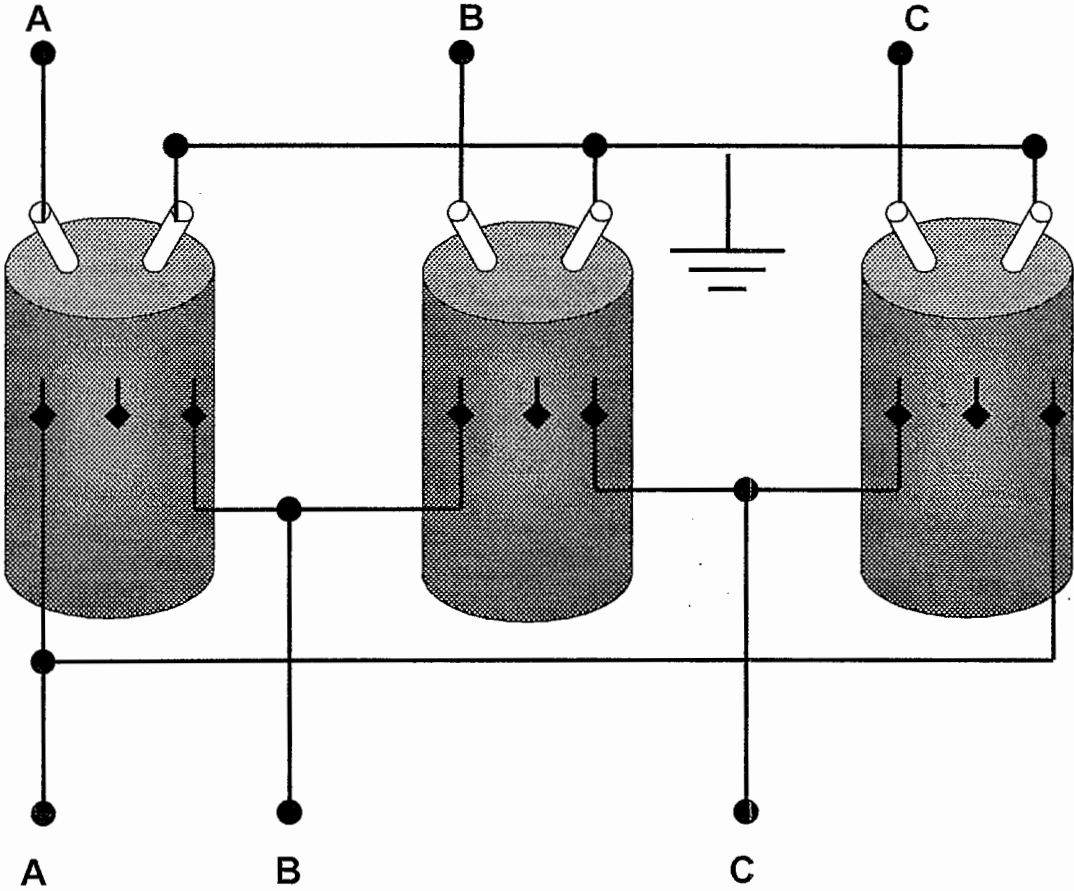
i) Esquema de la conexión de los transformadores para la subestación eléctrica.



Conexión estrella-delta.

Disposicion de los transformadores monofásicos de 100 KVA.

Primario



Conexión estrella-delta.

4.3 ESTRUCTURA CIVIL DEL LABORATORIO DE MANUFACTURA INTEGRADA POR COMPUTADORA CIM.

Las instalaciones del laboratorio de manufactura integrada por computadora contara con dos edificios.

En el edificio 1 se alojaran las oficinas del laboratorio de manufactura integrada por computadora, la estación de diseño gráfico y el laboratorio de simulación, contara con un área de 375 m².

En el edificio 2 se alojaran la bodega, área de mantenimiento y el centro de maquinado flexible, contara con un área de 525 m².

En la siguiente tabla se muestran las dimensiones de los edificios.

<i>Instalaciones del laboratorio de manufactura Integrada por computadora CIM</i>				
Instalaciones	Dimensiones (metros)			
	Largo	Ancho	Alto	Área
Edificio 1	25	15	3	375
Edificio 2	35	15	5.2	525

Los edificios estarán compuestos de perfiles W usado en la construcción con especificación ASTM-36. Los perfiles a usarse en las columnas estarán colocados de la siguiente forma:

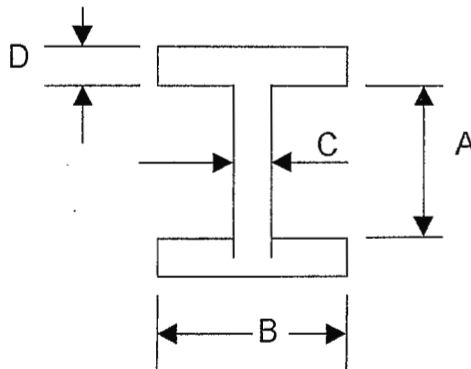
i) Columnas:

Las columnas serán de perfil HEB 305...255 mm

Donde: A = 305 mm
 B = 255 mm
 C = 16.3 mm
 D = 9.11 mm

Peso por metro de longitud: 86.5 Kg/m

Altura: 5.2 m



Las posiciones de las columnas serán de una cada cinco metros, en el edificio 1 se colocaran seis columnas de cada extremo y en el edificio 2 se colocaran ocho columnas de cada extremo haciendo un total de 28 columnas en la parte central no se colocaran columnas.

Placas base: Las placas base se harán de placas de 13 mm de espesor y dimensiones de 60 x 60 cm.

Anclajes: Pernos de 25 mm de diámetro, longitud de 1 m con tuerca y arandela; quedaran empotrados en el cemento de los cimientos con 5 cm de rosca fuera para ser asegurados.

Las columnas se colocaran con ayuda de una grúa y las placas base se soldaran alas columnas antes de realizar el montaje.

ii) Vigas H:

Las vigas serán de perfil HEB 355...203 mm.

Donde: A = 355 mm C = 13.4 mm

 B = 203 mm D = 7.8 mm

Peso por metro de longitud: 64.11 Kg/m.

Longitud: 5 m.

En el edificio 1 las vigas serán colocadas a lo largo de los 25 m entre columnas y transversalmente cada 5 m a las cuales se unirán por medio de placas de unión; la altura ala que se colocarán será a 3 m del piso.

En el edificio 2 las vigas serán colocadas a lo largo de los 35 m entre columnas y transversalmente cada 5 m a las cuales se unirán por medio de placas de unión; la altura ala que se colocarán será a 5.2 m del piso.

Haciendo un total de 63 vigas.

iii) vigas de polín:

Las vigas de polín encajuelado C de 150 mm

Longitud: 5 m

Las vigas de polín encajuelado formaran marcos con las columnas haciendo un total de 12 marcos en los dos edificios. Se colocarán con el desnivel del 3% para la bajada de aguas lluvias y se fijaran entre si soldadas a placas.

iv) Techo:

Para el techo se usara lamina de aluminio calibre 24 prepintada, se apoyara en los polines de 150 mm situados a lo largo y ancho a 4.8 m de altura por medio de anclajes especiales. Será colocada en una sola seccion formando dos aguas.

v) Pisos:

El tipo de piso a utilizarse en el área de bodegas y en el centro de maquinado flexible será de concreto con refuerzo de tejido hierro 5/16" , se escogio este tipo de piso por ser ideal para trafico pesado y soportar vibraciones ya que todos los equipos del centro de maquinado flexible son maquinaria pesada.

Preparación del suelo:

La fundación del suelo será de suelo cemento en una proporción de 15% de cemento y 85% de tierra blanca; espesor mínimo de fundación 30 cm.

El concreto a usarse será de tipo pesado con resistencia de 3000 lb/p² el cual esta hecho con agregados de densidad relativamente grande, como el limadura de hierro, limonita, magnetita o acero. Su peso unitario varia desde 2,884 a 5,607 kg/m³.

vi) Paredes, ventanas y puertas:

Las paredes serán de ladrillo de concreto de 20 x 40 cm para ambos edificios; en el edificio 1 serán paredes completas altura 3 metros , en el edificio 2 serán paredes de ladrillo de concreto hasta una altura de 2.5 m. En la parte de arriba se colocara lamina galvanizada para cubrir para cubrir todo el contorno superior del laboratorio. Se colocara a cada 2 metros una estructura de polín C de 152 mm sencillo para construir los marcos donde se colocaran los marcos donde se colocaran por laminas por medio de remache pop puesto a cada 0.5 m

Las ventanas serán de marco de aluminio colocadas en puntos estratégicos para ventilación e iluminación. Las puertas serán metálicas y en la parte baja se pondrá un portón corredizo de 5 m de ancho y 3 m de alto, para permitir el ingreso de maquinaria que ayude a movilizar equipos y productos. Se colocara al oriente del edificio 2.

4.4 SELECCIÓN DE MAQUINARIA Y PROGRAMAS PARA EL LABORATORIO DE MANUFACTURA INTEGRADA POR COMPUTADORA.

Hasta el momento la investigación se ha centralizado en tener en claro que es el concepto CIM y cuales son sus objetivos, ventajas y que tipo de elementos tanto, hardware como software, son necesarios para la realización de este proyecto.

Entre los diferentes equipos con que contará el laboratorio tenemos:

ESTACION DE DISEÑO GRAFICO:

Esta es la estación de diseño de piezas por medio de un software de gráficas de ingeniería, ésta estación contará con un sistema CAD el cual deberá ser lo suficientemente robusto, versátil y dinámico como para poder comunicarse con los diferentes sistemas del laboratorio. Las piezas se podrán diseñar en esta estación por medio de la programación CAD, ser ingresados o copiados de estaciones remotas (Internet, Módem, etc.), o ser escaneados por periféricos del sistema de diseño.

Dentro de esta misma estación se contará con la estación de Manufactura Auxiliada por Computadora la cual permitirá reconstruir una superficie matemática con el propósito de calcular la optima secuencia de maquinado para producir las piezas.

ESCANEO TRIDIMENSIONAL:

Esta es una estación de escaneo a través de rayos láser para reproducir las dimensiones tridimensionales de las piezas en estudio.

MODELAJE DE PROTOTIPOS:

El modelaje de prototipos es una tecnología muy avanzada que permite reproducir los diseños en forma de resinas plásticas en un tiempo muy corto. Esta es una celda de servicio para el diseño sin arriesgar mucha inversión, consiste en que un diseño gráfico puede convertirse en su contraparte sólida tridimensional en un tiempo muy corto. Y tener en nuestras manos el prototipo sin antes maquinarlo en metal u otro material o proceso costoso.

UNIDAD DE IMPRESIÓN:

Es una unidad de impresión por medio de un trazador gráfico para visualizar y modificar los diseños.

SERVIDOR:

El servidor es una computadora central que controlará y administrará todo el laboratorio. Desde recibir ordenes de trabajo, hacer las presupuestaciones de los trabajos, hasta administrar y asegurar la comunicación entre las diferentes unidades del sistema.

UNIDAD PARA SIMULACIÓN Y CONTROL DE PROCESOS:

Esta unidad contará con programas para hacer simulaciones de procesos productivos, diseño de facilidades, análisis de flujos de materias primas, análisis numérico de fatiga, elemento finito, análisis de resistencia térmica, etc. Esta estación estará destinada a optimizar muchos recursos de las empresas.

CENTRO DE MAQUINADO FLEXIBLE

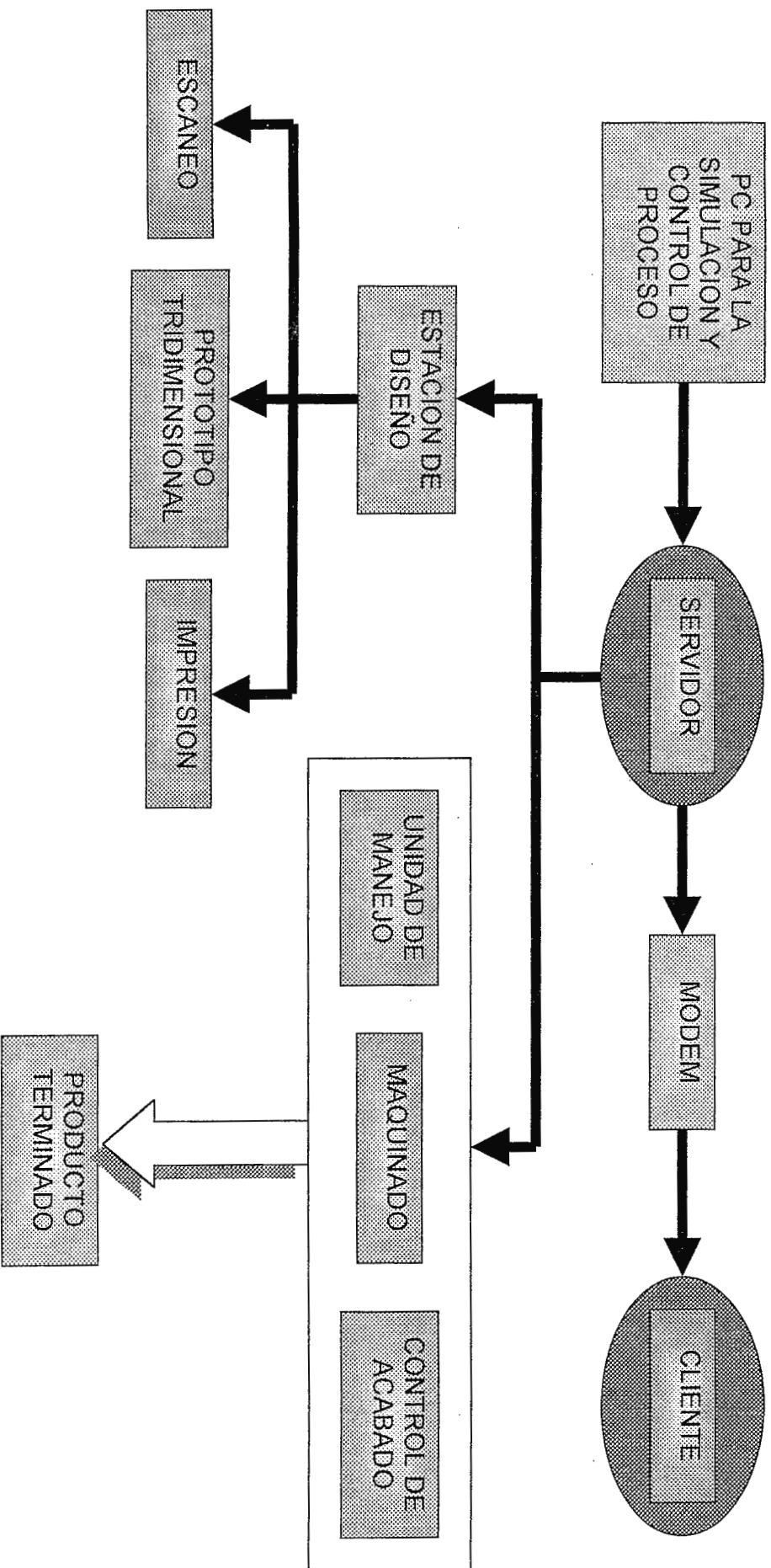
El centro de maquinado comprende de la interrelación de varias máquinas CNC con un sistema de manejo de materiales. Las herramientas se complementan dependiendo de la complejidad de las piezas por fabricar. El bloque de trabajo entra al sistema por medio de una unidad de carga. De aquí la pieza es conducida bajo un control computarizado de una estación de trabajo a otra para ser procesada por operaciones consecutivas de manufactura. El número de operaciones realizado por cada máquina dependerá del diseño de la pieza y del proceso de maquinado. En cada máquina diferentes herramientas pueden ser utilizadas para diferentes diseños o diferentes materiales. Las máquinas por lo general cuentan con cambios de herramientas automáticos.

El laboratorio contará en un inicio (quedando capacidad de expansión) con maquinaria CNC. Una máquina fresadora CNC, un torno CNC, una rectificadora CNC, una máquina electroerosionadora CNC, y una unidad de manejo de materiales. Además contará con un centro de medición de piezas, sistema de alimentación y control de herramientas. Y otros periféricos secundarios que permitirán garantizar la operatividad del sistema y la calidad de los productos.

Todos estos equipos controlados por un solo computador central formarán lo que es el laboratorio CIM de la Universidad Don Bosco.

En la siguiente página se muestra el diagrama de bloques en el cual se pueden apreciar los diferentes módulos con que contará el laboratorio CIM.

LABORATORIO CIM



4.4.1 ASPECTOS PARA EL DISEÑO DEL LABORATORIO CIM

La elaboración del diseño del Laboratorio de Manufactura Integrada por Computadora es planteada a través de los siguientes 6 aspectos.

- La selección de los equipos y programas con que contará el laboratorio, los cuales serán escogidos basándose en las expectativas de la Universidad Don Bosco y de los futuros usuarios.
- El diseño de la distribución en planta de los equipos, el cual se realizará tomando como base el área física que posee actualmente el edificio de la Escuela de Mecánica de la Universidad Don Bosco.
- El Presupuesto, éste se determinará de acuerdo a las cotizaciones de los equipos escogidos, dichas cotizaciones serán realizadas a través de Internet directamente con los distribuidores que aparecen en la red.
- Se establecerá el organigrama que regirá el laboratorio, estableciendo de forma jerárquica las personas que manejarán el laboratorio tanto interna como externamente, es decir la cantidad y características de las personas que estarán a cargo del Laboratorio en su atención directa y también de las personas idóneas para el manejo del mismo.
- Costo de capacitación del personal que estará a cargo del Laboratorio, este se verá reflejado dentro del presupuesto general.

4.4.2 CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE LOS PROGRAMAS Y EQUIPOS CON QUE CONTARA EL LABORATORIO CIM

La selección de los equipos y software necesarios dentro del Laboratorio CIM se realizará tomando en cuenta las siguientes fuentes de información.

- Los proveedores de los programas de manufactura computarizada. Los cuales brindan información con respecto a los paquetes de CAM/CAD y los requerimientos del sistema para la configuración de cada uno de los programas.
- La información recopilada en la investigación de campo. La cual proporcionará una idea acerca de los intereses y necesidades del sector empresarial, para poder investigar los programas mas adecuados para la aplicación en el Laboratorio CIM.
- Las especificaciones técnicas que proporcionan los fabricantes de maquinaria, dicha información se obtendrá a través de los sitios web que estos fabricantes posean.
- Las expectativas que tiene la Universidad DON BOSCO en cuanto a los servicios con que contará el Laboratorio CIM.

A continuación se detallan los programas con que deberá contar el Laboratorio CIM.

CADENA DE PROGRAMAS DE MANUFACTURA.

- **CAD** *Diseño asistido por computadora (computer Aided Design)*
- **CAM** *Manufactura ayudada por computadora (computer Aided Manufacturing)*
- **FEA** *Análisis de elementos finitos (Finite Element Analysis)*
- **CFD** *Fluidos dinámicos computacionales (Computational Fluid Dynamics)*
- **EDA** *Automatización de Diseño Electrónico*
- **ANALISIS CINEMATICO Y DINAMICO** *(kinematic/Dynamic Analysis)*
- **SIMULACIONES GENERALES** *(General simulations)*
- **SIMULACION DE PROCESOS DE MANUFACTURA** *(Manufacturing Process Simulations)*
- **SIMULACION DE OPERACIONES DE MANUFACTURA** *(Manufacturing Operations simulations)*

En el anexo 1 se presenta una lista que contiene los distribuidores de productos de software por programa y el nombre comercial con que estos programas son reconocidos; ésta información es obtenida vía Internet.

CADENA DE PROGRAMAS DE MANUFACTURA.

- **CAD** *Diseño asistido por computadora (computer Aided Design)*
- **CAM** *Manufactura ayudada por computadora (computer Aided Manufacturing)*
- **FEA** *Análisis de elementos finitos (Finite Element Analysis)*
- **CFD** *Fluidos dinámicos computacionales (Computational Fluid Dynamics)*
- **EDA** *Automatización de Diseño Electrónico*
- **ANALISIS CINEMATICO Y DINAMICO** *(kinematic/Dynamic Analysis)*
- **SIMULACIONES GENERALES** *(General simulations)*
- **SIMULACION DE PROCESOS DE MANUFACTURA** *(Manufacturing Process Simulations)*
- **SIMULACION DE OPERACIONES DE MANUFACTURA** *(Manufacturing Operations simulations)*

En el anexo 2 se presenta una lista que contiene los distribuidores de productos de software por programa y el nombre comercial con que estos programas son reconocidos; ésta información es obtenida vía Internet.

4.4.3 CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE LOS PROGRAMAS QUE NECESITARA EL LABORATORIO CIM.

Para poder seleccionar los programas que utilizará el Laboratorio CIM en Primer lugar definiremos que es lo que se espera poder realizar con cada paquete para posteriormente seleccionarlo y cotizarlo vía Internet.

□ **Criterios de selección del paquete para diseño:**

Para el área de diseño se pretende poder realizar las siguientes tareas:

- ◆ Edición y modelado Geométrico.
- ◆ Producción de planos.
- ◆ Interactividad y facilidad de crear nuevos diseños.
- ◆ Posibilidad de simular el comportamiento del sistema antes de la construcción del prototipo.
- ◆ Permitir el diseño de piezas mecánicas, diseño en chapa, diseño de obra civil, etc.
- ◆ Modelado de alambre.
- ◆ Permitir el análisis del comportamiento mecánico que tendrá la pieza diseñada.
- ◆ Dimensionamiento automático.
- ◆ Análisis de elementos finitos y prueba de superficies
- ◆ Medición de distancia de puntos y ángulos entre líneas en 2D y 3D.
- ◆ Compatibilidad con el resto de programas a utilizar en el laboratorio.

□ **Criterios de selección del programa de prototipos tridimensionales:**

Para el área de prototipos tridimensionales es necesario que el programa sea capaz de:

- ◆ Modelar rápidamente partes, moldes y texturas.
- ◆ Poseer gran flexibilidad de diseño.
- ◆ Fácil construcción de sólidos usando familias de partes.
- ◆ Compatibilidad con el resto de programas que usará el Laboratorio CIM.

□ **Criterios para la selección del programa para el manejo del centro de torneado:**

El programa encargado de dirigir el centro de torneado deberá cumplir por lo menos las siguientes tareas:

- ◆ Brindar las herramientas necesarias para programar el equipo de torno CNC basándose en el diseño realizado por el programa de diseño seleccionado.
- ◆ Poseer finalidad de contorneado.
- ◆ Ser compatible con el resto de programas que intervienen en la manufactura.
- ◆ Fácil creación geométrica en 2D y 3D
- ◆ Rapidez para cambiar las dimensiones y arrastrar notas.
- ◆ Poseer rotación dinámica y ampliación en vistas múltiples.
- ◆ Importar y exportar datos de cualquier programa CAD.
- ◆ Fácil definición de parámetros como profundidad, ancho, paredes angulares, esquinas radiales y biseladas.

- **Criterios de selección del programa que manejará el centro de maquinado vertical.**

El programa destinado para controlar el centro de maquinado vertical deberá poseer las siguientes características:

- ◆ Facilidad de creación geométrica en dos y tres dimensiones con múltiples maneras de crear acceso.
- ◆ Creación de superficies flexionadas por tareas completas.
- ◆ Rápida conversión de escala, de espejo y de rotación.
- ◆ Medición mínima y máxima de radios de curvatura, y cálculo de áreas para simples o múltiples propósitos.
- ◆ Facilidad de programación del equipo CNC que controlará.
- ◆ Compatibilidad con el resto de programas con que contará el laboratorio.
- ◆ Importar y exportar datos de cualquier programa CAD.
- ◆ Maquinado de Multieje.
- ◆ Entrada y salida tangencial.
- ◆ Flexibilidad en la programación.
- ◆ Análisis de elementos finitos.
- ◆ Maquinado de curvas en superficies con 5 ejes incluyendo protección automática de curvas dentro de la superficie.
- ◆ Capacidad de crear corte en 5 ejes alrededor de superficies cortantes.

- **Criterios de selección para del programa que manejará el centro de maquinado horizontal.**

Para el centro de maquinado horizontal se requiere que el programa posea las siguientes características:

- ◆ Análisis de elementos finitos.
- ◆ Maquinado de Multieje.
- ◆ Facilidad de programación del equipo CNC que controlará.
- ◆ Importar y exportar datos de cualquier programa CAD.
- ◆ Facilidad de creación geométrica en dos y tres dimensiones con múltiples maneras de crear acceso.
- ◆ Flexibilidad en la programación.
- ◆ Compatibilidad con el resto de programas con que contará el laboratorio.
- ◆ Rápida conversión de escala, de espejo y de rotación.
- ◆ Medición mínima y máxima de radios de curvatura, y cálculo de áreas para simples o múltiples propósitos.
- ◆ Entrada y salida tangencial.

- **Criterios de selección para el programa de simulación de procesos de manufactura.**

El programa que se seleccione para la simulación de procesos de manufactura deberá cumplir con los siguientes requerimientos:

- ◆ Poseer animaciones en 2D y 3D.
- ◆ Modelar manufactura y procesos del manejo de materiales.
- ◆ Importar datos de programas externos como hojas de cálculo y dibujos en CAD.
- ◆ Análisis de capacidades de producción.
- ◆ Análisis de problemas de manufactura.
- ◆ Flexibilidad de diseño.
- ◆ Análisis de alternativas y evaluación de proyectos.
- ◆ Compatibilidad con los demás programas del laboratorio CIM.
- ◆ Facilidad de uso

- **Criterios de selección para el manejo de los programas del laboratorio.**

- ◆ Para ejecutar los programas necesarios dentro del laboratorio CIM se seleccionará a Windows 98 ya que este paquete operativo es de los mas completos y es el recomendado en la todos los programas seleccionados.

- **Criterio para establecer los requerimientos del sistema que contendrá todos los programas necesarios en el laboratorio CIM.**

Para seleccionar los requerimientos básicos del sistema a utilizar se ha considerado los aspectos siguientes:

- ◆ Que el sistema seleccionado tenga la capacidad necesaria tanto en disco duro como en memoria RAM para poder ejecutar todos los programas propuestos.
- ◆ Que posea la velocidad adecuada para que los programas puedan ser ejecutados.
- ◆ Que posea un procesador de los más avanzados.

4.4.4 CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS Y MAQUINARIA DEL LABORATORIO CIM

Los equipos seleccionados para el Laboratorio son escogidos en base a consultas con los fabricantes y distribuidores de éstos a través de Internet, los equipos que cumplen con las expectativas de la Universidad Don Bosco y de los usuarios como: robustez, versatilidad, precisión, eficiencia, etc.

Se ha procurado que todos los equipos sean de un mismo fabricante, para efecto de garantizar la compatibilidad de los mismos, logrando también unificar la configuración de los software para los equipos y tener mayor soporte técnico por parte del fabricante debido a que la Universidad Don Bosco sería un comprador significativo para el fabricante escogido.

Se ha seleccionado a DAEWOO como fabricante idóneo ya que es el único que presenta amplia gama de equipos para el montaje de talleres FMS, algunos de los equipos fabricados por DAEWOO se muestran en las páginas web anexas a este documento.

Los equipos seleccionados para el laboratorio CIM son los siguientes:

a. CENTRO DE MAQUINADO HORIZONTAL.

Se ha seleccionado el centro de maquinado horizontal **Daewoo ACE-H400P**, el cual posee las siguientes características:

- Rápido encendido, alta velocidad y alta eficiencia del eje de mando
- 12,000 (20,000) rpm de alta velocidad, motor conectado directamente al husillo
- Todos los equipos están integrados en un diseño ahorrador de espacio
- Bancada con tres soportes de apoyo
- Velocidad alta para cambio de herramientas 1.5 segundos.
- Velocidad de desplazamiento de la mesa en X,Y,Z de 40 m/min.

En el anexo 3 se presentan las páginas obtenidas vía Internet que contienen las especificaciones técnicas de este equipo.

b. CENTRO DE MAQUINADO VERTICAL.

El centro de maquinado vertical seleccionado es el **Daewoo ACE-V400** ésta máquina es de tipo industrial, diseñada para realizar trabajos de precisión a alta velocidad en producciones masivas, Posee gran potencia en el eje de mando construcción de tipo pesado y rigidez insuperable que proveen una excepcional precisión, alta productividad y años sin problemas de mantenimiento.

Entre sus ventajas se encuentran:

- Diseño de columna viajera.
- Rápido cambio de herramienta (1.5 segundos).
- Gran potencia 11 KW, alto torque en eje de motor.
- Alta velocidad 10,000 rpm en el eje.
- Mesa de paletas rotativas automática.
- Diseño compacto.
- 60 grados de pivote.
- Bancada de una sola pieza de hierro fundido.
- Tanque de refrigerante separado.

En el anexo 4 se presentan hojas obtenidas vía Internet en donde se detallan las especificaciones técnicas de este equipo.

C. EL CENTRO DE TORNEADO

El centro de torneado estará conformado por un torno CNC marca **Daewoo PUMA 250A** este equipo es seleccionado por las siguientes características:

- Unidad de poder hidráulico
- Equipo de enfriamiento suplementario
- Equipo de lubricación
- Consola de operaciones
- Control simultaneo de ejes
- Set de 16 pares de herramientas

En el anexo 5 se detallan las especificaciones técnicas obtenidas de Internet referentes a este equipo.

D. PARA EL MODELADO DE PROTOTIPOS TRIDIMENSIONALES

Para el modelaje de prototipos tridimensionales se ha seleccionado al **SLA 7000 fabricada por 3D Systems**, debido a que es tecnología de punta ya que salió al mercado a partir de marzo/99, este es el quinto sistema de producción de imágenes en sólidos producido por 3D Systems, el SLA-7000 es ideal para el concepto de modelado. prototipos rápidos, estampación y aplicaciones de la producción en una amplia variedad de la industria, incluyendo automotor, aeroespacial, productos del consumidor, electrónica del consumidor, juguetes, entretenimiento, y la imaginación médica.

Solamente el SLA 7000 cubre completamente el rango de aplicación del modelado de sólidos, algunos de sus beneficios son:

- Carrera de producción limitada.
- Rápido armado.
- Prototipos de partes grandes.
- Maestro en modelado para fundición.
- Forma, preparación, y funciones probadas.
- Equipado con:
 - Láser.
 - Escaneo óptico.
 - Programa.

En el anexo 6 se detallan las especificaciones técnicas del SLA-7000

- e. **La electroerosionadora** seleccionada es el Modelo **A500D fabricada por Daewoo**, en el anexo 7 de este documento aparece la hoja web que muestra este equipo
- f. **La rectificadora CNC** seleccionada es la **ACE-B110 de Daewoo** , este equipo aparece en el anexo 8 de este documento.
- g. El servidor seleccionado es el **HP Kayak XW PII Xeon 450 9.1 GB SCSI fx6 CD-RW** fabricada por HEWLETT PACKARD la cual posee los siguientes dispositivos:
- 128 MB de memoria RAM
 - Disco duro de 9.1 GB SCSI
 - Resolución gráfica HP VSUALIZE fx6 AGP componentes PCI
 - Floppy Disk Drive 1.44 MB
 - Sistema Operativo Windows NTWorkstation 4 (preinstalado)
 - LAN Interfase HP Night Director Plus 10/100Base-T Ethernet Card

La cotización y los accesorios opcionales son presentados en el anexo 9 de este documento.

h. **El Scanner** seleccionado es el modelo **HP9100C digital sender de HEWLWTT PACKARD** el cual incluye:

- Alimentador robusto para 50 páginas
- Impresor pre-instalado HP JetDirect EIO con servidor interno
- CD-ROM conteniendo los software de HP JetAdmin, HP Address Book Manager, HP digital Sender Service, Guía Administrativa, etc.

Otras especificaciones aparecen en el anexo 10 de este documento.

i. **El impresor** seleccionado es el **HP Color Laser Jet 8500** el cual es fabricado por HEWLETT PACKARD y posee propiedades tales como:

- 6 páginas a color por minuto.
- 24 páginas por minuto color blanco y negro.
- Portapapeles de 12 x 18 pulgadas
- Resolución de 600-dpi .
- Calibración automática de color.

Otras especificaciones aparecen en el anexo 11 al final del documento.

4.4.5 PROGRAMAS SELECCIONADOS PARA EL LABORATORIO CIM.

Los programas seleccionados se detallan a continuación:

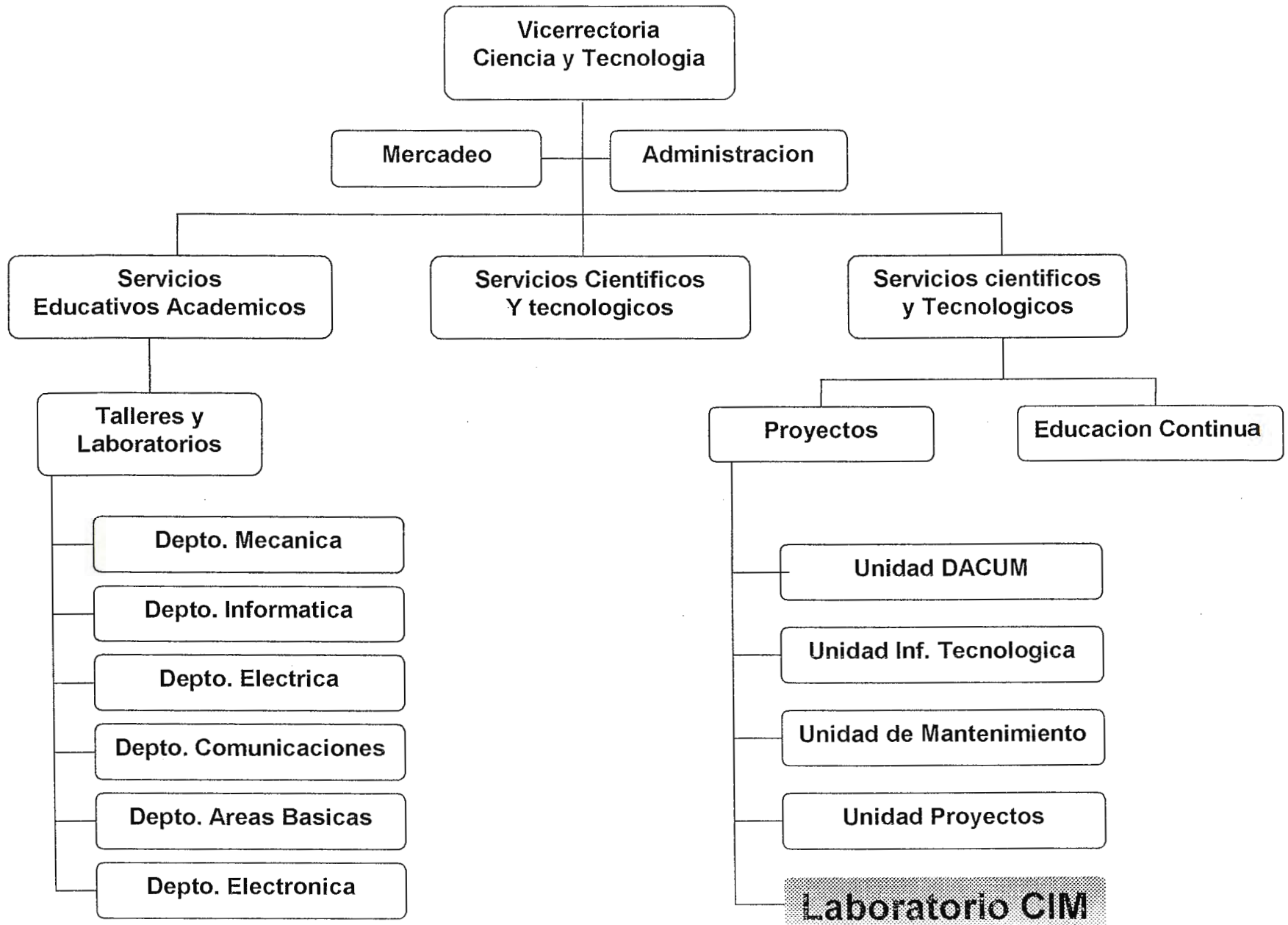
Programa Seleccionado	Aplicación	costo
Mastercam Desing Versión 7	Diseño de piezas y planos	\$2.000
Mastercam Solids Versión 7	Modelaje de prototipos tridimensionales	\$3.500
Mastercam Lathe Versión 7	Manejo del centro de torneado	\$1.000
Mastercam Mill Level 3	Manejo del centro de maq. Vert. Y Horiz.	\$12.900
Windows 98	Manejo de programas	\$1.000
Taylor II	Simulación de procesos de manufactura	\$1.400
TOTAL		\$21.800

4.4.6 EQUIPOS SELECCIONADOS PARA EL LABORATORIO CIM

Los equipos seleccionados para el laboratorio CIM se detallan a continuación:

Equipo seleccionado	Aplicación	costo
Daewoo ACE-H400P	Centro de maquinado horizontal	\$1.400.500
Daewoo ACE-V400	Centro de maquinado vertical	\$85.700
Daewoo PUMA 250A	Centro de torneado	\$62.800
Daewoo A 500D	Electroerosionadora	\$125.000
Daewoo ACE-B110	Rectificadora	\$182.300
SLA 7000	Prototipos tridimensionales	\$799.995
HP Kayak XW PII Xeon 450	Servidor	\$1.000
HP Color Laser Jet 8500	Impresor	\$5.999
HP 9100 C	Scanner	\$12.900
PC SIMUL	Computadoras (2)	\$8.000
TOTAL		\$2.684.194

4.5 ORGANIGRAMA VICE RRECTORIA CIENCIA Y TECNOLOGIA.



CAPITULO V

EVALUACIÓN FINANCIERA

CAPITULO V : EVALUACIÓN FINANCIERA

En este capítulo expondremos un estudio económico general del Laboratorio CIM, el cual incluye, detalle del costo de maquinaria, equipos y programas, costo de instalación, análisis financiero de la actividad del laboratorio, rentabilidad del proyecto, tiempo de recuperación de la inversión.

5.1 INVERSION TOTAL

Para conocer la inversión total del proyecto se realizaron cotizaciones vía Internet, tanto de la maquinaria como de los equipos a escoger, también se incluirá el costo de instalación, los componentes eléctricos de la subestación, la obra civil, las instalaciones hidráulicas, el equipo de trabajo como herramientas, etc.

Todos estos precios se presentan en forma detallada en las tabla 1 y su suma total será el monto necesario de inversión para llevar acabo este proyecto.

5.2 DESCRIPCION DE LOS COSTOS

Estos se agrupan por costos de requisición de materia prima, costos de mano de obra, costos de servicios básicos, costos por mantenimiento, depreciación de maquinaria y equipo, y un costo de imprevistos que se estima de un 5% de la inversión total.

Todos estos costos se presentan en el siguiente apartado paraq pla realización del análisis financiero del laboratorio CIM.

5.2.1 COSTO ANUAL DE PERSONAL

CARGO	SALARIO	ISSS	AFP	TOTAL
Jefe de Laboratorio	¢8.000	¢600	¢440	¢9.040
Jefe estación de diseño gráfico	¢4.000	¢300	¢220	¢4.520
Diseñador en Autocad	¢6.000	¢450	¢330	¢6.780
Jefe de Simulación	¢6.000	¢450	¢330	¢6.780
Supervisor de taller	¢6.500	¢488	¢358	¢7.345
Asistente de taller	¢3.000	¢225	¢165	¢3.390
Jefe de mantenimiento	¢4.500	¢338	¢248	¢5.085
Asistente de mantenimiento	¢2.000	¢150	¢110	¢2.260
Programador Analísta	¢6.000	¢450	¢330	¢6.780
Operario	¢3.000	¢225	¢165	¢3.390
Operario	¢3.000	¢225	¢165	¢3.390
Operario	¢3.000	¢225	¢165	¢3.390
Bodeguero	¢1.200	¢90	¢66	¢1.356
Secretaria	¢2.000	¢150	¢110	¢2.260
			TOTAL MENSUAL	¢65.766
TOTAL ANUAL				¢789.192

5.2.2 CÁLCULO DE VAN Y TIR

- Cálculo de la depreciación.

$D = \frac{C-R}{P}$ Donde: C = Inversión

P R = Valor de rescate

P = Vida útil

El valor de rescate será del 10% $R = 0.1 \times 23,358,354.00$

$R = 2,335,835.00$

La inversión inicial es de $C = 23,358,354.00$

La vida útil esperada $P = 20$ años

De los datos anteriores obtenemos que la depreciación será:

$$D = \underline{23,358,354.00 - 2,335,835.40}$$

20

$$D = \text{¢ } 1,051,125.90$$

- **Cálculo de costo de servicios básicos.**

Para el costo de servicios básicos anuales se ha calculado así:

TIPO DE SERVICIO	COSTO MENSUAL	COSTO ANUAL
Energía Eléctrica	¢15.000	¢180.000
Agua	¢1.000	¢12.000
Teléfono	¢2.000	¢24.000
Vigilancia	¢4.000	¢48.000
Papelería	¢500	¢6.000
	TOTAL ANUAL	¢270.000

- **Cálculo del mantenimiento de los equipos.**

OPERACIÓN	COSTO MENSUAL	COSTO SEMESTRAL	COSTO ANUAL
Limpieza interna de los equipo	¢250	¢1.500	¢3.000
Cambio de aceite de máquinas		¢8.000	¢16.000
Cambio de refrigerante			¢2.000
		TOTAL ANUAL	¢21.000

- **Cálculo de imprevistos**

Para los gastos imprevistos se considera un 1% de la inversión inicial, lo cual nos da un total de:

¢ 233,583.54

- **Cálculo las ganancias.**

Se espera que el Laboratorio CIM tenga una facturación anual de

¢ 16,000,000.00 los cuales provendrán de:

- Facturación por capacitación a personal de las empresas usuarias del Laboratorio.
- Facturación por pago de derecho de laboratorio por parte de los alumnos tanto de la Universidad Don Bosco como de otras universidades interesadas en capacitar a sus educandos.
- Pago por trabajos de producción, diseño, modelaje, etc. Realizados a empresas dentro del taller FMS del Laboratorio CIM.

La ganancia es la diferencia entre ingresos y costos, así:

$$G = V - C$$

Donde los costos anuales se obtienen de la suma de la depreciación de los equipos, el costo de personal anual, los costos imprevistos, costos de mantenimiento y los costos por servicios básicos, todo esto se traduce en un total de costos igual a: ¢2,364,901.00 , el cual se detalla en la siguiente tabla.

TABLA DE COSTOS ANUALES	
CONCEPTO	COSTO ANUAL
Depreciación de los equipos	¢1.051.126
Planilla anual	¢789.192
Costos imprevistos	¢233.583
Costos de mantenimiento	¢21.000
Servicios básicos (agua, tel, electricidad)	¢270.000
TOTAL ANUAL	¢2.364.901

$$G = 16,000,000.00 - 2,364,901.00$$

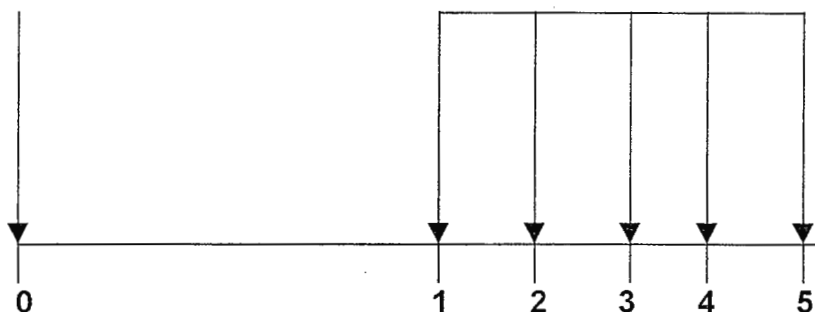
$$G = \text{¢ } 13,635,099$$

- Valor actual neto:

Egresos:

¢ 23,358,354.00

¢ 2,364,901.00



Así obtenemos que el valor actual neto :

$$VAN = P + A(p/a)_{l,n}$$

Donde: P = Inversión inicial (¢ 23,358,354)

A = Aporte de capital anual (¢ 2,364,901.00)

,p/a = Factor de tasa discreta de rendimiento.

l = Tasa de interés

,n = Tiempo de estudio

Para los siguientes valores:

$$p/a = 2.9906$$

$$i = 20\%$$

$$n = 5 \text{ años}$$

Tenemos que:

$$VAN = 23,358,354.00 + 2,364,901.00(2.9906)$$

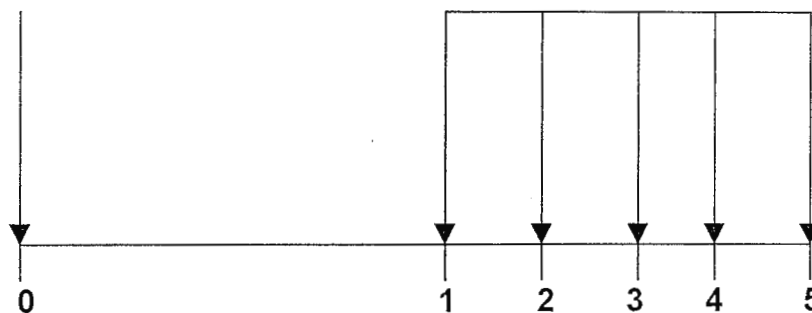
$$VAN = \phi 30,430,826.00$$

- **Tasa de Interés de Retorno:**

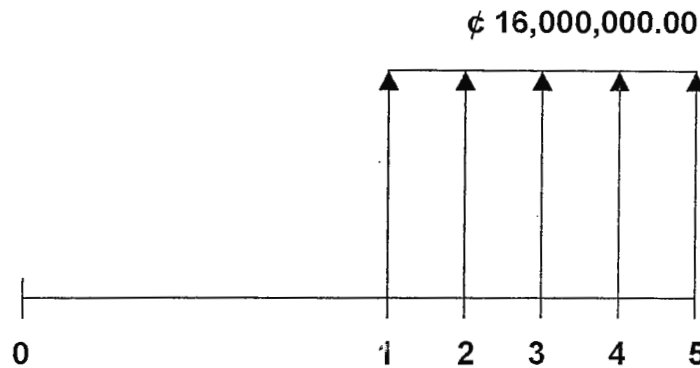
En los egresos tenemos:

$\phi 23,358,354.00$

$\phi 2,364,901.00$



En los ingresos tenemos que:



Para calcular aproximadamente la tasa de interés de recuperación de capital tenemos que:

$$CA = IA$$

Donde: C = monto de la inversión inicial

A = Aporte de capital anual

I = Interés.

(a/P) = Factor de recuperación de capital

es de (0.33438) Para $i = 20\%$ a 5 años.

Así:

$$23,358,354.00 \times (a/p) + 2,364,901.00 = 16,000,000.00$$

$$23,358,354.00 \times (0.33438) + 2,364,901.00 = 16,000,000.00$$

$$10,175,546.7 < 16,000,000.00$$

$$0 < 5,824,533.00$$

$$I \text{ aprox} = \frac{5,824,533.00}{10,175,546.70}$$

$$I \text{ aprox} = 0.5724 = 57\%$$

Como este es un valor aproximado calcularemos los datos por medio de interpolación.

Para $i = 75\%$

Tenemos que a/p será:

$$a/p = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

Donde:

i = interés

n = Periodo en años (5 años)

Así:

$$a/p = \frac{0.75(1+0.75)^5}{(1+0.75)^5 - 1}$$

$$a/p = 0.79866$$

con el nuevo valor de a/p para un interés de 75% a 5 años tabulamos en

CA = IA así:

$$23,358,354.00 \times (.79866) + 2,364,901.00 = 16,000,000.00$$

$$21,020,284.01 > 16,000,000$$

$$5,020,284.00 > 0$$

Para i = 40%

Tenemos que:

$$a/p = \frac{0.4(1+0.4)^5}{(1+0.4)^5 - 1}$$

$$a/p = 0.49136$$

al evaluar tenemos:

$$23,358,354 \times (a/p) + 2,364,901.00 = 16,000,000.00$$

$$23,358,354 \times (0.49136) + 2,364,901.00 = 16,000,000$$

$$13,842,261.82 < 16,000,000.00$$

$$0 < 2,157,738.18$$

Interpolando obtenemos que :

75%.....ϕ 27,039,868.55

40%.....ϕ -2,157,738.18

i % 0

Formula de interpolación

$$X_0 = \frac{Y_0 - Y_1}{Y_2 - Y_1} (X_2 - X_1) + X_1$$

$$\text{Así: } i\% = \frac{(0 - (-2,157,738.18))}{(21,020,284.01 - (-2,157,738.18))} (75 - 40) + 40$$

$$i\% = 43.25\%$$

TIR = 43%

- Tiempo en que se recupera la inversión:

$$T = \frac{\text{inversión inicial}}{\text{Ganancia}}$$

$$T = \frac{\text{¢ } 23,358,354.00}{\text{¢ } 16,000,000.00}$$

$$T = 1.46 \text{ años}$$

- **Conclusión:**

La inversión inicial se espera recuperar en un año cinco meses.

A continuación se presenta el desglose de los precios unitarios de los equipos , maquinaria, costos de instalación, de obra civil, etc. Que intervienen en el monto total de la inversión requerida para la implementación del laboratorio CIM de la Universidad Don Bosco.

**DESGLOSE DE PRECIOS UNITARIOS DEL LABORATORIO CIM
DE LA UNIVERSIDAD DON BOSCO.**

ITEM	ELEMENTO	CANTIDAD	UNIDAD	PRE/UNIT	SUB-TOTAL	TOTAL
1.00	OBRA CIVIL					¢292.500
1.01	Remoción de piso en taller mecánica	300.00	m2	¢200	¢60.000	
1.02	Construcción de piso del taller	120.00	m3	¢180.000	¢225.000	
1.03	Botar ripio y tierra	150.00	m3	¢50	¢7.500	
2.00	MAQUINARIA					¢14.182.334
2.01	Centro de maq. Horiz. ACE-400P	1.00	u	¢1.268.710	¢1.268.710	
2.02	Centro de maq. Vert. ACE-V400	1.00	u	¢752.446	¢752.446	
2.03	Centro de torneado CNC PUMA 250A	1.00	u	¢551.384	¢551.384	
2.04	Maq. Prototipo trid. SLA-7000	1.00	u	¢7.024.000	¢7.024.000	
2.04	Electroerosionadora A500D	1.00	u	¢1.097.500	¢1.097.500	
2.05	Rectificadora CNC ACE-B110	1.00	u	¢1.600.594	¢1.600.594	
2.06	Scanner tridimensional	1.00	u	¢351.200	¢351.200	
2.07	Unidad de manejo de mat. Con robots	1.00	u	¢1.536.500	¢1.536.500	
3.00	EQUIPO					¢547.134
3.01	Servidor Principal HP Kayak XW PII	1.00	u	¢71.276	¢71.276	
3.02	Scanner HP 9100 C	1.00	u	¢28.087	¢28.087	
3.03	Computadoras Personales PC SIMUL	2.00	us	¢35.120	¢70.240	
3.04	Impresor HP a color Laser Jet 8500	1.00	u	¢52.671	¢52.671	
3.05	Trazador gráfico	1.00	u	¢70.240	¢70.240	
3.06	Estación de diseño gráfico	1.00	u	¢219.500	¢219.500	
3.07	Estabilizadores de voltaje UPS	4.00	us	¢8.780	¢35.120	
4.00	SOFTWARES					¢182.564
4.01	Mastercam Design versión 7	1.00	u	¢17.560	¢17.500	
4.02	Mastercam Solid versión 7	1.00	u	¢30.730	¢30.730	
4.03	Mastercam lathe versión 7	1.00	u	¢8.780	¢8.780	
4.04	Mastercam Mill Level 3	1.00	u	¢113.262	¢113.262	
4.05	Taylor II	1.00	u	¢12.292	¢12.292	
5.00	INSTALACIONES ELECTRICAS					¢171.624
5.01	Transformdor de 100 KVA	1.00	u	¢20.194	¢20.194	
5.02	Transformdor de 300 KVA	1.00	u	¢65.850	¢65.850	
5.03	Luminarias	8.00	us	¢600	¢4.800	
5.04	Cableado y accesorios	1.00	us	¢80.780	¢80.780	
6.00	OTROS GASTOS					¢5.466.578
6.01	Montaje de maquinaria y equipo	1.00	us	¢1.105.459	¢1.105.459	
6.02	Gastos de impuestos	1.00	us	¢1.453.706	¢1.453.706	
6.03	Gastos de flete	1.00	us	¢2.907.413	¢2.907.413	
					TOTAL	¢20.671.110
					IVA 13%	¢2.687.244
					GRAN TOTAL	¢23.358.354

CONCLUSIONES FINANCIERAS

- El VAN resulta ser positivo, lo que indica un valor de ganancia económica y su número indica el valor de la actividad económica en cinco años, pues es ese el periodo de tiempo que se analizó para tener una idea del valor económico del proyecto en ese tiempo y suponer luego un aumento en el crecimiento después de estos cinco años .
- Con la obtención de la tasa interna de retorno se puede predecir que el proyecto es rentable pues supera cualquier tasa de interés dada por la banca privada además con un 43% se tiene un buen margen porcentual para generar mas capital con la inversión inicial.
- El laboratorio CIM será el primero en su género a nivel centroamericano, razón por la cual no se descarta un incremento en la rentabilidad, producido por profesionales y estudiantes extranjeros deseosos de poder adquirir este tipo de conocimientos.
- El aumento en materia de globalización será un factor decisivo para que las empresas busquen incrementar su productividad e innovar productos a través de nuevas tecnologías, esto genera mayor expectativa por la demanda a futuro que tendrá el Laboratorio CIM.

RECOMENDACIONES FINANCIERAS

Para el desarrollo de este proyecto y su posterior desempeño se recomienda lo siguiente:

- Impulsar una campaña publicitaria enfocada a la difusión del Laboratorio CIM, ofreciendo sus ventajas a través de demostraciones o realizando una exposición tipo feria, con el objeto de despertar el interés en las empresas hacia el uso de los servicios que éste ofrece.
- Buscar nuevos mercados en el área Centroamericana, esto se puede promover a través de Internet o contactando Universidades y e/o empresas en estos países.
- Promover los servicios del Laboratorio CIM a las empresas a través de personal destinado a visitar a clientes con el objeto de incrementar el número de usuarios de este Laboratorio.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

Al finalizar la elaboración del proyecto “Estudio para la implementación en la universidad Don Bosco de un laboratorio de manufactura integrada por computadora”, se plantean las siguientes conclusiones:

- Existe una gran expectativa por la implementación de un laboratorio de esta índole en nuestro país, esto brinda un incentivo para la Universidad Don Bosco por desarrollarlo ya que se mantendría el concepto de pionera en tecnología.
- El Laboratorio CIM resulta ser muy interesante para el ingeniero actual ya que le ofrece una oportunidad de superación con la posibilidad de obtener una maestría en este tipo de tecnología.
- Estamos seguros que es indispensable e impostergable la implementación de este tipo de tecnología en nuestro país, ya que estamos a las puertas del tercer milenio y el avance tecnológico de los demás países nos obliga a ser competitivos si no queremos llegar a ser un país netamente de consumo.
- Antes de comprar los software para el Laboratorio CIM, Las compañías distribuidoras del mismo pueden instalar el programa para evaluarlo durante 30 días, dicha oportunidad debe aprovecharse, ya que permite conocer mejor los alcances del mismo.

- Instituciones como el INSAFORP, la ASI Y el CONACYT, podrían promocionar cursos en manufactura computarizada, lo cual mejoraría la demanda de este servicio por parte de la Universidad.
- La investigación sobre paquetes y equipos deberá profundizarse más, lo ideal sería tratar de enviar personal a capacitarse en estas áreas antes de comprar los equipos.
- Es muy importante que antes de realizar las compras y el montaje de los equipos se cuente con asesoría por parte de personas expertas en la materia.
- Al llevar a cabo la implementación del Laboratorio CIM se recomienda contar con un grupo multidisciplinario, para que evalúe aspectos técnicos en cuanto a la red, montajes, necesidades eléctricas, etc.
- Es muy importante el seguir promoviendo el desarrollo de proyectos de innovación tecnológica, ya que la tecnología avanza día con día y es importante el estar al tanto de los nuevos productos.
- Al capacitar al personal en forma separada se reducen costos de transferencia de tecnología ya que estas personas posteriormente pueden compartir su experiencia con los demás.

GLOSARIO

CAD (Computer Aided Design):

Diseño asistido por computadora. Consiste en un paquete de software con el cual se pueden realizar diseños de ingeniería que tradicionalmente son desarrollados utilizando los elementos comunes, papel y lápiz.

Los sistemas CAD están estructurados en paquetes de aplicación separados, cada uno de los cuales se especializa en un área diferente y es adquirido de acuerdo a las necesidades específicas de los usuarios.

Algunos de los paquetes de aplicación que están disponibles comercialmente funcionan en áreas tales como:

Dibujo mecánico: Repetición, Rotación, Escaneo.

Análisis de diseño: para el cálculo de propiedades tales como áreas, volúmenes, masas, centros de gravedad, momentos de inercia, radios de giro, etc.

CAE (Computer Aided Engineering):

Ingeniería asistida por computadora. Es un proceso integrado que incluye todas las funciones de la ingeniería que van desde el diseño propiamente dicho hasta la fabricación. Esto supone, en la práctica, el empleo de sistemas gráficos interactivos combinados con técnicas de modelado geométrico, análisis de estructura, diseño y dibujo de detalles de piezas, simulación, análisis por elementos finitos, y evaluación del comportamiento de los elementos diseñados. [5]

CAM (Computer Aided Manufacturing):

Manufactura ayudada por computadora. Es un software usado para relacionar todas las actividades controladas por computadora que están involucradas en la transformación de la materia prima a productos terminados; el CAM se encarga de controlar las máquinas con NC, CNC, DNC, etc. [4]

CIM (Computer Integrated Manufacturing):

- Manufactura integrada por computadora, es un concepto de estrategia que pretende integrar todas las empresas de una empresa manufacturera por medio de la computadora. [4]

- Es un concepto a largo plazo, específico para cada empresa que permite alcanzar los objetivos técnicos y económicos teniendo en cuenta condiciones marginales internas y externas [2]

- Es la automatización del flujo de información en la organización global de la información, desde la entrada de una orden de suministro, a lo largo de todas las etapas del proceso, hasta el empaque del producto fabricado. [5]

- La integración de los procesos de fabricación, ensamblado, control de calidad y manipulación bajo la supervisión de un controlador central. [5]

CN (Control Numérico):

Control de una máquina – herramienta a partir de informaciones numéricas codificadas; la introducción de la información se puede hacer bien por computadoras decimales, por ficha codificada o por cinta perforada o magnética. [3]

CNC (Computer Numerical Control):

Control numérico computarizado, unidad de CN con calculador integrado que permite mayor capacidad respecto a los CN tradicionales. [3]

CND (Control Numérico Directo):

Control Numérico Directo a partir de calculadora; indica un sistema en el que una computadora central distribuye a cada máquina, con CN los datos necesarios para la ejecución de las piezas. En general varias máquinas son controladas simultáneamente con una computadora. [3]

CONTORNEADO:

Sistema de control numérico en el que el control de la trayectoria relativa pieza – herramienta es efectuada de una forma continua por movimientos simultáneos y coordinados según los ejes. [3]

CONTROL NUMERICO CONTINUO:

En este sistema los desplazamientos del órgano móvil son controlados en todo momento de manera que las posiciones sucesivas del mismo deben corresponder siempre a la trayectoria preestablecida. [3]

CONTROL NUMERICO PARAAXIAL:

Con este sistema es posible controlar, además de la posición del órgano móvil, la trayectoria seguida por el mismo según la dirección de los ejes coordenados. [3]

CONTROL NUMERICO PUNTO A PUNTO:

Este sistema controla el posicionamiento de la herramienta en los sucesivos puntos donde deben efectuarse una o varias operaciones de maquinado. La trayectoria seguida para pasar de un punto al siguiente no tiene importancia, pues las funciones de posicionamiento y de maquinado son distintas.

CODIGO EIA:

Código normalizado para los sistemas de control numérico, propuesto por U.S. Electronic Industries Association, en su norma RS-244. Utiliza banda de papel de 8 pistas de 25.4 mm. De ancho. Este código ha sido aceptado por VDI Alemana y por la American Standard Association. El número de perforaciones de un carácter es impar. [3]

CODIGO ISO:

Código de perforación normalizado por International Standards Organization. El número de perforaciones de un carácter es siempre par. [3]

FMS (Flexible Manufacturing Systems):

Sistema Flexible de Manufactura; implica un número de máquinas diversas y una gestión centralizada de las piezas, programas y herramientas. Un control jerárquico común comanda la producción automática de una familia de piezas más un sistema de transporte de piezas y herramientas, gestionado e integrado dentro del mismo control.

Bajo el amparo del FMS pueden situarse todas aquellas máquinas, sistemas y equipos que haciendo uso más o menos complejo del microprocesador, cumplen con la condición de dotar a los procesos de planta de los siguientes parámetros:

1. Flexibilidad: Que es la capacidad de una máquina o sistema para ejecutar automáticamente una variable gama de productos.
2. Reprogramabilidad : que es la facilidad con que el personal a cargo del sistema puede adecuar el mismo al nuevo producto.

También se pueden considerar a los FMS como sistemas de producción que fabrican piezas requeridas en las cantidades requeridas y cuando son requeridas, respondiendo así a los cortos ciclos de vida de los productos y a la fluctuación de la demanda. [3]

Según Kearney & Trecker: “Un FMS es un grupo de máquinas – herramientas NC, que pueden procesar aleatoriamente un grupo de partes teniendo diferentes secuencias de procesos y ciclos de procesos, usando manejo automático de materiales y un control central por computadora para agilizar la fuente de utilización, conque el sistema puede adaptarse automáticamente a los cambios en la mezcla de producción de partes y niveles de salida. [9]

HARDWARE:

Elementos materiales que constituyen una máquina de tratamiento de información o equipo de control. [3]

BIBLIOGRAFIA

- [1] Lic. Héctor Castro
Boletín No.63 ASI Industria, pág. 16/ Mayo 98.

- [2] H. Baumgartner/ K. Knischewshi/ H. Wieding
CIM Consideraciones básicas 1991. Siemens

- [3] Juan Gonzalez Nuñez
El Control Numérico en Las Máquinas Herramientas 1990 Editorial CECSA, 2ª.
Edición.

- [4] Erick Roberto Gnepf Gonzalez, Claudia María López Novoa, Roberto Mena
Chávez
Evaluación de la aplicación de la manufactura integrada por computadora CIM
en una empresa modelo. Septiembre de 1993.

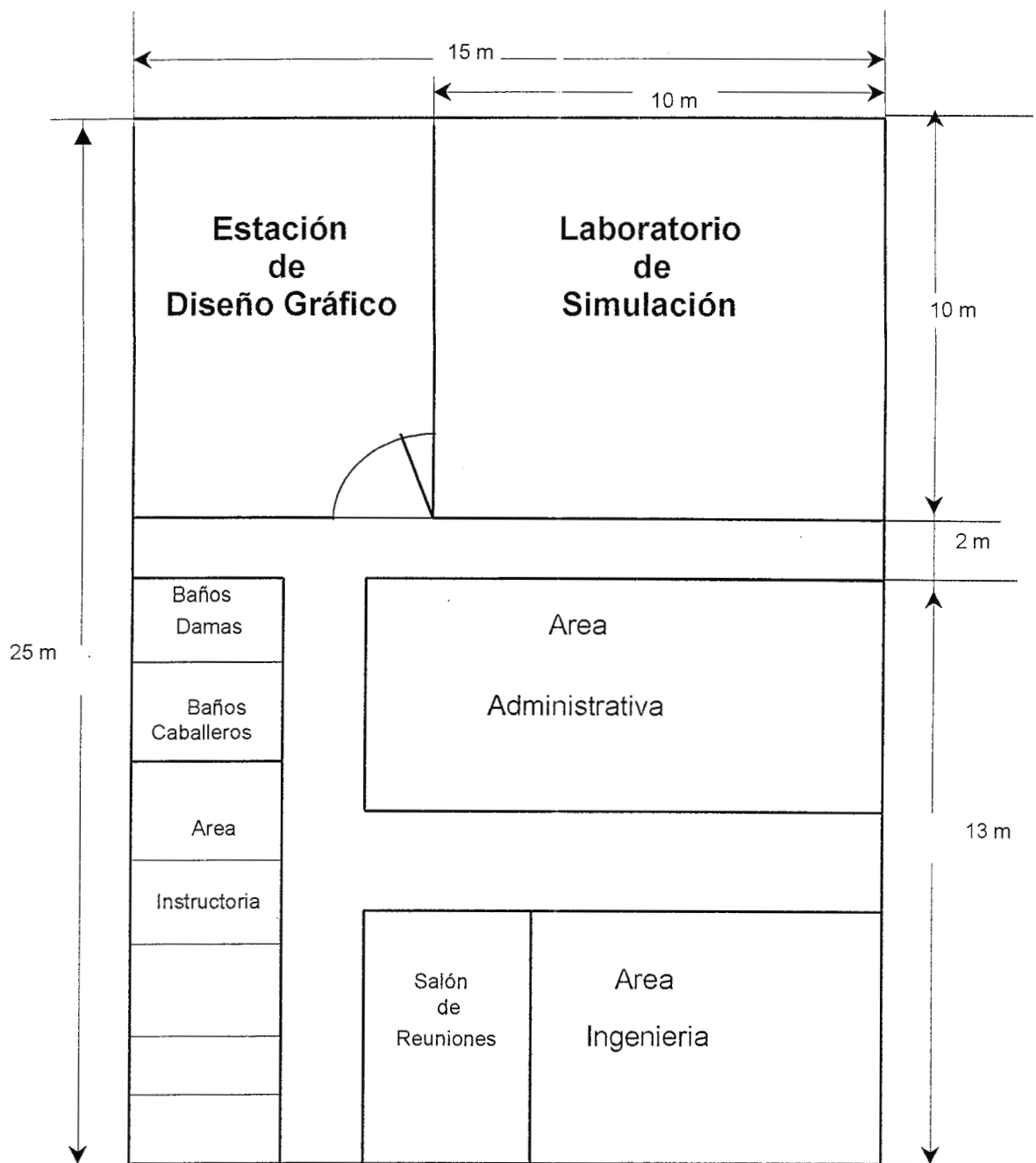
- [5] Mundo Electrónico. Sistemas CAD/CAM/CAE
Diseño y fabricación por computadora. Publicaciones Marcombo, S.A. 1998

- [6] Information Provided by National Electrical Manufacturers Association,
Washington
D.C.

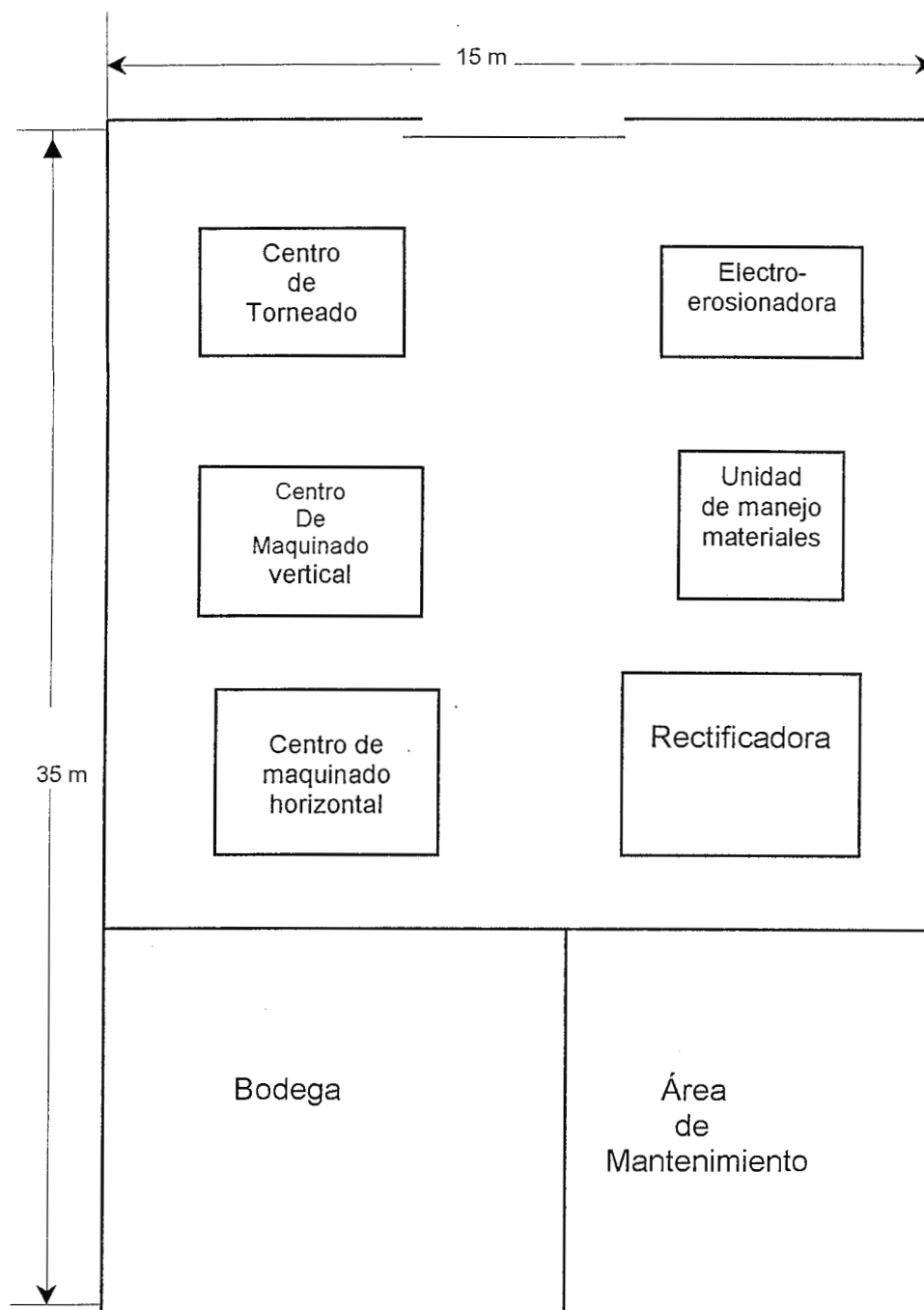
- [7] Merchant M.E. (United States) The Importance of Flexible Manufacturing Systems to the Realization of Full Computer – Integrated Manufacturing.
- [8] FMS Magazine, April 1985, Implementation of FMS in Soviet Industry.
- [9] How to plan your FMS. Manufacturing Engineering, September 1983.
- [10] Ulrich Rembold/ Christian Blume/ Ruediger Dill Mann
Computer Integrated Manufacturing Technology and Systems. 1985. DEKKER
- [11] Edwin Alfaro, Karla Guevara,
Investigación y diseño del laboratorio de simulación industrial de la ciudadela Don Bosco./ Tesis 1998.
- Computer Integrated Manufacturing Systems: Selected 1985. Readings, Industrial Engineering and Management Press, Atlanta, GA.
 - J.J. Childs, Principles of Numerical Control, Industrial Press, NY.
 - M.P. Groover y E.W. Zimmers, Jr. CAD/CAM: Computer Aided Design And Manufacturing. Tech Tran Corporation, Naperville, IL.
 - Roberts y Prentice, Programming for Numerical Control Machines, McGraw-Hill

ANEXO 1

ESQUEMAS
DE DISTRIBUCION
EN PLANTA DE
EQUIPOS Y
MAQUINARIA



FECHA	ESCALA	DENOMINACION	DIBUJO	MATERIAL	CANTIDAD	REVISADO POR
20/03/99	1.5:1	DISTRIBUCION EN PLANTA	EDIFICIO 1			ING. SILEZAR
UNIVERSIDAD DON BOSCO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACION EN LA UNIVERSIDAD DON BOSCO DE UN LABORATORIO DE MANUFACTURA INTEGRADA POR COMPUTADORA			



FECHA	ESCALA	DENOMINACION	DIBUJO	MATERIAL	CANTIDAD	REVISADO POR
20/03/99	SIN ESCALA	DISTRIBUCION EN PLANTA	EDIFICIO 2			ING. SILEZAR
UNIVERSIDAD DON BOSCO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACION EN LA UNIVERSIDAD DON BOSCO DE UN LABORATORIO DE MANUFACTURA INTEGRADA POR COMPUTADORA			

ANEXO 2

PROGRAMAS
SELECCIONADOS
PARA EL
LABORATORIO



Mastercam(r) is a PC-based, mechanical CAD/CAM (Computer Aided Design / Computer Aided Manufacturing) system. Mastercam provides full 2D and 3D design capability for drawing mechanical parts, and creates output code for programming CNC (Computer Numerical Control) mill, laser, plasma cutting, lathe, wire EDM and other machine tools

We at CNC Software, Inc. hope to provide Mastercam users, resellers, educators, students, and manufacturing professionals with a helpful and interesting source of information on buying and effectively using our CAD/CAM software.

cnc software, inc.

671 Old Post Road, Tolland, CT 06084
Phone: (860) 875-5006 Fax: (860) 872-1565






Last updated March 3, 1999

Mastercam® Products

Product Brochures

Version 7 Design	Version 7 Lathe
Version 7 Entry	Version 7 Wire
Version 7 Mill Level 1	General Products Brochure
Version 7 Mill Level 2	HighFeed Machining
Version 7 Mill Level 3	Solids

Other Product Information

-  [Mastercam #1 NC Software in the Market](#)
-  [Year 2000 Compliance](#)
-  [Third Party Products](#)
-  [Mastercam Promotional Materials](#)
-  [About CNC Software, Inc.](#)

cnc software, inc.

671 Old Post Road, Tolland, CT 06084
Phone: (860) 875-5006 Fax: (860) 872-1565
[Contact us](#)

Mastercam®

General Product Information

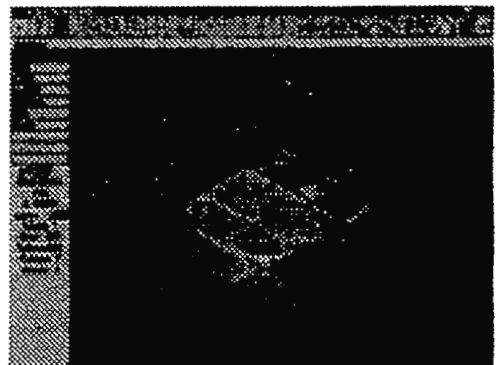
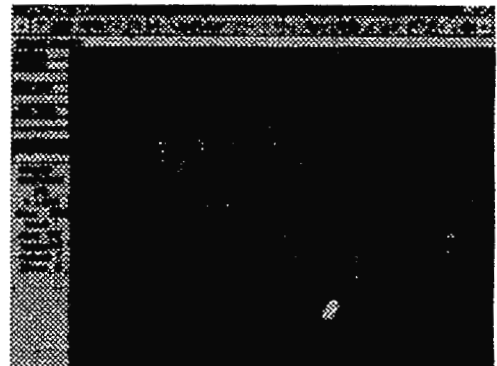
Design	Mill	Lathe	Wire	Draft	Entry	Other
---------------	-------------	--------------	-------------	--------------	--------------	--------------

Mastercam is Windows-based CAD/CAM software for 2- through 5-axis milling, turning, 2- and 4-axis wire EDM, 3-D design, drafting and surface modeling. Mastercam includes a complete 2D and 3D wireframe and surface modeler. Full drafting and dimensioning and realistic rendering complete the modeling suite. Mastercam is known for ease-of-use and reliable, gouge-free multi-surface machining.

Mastercam Design

Mastercam gives you a full range of tools for drawing parts and editing geometry. Unlike all-purpose CAD packages, Mastercam's geometry creation functions are developed specifically for modeling mechanical parts. Easily create drawings for everything from 2D profiles for woodworking applications to complex 3D multisurface models for the mold industry.

- Eighteen point creation options include generating points at nodes on splines, at control points of NURBS curves, or points evenly spaced along a line or curve.
- Fourteen line creation functions include several options for tangent, perpendicular and parallel lines.
- Fourteen arc, circle, and fillet functions include filleting at every corner in a chain of entities.
- Create parametric and NURBS splines by selecting points, or by chaining contours to be connected.
- Trim single and multiple surfaces to curves, planes and surfaces.
- Undo surface trimming all at once or one boundary at a time.
- Easily extend and split surfaces.
- Surface filleting functions include constant radius fillets and six kinds of variable radius fillets.
- Primitive Solids feature allows easy parametric creation of blocks, spheres, cylinders, cones, and other shapes.
- Extend lines, arcs, splines and surfaces.
- Trim single or multiple surfaces with full undo capability.

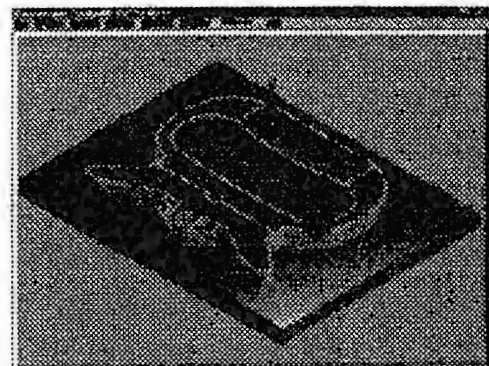
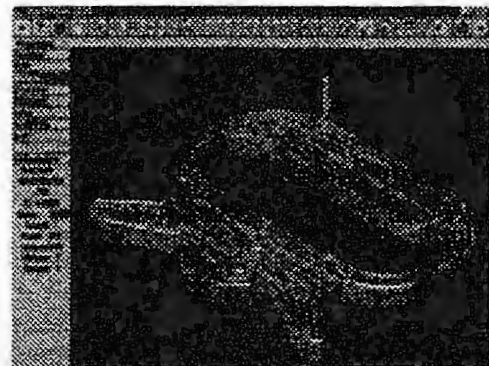


- Quickly translate, mirror, scale or rotate entities. Offset single entities or contours by a given distance.
- Automatic dimensioning. Create horizontal, vertical, parallel, baseline, chained, angular, diameter, radius, ordinate and point coordinate dimensions, as well as notes and labels.
- Easily drag and place drafting notes as they are being created and change their attributes on the fly.
- Plot or print drawings in full color.
- Built-in bi-directional translators include IGES, SAT (ACIS solids), DXF, CADL, VDA, ASCII, STL, and ASCII text. An optional AutoCAD .DWG converter is also available.
- Check the integrity of surface models, including testing surface normals and base surfaces.
- Measure min. and max. radius of curvature, and calculate surface area for single or multiple surfaces.

Mastercam Mill Level 1

Mastercam Mill Level 1 brings Mastercam's industry leading programming power to all of your contouring, pocketing and drilling jobs. As our needs change, Mastercam lets you build on your original investment by adding more complex functions. From fast part design to accurate, flexible toolpath generation, Mastercam gives you the best in today's CAD/CAM. Includes Mastercam Design functionality, plus

- Easily machine 2-D and 3-D contours including splines and NURBS curves with full cutter compensation.
- Pocketing styles include zig-zag, one-way, spiral in and spiral out, with optional finish passes. Choose a helical or ramp entry for each pocketing level.
- Clean Corners feature assures no material is left when the tool turns a sharp corner in spiral pocketing.
- Choose separate taper angles for pocket walls and islands, including islands of different heights.
- Quickly add draft or ruled surfaces to pocket boundaries for roughing.
- Mastercam optimizes zig-zag pocketing to minimize tool burial or minimize cutting time.



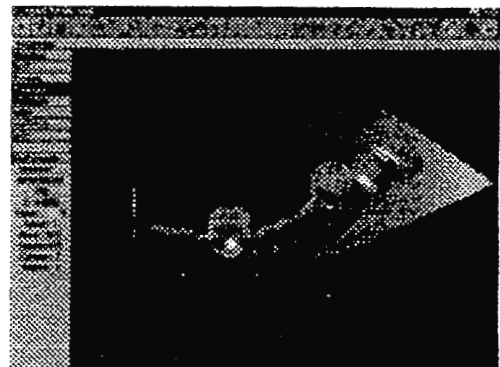
Mastercam Mill Level 2

Mastercam Mill Level 2 provides the design and manufacturing tools to ensure that the finished part is

<http://www.mastercam.com/Products/webroch/Webroch.htm>

exactly what you want. Easy operation, flexibility and reliable NC code generation have made Mastercam Mill a favorite of NC programmers around the world. Includes Mastercam Design & Level 1 functionality, plus

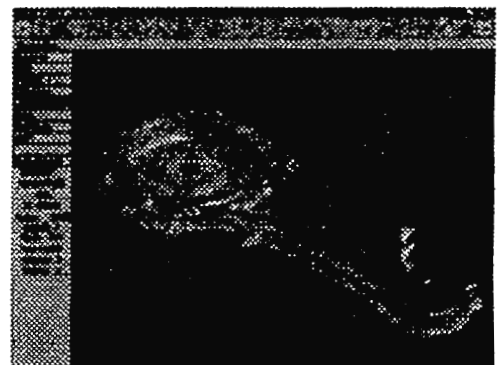
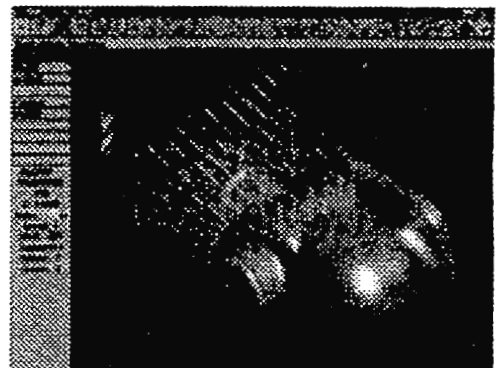
- Choose multiple roughing and finishing passes and multiple depth cuts for any contour.
 - Automate basic machining with user definable machining operations. For example, with one selection you can spot, drill, tap and chamfer eight holes in a bolt circle.
 - Window select multiple drill points, contours, pockets, and even nested pockets all at once.
 - Easily machine 2-D and 3-D contours including splines and NURBS curves with full cutter compensation. Machining depth can be incremental or absolute
 - Automatically contour circles with a single window select.
 - Rough single-surface models with constant Z contours or pockets.
-
- Single surface can be roughed by descending parallel or radial cuts, with complete control over plunging and positive and negative Z motion.
 - Finish machine a surface with Parallel machining, or use Radial, which creates toolpaths radiating outward from a selected point.
 - Limit the area to be roughed or finished with check surfaces or a chained boundary.
 - Flowline machine single surfaces including 5-axis options.
 - Replace X or Y with a rotary axis to wrap the toolpath around a diameter with axis substitution.
 - Recut feature allows you to easily change surface machining parameters without recalculating the entire toolpath



Mastercam Mill Level 3

Mastercam Mill Level 3 delivers the most complete CAD/CAM package on the market. Developed and tested by people who know machining, Mastercam brings all your parts from the designer to the shop floor quickly and easily. From 2-axis contouring to complex multi-surface and 5-axis milling, Mastercam's industry-leading NC programming ensures fast, accurate results. Includes Mastercam Design, Level 1 & Level 2, functionality, plus:

- Rough multi-surface models with constant Z contours or pockets.
 - Define machining pockets by the part cavity itself, or by chaining containment boundary. For multiple cavities, choose to complete each Z depth in all cavities, or complete each cavity before moving to the next.
 - Surface models can be roughed by descending parallel or radial cuts, with complete control over plunging and positive and negative Z motion.
 - Finish machine a model with Parallel machining, or use Radial, which creates toolpaths radiating outward from a selected point.
 - Rough or finish by projecting a 2D toolpath onto multiple surfaces.
 - Limit the area to be roughed or finished with check surfaces or a chained boundary.
 - Run multi-surface machining functions immediately or set them to run overnight.
 - Machine single surfaces with Flowline including 5-axis options.
 - Ruled toolpath includes automatic synchronization by entity, branch or node. Cutting options are constant Z, zigzag, circular, one-way or 5-axis swarf machining.
 - Swarf machining of ruled surfaces.
-
- Flowline machine single surfaces in 5-axis.
 - Machine curves in 5-axis including automatic projection of curves onto surfaces. Define side angle and lead/lag angle for the tool as well.
 - Drill in 5-axis by selecting points and defining tool axis as normal to surface, or by selecting points and tool axis vector lines.
 - Create 5-axis cuts around the surface edges of the model for applications like trimming vacuum-formed parts.
 - Significantly reduce the size of a program with toolpath filtering.
 - Direct the motion of the tool from point to point, move the tool around or over obstacles, or machine without creating geometry.

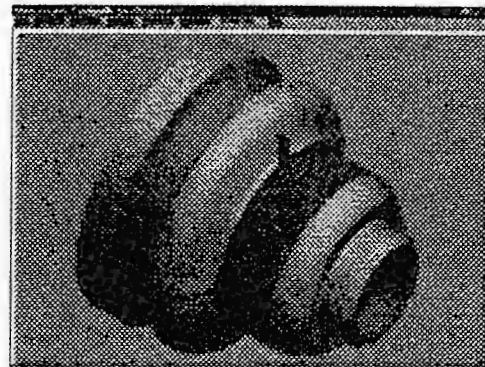
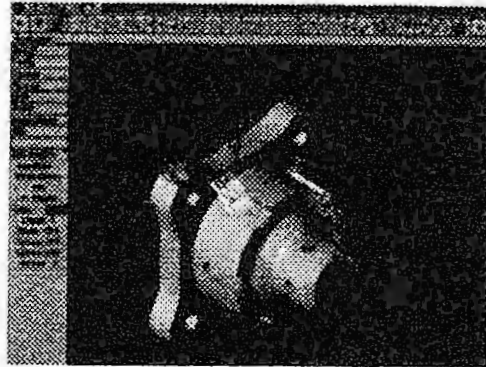




Mastercam Lathe

Mastercam Lathe brings the best in today's CAD/CAM to all your turning operations. From easy-to-use geometry creation to extensive NC programming tools, Mastercam gives you the power to design, document and manufacture mechanical parts quickly and affordably.

- Inside, face and outside roughing, including roughing to an outer boundary for castings
- Finish contouring (profiling)
- Grooving and threading
- Boring, drilling and point-to-point machining.
- Automatic gouge checking watches the back of the tool.
- Canned cycle and subprogram support
- Works together with Mastercam Mill to do C-Axis milling around the diameter or on the face of the part.
- Automatic C-Axis cross drilling includes the ability to sort points in a clockwise or counter-clockwise sweep (rotary) direction.
- Automatically sets the cutting plane and tool plane for C-axis work based on Cross, Face or Axial Substitution type milling for Parallel, Perpendicular or Swiss Cutting Planes.

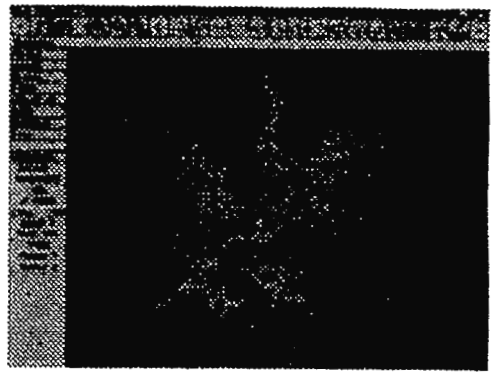
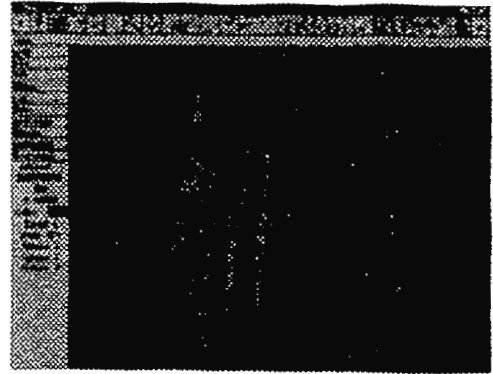


Mastercam Wire

Mastercam Wire gives you a fast, efficient way to program all your wire EDM operations. This flexible CAD/CAM system gives you the power to design, document and manufacture mechanical parts quickly and affordably. From 3-D geometry creation to independent two and four axis wirepath

generation, Mastercam has the tools to make your company more productive and efficient.

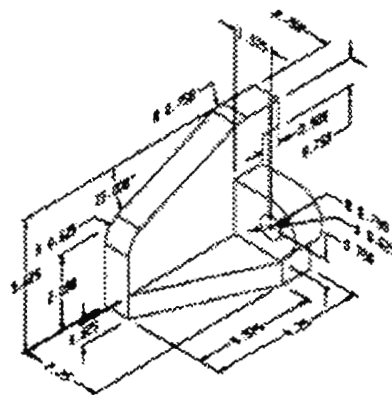
- 2 axis contour, with or without taper angle
- No-core cutting with or without taper
- 4 axis synchronization with automatic or manual input
- 2 and 4 axis automatic skim and reverse cuts
- 4 axis surface finish by chordal deviation
- 4 axis interpolation support (G2/G3)
- Automatic lead-in and lead-out
- Special Sharp Corner option creates an outside loop to assure corners are not rounded off
- Automatic corner filleting in wirepath
- Contour multiple parts with predefined start points using a single window select. Tab cutoff passes can be run after each part, or after all parts are done.
- Automatic maximum taper/UV travel detection
- Modify control settings, corner types and taper angles at any point in the contour



Mastercam Draft

Basic CAD package gives you 3-D design and drafting capabilities.

- 2-D and 3-D geometry creation
- Dimensioning in any view, including isometric
- Dynamic rotation, panning and zooming
- Bi-directional data translators included



Mastercam Entry

Low-cost CAD/CAM system for basic 2-D programming.

- 2-axis machining including contouring, drilling and basic pocketing
- 3-D geometry creation capabilities
- Graphic toolpath editing



- Bi-directional data translators included



Data Translators, Communications and Programs

All Mastercam products include powerful bi-directional data translators for IGES, SAT (ACIS solids), DXF, CADL, STL, VDA and ASCII formats at no extra charge. You can also add on a direct DWG translator is available for AutoCAD files. Hundreds of library and custom post processors are also available for virtually any machine and control.

Mastercam C-Hooks are custom programs developed for specialized applications. A wide variety of C-Hook utilities are available from Mastercam resellers and authorized third party developers. Mastercam's C-language interface also lets you create your own customized C-Hooks.

What's Coming

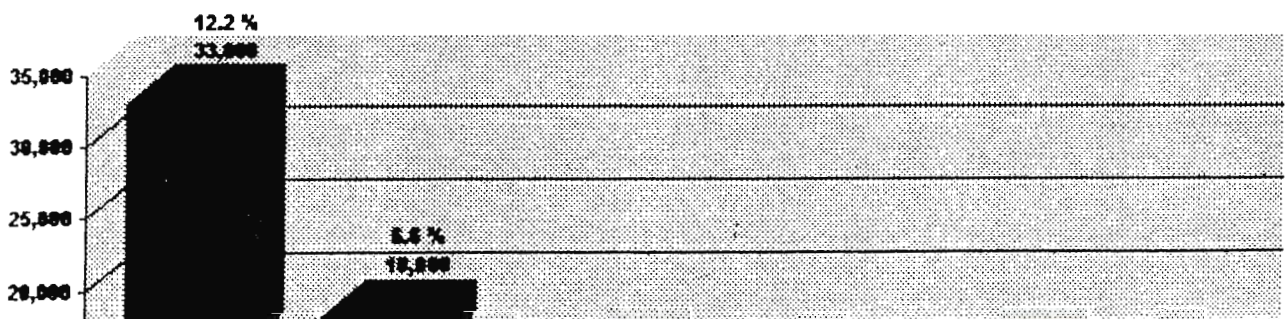
Mastercam Version 7 (due out early 1998) includes several features that are rare to PC based CAM systems. Multi-surface machining techniques such as pencil tracing, remaining stock removal, and "steep" and "shallow" scallop removal make part cleanup nearly automatic. 2D machining functions such as pocket remachining for remaining stock removal and full 2D associativity between toolpath and geometry give users much more flexibility and efficiency in their pocketing, contouring and drilling operations.

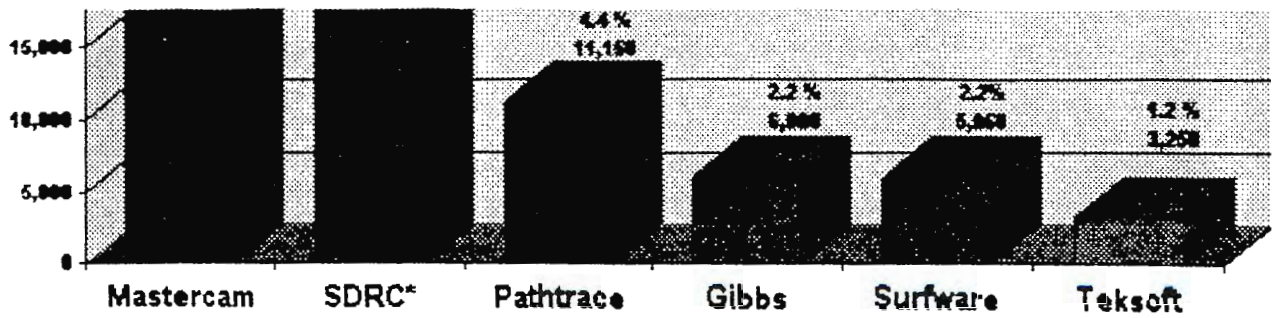
Get the Best Support & Service

One of the most notable features of Mastercam is its dealer base. Mastercam's dealer network is among the most experienced in the industry, with some dealers having as many as a dozen years of direct Mastercam experience. Some Mastercam dealers even run their own machine shop, so they know firsthand the day-to-day needs common to their customers.

Trust the Leader

Mastercam has been the choice of NC programmers worldwide for more than a decade. According to CIMdata, Inc., an independent research company, Mastercam is the #1 NC software with more than 33,000 seats installed. [Over 45,000 as of September 1997] Thousands of shops test and evaluate dozens of systems, and they keep choosing the #1 CAD/CAM program in the world - Mastercam. What does this mean for you? It means when you invest in Mastercam, you get the best in NC programming backed by the support and service of today's leading developer.






CNC software, inc

344 Merrow Road, Tolland, CT 06084
Phone:(860) 875-5006 FAX:(860) 872-1565
E-Mail: mcinfo@mastercam.com

Return to: >> [Mastercam Home Page](#) <<

Download brochure in PDF format [Design](#)

You will need Adobe Acrobat Reader to view the brochure. If you don't already have Adobe Acrobat Reader, download it here 

Mastercam® Design

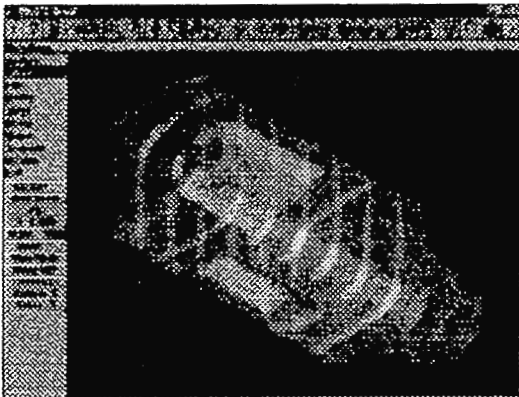
Import it.

Edit it.

Create it from scratch.

Wireframe Geometry

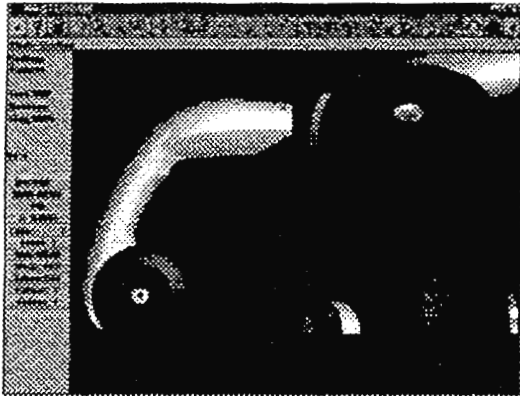
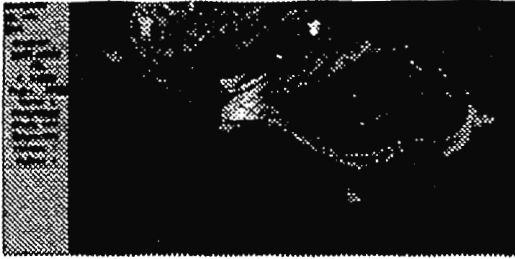
- A suite of point creation techniques that includes generating points at nodes on splines, at control points of NURBS splines, or points evenly spaced along a line, arc or spline.
- Multiple line creation techniques that include options for tangent, perpendicular, and parallel lines.
- Efficient arc, circle, and fillet functions, including filleting at every corner in a chain of entities.
- Create parametric and NURBS splines by selecting points or by chaining curves to be connected.
- A variety of functions for creating splines on surfaces including surface projections, surface intersections, and creating edge curves, slicing curves, and parting lines.



Surface Modeling

- Create parametric and NURBS surfaces using loft, ruled, revolved, swept, draft, coons patch, and offset creation methods.
- Create blend surfaces for complex tasks such as ball corners and blending between surfaces.





Mastercam gives you all the tools to design machinable parts quickly and easily.

- Instantly create a flat surface simply by creating a rectangle or selecting a closed boundary of any shape.
- Trim single and multiple surfaces to curves, planes and surfaces.
- Undo surface trimming all at once or one boundary at a time.
- Easily extend and split surfaces.
- Flexible surface filleting offers constant radius fillets and point-and-click variable radius fillets.
- Automatic parting line calculation for mold making.
- Primitive Solids feature allows easy parametric creation of blocks, spheres, cylinders, cones, and other shapes.
- Create, edit, and manipulate realistically rendered surfaces.

Modifying and Transforming Geometry

- Change attributes and parameters for any type of entity.
- Change line widths, styles, and colors globally or for a single entity.
- Quickly modify parameters such as line length and arc radius after creation.
- Fillet or chamfer corners easily.
- Extend lines, arcs, splines, and surfaces.
- Trim single or multiple surfaces with full undo capability.
- Quickly translate, mirror, scale or rotate entities.
- Offset single entities or curves by a given distance.

"Mastercam's powerful design features are laid out in a clear and straightforward way. It makes my job easier every day."

– Philip Michael Howay, CNC Programmer/Project Engineer
MISTEQUAY GROUP, LTD., Saginaw, MI

Drafting Tools

- Automatic dimensioning.
- Create horizontal, vertical, parallel, baseline, chained, angular, diameter, radius, ordinate and point coordinate dimensions, as well as notes and labels.
- Easily drag and place drafting notes as they are being created and change their attributes on the fly.
- Plot or print drawings in full color.
- Choose from a library of line and cross-hatch styles.

Selection Options

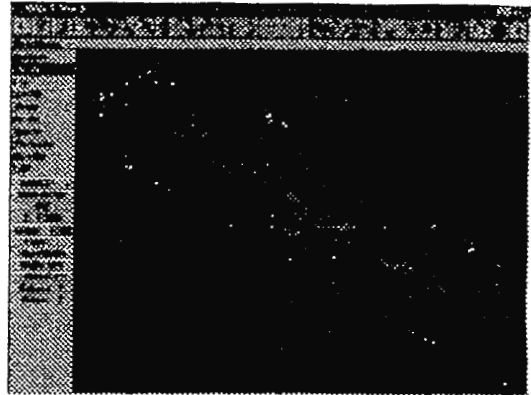
- AutoCursor™ snaps to commonly used points.
- Quickly access common functions using the right mouse button.
- Powerful new entity chaining selects an entire chain of entities at once and automates other selection tasks.
- Restrict your selections to pick only specific entity types, colors, levels, line styles or line widths.
- Group and ungroup entities for easy selection.
- Select entities inside, outside, or intersecting a rectangular window or a polygon sketched with the mouse.
- User-definable drafting grid simplifies detailed construction.

File Management and Data Exchange

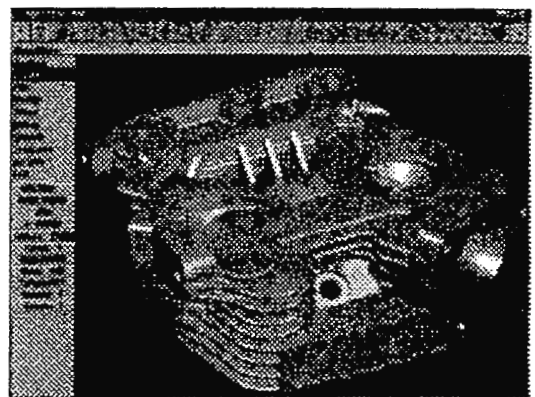
- Built-in translators include IGES, SAT (ACIS solids), DXF, CADL, VDA, STL (stereolithography), and ASCII text. An optional AutoCAD™ DWG converter is also available.
- File management includes a variety of options for saving and retrieving files.

Analyzing Geometry

- Instantly analyze any entity for size, location, entity type, and other attributes.
- Measure distance between points and angles between lines in 2D or 3D.



Quickly create and edit dimensions and notes.



Mastercam's powerful surfacing tools let you create even the most demanding models accurately.



- Check the integrity of surface models, including testing surface normals and base surfaces.
- Measure minimum and maximum radius of curvature, and calculate surface area for single or multiple surfaces.



System Requirements

- 486 or higher Intel®-based PC with math co-processor (Pentium recommended)
- Microsoft®, Logitech® or compatible mouse
- Windows NT® 4.0 (or higher) or Windows® 95
- Minimum 16 MB RAM free (higher RAM is recommended for better performance); Minimum 40 MB free disk space in addition to Windows requirements

Mastercam delivers dozens of tools to simplify construction, such as letting you see inside of your model.



mastercam
software, inc.

671 Old Post Road, Tolland, CT 06084
Phone: (860) 875-5006 FAX: (860) 872-1565
E-Mail: mcinfo@mastercam.com

Download brochure in PDF format [Solids](#)

You will need Adobe Acrobat Reader to view the brochure. If you don't already have Adobe Acrobat Reader, download it here

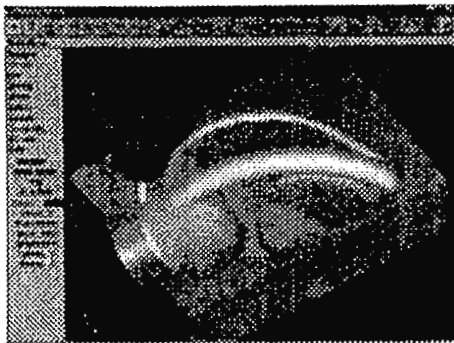


Mastercam Solids

**Imagine it.
Model it.
Machine it.**

Solid modeling is transforming the way parts are being designed. Now you can bring that power right into your shop.

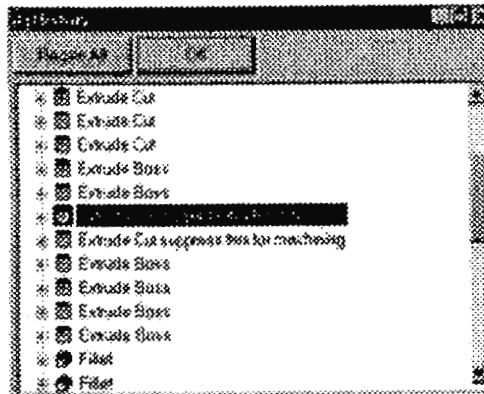
- Faster modeling of parts, molds and fixtures using integrated solids, surfaces and wireframe.
- Greater flexibility in accepting outside models.
- True solids machining with access to Mastercam's powerful CAM functions.



Based on the industry leading Parasolids® kernel, Mastercam Solids delivers powerful solid modeling with an eye for production. And best of all, Mastercam Solids is backed by a worldwide network of CAD/CAM professionals who know the needs of NC programmers.

Solid Modeling for Manufacturing

Mastercam Solids gives you powerful, streamlined solid modeling for practical design.



- Fast solids construction using familiar modeling techniques
- Powerful revolve, extrude, loft, and sweep commands
- Easy shelling and thin-wall creation
- Boolean addition, subtraction and common volume calculation between solids
- Fast, efficient filleting and chamfering
- Data including volume, surface area, and center of gravity
- Freedom to model without part constraints.
- History tree for efficient operation tracking, reordering and editing
- Import Parasolids files as true solids, surfaces and/or wireframe
- Export Parasolids files

Flexible Hybrid Modeling

Flexibility is crucial to efficient part design and programming. Mastercam Solids lets you mix and match modeling techniques. Want to add surface or wireframe elements to a solid? Want to quickly add solid components to a complex surface model? Now it's easy. Mastercam Solids gives you the speed of solids, the power of surfaces, and the simplicity of wireframe. You choose the right tool for the job.

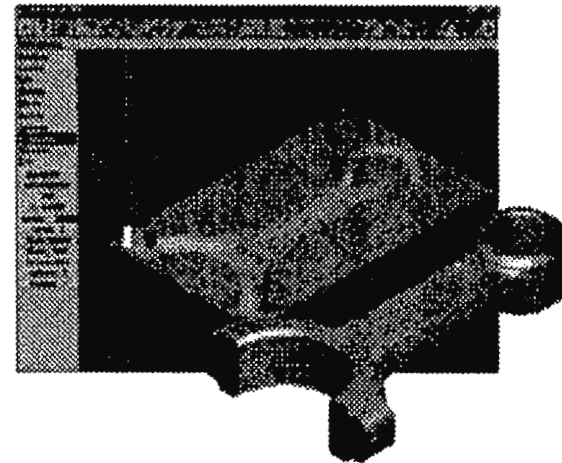
Solid Machining Made Easy

Mastercam Solids is a fully integrated add-on to Mastercam CAD/CAM products. When combined with Mastercam Mill, Mastercam Solids gives you the ideal way to machine your solid models. Import, create, and program your solids in the same easy-to-use interface, with full access to all Mastercam's powerful programming tools.

Mastercam Solids capability	Mastercam Design	Mastercam Mill Level 1	Mastercam Mill Level 2	Mastercam Mill Level 3
Create solids, surfaces and wireframes	✓	✓	✓	✓
Import and export Parasolid files as solids	✓	✓	✓	✓
Single interface for design and programming		✓	✓	✓
Extract and machine geometry for 2D and 2½ D operations		✓	✓	✓
Machine single solid faces and surfaces			✓	✓
Machine unlimited complex solids and surfaces together as a single model				✓

System Requirements

- Pentium®-based PC
- Microsoft, Logitech® or compatible mouse
- Windows® NT 4.0 (or higher), Windows 95 or Windows 98
- Mastercam Design, Mastercam Lathe, Mastercam Mill or Mastercam Wire Version 7.2 or higher
- Minimum 64 MB RAM



CNC software, inc.

671 Old Post Road, Tolland, CT 06084
Phone:(860) 875-5006 FAX:(860) 872-1565
E-Mail: mcinfo@mastercam.com

Download brochure in PDF format [Lathe](#)

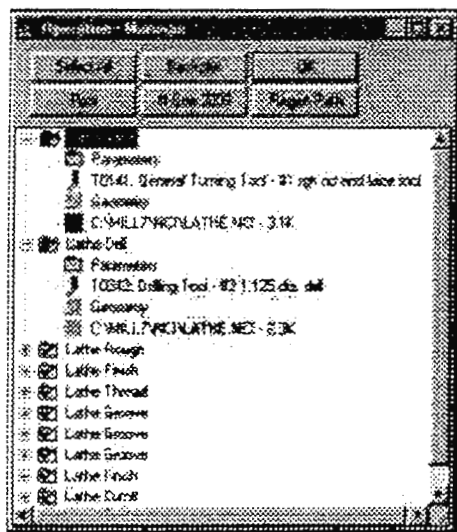
You will need Adobe Acrobat Reader to view the brochure. If you don't already have Adobe Acrobat

Reader, download it here



Mastercam® Lathe

More tools.
Extensive libraries.
Simple interface.



Mastercam's Operation Manager puts all elements of your job at your fingertips.

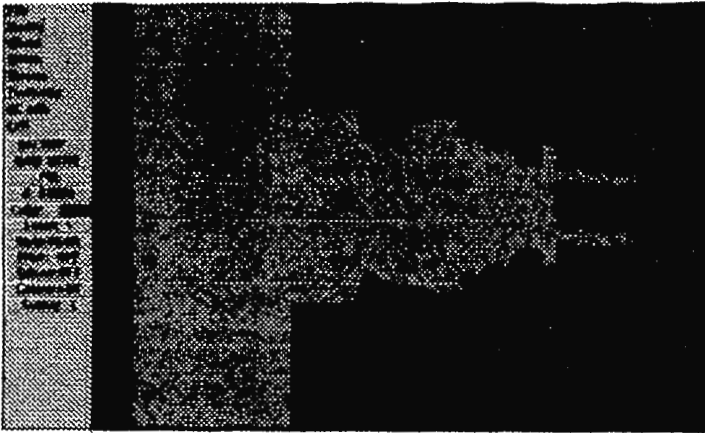


Fast, Easy Job Management

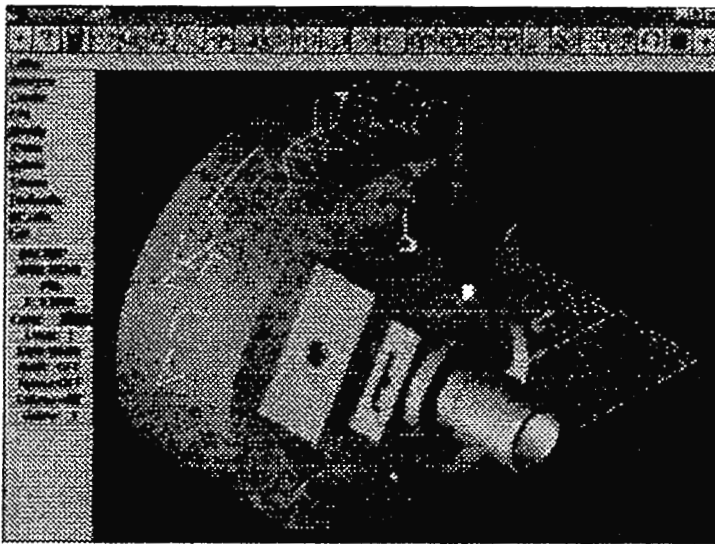
Mastercam's Operations Manager put all your job operations at your fingertips. The clear, concise layout lists all aspects of your job, including geometry, tooling and parameters. Easily create, edit and verify your toolpath, or copy and paste parameters, toolpaths and tool definitions from one operation to another, all in a single window.

Logical Part Design

- Easy 2D and 3D geometry creation.
- Quickly add dimensions and drafting notes and change them on the fly.
- Extensive editing tools ensure your model is exact.
- Analyze single points, between points, angles and entire entities.
- Dynamic rotation, panning and zooming in multiple views.
- AutoCursor snaps to commonly used points to simplify



Quickly program all your turning operations with extensive machining functions.



Easily program complex parts using multiple operations with Mastercam's Mill/Turn options.

construction.

- Import and export data from any CAD system with built-in translators including IGES, SAT (ACIS solids), DXF, CADL, VDA, STL and ASCII. An optional AutoCAD™ DWG translator is also available.

Powerful Lathe Programming

- Inside, face and outside roughing, including roughing to an outer boundary for castings.
- New zigzag roughing.
- Finish contouring (profiling).
- Threading includes multiple starts, diameter calculation and thread tables.
- Groove at any angle with multiple depth cuts and pecking.
- Groove from a point or multiple points without creating geometry.
- Easily define groove depth, width, wall angles, corner radius and corner chamfer.
- Boring, drilling and point-to-point machining.
- Automatic gouge checking watches the front and back of the tool.
- Canned cycle and subprogram support.
- Chuck, part and tailstock detection.
- Easily define entry and exit vectors to control the tool's approach and retract for cutting.

"Mastercam Lathe gives me all the features and functions that I need. It's a versatile system that helps us be more productive."

– Alfred Pruski, System Software Manager

Queensway Machine, Toronto, Ontario

C-axis (mill/turn) Programming

- Face contour and Cross contour.
- Face drill and Cross drill including the ability to sort points in a clockwise or counter clockwise sweep (rotary) direction.
- Automatically sets tool plane and construction plane for face/cross contour and face/cross drill.
- Machine C-axis contours with wrapped or flat geometry.

Toolpath Verification

- Step through the program with insert, holder and toolpath backplotting and get an estimate of machining time.
- Quickly verify toolpaths with a cross section view of the part as material is removed.
- Watch your part being cut from a solid bar of material with Mastercam's solid-model toolpath verification.

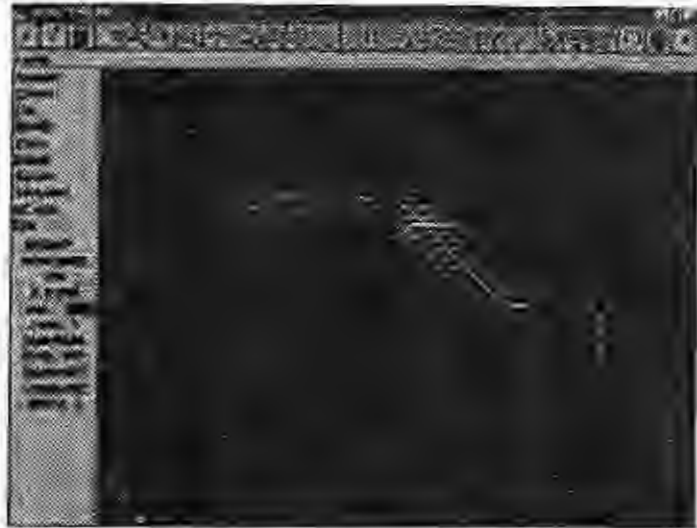
Extensive Libraries

- Comprehensive insert libraries including Sandvik®, Kenametal®, Iscar® and Valenite®.
- User-customizable material libraries automatically calculate feeds and speeds.
- Choose from a library of post processors or have one customized.

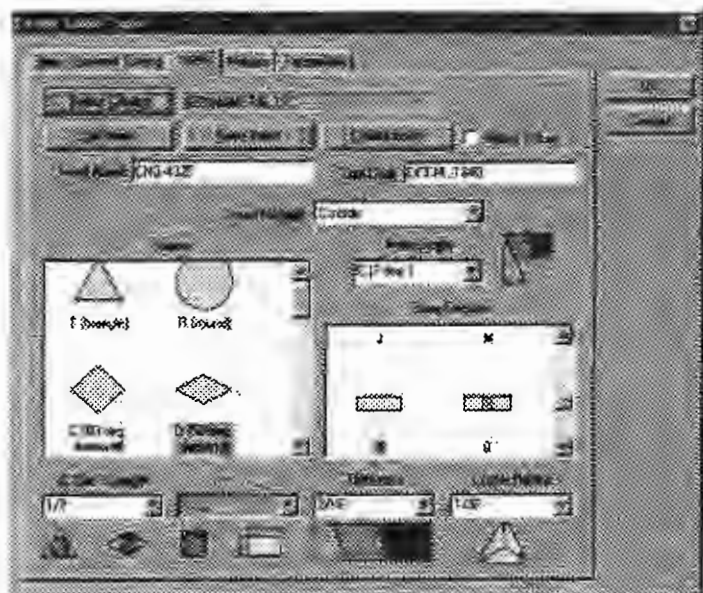
Easy to Learn and Use

- Graphical point-and-click

<http://www.mastercam.com/Products/lathe.html>



Maximize toolpath efficiency with features such as roughing to an outside boundary.



Mastercam's graphic interface simplifies tool selection and job setup.

interface lets you program the way you think.

- Fully customizable icon toolbar puts frequently used functions at your fingertips.
- On-line help provides immediate access to Mastercam tips and instructions.

System Requirements

- 486 or higher Intel®-based PC with math co-processor (Pentium recommended)
- Microsoft®, Logitech® or compatible mouse
- Windows NT® 4.0 (or higher) or Windows® 95
- Minimum 16 MB RAM free (32 MB is recommended for better performance); Minimum 60 MB free disk space in addition to Windows requirements



Solids-based toolpath verification gives you a realistic model of your finished part.

CMC software, inc.

671 Old Post Road, Tolland, CT 06084
Phone:(860) 875-5006 FAX:(860) 872-1565
E-Mail: mcinfo@mastercam.com

Download brochure in PDF format [Mill Entry](#)

You will need Adobe Acrobat Reader to view the brochure. If you don't already have Adobe Acrobat

Reader, download it here



Mastercam® Mill Entry

Easy to learn.

Affordable.

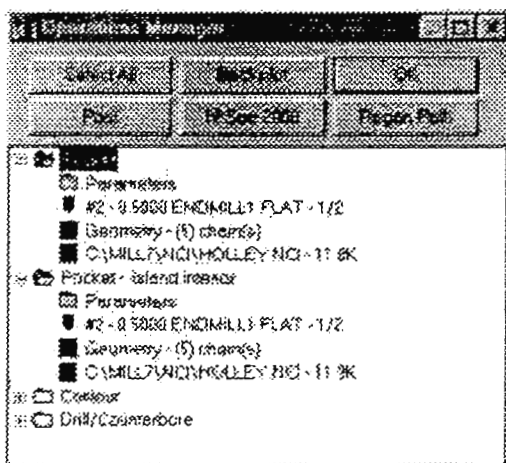
It gets the job done.

Fast, Easy Job Management

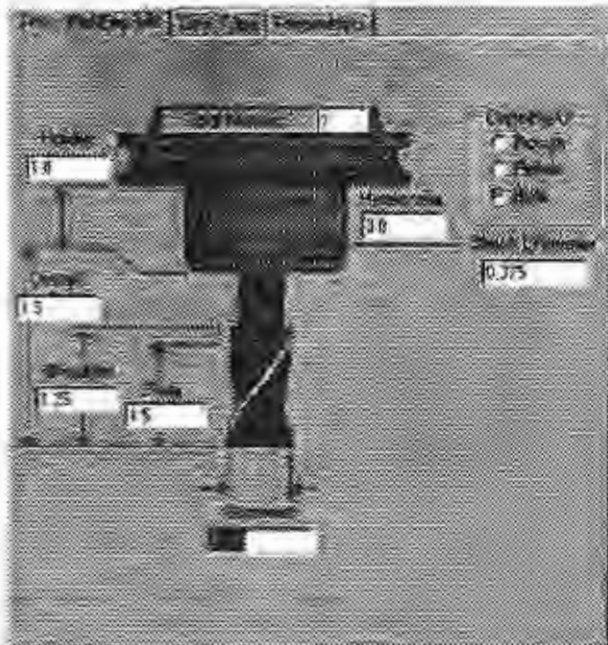
Mastercam's Operations Manager puts all your job operations at your fingertips. The clear, concise layout lists all aspects of your job, including geometry, tooling and parameters. Easily create, edit and verify your toolpaths, or copy and paste parameters, toolpaths and tool definitions from one operation to another, all in a single window.

Logical Part Modeling

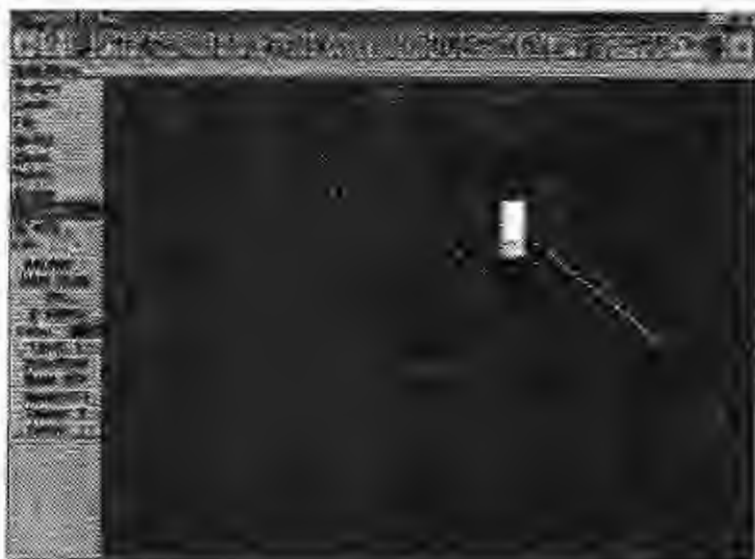
- Easy 2D and 3D geometry creation with multiple ways to create entities.
- Extensive editing and analysis tools ensure your model is exact.
- Quickly add dimensions and drafting notes and change them on the fly.
- Dynamic rotation, panning, zooming in multiple views.
- AutoCursor snaps to commonly used points to simplify construction.



Mastercam's Operation Manager gives you a fast efficient way to

manage your jobs.

Choose from an extensive library of tools or create your own.



Fully associative contouring, drilling and pocketing simplify all your machining projects.

- Powerful new chaining selects an entire chain of entities at once and automates other selection tasks.
- Import and export data from any CAD system with built-in translators including IGES, SAT (ACIS solids), DXF, CADL, VDA, STL, and ASCII.
- Compatible with all other Mastercam products.

Associative Toolpaths

Fully associative geometry and toolpaths let you modify the geometry or machining parameters and immediately generate an accurate, updated toolpath.

Store a library of commonly used operations to automate machining. For example, you can spot drill, peck drill, and tap a series of holes simply by importing one stored operation from your library.

Pocketing, Contouring & Drilling

- Optimize drill routines to minimize tool travel.
- Pocketing styles include zigzag and one way with optional finish passes.
- Choose helical or ramp entry for each pocketing level. Output helical moves as arcs or lines.
- Window/Polygon select multiple drill points, contours, pockets, and nested pockets all at once. Area select pockets with a single mouse click.
- Island facing cleans stock from the tops of islands.
- Pocket facing cleans off the top off a part.
- Program separate lead-in and lead-out for contours and

- pocket finish passes.
- Choose multiple roughing and finishing passes and multiple depth cuts for any contour.

"Mastercam gives me a very strong and flexible set of tools for all my pocketing, contouring and drilling jobs."

– Scott Biocic, Technical Projects Coordinator
BodyBilt, Navasota, TX

Dependable Toolpath Verification

- Step through the program with toolpath backplotting and get an estimate of machining time.
- Verify 2D toolpaths with a pixel paint of the full tool diameter.

NC Machining Parameters and Utilities

- User-customizable tool and material libraries automatically calculate feeds and speeds.
- Merge, translate, rotate, mirror, copy, cut and paste segments of your toolpath.
- Automatically generate customizable setup sheets.
- Define separate entry and exit vectors for toolpaths to control the tool's approach and retract for cutting.
- Tool plane and tool origin allow easy programming in different views for



tombstone work.

- Axial substitution replaces X or Y with a rotary axis to wrap the toolpath around a diameter.
- Pick from a library of post processors or have one customized.
- Macro recording automates repetitive tasks.
- Toolpath filtering significantly reduces the size of a program. The filter automatically turns small, multiple linear moves into single line or arc moves within a tolerance.

Easy to Learn and Use

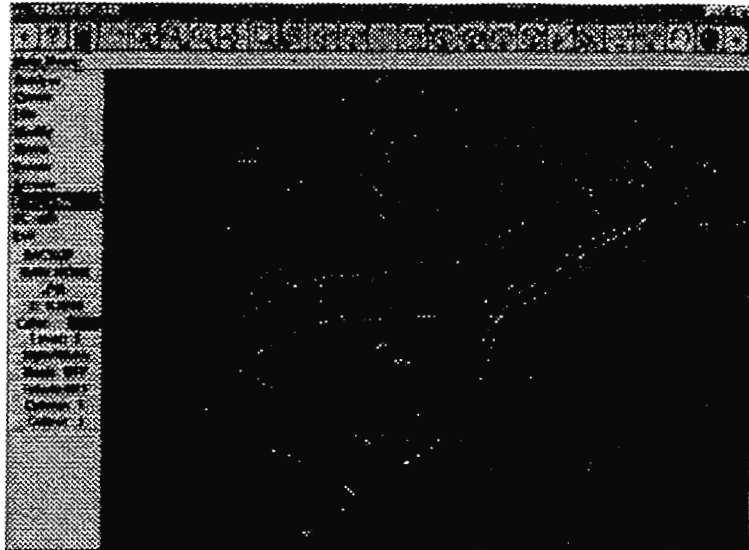
- Logical point-and-click interface lets you program the way you think.
- Fully customizable icon toolbar puts frequently used functions at your fingertips.
- On-line help provides immediate access to Mastercam tips and instructions.
- Same intuitive user interface as other Mastercam products for future growth.

System Requirements

- 486 or higher Intel®-based PC with math co-processor (Pentium recommended)
- Microsoft®, Logitech® or compatible mouse
- Windows NT® 4.0 (or higher) or Windows® 95
- Minimum 16 MB RAM free (32 MB is recommended for better performance); Minimum 60 MB free disk space in addition to Windows requirements



Efficient pocketing, contouring and drilling routines minimize waste.



Easily import, create, modify and dimension your parts.




CNC software, inc.

671 Old Post Road, Tolland, CT 06084
Phone:(860) 875-5006 FAX:(860) 872-1565
E-Mail: mcinfo@mastercam.com

Download brochure in PDF format [Mill Level 1](#)

You will need Adobe Acrobat Reader to view the brochure. If you don't already have Adobe Acrobat

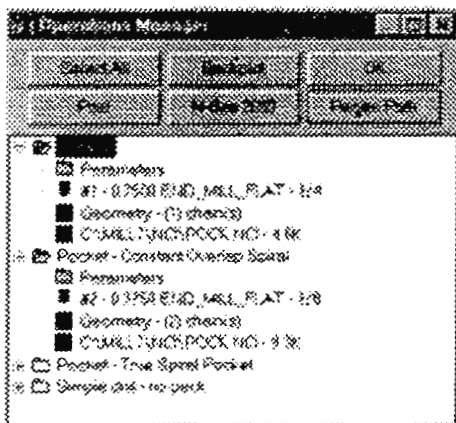
Reader, download it here 

Mastercam® Mill Level 1

Start with it.
Add to it.
Profit by it.

Fast, Easy Job Management

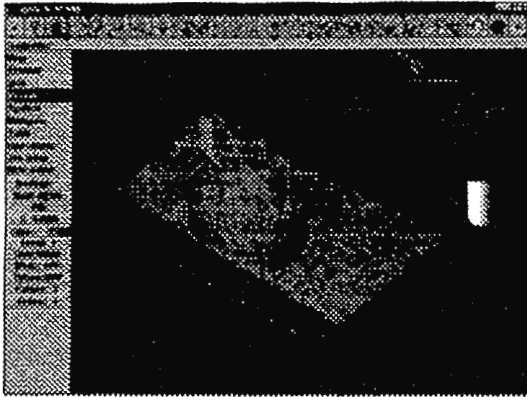
Mastercam's Operations Manager puts all your job's operations at your fingertips. The clear, concise layout lists all aspects of your job, including geometry, tooling and parameters. Easily create, edit and verify your toolpaths, or copy and paste parameters, toolpaths and tool definitions from one operation to another, all in a single window.



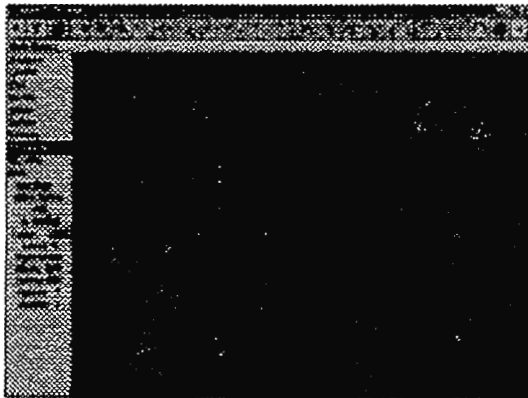
Fast, Easy Part Modeling

- Easy 2D and 3D geometry creation with multiple ways to create entities.
- Complete surface modeling.
- Extensive editing tools ensure your model is exact.
- Analyze single points, between points, angles and entire entities.
- Quickly add dimensions and drafting notes and

Operations Manager puts all aspects of your job at your fingertips.



Mastercam delivers fully associative pocketing, contouring and drilling.



Pocket remachining cleans out small areas left by a larger tool.

- change them on the fly.
- Dynamic rotation, panning, zooming in multiple views.
- AutoCursor™ snaps to commonly used points to simplify construction.
- Powerful new chaining selects an entire chain of entities at once and automates other selection tasks.
- Import and export data from any CAD system with built-in translators including IGES, SAT (ACIS solids), DXF, CADL, VDA, STL, and ASCII. An optional AutoCAD™ DWG translator is available.

Associative Toolpaths

Fully associative geometry and toolpaths for pocketing, contouring and drilling let you modify geometry or machining parameters and immediately generate an accurate, updated toolpath.

Store a library of commonly used operations to automate machining. For example, you can spot drill, peck drill, and tap a series of holes simply by importing one stored operation from your library.

Pocketing, Contouring and Drilling

- Optimize drill routines to minimize tool travel.
- Pocketing styles include zigzag, one way, true spiral, constant overlap and morph pocketing, each with optional finish passes.
- Choose helical or ramp entry for each pocketing level. Output helix moves as arcs or lines.
- Clean corners and constant overlap features eliminate material when the tool turns a sharp corner in spiral pocketing.
- Pocket remachining uses a smaller tool to automatically clean out material left from a larger tool.
- Window/Polygon select multiple drill points, contours, pockets, and nested pockets all at once. Area select pockets with a single mouse click.

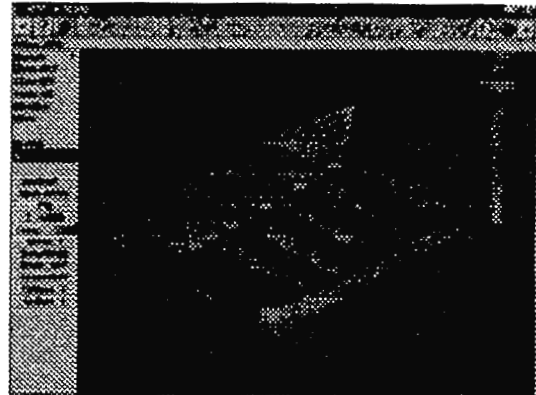
"Associativity gives Mastercam the power of

high end CAD/CAM systems, but with the usability that I have always relied upon."

– Mike Neville, CNC Programmer/CNC Tutor
Christchurch Polytechnic Institute Christchurch

Pocketing, Contouring and Drilling (continued)

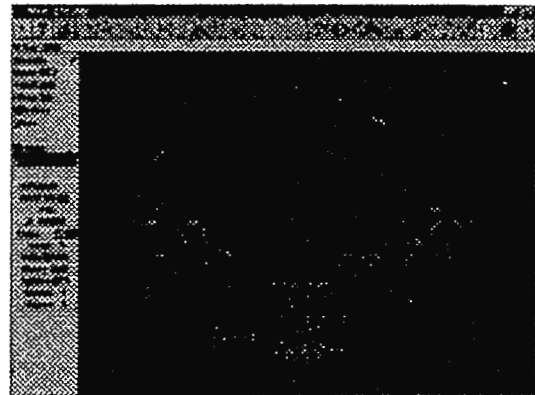
- Choose separate taper angles for pocket walls and islands, including islands of different heights.
- Island facing cleans stock from the tops of islands.
- Pocket facing cleans off the top off a part.
- Program separate lead-in and lead-out for contours and pocket finish passes.
- Choose multiple roughing and finishing passes and multiple depth cuts for any contour.
- Easily machine 2D and 3D contours including parametric splines and NURBS splines with full cutter compensation. Machining depth can be incremental or absolute.



Solid-model toolpath verification lets you see your part as it's cut.

Dependable Toolpath Verification

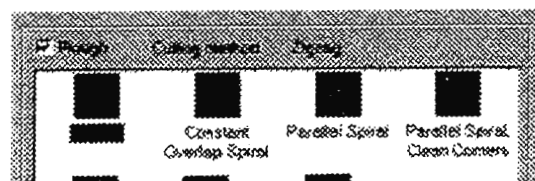
- Watch your part being cut from a solid block of material with Mastercam's solid-model toolpath verification. The tool and holder are checked and displayed during simulation.
- Step through the program with toolpath backplotting and get an estimate of machining time.
- Verify 2D toolpaths with a pixel paint of the full tool diameter.



Machine different faces in the same setup.

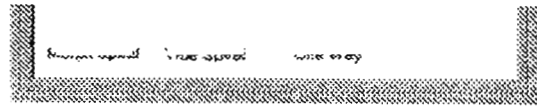
Easy to Learn and Use

- Logical point-and-click interface lets you program the way you think.
- Fully customizable icon toolbar puts frequently used functions at your fingertips.
- On-line help provides immediate access to Mastercam tips and instructions.



NC Machining Parameters and Utilities

- User-customizable tool and material libraries automatically calculate feeds and speeds.
- Merge, translate, rotate, mirror, copy, cut and paste segments of your toolpath.
- Automatically generate customizable set up sheets.
- Define separate entry and exit vectors for toolpaths to control the tool's approach and retract for cutting.
- Tool plane and tool origin allow easy programming in different views for tombstone work.
- Replace X or Y with a rotary axis to wrap the toolpath around a diameter with axis substitution.
- Pick from a library of hundreds of post processors or have one customized.
- Toolpath filtering significantly reduces the size of a program. The filter automatically turns small, multiple linear moves into single line or arc moves within a tolerance.



Mastercam gives you just the right pocketing style for any project.

System Requirements

- 486 or higher Intel®-based PC with math co-processor (Pentium recommended)
- Microsoft®, Logitech® or compatible mouse
- Windows NT® 4.0 (or higher) or Windows® 95
- Minimum 16 MB RAM free (32 is recommended for better performance); Minimum 60 MB free disk space in addition to Windows requirements



CMC software, inc.


671 Old Post Road, Tolland, CT 06084

Phone:(860) 875-5006 FAX:(860) 872-1565

E-Mail: mcinfo@mastercam.com

Download brochure in PDF format [Mill Level 2](#)

You will need Adobe Acrobat Reader to view the brochure. If you don't already have Adobe Acrobat

Reader, download it here 

Mastercam® Mill Level 2

More Power.

More Tools.

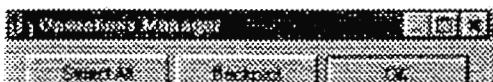
More reasons to expand your business.

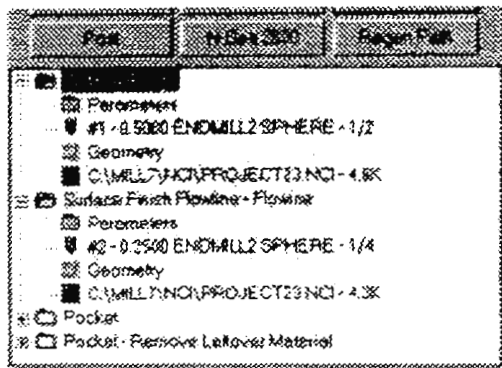
Fast, Easy Job Management

Mastercam's Operations Manager puts all your job's operations at your fingertips. The clear, concise layout lists all aspects of your job, including geometry, tooling and parameters. Easily create, edit and verify your toolpaths, or copy and paste parameters, toolpaths and tool definitions from one operation to another, all in a single window.

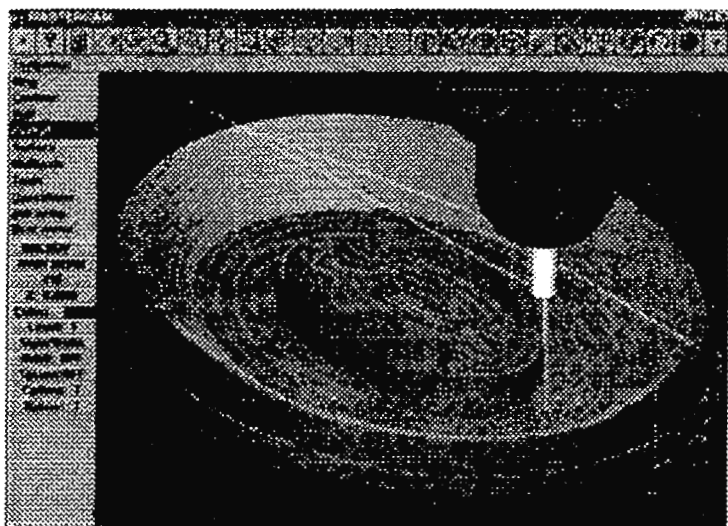
Logical Part Modeling

- Easy 2D and 3D geometry creation with multiple ways to create entities.
- Complete surface modeling.
- Extensive editing and analysis tools ensure your model is exact.
- Quickly add dimensions and drafting notes and change them on the fly.
- AutoCursor snaps to commonly used points to

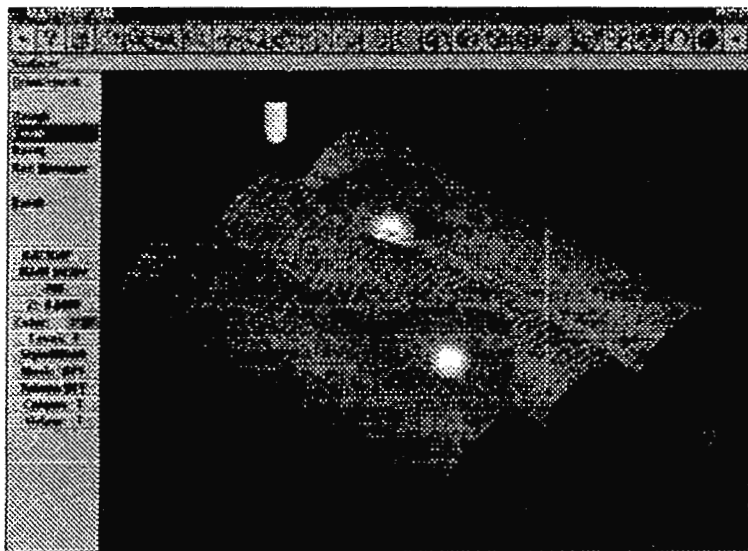




Mastercam puts all job elements in one window for easy access.



Fully associative contouring, pocketing and drilling streamline programming.



Flowline machining with check surfaces delivers a smooth, accurate finish.

simplify construction.

- Powerful new chaining selects an entire chain of entities at once and automates other selection tasks.
- Import and export data from any CAD system with built-in translators including IGES, SAT (ACIS solids), DXF, CADL, VDA, STL, and ASCII. An optional AutoCAD™ DWG translator is available.

Associative Toolpaths

Fully associative geometry and toolpaths for pocketing, contouring and drilling let you modify the geometry or machining parameters and immediately generate an accurate, updated toolpath.

Store a library of commonly used operations to automate machining. For example, you can spot drill, peck drill, and tap a series of holes simply by importing one stored operation from your library.

2D and 2½D Machining

- Optimize drill routines to minimize tool travel.
- Pocketing styles include zigzag, one way, true spiral, constant overlap and morph pocketing, each with optional finish passes.
- Pocket remachining uses a smaller tool to automatically clean out material left from a previous cut.
- Clean Corners and constant overlap features eliminate excess material when the tool turns a sharp corner in spiral pocketing.
- Choose helical or ramp entry

for each pocketing level.

Output helix moves as arcs or lines

- Select multiple drill points, contours, pockets, and nested pockets all at once. Area select pockets with one mouse click.
- Choose separate taper angles for pocket walls and islands, including islands of different heights.
- Efficient pocket and island facing.
- Program separate lead-in and lead-out for contours and pocket finish passes.
- Choose multiple roughing and finishing passes and multiple depth cuts for any contour.
- Easily machine 2D and 3D contours including parametric splines and NURBS splines with full cutter compensation.

"Mastercam gives us incredible design tools, excellent editing capabilities and very efficient machine toolpaths."

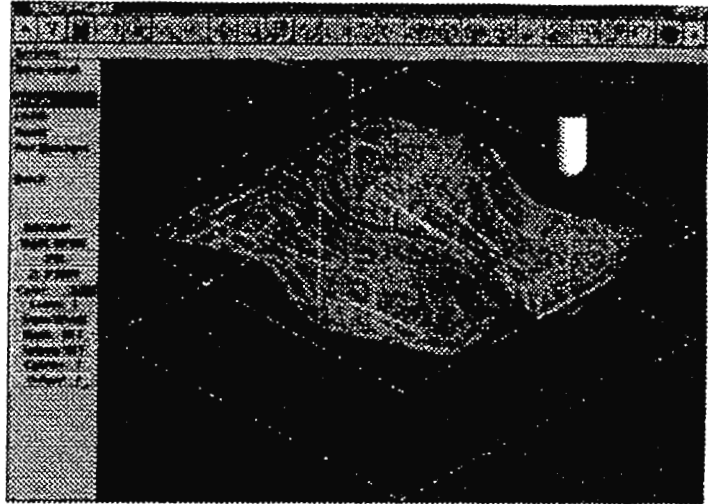
– John Leinen, Lead Programmer \ Designer
Regal Research and Mfg., Garland, TX

2D and 2½D Machining

- Optimize drill routines to minimize tool travel.
- Pocketing styles include zigzag, one way, true spiral, constant overlap and morph pocketing, each with optional finish passes.
- Pocket remachining uses a smaller tool to automatically clean out material left from a

previous cut.

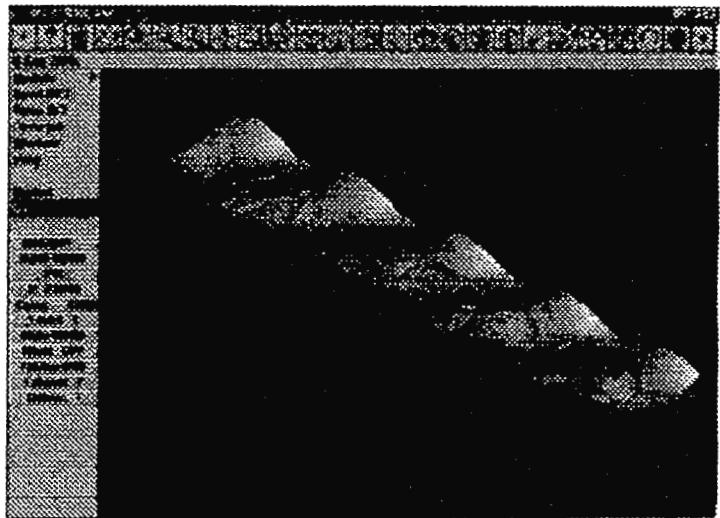
- Clean Corners and constant overlap features eliminate excess material when the tool turns a sharp corner in spiral pocketing.
- Choose helical or ramp entry for each pocketing level. Output helix moves as arcs or lines
- Select multiple drill points, contours, pockets, and nested pockets all at once. Area select pockets with one mouse click.
- Choose separate taper angles for pocket walls and islands, including islands of different heights.
- Efficient pocket and island facing.
- Program separate lead-in and lead-out for contours and pocket finish passes.
- Choose multiple roughing and finishing passes and multiple depth cuts for any contour.
- Easily machine 2D and 3D contours including parametric splines and NURBS splines with full cutter compensation.



Mastercam's single surface roughing efficiently removes bulk material.

Powerful Single Surface Machining

- Rough single surfaces using constant Z contours or pockets.
- Rough single surfaces by descending parallel or radial cuts, with complete control over plunging and positive/negative Z motion.
- Flowline finishing uses the natural shape of a surface to define the toolpath, delivering a smoother finish.
- Finish machine a surface with Parallel machining, or use Radial to create toolpaths radiating outward from a selected point.
- Limit the area to be roughed or finished with check surfaces or a chained boundary.



Project any shap toolpath onto a surface for specialty machining.



- Ruled toolpath includes automatic synchronization by entity, branch or node.
- 5-axis flowline machining options give you added flexibility.

Dependable Toolpath Verification

- Watch your part being cut from a solid block of material with Mastercam's solid-model toolpath verification. The tool and holder are checked and displayed during simulation.
- Step through the program with toolpath backplotting and get an estimate of machining time.
- Verify 2D toolpaths with a pixel paint of the full tool diameter.

NC Machining Parameters and Utilities

- Toolpath filtering significantly reduces the size of a program. The filter automatically turns small, multiple linear moves into single line or arc moves within a tolerance.
- User-customizable tool and material libraries automatically calculate feeds and speeds.
- Merge, translate, rotate, mirror, copy, cut and paste segments of your toolpath.
- Automatically generate customizable setup sheets.
- Define separate entry and exit vectors for toolpaths.
- Program in different tool planes and origins for easy tombstone machining.
- Axial substitution replaces X or Y with a rotary axis to wrap the toolpath around a diameter.
- Pick from a library of post processors or have one customized.



Machine different faces in the same setup with tombstone programming.

System Requirements

- 486 or higher Intel®-based PC with math co-processor (Pentium recommended)
- Microsoft®, Logitech® or compatible mouse
- Windows NT® 4.0 (or higher) or Windows® 95
- Minimum 32 MB RAM free (more is recommended for better performance); Minimum 60 MB free disk space in addition to Windows requirements.



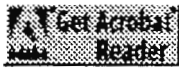
cnyc software, inc.

671 Old Post Road, Tolland, CT 06084
Phone:(860) 875-5006 FAX:(860) 872-1565
E-Mail: mcinfo@mastercam.com

Download brochure in PDF format [Mill Level 3](#)

You will need Adobe Acrobat Reader to view the brochure. If you don't already have Adobe Acrobat

Reader, download it here



Mastercam®

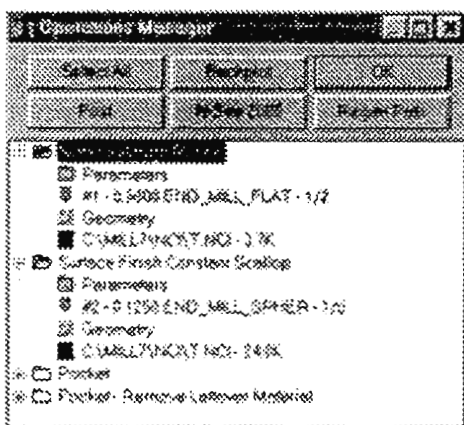
Mill Level 3

All the tools.
All the options.
All the power.

It all adds up to less machine time and handwork.

Fast, Easy Job Management

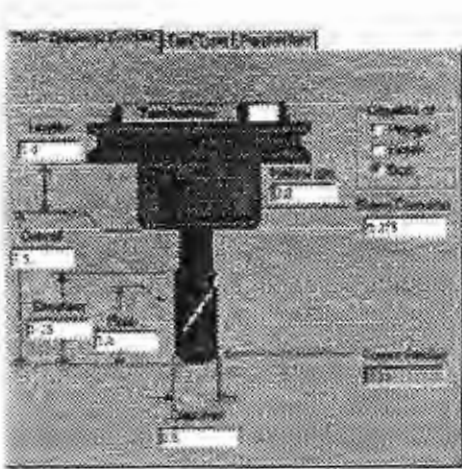
Mastercam's Operations Manager puts all your job's operations at your fingertips. The clear, concise layout lists all aspects of your job, including geometry, tooling and parameters. Easily create, edit and verify your toolpaths, or copy and paste parameters, toolpaths and tool definitions from one operation to another, all in a single window.



Operations Manager gives you a fast easy way to manage your jobs.

Powerful Part Modeling

- Easy 2D and 3D geometry creation with multiple ways to create entities.
- Fast creation of a wide range of NURBS and parametric surfaces.
- Create blend surfaces for complex tasks such as ball corners and blending between surfaces.
- Flexible surface filleting offers constant radius fillets and point-and-click variable radius fillets.
- Automatic parting line calculation for mold making.



Choose from an extensive library of tools or create your own.

- Quickly translate, mirror, scale, rotate and offset entities.
- Extensive editing tools ensure your model is exact.
- Quickly add dimensions and drafting notes and change them on the fly.
- Dynamic rotation, panning, zooming in multiple views.
- AutoCursor™ snaps to commonly used points.
- User-definable drafting grid simplifies detailed construction.
- Measure minimum and maximum curvature radius, and calculate surface area for single or multiple surfaces.
- Analyze single points, between points, angles and entire entities.
- Powerful new entity chaining selects an entire chain of entities at once and automates other selection tasks.
- Create, edit and machine on a realistically rendered surface model.

Associative 2D toolpaths

Fully associative geometry and toolpaths for pocketing, contouring and drilling let you modify the geometry or machining parameters and immediately generate an accurate, updated toolpath.

Store a library of commonly used operations to automate machining. For example, you can spot drill, peck drill, and tap a series of holes simply by importing one stored operation from your library.

Pocketing, Contouring and Drilling

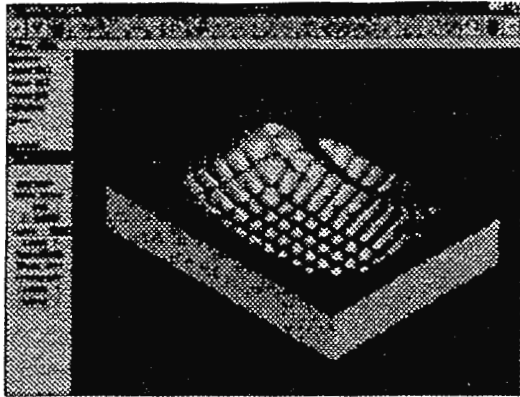
2D and 2½D machining ranges from the very simple to the very complex. Mastercam delivers all the tools you need to maximize your time.



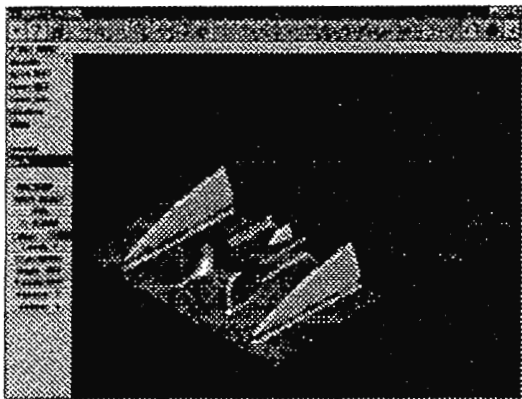
- Pocketing styles include zigzag, one way, true spiral, constant overlap and morph pocketing, each with optional finish passes.
- Choose helical or ramp entry for each pocketing level. Output helix moves as arcs or lines.
- Clean corners and constant overlap features eliminate material when the tool turns a sharp corner.



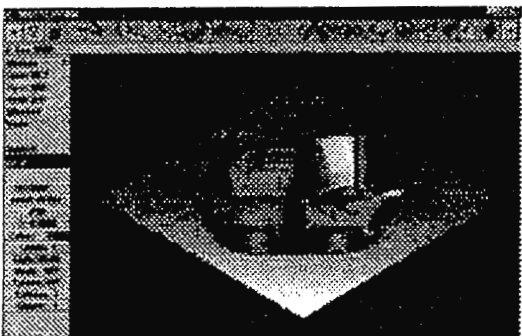
Pocket remachining cleans out small areas missed by a larger tool.



Plunge roughing quickly removes bulk material using drill-type moves.



Mastercam delivers a suite of robust finishing operations, including time-tested parallel machining.



- Pocket remachining uses a smaller tool to automatically clean out material left from a previous cut.
- Window/Polygon select multiple drill points, contours, pockets, and even nested pockets all at once. Area select pockets with a single mouse pick.
- Choose separate taper angles for pocket walls and islands, including islands of different heights.
- Island facing cleans stock from the tops of islands.
- Program separate lead-in and lead-out for contours and pocket finish passes.
- Choose multiple roughing and finishing passes and multiple depth cuts for any contour.

Powerful Surface Roughing

Fast, efficient bulk material removal is essential to efficient NC programming. Mastercam gives you a variety of techniques to rough all of your parts.

- Rough cut multisurface models with constant Z contours or pockets.
- Rough cut by descending parallel or radial cuts, with complete control over plunging with positive and negative Z motion.
- Project 2D toolpaths onto multiple surfaces for specialized rough cuts.
- Plunge roughing enters a part straight from the top (with drill type Z motion) and removes material.

Flexible Surface Finishing

Mastercam's suite of finishing tools lets you choose the best method for a specific project.

- Parallel finishing delivers robust toolpaths for a multitude of projects.
- Scallop machining maintains a consistent finish on sloped and flat surfaces alike by using a constant 3D stepover.
- Create toolpaths radiating outward from a selected point with Radial finishing.
- Finish machine by projecting a 2D shape or toolpath onto multiple surfaces.
- Flowline machining cuts single or multiple



Choose from a variety of roughing and finishing options, including constant Z cutting.

surfaces by using the natural surface shape to define the cutter path, delivering a smoother finish.

- Ruled toolpath includes automatic synchronization by entity, branch or node. Cutting options are constant Z, zigzag, circular, one way or 5-axis swarf machining.

Surface Cleanup Machining

Leftover material causes extra handwork and time. Mastercam automates leftover removal, leaving you with a finer finish.

- Leftover (remachining) identifies and machines areas that need to be cut with a smaller tool.
- Pencil tracing walks a tool along the intersection of a set of surfaces to clean out hard-to-reach areas.
- Steep/Shallow machining cuts only those regions of selected surfaces that have slopes between two specified angles.

"Programming toolpaths is the easiest part of my job. I don't have to worry about it - Mastercam gives me accurate code every time."

– Steve Charnley, Modelshop
manager
Design DESIGN, Carlsbad, CA

Efficient Surface Machining Options

- Restrict roughing and finishing area with containment boundaries and check surfaces.
- For multiple cavities, choose to complete each Z depth in all cavities, or complete an entire cavity before moving on to the next.
- Run multisurface machining functions immediately or set them to run overnight with batch processing.
- Trim toolpaths to multiple boundaries.



Multiaxis Machining

Multiaxis machining adds an extra level of flexibility to your machining operations. Mastercam's suite of multiaxis tools lets you program quickly and efficiently.

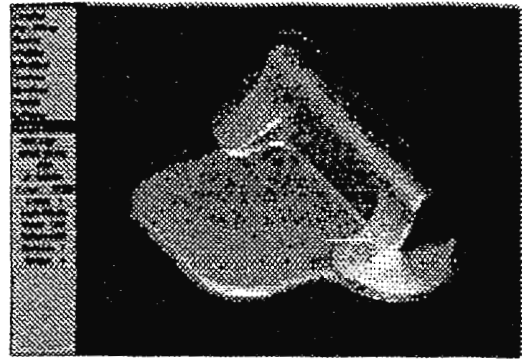
- Swarf machining.
- Swarf fanning and corner autofilleting.
- Flowline machine multiple surfaces in 5-axis.
- Machine curves on surfaces in 5-axis including automatic projection of curves onto surfaces.
- Perform 5-axis drilling.
- Create 5-axis cuts around the surface edges of the model for applications like trimming vacuum-formed parts.

High Speed Machining Support

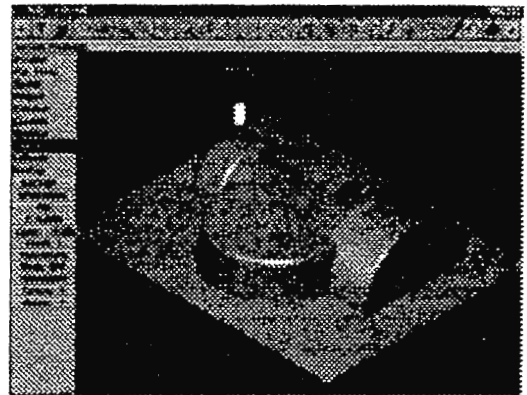
- Tangential entry/exits.
- Smooth loop cut transition between pocketing passes.
- Smooth arc transition between cuts.
- Plunge roughing for fast removal of bulk material.

Dependable Toolpath Verification

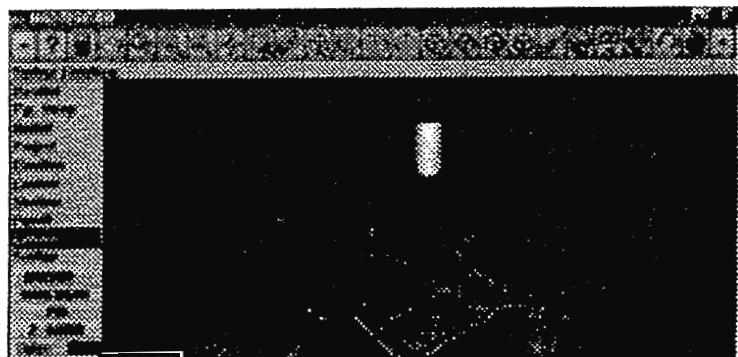
- Watch your part being cut from a solid block of material with Mastercam's solid-model toolpath verification. The tool and holder are checked and displayed during simulation.
- Step through the program with toolpath backplotting and get an estimate of machining time.
- Verify 2D toolpaths with a pixel paint of the full tool diameter.



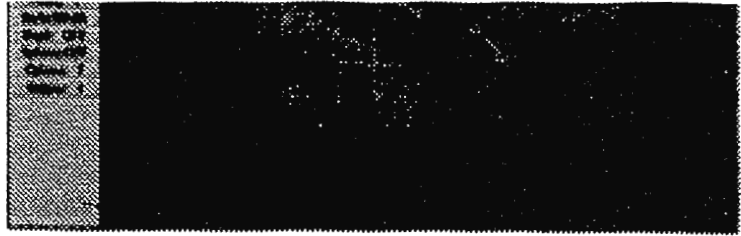
Scallop machining delivers a consistent finish across both sloped and flat surfaces



Pencil tracing efficiently cleans material out of difficult intersections.



Cleanup routines such as steep scallop removal and leftover machining reduce hand work and result in a finer finish.



"Mastercam does virtually all we need it to do and it gives us the confidence level to take on that increasingly complex work."

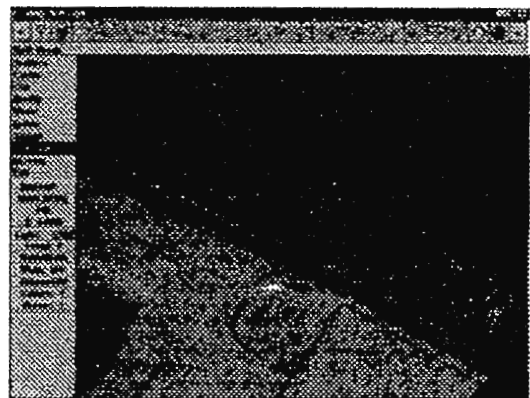
– Jeff Elliott, CNC Programmer
Preferred Tool, Seymour, IN

NC Machining Parameters and Utilities

- Toolpath filtering significantly reduces the size of a program. The filter automatically turns small, multiple linear moves into single line or arc moves within a tolerance.
- Mastercam automatically generates customizable setup sheets.
- Define separate entry and exit vectors for toolpaths to control the tool's approach and retract for cutting.
- Merge, translate, rotate, mirror, copy, cut and paste segments of your toolpath.
- User-customizable tool and material libraries automatically calculate feeds and speeds.
- Tool plane and tool origin allow programming in different views for tombstone work.
- Replace X or Y with a rotary axis to wrap the toolpath around a diameter with axis substitution.
- Pick from a library of hundreds of post processors or have one customized.

File Management and Data Exchange

- Built-in translators include IGES, SAT (ACIS solids), DXF, CADL, VDA, STL (stereolithography), and ASCII text. An optional AutoCAD™ DWG translator is also available.



Mastercam supports high-speed machining with options such as smooth arc transitions between cuts.



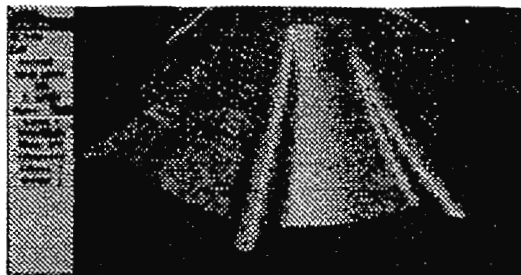
- File management includes a variety of options for saving and retrieving files, parts of files, specific elements, and more.

Easy to Learn and Use

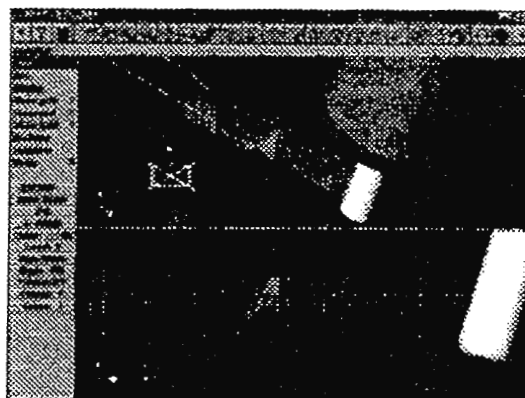
- Logical point-and-click interface lets you program the way you think.
- Fully customizable icon toolbar puts frequently used functions at your fingertips.
- On-line help provides immediate access to Mastercam tips and instructions.

System Requirements

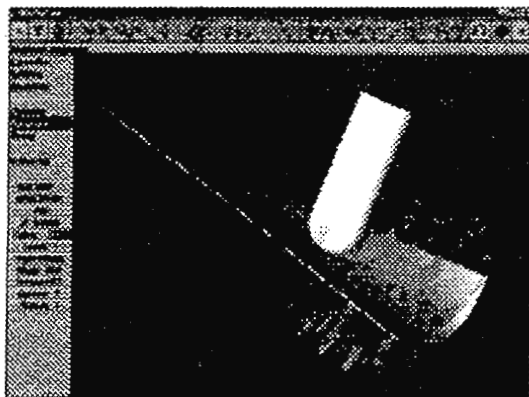
- 486 or higher Intel®-based PC with math co-processor (Pentium recommended)
- Microsoft®, Logitech® or compatible mouse
- Windows NT® 4.0 (or higher) or Windows® 95
- Minimum 32 MB RAM free (higher RAM is recommended for better performance); Minimum 50 MB free disk space in addition to Windows requirements



Tangential entry and exit moves create smooth transitions between constant Z cuts for high-speed machining.



5-axis simultaneous machining gives you a full range of cutting motion.



Cut single or multiple surfaces in 4 axes.

CMC software, inc.

671 Old Post Road, Tolland, CT 06084
Phone:(860) 875-5006 FAX:(860) 872-1565

<http://www.mastercam.com/Products/v7mill3.html>

E-Mail: mcinfo@mastercam.com

ANEXO 3

MAQUINARIA Y
EQUIPO
SELECCIONADOS
PARA EL
LABORATORIO

MODEL



Machine Tools



CNC Lathe



Vertical
Machining
Center



Horizontal
Machining
Center



Double Column
Machining
Center



CNC Boring
Machine



Electric
Discharge
Machine



Laser
Machine



PMG/FMS

Other Products

MACHINE TOOLS DIVISION

Since DHI has begun to produce machine tools in 1976, Machine Tools Division has grown as one of the premier business by providing high quality and technologically advanced products to our customers world wide.

To meet the needs of all of our customers, in-house production got under way with not only CNC lathes, but a full line of machining centers, CNC boring machines, five face machining centers, electric discharge machines and laser cutting machines. DHI America in USA, Daewoo Maschinen Vertriebs GmbH in Germany, and Beijing Bureau in China are representing Daewoo Machine Tools in conjunction with securely established dealer network over 50 countries.

Meanwhile, complete after sales service with an on time overseas parts and service network are ready to be provided at anytime, at any place. Daewoo Machine Tools division plans to continue to be the forerunner with continued expansion and growth in the machinery industry.

Our dedication to high technology and aim to produce world class products will bring us into the 21st century where we will realize the dream of mechatropia.

E-mail to : mt@solar.dhiltl.co.kr

Copyright © 1996 Daewoo Heavy Industries Ltd. All rights reserved.

E-mail to : w3master@solar.dhiltl.co.kr



Machine Tools

MODEL **GENERATION**



PMG / FMS

Products Lineup

PMG-Multi Pallet Magazine



FMS for Machining of Diesel Engine
Cylinder Block

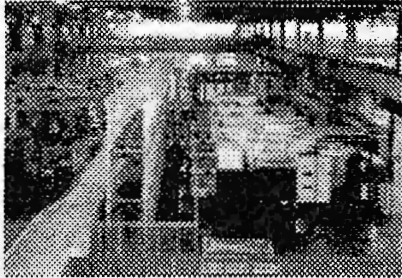


FMS for Machining of Forklift
Truck Transmission

- System Stability is guaranteed by Supplied Results over 40Sets
- Possible to Supply the Optimun Model best suited for Customer's Needs.
- Unmanned Operation Function/Software/Option for Maximization of Machine Utility
- for Maximization of Machine Utility

- Pallet Size(mm) 500 X 500 7Pallets/9Pallets/11Pallets Pallet Magazine Pool /13Pallets
- Pallet Size(mm) 630 X 630 6Pallets/8Pallets/10Pallets Pallet Magazine Pool /12Pallets
- Pallet Size(mm) 800 X 800 6Pallets/8Pallets/10Pallet Pallet Magazine Pool
- Pallet Size(mm) 1,000 X 1,000 6Pallets Pallet Magazine Pool

FMS-Flexible Machining System



FMS for Machining of Small/Middle Sized Parts
of Machine Tools



FMS for Machining of Large Sized Parts of
Machine Tools

- Minimum 72Hours of Non-Stop, Unmanned Operation
- Full-Custom-Made Package including Fixture/Tool/Program/Operation System
- Supporting of Networking Software for Factory Automation
- Modular System : Main Machine/Automation Device/Unmanned Device/Periphery Device
- Horizontal Machining Center FMS for Machining of Diesel Engine Cylinder Block
- Horizontal Machining Center FMS for Machining of Forklift Truck Transmission
- 5-Face Machining Center FMS for Machining of Large Sized Parts of Machine Tools
- Horizontal Machining Center FMS for Machining of Small/Middle Sized Parts of Machine Tools
- 5-Face Machining Center FMS for Machining of Press Mold and Die of Automobile
- Horizontal Machining Center FMS for Machining of Case of Elevator Transmission
- 5-Axis Machining Center FMS for Machining of Aircraft Components
- FMS for Multi-Machining including H-MCT/V-MCT/CNC Lathe
- Other Manufacturing System

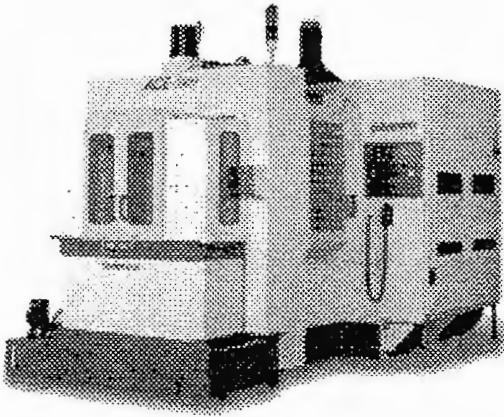
E-mail to : mt@solar.dhiltltd.co.kr

Copyright © 1996 Daewoo Heavy Industries Ltd. All rights reserved.

E-mail to : w3master@solar.dhiltltd.co.kr

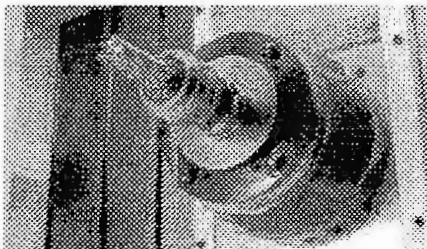
HORIZONTAL MACHINING CENTER

ACE-H400P



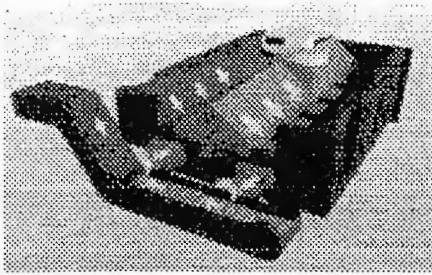
- Quick start-up, high-speed and high-efficiency spindle drive
- 12,000(20,000) rpm high-speed Built-in Spindle Motor
- All equipment integrated into a space-saving design
- Highly rigid bed supports sturdy machine design (3-point support)
- Rapid-traverse rates : 40m/min (X,Y,Z)
- High-speed and high-precision roller guide for the axis feed system
- High-speed ATC for quick and reliable operations (Tool to Tool : 1.5 sec)
- High-speed pallet change (2-station rotary type) time : 5 sec
- High-accuracy table indexing : 1;£
- Full stroke positioning accuracy ; \pm 0.005mm
- Repeatability 0.002mm

High Speed and High Accuracy Horizontal Machining Center



INTEGRATED SPINDLE AND DRIVE MOTOR

The spindle is integrated with the rotor of the drive motor for faster acceleration / deceleration and reduced vibration during high speed operation. A simple spindle construction has been achieved by adoption oil-jacket spindle cooler for minimizing thermal distortion. Also, this BT40 taper machine is equipped with a powerful spindle motor that delivers the extraordinary output 22kW.

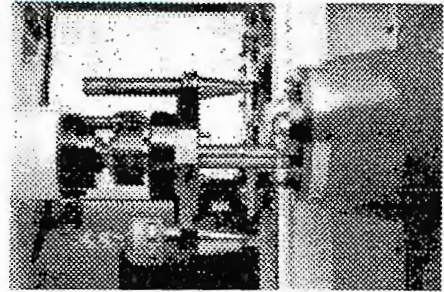


CHIP DISPOSAL

A telescopic cover, inclined at a 30° angle, directs chips into the chip trough to keep the area around the table clean. From the trough, chips are flushed onto the chip conveyor by the base coolant to make quick and easy work of chip removal.

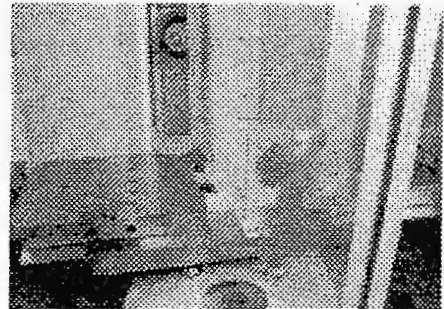
AUTOMATIC TOOL CHANGER

ACE-H400P is designed to provide fast and stable automatic tool changing system with 1.5 sec tool to tool and 4 sec chip to chip time which enables better productivity than ever before. It has maximum tool weight capacity of 10 kgf.

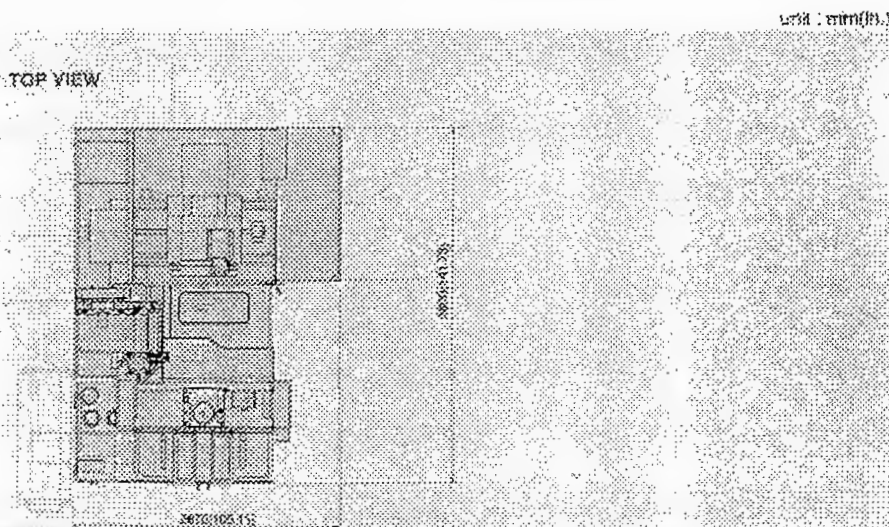


AUTOMATIC PALLET CHANGER

The pallet changer is rigidly built and operates with the opening and closing of the splash guard to accomplish pallet changes in only 5 seconds.



External Dimension



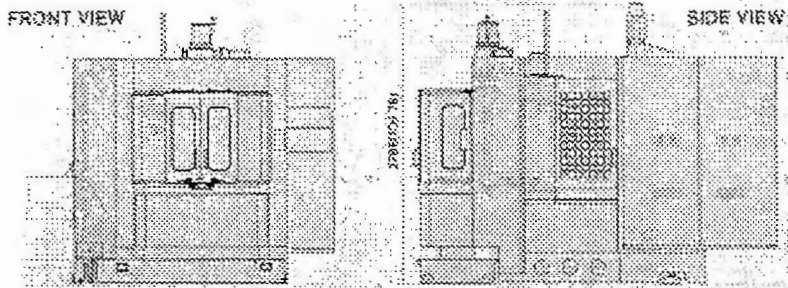
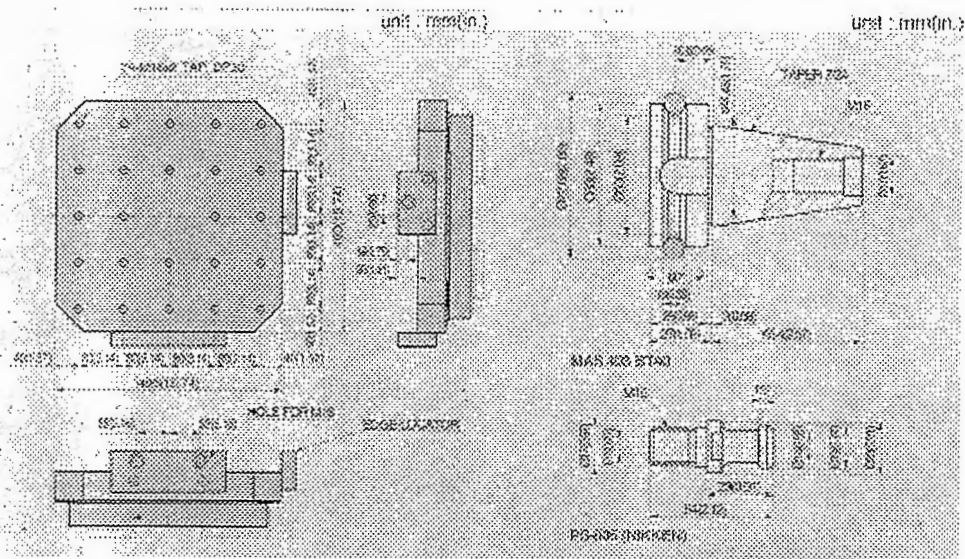


Table Dimension / Tool Shank



Y Machine Specifications

Features	Item	Unit	ACE-H400P
Travel	X-axis(column longitudinal)	mm(in)	600(23.6)
	Y-axis(head vertical)	mm(in)	560(22.0)
	Z-axis(table cross)	mm(in)	560(22.0)
	Distance from spindle nose to table center	mm(in)	150 ~ 710(5.9 ~ 28.0)
	Distance from spindle center to pallet		

	top	mm(in)	50 ~ 610(2.0 ~ 24.0)
Spindle	Motor power	kW	22
	Spindle speed	rpm	12,000 (opt. 20,000)
	Max. spindle torque(at 22kW)	kgf.m(ft-lbs)	20.8(150.4)
	Orientation	-	Built-in sensor
	Taper	-	ISO#40, 7/24 Taper
Table	Pallet size	mm(in)	400x400(15.7x15.7)
	Allowable load	kgf(lbs)	400(882)
	Pallet index degree	deg	1
Automatic tool changer	Tool storage capacity	EA	60
	Tool selection type	-	FIXED ADDRESS
	Tool shank	-	MAS BT40/DIN 69871#40/CAT #40
	Pull stud	-	PS806(NIKKEN)/DIN 69872 #40/Modified DIN
	Max. tool diameter(cont)	mm(in)	∅90(3.5)
	Max. tool diameter without adjacent tool	mm(in)	∅140(5.5)
	Max. tool length	mm(in)	300(11.8)
	Max. tool weight	kgf(lbs)	10(22.0)
	Tool change time(tool to tool/chip to chip)	sec	1.5/4
Axis drive	Rapid traverse(X/Y/Z axis)	m/min(ipm)	40(1.575)
	Cutting feedrate	mm/min (ipm)	1~15,000(1~197)
	Servo motor(X/Y/Z/B axis)	kW(HP)	3.5/3.5/3.5/0.9(5/5/5/1.2)
Automatic Pallet change	Type	-	Rotary shuttle
	Pallet change time	sec	5
	Pallet rotation in loading station	-	90 degree index
Machine size	Machine dimension(WxLxH)	mm(in)	2,670x3,600x2,800(105.1x141.7x110.2)
	Machine weight	kgf(lbs)	12,000(25,455)
Power source	Electric power supply	-	3 ph-AC220V/60Hz
	Air supply	kgf/§²(psi)	5(73.5)
Accuracy	Positioning(X/Y/Z axis)	mm(in)	±0.005(±0.0002)/full stroke
	Repeatability(X/Y/Z axis)	mm(in)	0.002(±0.00008)

Standard Accessories

- Spindle cooling
- Splash guard
- Coolant tank & chip pan
- Oil cooler
- Operator call lamp(yellow)
- Installation parts
- Rigid tapping

Optional Accessories

- Chip conveyor
- Through the tool coolant system
- Through the spindle coolant system
- Shower coolant system
- Test bar
- Rotary table(0.001 degree)
- 3 station APC

- Portable MPG
- FANUC 18MC controller
- Flood coolant system

Standard control features(FANUC 18-MC)

- Controlled axes : 4
- Max. programmable dimension : $\pm 3/4 99999.999\text{mm}$
($\pm 3/4 9999.9999\text{"}$)
- Part program storage length : 80m
- Resisterable programs : 63EA
- Number of tool offsets : 99EA
- Backlash compensation
- Self diagnostic functions

Programmable Features

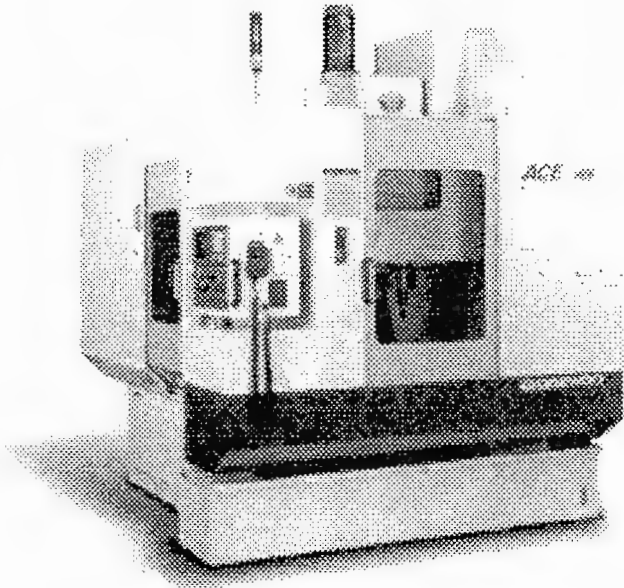
- Background editing
- Circular interpolation by radius designation
- Cutter compensation C(G40, G41, G42)
- Absolute / incremental programming(G90, G91)
- Canned cycles(G73, G74, G76, G80 ~ G89, G98, G99)
- Programmable work coordinate system(G54 ~ G59)
- Reference point return(G27 ~ G30)
- Subprograms-holds nested : 4
- Rigid Tapping

Operation Features

- High resolution CRT : 9" mono
- Run hour/parts number display
- Program restart
- Input.output interface(RS232C)
- Keyboard type manual data input(MDI)
- Program protect key
- Machine lock key
- Alarm and history display
- Tape code : EIA, ISO automatic recognition
- Help function
- Operation history display

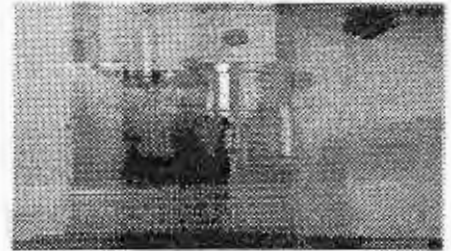
VERTICAL MACHINING CENTER

ACE-V400



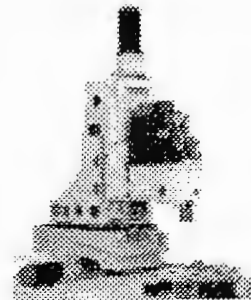
- Traveling column design
- Fast 1.5 second tool change
- Automatic 5 second pallet indexing
- Powerful 11kW high torque spindle motor
- High speed 10,000 rpm spindle
- Automatic rotating pallet table
- Large diameter double pretensioned ball screws
- Guaranteed $\pm 0.002\text{mm}$ ($\pm 0.00008''$) repeatability
- Compact design
- Separate coolant tank
- Completely controlled work area
- Fast 30 MPM rapid traverse
- 60 degree pivoting operators console
- One piece Meehanite cast iron bed

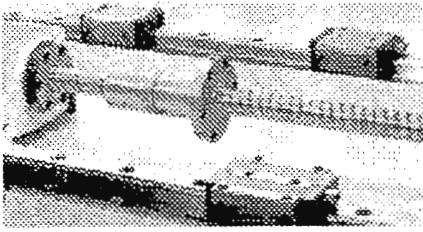
The Daewoo ACE-V400 is designed for precision high speed and heavy duty machining in a production environment. Its powerful drives, heavy duty construction and unsurpassed rigidity provide exceptional precision, high productivity and years of trouble-free performance. The unique traveling column design with integral rotating pallet table allows for machining on one pallet while loading parts or setting up the other pallet for increased productivity. The completely enclosed work area guarantees that coolant and chips will not leave the machine.



BED AND COLUMN

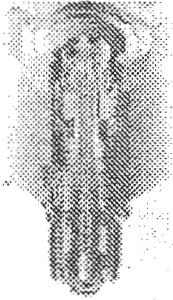
The one piece bed is a rigid, heavily ribbed, Meehanite, casting that remains stable under the heaviest cutting conditions. Fine grained Meehanite cast iron is used for its excellent vibration absorbing characteristics. The ACE-V400 features a superior traveling column design. The table, and therefore the workpieces remain stationary during machining. This design provides a uniform load to the guideways, ball screws and motors.





GUIDEWAYS

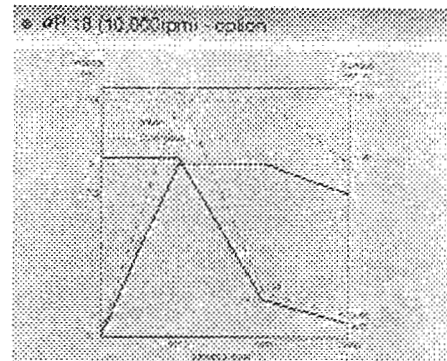
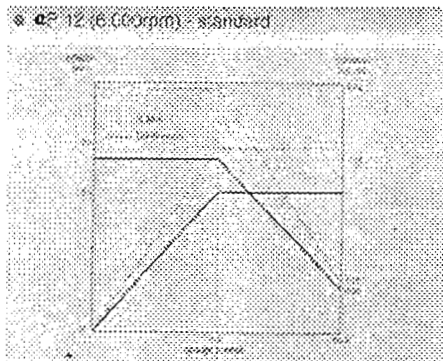
Hardened and ground integral box ways are used on the Z axis for long term rigidity and accuracy. By combining a fluoroplastic resin to the ways and forced way lubrication the guideway surface has a very low friction coefficient and is wear free. Both the X and Y axis feature heavy duty six row balls linear motion guideways. These guideways are widely spaced for optimal weight distribution.



SPINDLE AND HEAD

The high speed, 10,000 RPM spindle is a true cartridge type spindle. The spindle is supported by 6 ultra precision class P4 (AFBMA B7) ceramic bearings for accurate cutting through the complete range of speeds. The bearings are permanently greased and lubricated to eliminate heat build up. The spindle is driven by a 11kW A.C. motor (MTDR). A wide cogged belt delivers both high RPM and high torque to the spindle without vibration. The 40-taper cartridge spindle is assembled and tested in our clean room.

*Spindle Power-Torque Diagram

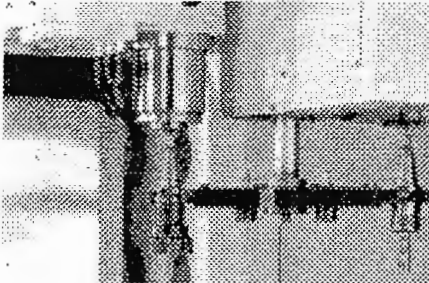


AXIS DRIVERS

Daewoo ACE-V Series machining centers with oversized AC servo drives power through the toughest cutting in the toughest metal. The high torque servos are coupled directly to the ball screws. With no gears there is no risk of backlash or servo drag.

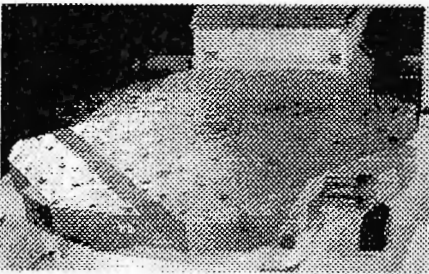
DOUBLE PRETENSIONED BALL SCREW

The X and Y axis ball screws are center mounted, double pretensioned and supported on both ends by high precision angular contact thrust bearings. This double pretension design provides outstanding positioning repeatability with no thermal growth. In the event of a sudden impact, a flexible coupling on each axis flexes and absorbs the shock.



AUTOMATIC TOOL CHANGER

The 30 station, automatic tool changer accepts 40 taper tooling. Its reliable double-arm system provides a 1.5 second tool-to-tool and 4.5 second chip-to-chip times. ATC has a bidirectional magazine that automatically takes the shortest path.

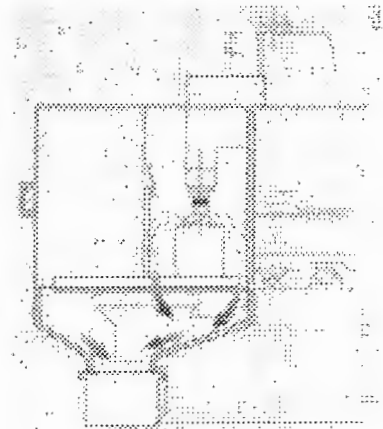


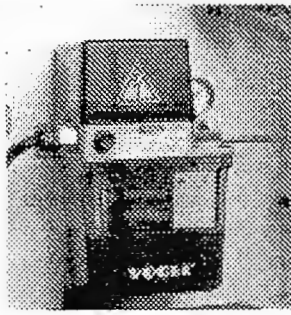
AUTOMATIC INDEXING TABLE

The automatic 180 degree indexing pallet table is an integral part of the ACE-V400. The table mechanism is mounted directly to the bed of the machine on a horizontal plane to enhance the table rigidity. Because the table is stationary during machining, the non-cutting side of the indexing table can be set-up while the workpiece is being machined on the machine side. The indexing table rotates 180 degrees by hydraulic rack and pinion gear and clamps with 4,500 kgj of hydraulic force. The maximum workpiece weight is 300 kgj of per table side. The indexing table rotation time, including clamp and unclamp, is only 5 seconds. As an added feature, rotary table cables and work holding hoses can be run down from the sheet metal wall.

CHIP REMOVAL

The completely enclosed ACE-V400 virtually guarantees the confinement of chips and coolant to the inside of the machining area. Chips fall into the removable forward mounted chip pan for easy disposal.



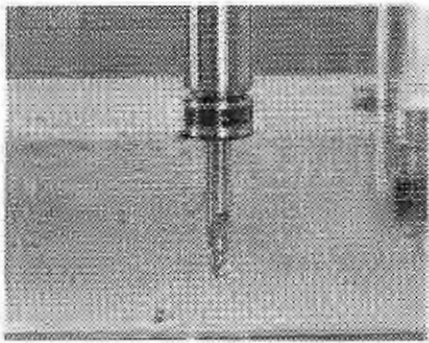
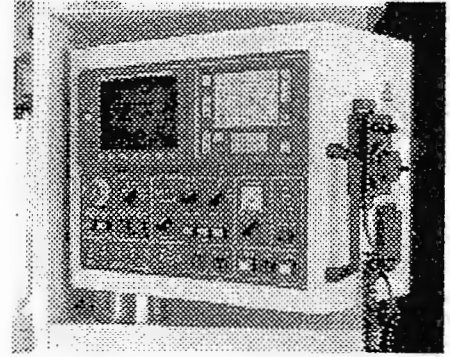


LUBRICATION

A Vogel lubrication system provides automatic lubrication to all guideways and ball screws. The way oil is delivered by piston distributors which precisely meter the volume. A low level alarm prevents the machine from restarting.

CONTROL PANEL

The newly designed control panel can swing out 60 degrees for greater convenience in setting up and operating the machine. When the control panel is not in use it easily swings back into its own recess in the sheet metal cover.

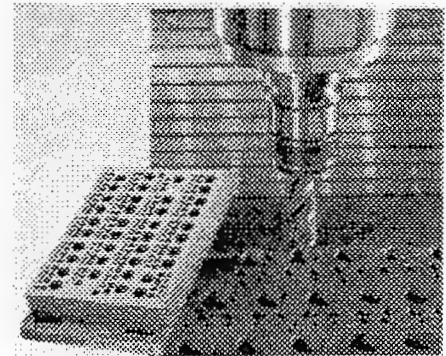


COOLANT SYSTEM

The large capacity coolant tank (200ℓ) is located on rollers. The coolant tank is isolated from the machine bed to prevent heat transfer and associated thermal distortion. The high volume flood coolant is standard and through-the-spindle coolant is also available.

RIGID TAPPING

A standard rigid tapping function allows synchronized, high-speed tapping with a standard collect chuck. This eliminates the need for special tap holders. The tapping depth can be accurately controlled.



ENCLOSURE

The full sheet metal enclosure keeps both chips and coolant from getting into the shops environment. Large doors at both the front and side of the ACE-V400 allow easy access to both sides of the table for setting up and changing workpieces or tools.

External Dimension

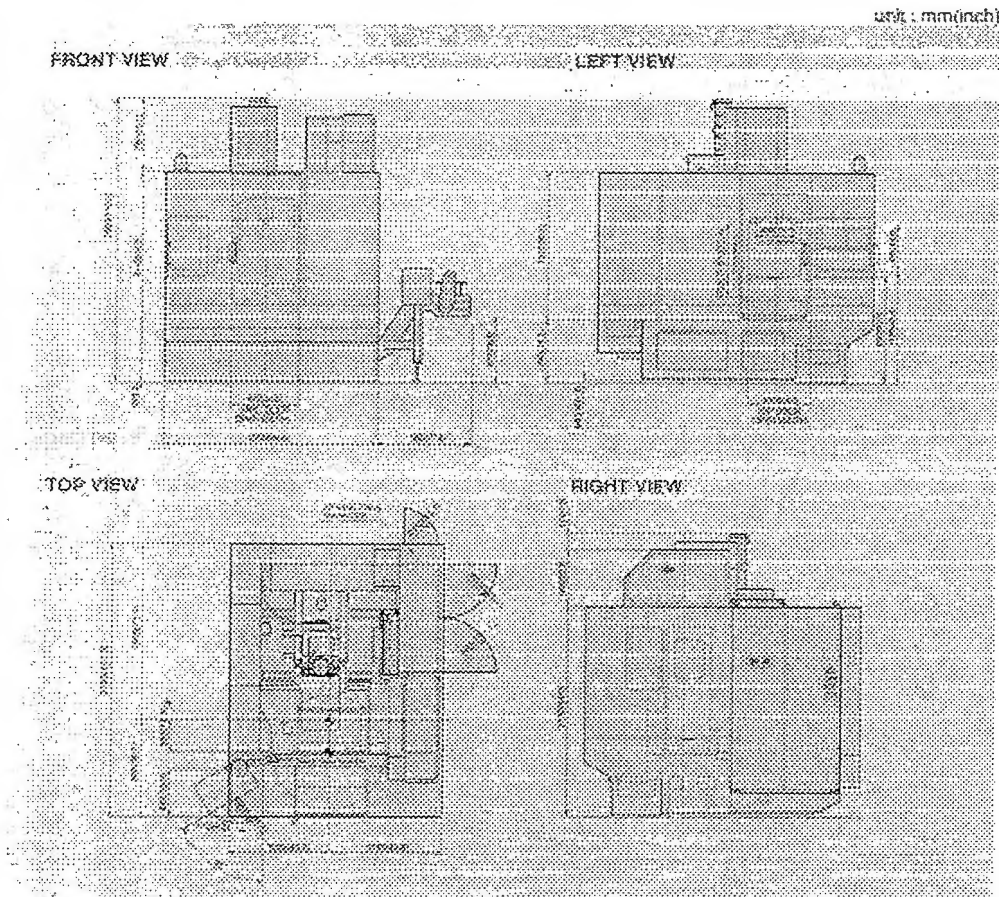
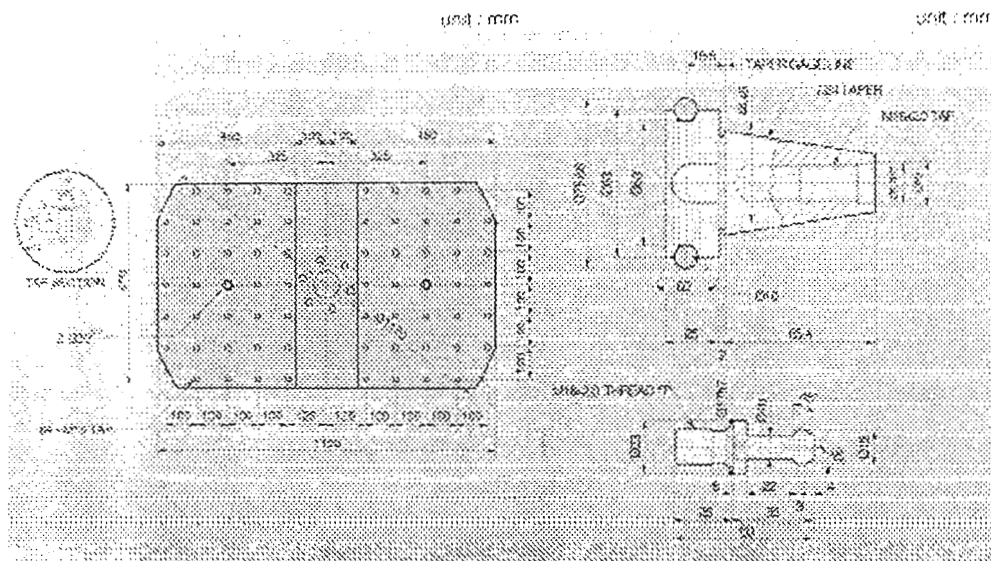


Table Dimension / Tool Shank



Machine Specifications

Features	Item	Unit	ACE -V400
Travel	X-axis(longitudinal movement table)	mm(in.)	560(22.0)
	Y-axis(cross movement of saddle)	mm(in.)	400(15.7)
	Z-zxis(vertical movement of spindle head)	mm(in.)	570(22.4)
	Distance from table surface to spindle gage plane	mm(in.)	170-740(6.7-29.1)
	Distance from column front surface to spindle center	mm(in.)	480(18.9)
Table	Table type		Tap hole
	Table loading capacity	kgf(lbs)	2-300(2-660)
	Table size	mm(in.)	650X450(25.6X17.7)
Spindle	Max. spindle speed	rpm	10.000
	Type of spindle taper hole		ISO#40,7/24 Taper
	Spindle bearing inner diameter	mm(in.)	65(2.6)
Feedrate	Rapid traverse rate(X/Y/Z)	mpm(ipm)	30/30/24(1181/1181/945)
	Cutting feedrate	mm/min(ipm)	1~8,000(1~315)
Automatic tool changer	Type of tool shank		MAS403 BT40
	Tool storage capacity		30
	Max. tool diameter	mm(in.)	90(3.5)
	Max. tool diameter without adjacent tools	mm(in.)	150(5.9)
	Max. tool length	mm(in.)	300(11.8)
	Max. tool weight	kgf(lbs)	8(17.8)
	Method of tool selection		Memory Random
	Tool changing time(tool-to-tool)	sec	1.5
Tool changing time(chip-to-chip)	sec	4.5	
Motor	Spindle drive motor	kW	11
	Feed motor	kW	3.8

Power source	Electrical power supply	kVA	35
	Compressed air supply	bar(psi)	5.5(7.6)
Tank capacity	Coolant tank capacity	℥(gallons)	200(52)
	Spindle cooler hydraulic oil capacity	℥(gallons)	20(5)
Machine size	Machine height	mm(in.)	2,950(116)
	Floor space	mm(in.)	2,200X2,670(87X105)
	Machine weight	kgf(lbs)	6,000(13,228)
Accuracy	Positioning accuracy	mm(in.)	±0.005(±0.0002)/full stroke
	Repeatability	mm(in.)	±0.002(±0.00008)

☞Design and specifications are subject to change without prior notice

☞Daewoo is not responsible for difference between the information in the catalog and the actual machine.

Standard features	Optional features
<ul style="list-style-type: none"> ☞Full enclosure splash guard ☞Coolant tank & chip pan ☞Work light ☞Operator call lamp (yellow) ☞Installation parts ☞Spare parts ☞Assembly & operation tools ☞ATC guard for safety ☞APC guard for safety 	<ul style="list-style-type: none"> ☞Chip conveyor ☞Chip bucket ☞Through-the tool coolant system ☞Through-the-spindle coolant system ☞Hydraulic line for work fixture through table center ☞Pneumatic line for work fixture through table center ☞Multi-tool-block ☞Test bar ☞Operator call lamp (3 color) tower type ☞Door interlock for safety ☞Air compressor ☞Air dryer ☞Floppy data banker(FDB)

¡ Y NC Unit Specifications

Features	Item	FANUCO-MC	FANUC 18-MC(Opt.)
controls	Controlled axes	3(X,Y,Z)axes	
	Simultaneous controllable axes	Positioning (G00)/linear interpolation (G01)3axes	
		Circular interpolation (G02,G03) 2axes	
	Least command increment	0.001mm(0.0001")	
Least input increment	0.000mm(0.0001")		
Spindle functions	Spindle speed command	S4digits	
	Spindle speed override (10% increment)	50-120%	10-150%
	Spindle orientation	Spindle orientation	

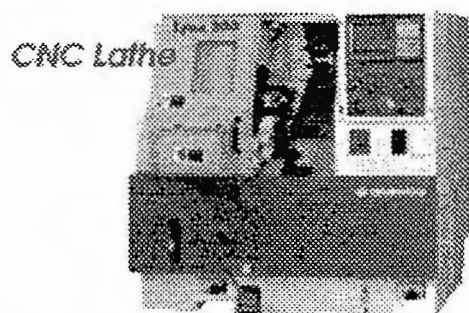
Feed function	Feedrate override(10% increment)	0-150%	0-200%
	Dwell	G04	
	Reference point return	G27.G28.G29.G30	
	Pulse handle feed	Man.pulse generator:0.001/0.01/0.1mm(0.0001/0.001/0.01inch)	
	Dry run	Dry run	
	Rapid traverse rate override	F0(Fine Feed). 25/50/100%	
Tool functions	Tool number command	T2digits	
	Tool length compensation	G43. G44. G49	
	Cutter compensation C	G40.G41.G42	
	Number of tool offsets	64EA	
Programming functions	Absolute/incremental programming	G90/G91	
	Canned cycle	G73, G74, G76, G80 - G89, G98, G99	
	Decimal point input	Input values with decimal input	
	Circular interpolation by radius programming	Satisfying by radius R instead of I, J and K command	
	Sub program	Up to 2 nesting	Up to 4 nesting
	Work coordinate system	G54-G59	
	Local / Machine coordinate system	G52/G53	
	Maximum commandable value	± 99999.999 mm(± 99999.9999 inch)	
	M function	M2 digits	
Tape functions	input code	ISO/EIA Automatic discrimination	
	I/O interface	RS-232-C	
	Part program storage	40m	80m
	stored programs	63EA	
	Search function	Sequence NO./Program NO./Address search	
Other functions	MDI/CRT unit	9"CRT.Keyboard for data input, soft key	
	Synchronized tapping	Rigid tapping function	
	Background editing	Part program storage and editing during automatic operation	
	Backlash compensation	Backlash compensation	
	Stored pitch error comensation	Pitch error offset compensation for each axis	
	Safety function	Emergency stop/overtravel	
	Program test functions	Machine lock (all/Z-axis)/single block	
	Operation functions	Tape/Memory/MDI/Manual	
	Mirror image	Reverse axis movement(setting screen and M-function)	
	Run hour and part number display	Run hour and part number display	
	Self-diganostic function	Self-diagnostic test	
	Program restart	Program restart	
	Display of PMC alarm message	Message display when PMC alarm occurred	
	Stored storke check 1	Overtravel controlled by software	

Options	Part program storage	80/120/320m	160/320/640/1280m
	Stored programs	125/200 EA	125/200/400/1,000 EA
	Number of tool offsets	99/200/400 EA	99/200/400/499/999 EA
	Others	Helical interpolation. Coordinate rotation. Scaling. Auto corner override. Tool offset memory C. Graphic display. Custom macro B	



Machine Tools

MODEL



Products Lineup

Model	Swing Over Bed (mm)	Recom. Turning Dia.(mm)	Max. Turning Length(mm)	No. of Tools (EA)	Spindle Speed (RPM)	Spindle Motor (kW)
PUMA 150G	545	165	165	6	6,000	7.5
LYNX 200A	460	165	300	10	6,000	7.5
LYNX 200B	460	210	300	10	5,000	7.5
PUMA 200A	510	165	400	12	6,000	15
PUMA 200B	510	210	400	12	6,000	15
PUMA 250A	570	210	650	12	4,500	18.5
PUMA 250B	570	255	650	10	4,500	22
PUMA 350A	700	315	1,050	12	3,000	26
PUMA 350B	700	380	1,050	10	2,000	26
PUMA 450A	900	381	1,575	12	2,000	37
PUMA 450B	900	450	1,575	12	1,500	45
PUMA 200-2SP	360	210	200	8+8	4,000	15+15
PUMA 250-2SP	400	255	260	10+10	4,000	18.5+18.5
PUMA V300I	550	255	300	5	3,200	18.5
PUMA V550	800	380	650	8	2,000	22
PUMAV 550-2SP	800	380	650	8+8	2,000	22+22
PUMAV 550M	800	380	650	12	2,000	30

E-mail to : mt@solar.dhiltl.co.kr

Copyright © 1996 Daewoo Heavy Industries Ltd. All rights reserved.

E-mail to : w3master@solar.dhiltl.co.kr

Machine Specifications

Item		PUMA250 A/B	PUMA250 LA/LB	PUMA250 MA/MB	PUMA250 LMA/LMB	PUMA250 SA/SB	PUMA250 MSA/MSB
Capacity	Swing over bed §	570					
	Swing over saddle §	370					
	Recom machine dia. §	255				Main:255, Sub:165	
	Max. machine dia. §	400		355		Main:400,Sub:260	Main:355,Sub:260
	Max. work length §	650	1.300	650	1.300	650	
	Draw tube dia. §	77				Main:77, Sub:45	
Travels	X axis §	282(82+200)		282(104+178)		230(30+200)	230(52+178)
	Z axis §	680	1.330	680	1.330	680	
Spindle	Chunk dia. §	254				Main:254, Sub:169	
	Speed range rpm	4,500				Main:4,500, Sub:4,500	
	Spindle nose ASA(§)	A2-6/A2-8				Main:A2-6/A2-8 (Sub: "140)	
	Spindle bore dia. §	90				Main:90, Sub:53	
	Bearing dia. (Front) §	130				Main:130, Sub:90	
Turret	No. of tool stations(Type) st.	12(Base holder)		12(VDI holder)		12(Base holder)	12(VDI holder)
	OD tools height §	25		25(VDI 40)		25	25(VDI 40)
	Boring bar dia. §	40		40		Main:40, Sub:25	
	Indexing time sec	0.2(1 St. swivel)					
Rotary tool	Speed range rpm	-		4,000		-	4,000
	Collets. Milling/Tap §	-		20/M16		-	20/M16
Feedrates	Rapid traverse §/min	X:20.000 / Z:24.000					
	Cutting feed §/rev	X,Z : 0.001 - 500.000					

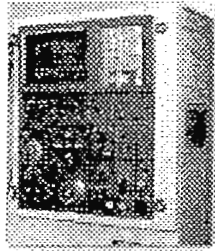
Tailstock	Quill dia. \$Ø	100				-	
	Quill bore taper MT#	MT#5				-	
	Quill travel \$Ø	100				-	
Motor	Main spindle kW	A:18.5, B:22					
	Sub Spindle (Cont./30min) kW	-				7.5	
	Rotary tool kW	-	3.7		-	3.7	
	Feed drivers kW	X:2.8, Z:4.4				X:2.8, Z:4.4, B:2.1	
	Coolant pump kW	0.24					
Power Requirments kVA		45		50		55	55
Tank capacity	Coolnat tank capacity \$□	180	190	180	190	180	
Machine Size	Height \$Ø	1.825	2.065	1.825	2.065	1.825	
	Floor space \$Ø x \$Ø	3.430 x 1.800	3,990 x 1.934	3.430 x 1.800	3,990 x 1.934	3,710 x 1.800	
	Weight (W/CNC System) kgf	5.620	6,580	5.740	6,700	5,740	5,680

□ Design and specications are subject to change without prior notice.

□ Daewoo is not responsible for difference between the information in the catalog and the actual machine.

Standard features	Optional features
<input type="checkbox"/> Hydraulic power unit <input type="checkbox"/> Coolant supply equipment <input type="checkbox"/> Lubrication equipment <input type="checkbox"/> Full enclosure chip and coolant shield <input type="checkbox"/> Work light <input type="checkbox"/> Leveling bolts & plates <input type="checkbox"/> Hand tool kit. including small hand tool for operations <input type="checkbox"/> Hydraulic chuck & actuating cylinder <input type="checkbox"/> Soft jaws <input type="checkbox"/> Daewoo standard tool holders & boring sleeve <input type="checkbox"/> Live center Safety devices <input type="checkbox"/> Symbolic operation panel <input type="checkbox"/> Splash guard with lexan sheet <input type="checkbox"/> Safety torque limiter clutches <input type="checkbox"/> Various safety precautions name plate	<input type="checkbox"/> Hardened & ground jaws <input type="checkbox"/> Auto-door <input type="checkbox"/> Electric power transformer <input type="checkbox"/> Chip bucket <input type="checkbox"/> Air blast for chuck jaw cleaning <input type="checkbox"/> Patrol lamp (yellow, red, blue) <input type="checkbox"/> Auto steadyrest <input type="checkbox"/> Dual chucking pressure <input type="checkbox"/> Collect chucks <input type="checkbox"/> Parts catcher <input type="checkbox"/> Programmable tailstock <input type="checkbox"/> Special chucks <input type="checkbox"/> Bar feeder <input type="checkbox"/> Proximity switches for chuck clamp detection <input type="checkbox"/> Pressure switch for checking pressure check <input type="checkbox"/> Proximity swithes for quill position detection <input type="checkbox"/> Oil skimmer & coolant level switch <input type="checkbox"/> Quick tool setter <input type="checkbox"/> U-drill holder & sleeve

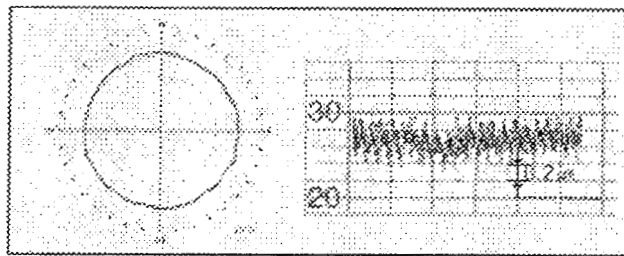
OPERATORS CONSOLE



The operator control panel is mounted on the right hand side and angled 20 degrees for easy viewing and accessibility during set-up and operation. The layout and location of the panel is ergonomically designed to be efficient and convenient for the operator. Comprehensive alarm diagnostics are provided for the machine, control and programming errors.

Machining capacity . Accuracy

- . Material : Brass
- . Cutting Speed : 300m/min
- . Cutting Depth : 0.025mm
- . Cutting Feed : 0.025mm/Rev
- . Tool : Diamond (Nose R0.1)



Roundness 0.62 um Roughness 0.29 um(Ra)

NC Unit Specifications

	Item	Spec	F-18TC
Controls	Simultaneous controlable axes	X, Z, C(!), B(!)	2(!,!!)
	Least command increment	0.001mm(0.0001")	1μ
	Least input increment	0.001mm(0.0001")	1μ
Feed functions	Feedrate override		0-200% (10% unit)
	Dwell	G04	1μ
	Zero return	G27, G28, G30	1μ
	Pulse handle feed	x 1, x10, x 100	1μ
	Rapid traverse rate override	F0, 50%, 100%	1μ
	Feedrate per minute	G98	1μ
	Feedrate per revolution	G99	1μ
	3rd and 4th reference return		OPT
	Feed forward function		OPT
	Tool Number command	T4-digit	1μ
	Tool nose radius compensation	G40 - G42	1μ

TOOLS FUNCTIONS	Number of tool offset		16 pairs
	Tool geometry/wear offset	Geometry & wear data	iÛ
	Tool life management		OPT
	Toolpath graphic display		OPT
Programming functions	Absolute/Incremental programming	X, Z, C(!), B(!!) & U, W, H(!)	iÛ(!,!!)
	Constant surface speed control	G96, G97	iÛ
	Multi repetitive canned cycle	G70 - G76	iÛ
	simple canned cycle	G90, G92, G94	iÛ
	decimal point input	Decimal point value	iÛ
	Inch/metric conversion	G20, G21	iÛ
	Circular interpolation by radius programming	Radius, R instead of I, K	iÛ
	Chamfering & corner R programming	Chamfer & corner R can be machined	iÛ
	Sub program call	Nested holds	4
	Thread cutting cycle retract	Thread cutting is temp. stop. return to start point	iÛ
	Work coordinate system selection	G54 - G59	OPT
	Local/machine coordinate system	G52, G53	iÛ
	Maxium programmable dimension	i¾99999.999mm(9999.9999")	iÛ
	M function	M3 digit	iÛ
	User macros		OPT
	Variable lead thread cutting		OPT
	Continuous thread cutting		OPT
	Drilling canned cycles(G80 series)		OPT
	Line/angle(direct dimension) programming		OPT
	Three G code systems(selectable)		OPT
Tape functions	Input code	ISO, EIA	iÛ
	I/O interface	RS-232C	iÛ
	Part program storage length		20m
	Number of stored programs		63EA
	Search function	Sequence, program, address search	iÛ
Other	MDI/CRT unit	Fully key	9"Mono
	Stored stroke check 1	Overtravel control	iÛ
	Background editing	Program editing during auto. Operation	iÛ
	Help function	Alarm & operation display	iÛ
	Running time/parts number display	Auto. Running time & parts No. display	OPT
	Load meter display	Spdl. & servo load display	iÛ
	Self diagnostic function	Self-dgn. Test	iÛ
	Expanded program editing	Copy, move, change of NC program	iÛ
	Stored stroke 2 and 3		OPT
Spindle orientation		OPT	

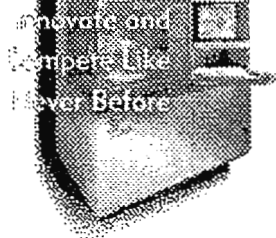
(!) : M, MS type only

(!!) : S, MS type only

OPT : Option



The New SLA 7000



Feb 16, 1999
"3D Systems Posts Improved Results for 4th Quarter and Full Year 1998"

Feb 16, 1999
"3D Systems Signs 3rd Partner for 3D Keltool Technology"







Feb 8, 1999
"New SLA 7000"

3D Lightyear

Cibatool SL 5530HT




Year 2000 Compliance Statement

- NEWS 
- SOLUTIONS 
- PRODUCTS 
- EVENTS 
- CONTACT 
- SUPPORT 

Solutions

- Product Design
- Casting
- Prototype Tooling
- Production Tooling



Choose an application to learn how 3D Systems can help you with a complete product development solution.

Products



- Office Systems
- Industrial Systems
- Materials

As the inventors of 3D printing and stereolithography, we continue to develop systems for our customers that meet their needs.

[News](#) . [Solutions](#) . [Products](#) . [Events](#) . [Contact](#) . [Support](#)

©1998 3D Systems, Inc. All rights reserved. [Click here for copyright info.](#)
Site design: [PixelSmiths](#)



...With the Fastest, Highest Resolution Solid Imaging System Ever Built By 3D Systems

The power to reduce product development cycles. The flexibility to innovate. The capacity to draw more of your best minds into the development process. With its breakthrough technology and performance, 3D Systems' SLA 7000 delivers all this and more.

Bring products to market faster - much faster. The SLA 7000 is 400% faster, on average, than the next fastest solid imaging system from 3D Systems. But raw speed is just the beginning. SLA 7000's .001-inch (0.0254 mm) layer thickness yields a smooth finish that results in far less post-processing time. And its highly-reliable, fifth generation design - including fewer parts, a low vibration optical system, and revolutionary dual-spot laser technology - reduces downtime and errors that cost you time, money and opportunity.

Make limited production runs a practical reality. Use the SLA 7000 to quickly produce parts you can use, with minimal post-processing, directly in many working prototypes.

Test more options and explore new possibilities - because you can create multiple design iterations in a fraction of the time.

Improve the productivity of your entire department. Built for maximum throughput, the SLA 7000 can support your whole department, at top speed and resolution, without bottlenecks. And 3D Systems' Windows NT-compatible 3D Lightyear software comes bundled with the system. Connect as many workstations as you need, without additional software cost.

Only SLA 7000 covers the full range of solid imaging applications:

- Limited production runs
- Rapid tooling
- Prototyping larger parts
- Master patterns for investment casting
- Form, fit, and function testing

<http://www.3dsystems.com/sla7000.asp>

- Concept communication modeling

See the following:

[SLA 7000 Specs](#)

[SLA 7000 Material](#)

[Feb 8, 1999 News Release](#)

[FAQ](#)

[Request Information](#)

[Download Datasheet:](#)

[Page 1](#) (.pdf 167K)

[Page 2](#) (.pdf 88K)

SLA-7000 Specifications

Standards and Regulations: This SLA product conforms to Federal Performance Standard CFR21 Subchapter J Class I laser product on normal operation, Class IV during field service. The SLA 7000 complies with CE requirements.

Laser	Type	Solid state frequency tripled Nd:YVO ₄
	Wavelength	354.7 nm
	Power at vat @ 5000 hrs	800 mW
	Warranty	5000 hrs or 18 months (whichever comes first)
Recoating System	Process*	Zephyr Recoater
	Minimum build layer*	0.0254 (0.001 in)
	Exact*	0.0762 mm (0.003 in)
	QuickCast*	0.1 mm (0.004 in)
	Fast*	0.127 mm (0.005 in)
	Tooling style*	0.0254 mm (0.001 in)
Optical & Scanning	Beam diameter	Small spot: 0.23- 0.28 mm (0.009- 0.011 in)
		Large spot: 0.685- 0.838 mm (0.027- 0.033 in)
	Max. part drawing speed	Small spot: 2.54 m/s (100 ips)
		Large spot: 9.52 m/s (375 ips)
Elevator	Vertical resolution	0.00125 mm (.00004 in)
	Position repeatability	±0.001 mm (±0.00004 in)
	Maximum part weight	68.04 kg (150 lb)
Vat Capacity (Other vat sizes available)	Volume	253.6 L (67 U.S. gal)
	Max. build envelope	508 x 508 x 600 mm XYZ (20 x 20 x 23.62 in)
	Interchangeable vat	Yes
Software	3D Lightyear file preparation software Buildstation 5.0 (bundled with 3D Lightyear)	
	Operating system	Windows NT 4.0
	Input data file format	.stl and .slc
	Network type & protocol	Ethernet, IEEE 802.3 10/100BASE-T
Power	200 - 240 V AC, 50/60 Hz, single phase, 20 amps	
Ambient Temperature	Temperature range	20-26°C (68-79°F)
	Max. change rate	1°C/hour (1.8°F/hour)
	Relative humidity	10-50% non-condensing
Size	Crated process module	W2.10 x D1.55 x H2.36 m (W83 x D61 x H93 in)
	Accessory kit	W1.12 x D1.22 x H1.02 m (W44 x D48 x H40 in)
	Uncrated process module	W1.88 x D1.22 x H2.36 m (W74 x D48 x H80 in)
Weight	Crated process module	1455 kg (3200 lb)
	Accessory kit	182-205 kg (400-450 lb)
	Uncrated process module	1196 kg (2630 lb)
Options	Additional interchangeable vats Additional platforms Post Curing Apparatus (PCAs)	
	One (1) year from installation date. Includes parts, labor and 3D Lightyear software	

upgrades.
Laser under separate warranty.

* Geometry, build material and parameter dependent. May not be achievable in all cases.

See the following:

[About SLA 7000](#)

[SLA 7000 Material](#)

[Feb 8, 1999 News Release](#)

[FAQ](#)

[Request Information](#)

[Download Datasheet:](#)

[Page 1](#) (.pdf 167K)

[Page 2](#) (.pdf 88K)

3D Systems and Ciba Specialty Chemicals Corporation Introduce SL 7510

A new fast photospeed, multipurpose material for the SLA 7000 Production Solid Imaging System

Introducing a new material from 3D Systems and Ciba Specialty Chemicals Corporation - SL 7510. This new material was developed specifically to enhance the performance of the SLA 7000 series Production Solid Imaging System. SL 7510 is a fast photospeed material that allows the user to build parts or prototypes up to four times faster than on the SLA 5000 (geometry and resin dependent).

In addition, this material is highly accurate and is partly responsible for the ability of the SLA 7000 to build in 0.001 inch layers. Thinner layers, of course, equates to smoother and higher quality sidewalls. Increased part detail and less finishing time during post-processing are the end result.

The collaboration of 3D Systems and Ciba Specialty Chemicals Corporation continues to produce highly productive materials like SL 7510. In the near future, more materials will be introduced in specialty and multipurpose varieties.

See the following:

[About SLA 7000](#)

[SLA 7000 Specs](#)

[Feb 8, 1999 News Release](#)

[FAQ](#)

[Request Information](#)

[Download Datasheet:](#)

[Page 1](#) (.pdf 167K)

[Page 2](#) (.pdf 88K)

News Releases

3D Systems' New SLA 7000 Breaks the Performance Barrier, Advances Technology Beyond Prototypes into Production Arena

Production Solid Imaging System Delivers Unparalleled Speed, High Surface Finish

VALENCIA, Calif., February 8, 1999 - 3D Systems Corp. (Nasdaq NMS: TDSC) today announced the SLA 7000 Production Solid Imaging System, its fifth generation system that is four times faster than its current high-end system, and capable of delivering near production quality parts with superior surface finish.

Contact:
Mary Woods
Public Relations
(805) 295-5600, ext.
2508
woodsm@3dsystems.com

"We broke all the boundaries by creating a system with a new architecture and outstanding capabilities," said Richard Balanson, 3D Systems president and chief operating officer. "We believe the SLA 7000 system sets a new industry standard for performance by being an order of magnitude faster than its nearest competitor."

Lynn Fireside/Jerry
Freisleben
Foley Freisleben LLC
(818) 936-5700
fireside@fofry.com/
freisibn@fofry.com

The SLA 7000 is ideal for concept modeling, rapid prototyping, tooling and near production applications in a wide variety of industries, including automotive, aerospace, consumer products, consumer electronics, toys, entertainment, and medical imaging.

"Past process improvements were in the range of 10 to 25 percent, so 400 percent is tremendous," said Steve Deak, manager of rapid prototyping at Hasbro, Inc., and also one of the first purchasers of the new system. "We believe the SLA 7000's speed and surface finish improvements will permit Hasbro to shorten product development lead times and reduce project costs. We're looking forward to reduced cost of ownership through lower operating and maintenance expenses."

According to Charles Wilson, 3D Systems vice president of worldwide sales and marketing, "The SLA 7000 system--integrated with our new 3D Lightyear software and high-speed resin--means better, faster, cheaper parts to meet our customers time-to-market and time-to-volume demands. And it brings us one step closer to our ultimate goal of developing an SLA that will take us into final production."

New Design Benefits Customers

Equipped to build ultra-thin .001 inch (.025 millimeter) layers, the SLA 7000 system produces parts with excellent surface finish. This is a critically important feature for rapid tooling and other applications that require extreme part precision and high surface resolution. This fine layer thickness also reduces the need for hand finishing of parts.

The SLA 7000 system's high throughput and efficiency is due in part to a dual-spot, high-power laser. A totally self-contained, maintenance-free cooling system creates greater system stability by tightly controlling the temperature of the laser. Combined with a revolutionary build process, the system allows the customer to tailor build

speed and surface finish to meet application needs.

The SLA 7000 has a maximum build area of 20 x 20 x 23.62 inches (508 x 508 x 600 mm), which allows customers to produce a significantly large part, or multiple smaller parts simultaneously.

With a U.S. list price of \$799,995, the SLA 7000 offers three times the price performance of the SLA 5000, the current industry leader. The SLA 7000 will begin shipping worldwide in March 1999.

New Windows NT Software Platform

The SLA 7000 includes the company's new highly-integrated 3D Lightyear part preparation software, designed for the Windows NT operating environment, plus companion NT-based Buildstation 5.0 software to control the mechanical functions of the machine.

Easy-to-use 3D Lightyear software provides significant performance improvements over Maestro, 3D Systems' comparable Unix-based software. 3D Lightyear verifies files up to 150 times faster, renders parts up to 6 times faster, and prepares files more than twice as fast. "The net effect is that the SLA 7000 system stays productive and continuously builds parts, instead of waiting for file preparation and transfers," said Balanson.

The new Windows NT part preparation software will operate with all SLA devices, including the SLA 190, SLA 250, SLA 350, SLA 500, SLA 3500 and SLA 5000 systems.

New Generation Solid Imaging Materials

Developed by Ciba Specialty Chemicals Corporation in conjunction with 3D Systems, the new SL 7510 high-speed, multi-purpose stereolithography resin is an integral component in the SLA 7000 process. SL 7510 resin features fast photospeed and improved mechanical properties.

SL 7510 is the latest development in a 10-year joint effort by 3D Systems and Ciba Specialty Chemicals to develop advanced photopolymers for stereolithography. 3D Systems is the exclusive worldwide distributor of Ciba's photopolymer products produced under this development partnership.

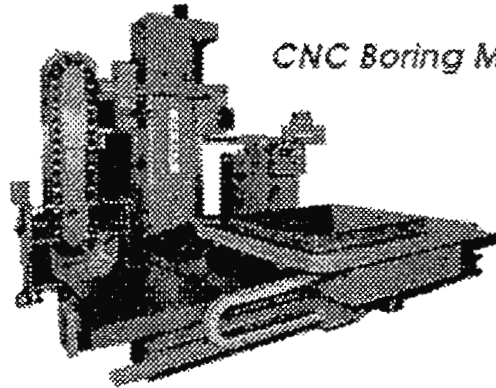
"This integrated combination of hardware, software and materials gives 3D Systems the broadest family of solutions in the marketplace today," concluded Balanson.

About 3D Systems

3D Systems provides solid imaging products and services that let users move quickly from three-dimensional designs to finished parts, at a significantly lower cost and higher quality than more traditional methods. The company's systems - through its patented stereolithography and 3D printing technologies - fabricate solid objects from digital input, substantially cutting the time and costs of bringing new products to market. 3D Systems was founded in 1986 and is recognized as the world leader in solid imaging.

To obtain additional information about the SLA 7000 and other 3D Systems products and services, call (888) 337-9786 (toll-free) and request extension 700. For investor information, please call the 3D Systems shareholder communications service at (800) 757-1799.

<http://www.3dsystems.com/news/press020899.asp>

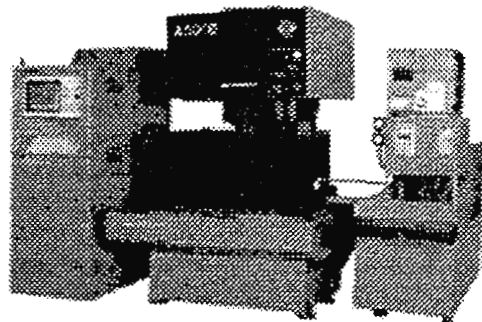
MODEL COLLECTION**Machine Tools****CNC Boring Machine****Products Lineup**

Model	Boring Spindle (mm)	Spindle Speed (RPM)	Spindle Motor (kW)	Table Working Surface (mm)	Stroke (mm)
ACE-B110	110	2,000, 3-STAGE	18.5	1,400X1,600	2,000X1,500X1,500X600
ACE-B130	130	2,000, 3-STAGE	22	1,600X1,800	3,000X2,000X1,600X700

E-mail to : mt@solar.dhiltl.co.kr

Copyright © 1996 Daewoo Heavy Industries Ltd. All rights reserved.

E-mail to : w3master@solar.dhiltl.co.kr

MODEL COLLECTION**Machine Tools****Electric Discharge Machine****Products Lineup**

Model	Max. Work Piece (mm)	Stroke (mm)	Work Piece Weight (kgf)	Taper Angle (/100t)
A500D	700X500X260	500X350X270	700	± 15
A500W	700X500X260	500X350X270	700	± 15
A600	800X550X260	600X400X270	900	± 15
A750	950X600X310	750X450X315	1,400	± 15

E-mail to : mt@solar.dhiltl.co.kr

Copyright © 1996 Daewoo Heavy Industries Ltd. All rights reserved.

E-mail to : w3master@solar.dhiltl.co.kr

ANEXO 4

COTIZACIONES

Asunto: Quotation for the University Don Bosco

Fecha: Tue, 16 Mar 1999 13:36:55 +0900

De: Jungwoon Son <jwson@dhiltd.co.kr>

Organización: Daewoo Heavy Industries Ltd.

Para: galaxie@salnet.net

Dear Sir,

Thank you for your information. Now we, Daewoo Heavy Industries Ltd., do not have any branch office or distributor in your territory, and it is a great pleasure for us to submit our quotation based on your request as follows:

ACE-V400 / Fanuc 18MC ----- USD 85,700(FOB Korea)
ACE-H400P / Fanuc 18MC ----- USD144,500(FOB Korea)
ACE-B110 / Fanuc 16MC ----- USD182,300(FOB Korea)
PUMA 250A / Fanuc 18TC ----- USD 62,800(FOB Korea)
TOTAL : USD475,300

It is only regrettable that the Electric Discharge Machine is not available in your country yet. And the general terms and conditions are as the following:

- The above prices are based on the Daewoo Standard Specifications.
- Delivery : 6 months after receipt of firm order
- Validity : by April 15, 1999
- Payment : 100% irrevocable L/C at sight
- FANUC service contract fee for start-up and warranty service are not included in the above prices.
- The installation and training fee is excluded in the above quotation.
- Warranty : 14 months from the B/L date and 12 months from the installation date whichever comes earlier
- Packing : Export standard packing
- Inspection : Manufacturer's to be final
- Other terms and conditions are subject to Daewoo's final confirmation.

Please review our quotation and let us have your idea or opinion, and we are ready to discuss and submit further information

for your request and questions. And please see the attached the technical specifications for the above machines for your reference. We look forward to hearing from you soon.

Kind regards,

Jake Son
Manager, Machine Tools Export Dept.
Daewoo Heavy Industries Ltd.
Tel. : 82 2 726 3383
Fax. : 82 2 726 3168

Asunto: Mastercam Pricing

Fecha: Thu, 11 Mar 1999 11:24:27 -0500

De: "Tony Mazziliano" <mazztech@mindspring.com>

Para: <galaxie@salnet.net>

The MasterCam CAD/CAM information that you requested follows.

MasterCam is the number one selling PC based CAD/CAM software in the Country. Easy to use and as powerful as most workstation/mini based CAD/CAM systems. MasterCam is available for Mill, Lathe, Wire EDM, Fabrix, and Design.

The Pricing is as follows:

MasterCam Draft	150.00	MasterCam Mill Entry	
3,500.00			
MasterCam Design	2,000.00	MasterCam Mill Level 1	5,000.00
MasterCam Lathe (bundled)	1,000.00	MasterCam Mill Level 2	8,500.00
MasterCam Wire (bundled)	2,000.00	MasterCam Mill Level 3	12,900.00

Should you require any additional information or have any questions, do not hesitate to contact me, or :

Daytona Beach office: Jim Gamble, 904-788-2624. (Mazztech Central Florida)

Visit our website @ www.mazztech.com

Thank you for your interest in MAZZTECH CAD/CAM products.

Sincerely,

Tony Mazziliano
MAZZTECH, INC. (Main office, Pembroke Pines, FL)

ANEXO 5

DIRECTORIO DE EMPRESAS

**DIRECTORIO DE EMPRESAS INTERESADAS EN EL LABORATORIO CIM
DE LA UNIVERSIDAD DON BOSCO**

Empresa	Dirección	Contacto	Cargo	Teléfono	Fax
---------	-----------	----------	-------	----------	-----

A

AEROMAN Aeromantenimiento	Aeropuerto Internacional de El Salvador, San Luis Talpa Departamento de La Libertad	Ing. Ignacio Fernandez	Gerente de producción	339-9223	339-9627
AGAVE SA de CV	Calle L-1 y L-2 ,Boulevard Pynsa, Edificio Borgonovo, Ciudad Merliot	Sr. Roberto Maida	Gerente General	278-1133	278-3047
AGROINDUSTRIAS DEL VALLE SA de CV	10a. Avenida Sur y Calle San Martín # 825 San Jacinto. San Salvador.	Ing. Carlos Arturo Montalvan Martinez	Gerente General	270-6100	270-6061
ALIANSA SA DE CV Alimentos para animales S.A de C.V	Urb. Plan de La Laguna, Antiguo cuacatlán, La Libertad	Ing. Jaime Alvares Caceres	Gerente General	243-0333	243-2042
ALCAM S.A de C.V Aluminios Centro- americanos SA deCV	2a.Av. Nte. y 39 Calle Ote. No. 225 Colonia La Rábida San Salvador.	Lic. María Cristina de Melara	Gerente General	226-1856	235-4412
ALDECA Aluminio de Centro America S.A de C.V	Boulevard del Ejercito Nacional Km 7 1/2 Soyapango.	Ing. Mauricio Nicolas Fuentes	Gerente General	227-0313	227-2950
ALSASA Aluminios de El Salvador S.A	Km 3 1/2 Boulevard del Ejercito Nacional Soyapango	Sr. Francisco Manuel Borja Rodriguez	Gerente General	293-1200	293-1153
ALINTER Aluminios Interna- cionales S.A de C.V	Col. California final Calle Los Angeles Blok # 14, Planes de Renderos. S.S.	Sr. Enrique Armando Orozco	Gerente General	270-1410	270-1412
AMARSA Amigos del Mar S.A	3a. Calle Ote. # 21, Quinta Trinidad Cuscatancingo, Mejicanos.	Sra. Vera Herrador de Mejia		276-6200	276-6205

**DIRECTORIO DE EMPRESAS INTERESADAS EN EL LABORATORIO CIM
DE LA UNIVERSIDAD DON BOSCO**

Empresa	Dirección	Contacto	Cargo	Teléfono	Fax
ARCO INGENIEROS S.A de C.V.	21a. Calle Poniente No.1325 San Salvador	Ing. Gustavo Cartagena	Presidente	225-5744	225-8115
ARROCERA SAN FRANCISCO S.A de C.V. ARROSAN	Calle El Progreso No 2022 y 37 Avenida Sur, Col. Flor Blanca. San Salvador	Lic. Max Novoa Ch.	Gerente General	260-8833	260-6861
ASA POSTER, S.A de C.V.	Km 5 1/2 Boulevard del Ejercito Nacional (Calle Claper) San Salvador	Sr. Francisco Portillo	Gerente General	227-2177	277-6406
ASFALCA Asfaltos de Centro-America S.A	Final 67 Av. Sur. Pasaje A # 3-c Col. Roma, San Salvador	Ing. Carlos Mata	Gerente General	298-3084	223-9882
ACEFAD Asociación C.A. De Fabricantes de Hierro Acero y Derivados	En El Salvador ,CORINCA S.A de C.V. Desvío sitio del niño, Quezaltepeque, La Libertad	Ing. Nelson Gabriel Guatemala	Presidente	331-2033	331-2234
ÁVICOLA SALVADOREÑA S.A. De C.V.	Condominio Plaza Jardín Edificio D 2a. Planta No 3443 ,San Salvador	Ing. Francisco Flores	Gerente General	298-5166	298-5003

B

BIDECA Bank Industrial de Centroamerica S.A de C.V.	Carretera a los Planes de Renderos, Km 4 1/2, # 4654 San Salvador	Sra. Martha de Tsien	Gerente General	270-4052	2703985
BAES Baterías de El Salvador S.A de C.V	25 Av. Sur. No. 750 San Salvador	Sr. Werner Jokisch	Gerente General	271-4822	221-0722
BATERIAS RAYO	Boulevard Venezuela, No 1616, San Salvador	Sr. Tharsis Salomón Lopez	Gerente General	221-0444	222-0104

**DIRECTORIO DE EMPRESAS INTERESADAS EN EL LABORATORIO CIM
DE LA UNIVERSIDAD DON BOSCO**

Empresa	Dirección	Contacto	Cargo	Teléfono	Fax
BAYER DE EL SALVADOR S.A de C.V	Boulevard Bayer y Edificio Bayer, Ciudad Merliot, La Libertad	Sr. Klaus Peter Eller	Gerente General	278-2000	278-3017
BEMISAL SA de CV	Edificio Markay Suite # 8 Pasaje No 1 y 65 Av. Sur Colonia Escalón	Sr. Francisco Quiñones	Presidente	298-5007	279-2651
BIMBO DE EL SALVADOR S.A de C.V	Boulevard Pynsa Poligono A Lotes 6 y 7 Ciudad Merliot Antifguo Cuscatlán	Ing. Samuel Enrique Pagola Rios	Presidente	278-7822	278-0352
BOICESA DE C.V Boira de C.A. S.A. de C.V	Km 14 Carretera Panamericana, Santa Tecla. Nueva San Salvador	Ing. Mario Alfredo Alvarenga	Presidente	229-0999	228-3356
BONSOL S.A de C.V	Calle Nueva a Valle Nuevo Col. Santa Lucía, Ilopango San Salvador	Sr. Antonio Bonet Boronat	Gerente General	294-0762	294-0761
BRASSIERES GLORIA S.A de C.V	5a. Calle Pte. No 48 Mejicanos , San Salvador	Lic. Ana Gloria M. de Landaverde	Gerente General	282-0186	2820190
BROOKLYN MANUFACTURING S.A de C.V.	Colonia Jardines de San Marcos, Calle Principal, San Marcos, San Salvador	Sr. James Smith	Gerente General	220-0115	220-0351

C

CYBSA CAJAS Y BOLSAS S.A.	Km 7 1/2 Boulevard del Ejército Nacional, Soyapango, San Salvador	Ing. Hans Emilio Homberger	Director de Manufacturas	294-1811	294-1819
CAREMSA Carnes y embutidos, S.A. De C.V.	Ave. Olimpica y 59 Ave. Sur San Salvador	Sr. Pablo Bernardo Torres Polanco	Gerente General	272-0323	279-4436

**DIRECTORIO DE EMPRESAS INTERESADAS EN EL LABORATORIO CIM
DE LA UNIVERSIDAD DON BOSCO**

Empresa	Dirección	Contacto	Cargo	Teléfono	Fax
CASTELLANOS CAMPOS Y CIA.	71 Av. Nte. # 346 Col. Esca lón , San Salvador	Lic. Horacio A. Castellanos	Presidente	279-2066	223-7225
CARTOTECNICA CENTROAMERICA- NA, S.A.	Km. 27 1/2 Carretera a Santa Ana, San Juan Opico La Libertad	Lic. José Salvador Dubon	Gerente General	338- 5489	338- 5211
CEFinsa CEFESA INDUS- TRIAL S.A de C.V	1a Calle Pte. No 1050 y 19 Av. Norte, San Salvador	Lic. Enesto Orantes	Gerente General	271-2233	271-5670
CELPAC S.A de C.V	Boulevard del Ejército Nacional, Km 7 1/2 Soyapango , San Salvador	Ing. Francisco Escobar Thompson	Presidente	294-5850	294-1833
CESSA CEMENTO DE EL SALVADOR S.A. De C.V.	Cantón El Roncó, Metapán, Santa Ana	Ing. Mauricio Figueroa	Gerente de Producción	442-0155	442-0072
CERILLERA LUZ S.A. De C.V.	Calle Principal, Frente al Indio Atlacatl Antiguo Cuscatlán, La Libertad	Sra. María Julia de Blandón	Gerente General	243-0741	243-0742
CODIGOS Y SISTEMAS S.A de C.V. DATA CODE	Col. Y Calle La Mascota. No. 204 San Salvador	Lic. Yolanda Alvarenga de Bernal	Gerente General	223-2448	224-5214
CODIPA S.A de C.V.	Boulevard del Ejército Nacional Km 5 1/2 Soyapango, San Salvador	Sr. José Alberto Diaz	Gerente General	297-5655	297-5641
COMPAÑÍA AZUCARERA SALVADOREÑA S.A. De C.V.	1a Calle Pte. # 1137 San Salvador	Ing. Juan Eduardo Interiano	Gerente General	271-5777	222-1330

**DIRECTORIO DE EMPRESAS INTERESADAS EN EL LABORATORIO CIM
DE LA UNIVERSIDAD DON BOSCO**

Empresa	Dirección	Contacto	Cargo	Teléfono	Fax
COQUINSA COMPAÑÍA QUÍMICA INDUSTRIAL S.A de C.V	14 Av. Norte No. 1621, Col La Rábida, San Salvador	Sr. Manuel de Jesús Rodríguez	Gerente General	226-4313	225-8430
CONELCA Conductores Electricos de C.A S.A de C.V.	Km 11 Carretera Panameri- cana, Ilopango, San Salvador	Ing. José Ernesto Rodríguez C.	Gerente General	295-0866	295-0859
CONFECCIONES EL PEDREGAL	Zona Franca El Pedregal Edificio 4-C Km 46 1/2 Carretera a La Herradura, Rosario de La Paz	Sr. Fernando Montero	Gerente General	334-6045	334-6059
CONSORCIO INTERNACIONAL S.A de C.V PROCESADORA DE ACERO DE EL SALV.	Av. El Boquerón y Boulevard Santa Elena, Antiguo Cuscatlán, La Libertad.	Lic. Jorge Charur	Presidente	278-6888	278-8460
CONSULTA S.A. De C.V.	Calle Atitlán # 2927, Col Miramonte, San Salvador	Ing. Luis Renato Murcia	Presidente	260-1153	261-0378
CORLASA CORCHO Y LATA S.A	Km 4 1/2 Boulevard del Ejército Nacional, contiguo a Embosalva; Soyapango San Salvador	Ing. Antonio Meza	Gerente de Operaciones	277-0966	227-3539
CORDELERA SALVAMEX S.A de C.V.	Condominio Balam Quitzé 2a. Planta No 6 Paseo General Escalón, S.S.	Lic. José Antonio Girón	Presidente	263-7150	263-7172
CORPORACIÓN INDUSTRIAL CENTROAMERICANA CORINCA S.A de C.V	Entrada a Quezaltepeque La Libertad Nueva S.S.	Ing. Carlos Francisco Alvarado	Gerente General	331-2033	331-2234
CENTRO INDUSTRI- AL Y MANUFACTU- RERO EL ROBLE S.A.	9a. Calle Pte.# 3936 Col. Escalón San Salvador	Sr. José Enrique Batarsé	Presidente	263-3311	263-3831

**DIRECTORIO DE EMPRESAS INTERESADAS EN EL LABORATORIO CIM
DE LA UNIVERSIDAD DON BOSCO**

Empresa	Dirección	Contacto	Cargo	Teléfono	Fax
CHI-FUNG,S.A. De C.V.	Calle Antigua a San Antonio Abad, Complejo Industrial San Jorge Local No 19n	Sr. Guillermo Santos Chavez	Gerente de Producción	260-0055	260-4739
D					
DELICIA S.A de C.V	Calle Gerardo Barrios y 21 Av. Sur San Salvador	Lic. Romero Papini H.	Gerente General	222-7722	222-0434
DEMASAL,S.A. DE C.V.	KM 39 1/2 Carretera al Aeropuerto Internacional de Comalapa, San Luis Talpa Departamento de La Paz	Lic. Pedro Antonio Iglesias	Gerente General	339-9550	339-9555
DESTILERÍA LA CENTRAL SA de CV DESTICENTRO S.A	1a.Calle Pte.y 57 Av. Norte No 161 Col. Escalón, San Salvador	Lic. Mauricio Arturo Paredes	Gerente General	221-6203	221-0382
DESTILERIA SALVA DOREÑA, S.A. DE C.V.	6a. Calle Ote. # 16 Santa Tecla, Departamento de La Libertad.	Lic. Gerardo Balzaretti Kriete	Vice Presidente	228-2049	288-9359
DIADEMA SA de CV	Av. Olímpica y 55 Av. Sur No 2008 San Salvador	Lic. Carlos Arturo Muyshondt P.	Gerente General	270-1282	270-1281
DINDEX S.A. De C.V	Final 8a Av. Norte y 25 calle Ote. No 408 san Salvador	Sr.Americo Martinez	Gerente General	225-7157	226-2416
DISTRIBUIDORA CUSCATLAN,S.A. DE C.V.	4a. Av. Nte. #1-7 Nueva San Salvador	Sr. Mario Guillermo Koch Escobar	Gerente General	228-1573	228-0118
DO ALL INDUSTRIA S.A de C.V.	Zona Franca El Progreso Km 11 1/2 Carretera al Puerto de la libertad,Nueva San Salvador	Sr. Jung Man Kim	Gerente General	228-5072	228-5073
DUTRIZ HERMANO S.A de C.V. LA PRENSA GRAFICA	Boulevard Santa Elena Antiguo Cuscatlán, La Libertad	Sr. Roberto Dutriz	Presidente	281-3333	289-1766

**DIRECTORIO DE EMPRESAS INTERESADAS EN EL LABORATORIO CIM
DE LA UNIVERSIDAD DON BOSCO**

Empresa	Dirección	Contacto	Cargo	Teléfono	Fax
ELECTRIC DESIGN S.A. DE C.V.	Carretera Panamericana Calle Addsa Lote 31 y Pje. 5 Parque Industrial de Desarrollo Soyapango.	Sr. José Martín López Autran	Represent. Legal	294-1888	2941890
EMBOTELLADORA LA CASCADA S.A.	6a Av. Norte No 1708, Col. La Rábida, San Salvador	Lic. Carlos Alexander Zelaya	Gerente General	226-6122	225-0383
EMBOTELLADORA SALVADOREÑA S.A EMBOSALVA	Boulevard del Ejército Nacional, Km 4 1/2 Soyapango, San Salvador	Ing. Ernesto Barrientos	Gerente General	277-0033	227-3855
EMPAQUES AUTOMATICOS SALVADOREÑOS EMASAL S.A de C.V	Final Boulevard Venezuela # 1820 Barrio Lourdes	Ing. Carlos Eduardo Folger Portillo	Gerente General	222-9635	222-7123
EMPAQUES PLASTICOS S.A de C.V EEMPLASA	Calle Chaparrastique # 5 Zona Industrial Santa Elena Antiguo Cuscatlán, La Libertad	Ing. Jorge José Daboud	Gerente General	278-8539	278-8661
EMPRESAS ADOC, S.A	Boulevard del Ejército Nacional Km 4 1/2 Soyapango San Salvador	Don Jaime Roberto Palomo	Gerente General	277-2277	277-0352
EMPRESAS LACTEAS FOREMOST S.A de C.V	Boulevard Venezuela # 275 San Salvador	Dn. Carlos Merazzo Pinto	Gerente General	223-9144	223-9300
ENERGIA TOTAL S.A de C.V	Av. Bernal Pje. Quintanilla # 214 Col. Miramonte San Salvador	Ing. Nelson Quintanilla	Presidente	260-0083	260-0298
ENVASADORA DIVERSIFICADA S.A de C.V ENDISA	Km 3 1/2 Boulevard del Ejército Nacional, Costado Ote. De Almacenadora Agrícola, Soyapango S.S.	Ing. Jaime E. Sol Wilson	Gerente General	293-5420	293-5670

**DIRECTORIO DE EMPRESAS INTERESADAS EN EL LABORATORIO CIM
DE LA UNIVERSIDAD DON BOSCO**

Empresa	Dirección	Contacto	Cargo	Teléfono	Fax
---------	-----------	----------	-------	----------	-----

F

FABRICA DE ALUMINIO Y VIDRIO S.A de C.V FAVISA	41 Calle Pte. Pasaje Colombia Colonia Vairo, Mejicanos, San Salvador	Sr. Frank Peters	Presidente	226-3240	225-4310
FABRICAS DE ACEITES Y GRASAS EL DORADO S.A de C.V	Final Av. Peralta S.S.	Sr. Jerry Smith	Presidente	293-1299	293-1618
FABRICA MINERVA S.A de C.V	Calle 5 de Noviembre # 216 San Salvador	Ing. José Adolfo Rubio	Gerente General	225-6022	225-6366
FACALCA HILTEX S.A. DE C.V.	KM 99 1/2 Carretera San Salvador-Ahuachapán.	Ing. Raymond Zaid	Gerente General	245-2473	245-2474
FANTASIAS Y NOVEDADES, S.A. DE C.V. FYNSA	Carretera al Puerto de La Libertad Km 9 1/2 , Antiguo Cuscatlán	Sr. Medardo Reyes	Presidente	278-0833	278-2811
FIBRAS RECICLADAS,S.A. DE C.V.	1a Calle Pte. # 3807 y 73av. Nte. Col. Escalón San Salv.	Ing. Alvaro Ramentol Imberton	Gerente General	223-3109	223-6257
FILAMENTOS Y PERFILES,S.A. DE FILPERSA	Av. Cervantes # 126 San Salvador	Ing. José F. Isart	Gerente General	222-4629	221-2003
FUNDICION DIVERSA SALVADOREÑA FUDISAL	Desvío Provicional J. Cañas Col. Zacamil San Salvador	Sr. Juan Antonio Leiva	Gerente General	232-3100	232-3100

G

GALVANIZADORA INDUSTRIAL SALVADOREÑA S.A de C.V GALVANISSA	Autopista Sur Edificio Galvanissa, 900Mt. Al Ote. de la UCA San Salvador	Ing. Valentín Quan	Gerente General	273-8833	273-6680
---	--	--------------------	-----------------	----------	----------

**DIRECTORIO DE EMPRESAS INTERESADAS EN EL LABORATORIO CIM
DE LA UNIVERSIDAD DON BOSCO**

Empresa	Dirección	Contacto	Cargo	Teléfono	Fax
GARBAL, S.A. De C.V.	Boulevard Venezuela # 273 San Salvador	Ing. Carlos Alberto García Cordoba	Gerente General	224-0526	298-2931
GASES INDUSTRIALES, S.A. DE C.V. G.A.I.S.A.	25av. Nte. # 1080 San Salvador	Ing. Cesar Catani P.	Gerente General	226-6677	225-8816
GBM DE EL SALVADOR S.A de C.V.	Calle Loma Linda # 246 Col. San Benito San Salvador	Lic. Manuel Enrique Arrieta	Presidente	279-2011	298-2838
GRAFICOS E IMPRESOS S.A de C.V	Calle L-2 Boulevard Pynsa, Ciudad Merliot, Antiguo Cuscatlán; La Libertad	Sr. Mauricio Humberto Montaivo	Gerente General	278-0682	278-0899
GRANJA EL FARO S.A. DE C.V. GEFSA	Km 2 1/2 Carretera a Los Planes de Renderos San Salvador.	Ing. Reynaldo Benjamín Henríquez	Gerente General	270-1111	270-1078
GRUPO INDUSTRIA IMSA	Km 1/2 Carretera a tonaca-tepeque, Cantón el limón Soyapango, San Salvador	Ing. Franklin Navarro	Gerente de Producción	291-0011	291-0022
H					
HARISA, S.A .	Plan de la Laguna Antiguo Cuscatlán, La Libertad	Ing. Heriberto Reyes V.	Presidente	243-0222	243-2017
H. BARON S.A. De C.V	Boulevard Venezuela # 120 San Salvador	Ing. Gerardo Baron	Presidente	222-6111	271-3520
HENKEL DE EL SALVADOR S.A de C.V.	Prolongación Alameda Juan Pablo II # 377 San Salvador	Sra. Ana Gloria de Gonzales	Gerente Administ.	260-4599	260-4666
HERRAMIENTAS DE CENTRO AMERICA S.A HECASA	Boulevard del Ejército Nacional Km 5 1/2 Soyapango, San Salvador	Ing. Edgar Edmundo Ortiz	Presidente	277-7299	227-1438

**DIRECTORIO DE EMPRESAS INTERESADAS EN EL LABORATORIO CIM
DE LA UNIVERSIDAD DON BOSCO**

Empresa	Dirección	Contacto	Cargo	Teléfono	Fax
IBC CONSULTORES S.A de C.V	Calle la Granadía No 2 Col Las Mercedes , San Salv.	Lic. Rafael Hernandez Oliva	Presidente	223-4781	223-4781
IMAGEN PRINT, S.A de C.V.	Calle Francisco Menendez # 213. San Salvador	Sr. Mario Giraldo Grisales	Gerente General	280-3472	280-3311
IMPLEMENTOS AGRICOLAS CENTROAMERICA- NOS S.A de C.V IMACASA	Final Calle Libertad Pte. Parque Industrial Santa Lucía, Santa Ana	Ing. Eduardo Vides Lémus	Gerente General	447-3077	447-8814
IMPRESORA LA UNION S.A	Boulevard del Ejército Nacional Km 2 1/2 Frente a 50 Av. Norte San Salv.	Ing. José Luís Montalvo Rauscher	Gerente General	293-1566	293-1574
IMPRESOS Y PLE- GADISOS S.A. DE C.V.	Paseo General Esacón # 4111 San Salvador	Lic. Mario Calderón Calderón	Gerente General	264-2922	263-6636
INDUSTRIAS ABBA, S.A. DE C.V.	Antigua Calle del Ferrocarril #1621 Col. Cucumacayán San Salvador	Sr. Salvador Esteban Vaquerano Aguilar	Presidente	271-0166	281-4517
INDUSTRIAS AGRICOLAS SAN FRANCISCO S.A de C.V	Boulevard del Hipodromo # 426 Col. San Benito San Salvador	Ing. Manuel Ernesto Gonzales Castillo	Gerente General	298-1049	298-1052
INDUSTRIAS ARROCERAS EL PROGRESO S.A de C.V	28 Av. Norte y Calle San Juan # 430 Barrio Lourdes San Salvador	Ing. Lemuel Antonio Flores Rodríguez	Gerente General	221-2653	222-4687
INDUTRIAS CAPRI S.A de C.V	Col. Dolores Calle a Huizúcar, San Salvador	Ing. José Arturo Zablah Kuri	Gerente General	242-0011	242-3487

**DIRECTORIO DE EMPRESAS INTERESADAS EN EL LABORATORIO CIM
DE LA UNIVERSIDAD DON BOSCO**

Empresa	Dirección	Contacto	Cargo	Teléfono	Fax
INDUSTRIAS CARICIA S.A de C.V	Km 4 1/2 Boulevard del Ejército Nacional, Colonia Maraly Pje. San Mauricio San Salvador	Ing. Julio Medina Bollar	Gerente General	277-1333	227-1304
INDUSTRIAS CONSOLIDADAS S.A de C.V INCO S.A de C.V	Final 1a. Avenida Norte Soyapango, San Salvador	Ing. Ivan Roque Molina	Gerente General	277-1000	227-0077
INDUSTRIAS CRISTAL DE C.A. S.A	Av. Independencia # 545 San Salvador	Ing. Alberto Herman Golcher Aguilar	Gerente General	222-7566	222-7346
INDUSTRIA DE CENTROAMERICA S.A.	Boulevard del Ejército Nacional Km 9 Ilopango San Salvador	Sr. Maarten Millenaar	Gerente General	294-1611	294-1614
INDUSTRIAS DE PRODUCTOS ELEC- TRICOS CENTRO- AMERICANA S.A de C.V INPELCA	Boulevard del Ejército Nacional Km 8, Ilopango San Salvador	Ing. Javier Villaseñor Sierra	Gerente General	294-1799	294-1801
INDUSTRIAS DE- TUBERIAS S.A . de C.V INTUSA DE C.V.	Carretera Troncal del Norte Km 11 1/2 Apopa San Salvador	Lic. Alvaro Antonio Corpeño Olano	Gerente General	216-1222	216-1125
INDUSTRIAS DURA- FLEX S.A de C.V	Edificio Duraflex, Autopista Sur.Col. Monserrat. San Salvador	Ing. Edwin Victor Zamora	Gerente General	273-0617	273-0615
INDUSTRIAS EUREKA, S.A	Km 3 Boulevard del Ejército Nacional y calle a la Chacra San Salvador	Ing. José Enrique Roshardt	Director de Manufacturas	293-1444	293-1212
INDUSTRIAS METALICAS MARENCO S.A de C.V (IMMSA)	Av Chiltiupan # 38-A Ciudad Merliot, Antiguo Cuscatlán La Libertad	Ing. Alvaro José Marenco Rivas	Presidente	289-4602	289-4601

**DIRECTORIO DE EMPRESAS INTERESADAS EN EL LABORATORIO CIM
DE LA UNIVERSIDAD DON BOSCO**

Empresa	Dirección	Contacto	Cargo	Teléfono	Fax
INDUSTRIAS MIKE MIKE, S.A de C.V MIKESA	33 Av. Sur No 920 Colonia Cucumacayán San Salvador	Sr. Miguel Elias Miguel	Presidente	222-0077	271-4418
INDUSTRIAS PLAS- TICAS,S.A. DE C.V. IPSA	37 Calle Ote. # 741 San Salvador	Sr. Salvador Vairo	Presidente	276-5720	276-5719
INDUSTRIAS READI, S.A de C.V INREADISA	12 Avenida Sur No 132 San Salvador	Ing. Jorge Díaz Vásquez	Presidente	222-6817	222-9848
INDUSTRIAS SINTE- TICAS DE CENTRO- AMERICA, S.A INSINCA, S.A.	71 Avenida Sur y Calle Nueva No 2 Casa No 2 Col. Escalón. San Salvador	Ing. Lorenzo Rivera Arévalo	Presidente	216-0055	216-0062
INDUSTRIAS ST. JACK'S, S.A de C.V	Zona Industrial La Laguna Antiguo Cuscatlán. La Libertad	Ing. Carlos Barrera	Gerente General	243-3333	243-1092
INDUSTRIAS UNIDAS, S.A IUSA	Km 11 1/2 Carretera Pana- mericana, Ilopango San Salvador	Sr. Juan Roberto Vidrí Rivas	Gerente General	295-0555	295-0830
INDUSRIAS UNISOLA, S.A.	Km 3 1/2 Boulevard del Ejército Nacional y 54 Av. Nte. San Salvador	Sr. Jerry Smith	Gerente General	293-1600	293-1618
INGENIO LA CABAÑA	87 Av. Nte. Y 9a Calle Pte. # 4409 Col. Escalón San Salvador	Lic. José Raul Figueroa Vanegas	Gerente General	331-4008	331-4008
INTERNACIONAL D PLASTICOS S.A de C.V INTERPLASTIC S.A de C.V	8a Calle Ote. 3-3a, Santa Tecla , La Libertad	Lic. Roberto Augspurg Meza	Gerente General	228-0906	228-9623

**DIRECTORIO DE EMPRESAS INTERESADAS EN EL LABORATORIO CIM
DE LA UNIVERSIDAD DON BOSCO**

Empresa	Dirección	Contacto	Cargo	Teléfono	Fax
INTERNATIONAL PAPER DE EL SALVADOR S.A. ENVASES LIQUIDOS DE C. A. ELCA	Boulevard del Ejército Nacional Km 7 1/2 (dentro de Cajas y Bolsas S.A.) Soyapango San Salvador.	Sr. Miguel S. Okropina	Presidente	294-1835	294-5790
INVERSIONES VIDA S.A. DE C.V. AGUA PURIFICADA ALPINA. INVIDA	Carretera a San Marcos Km 3 1/2 # 2000 San Salvador.	Ing., Tomás Cerna	Gerente General	270-8444	270-8589

J

JESHUA, S.A de C.V	45 Av.Nte. # 4 entre Alameda Roosevelt y Prolongació Calle Arce. San Salvador	Sr. Oscar Francisco Karraa Chahin	Gerente General	260-6291	260-6289
JIMENEZ Y CASTILLO S.A deC.	Calle Circumbalación # 20 Urbanizacion Industrial Plan de la Laguna, Antiguo Cuscatlán	Arq. Ricardo Jimenez Castillo	Presidente	243-0144	243-1103
JUBIZ INDUSTRIAL	Final Col. Luz Pasaje Gonzales Monserrat. San Salvador	Sr. Elías Salomón Jubiz	Presidente	273-0029	273-0038

K

KIMBERLY CLARK DE CENTRO-AME- RICA, S.A KIMCASA	Col. San Benito, Calle Circumvalación # 261 San Salvador	Sr. José Ricardo Rubio Fabián	Presidente	263-8191	263-8104
KNITSAL S.A de C.V	Antigua Calle Ferrocarril # 1850, Col. Cucumacayán San Salvador	Sr. Francisco José Escobar Thompson	Presidente	222-7926	222-7859

**DIRECTORIO DE EMPRESAS INTERESADAS EN EL LABORATORIO CIM
DE LA UNIVERSIDAD DON BOSCO**

Empresa	Dirección	Contacto	Cargo	Teléfono	Fax
L					
LABORATORIOS ARSAL, S.A de C.V	Calle Modelo # 512 San Salvador	Lic. Alejandro A. Gonzalez Arguello	Gerente General	270-1278	270-0913
LABORATORIOS CAROSA S.A de C.V	Pol. 6 Lote # 1 Plan de La Laguna, Antiguo Cuscatlán	Lic. Carlos Roberto Saca	Sub Gerente	243-1674	243-1620
LABORATORIOS LOPEZ, S.A de C.V	Boulevard del Ejército Nacional Km 5 1/2 Soyapango, San Salvador	Sr. José René Rodríguez	Gerente General	277-6166	227-2783
LABORATORIOS SUIZOS S.A de C.V.	Km 10 Carretera al Puerto de La Libertad	Dr. Victor Silhy	Presidente	278-5555	278-2512
LA CONSTANCIA S.A de C.V.	Av. Independencia # 526 San Salvador	Lic. Herber Mauricio Blandón T	Gerente General	271-0733	281-4067
LACTEOS DEL CORRAL S.A de C.V LACTOSA,DE C.V.	Calle Siemens No 1 Parque Industrial Santa Elena Antiguo Cuscatlán La Libertad	Ing. Angel Humberto Calderón G.	Presidente	278-8505	278-8504
LA FABRIL DE ACEITES S.A de C.V	Boulevard del Ejército Nacional Km 5 1/2 # 5500 Soyapango, San Salvador	Lic. José Otoniel Cruz Flores	Gerente General	277-6233	227-0683
LICORES DE CENTRO AMERICA S.A de C.V LICASA	10 Av. Sur # 553 Local 3 Frente a la Administración de Rentas de Aduanas San Salvador	Ing. Guillermo Alfredo Santos	Gerente General	338-4816	888-7176
LIDO S.A de C.V	Boulevard del Ejército Nacional Km 4 1/2 Soyapango, San Salvador	Sr. Manuel Roberto Molina Martínez	Gerente General	277-1433	227-0374
LINDOTEX,S.A. DE C.V.	Zona Franca San Marcos Bodega No. 7 San Salvador	Sr. Jaime Ernesto Arrieta	Gerente de Operaciones	220-3322	220-2400

**DIRECTORIO DE EMPRESAS INTERESADAS EN EL LABORATORIO CIM
DE LA UNIVERSIDAD DON BOSCO**

Empresa	Dirección	Contacto	Cargo	Teléfono	Fax
LOPEZ SALGADO Y COMPAÑÍA	Av. La Revolución Calle Circunvalación Edif. C centro Profesional Presiden- te Lopez Salgado y Compa- ña. Col. San Benito. S. S.	Sr. Gilbeto Paniagua Vanegas	Gerente General	243-5844	243-3546
LUBRICANTES TEXACO,S.A. LUBTEX	Km 10 1/2 Calle Panameri- cana, Nueva San Salvador, Ciudad Merliot, La Libertad	Sr. Luís Roberto Staben	Gerente General	278-8888	278-3279
LUIS TORRES Y CIA QUESOS PETACONES	Calle Asilo Sara # 143 Col. Costa Rica. San Salvador	Ing. Federico Colorado Torres	Gerente General	270-0668	270-0667

M

MANUFACTURERA HUMBERTO BUKELE E HIJOS S.A de C.V	Calle 5 de noviembre # 626 San Salvador	Dr. Armando Bukele kattan	Presidente	225-1240	225-3667
MANUFACTURERA TEXTIL, S.A de C.V MATEX, S.A de C.V	Calle nueva y Palmira costado sur col. Sta. Lucia San Salvador	Lic. Ildelfonso Chang Pleytez	Gerente General	294-0771	294-0769
MANUFACTURING TOOL COMPANY S.A MATCO, S.A	21 Av. Sur, Entre 12 y 14 calle poniente, San Salvador	Sr. Martín Maxwell Norman	Gerente General	271-4033	271-1750
MAQUILAS SALVADOREÑAS S.A de C.V MAQUISAL, S.A de C.V	Final Pasaje No 4 Parque Industrial Comercial Desa- rrollo, Soyapango. San Salvador	Sra. Ana Magdalena Granadino	Presidente	294-1898	294-1900
MARTINEZ Y SAPRISSA, S.A de C.V MARYSA S.A de C.V	Calle Limón y Av. Irazú, Col Costa Rica, San Salvador	Sr. Luis Serra Escartín	Presidente	270-0409	270-0416

**DIRECTORIO DE EMPRESAS INTERESADAS EN EL LABORATORIO CIM
DE LA UNIVERSIDAD DON BOSCO**

Empresa	Dirección	Contacto	Cargo	Teléfono	Fax
MASTER DE CENTRO AMERICA	20 Av. Norte No 2044 San Salvador	Sr. Luis Iribarren Soto	Presidente	276-7681	276-5438
MATRICERIA INDUSTRIAL ROXY S.A de C.V.	Boulevard Venezuela No. 3051, San Salvador	Sr. Pedro Díaz García	Gerente General	223-7333	298-3283
MC CORMICK DE CENTRO AMERICA S.A de C.V MC CORMICK	Calle Antiguo Cuscatlán y Av. Las Palmeras, Col. La Sultana, San Salvador	Lic. Arduino Bianchii	Presidente	243-0122	243-0735
MEDIAS Y CALCE- TINES CENTRO - AMERICANOS S.A de C.V MACALCEN	Calle Principal colonia La Chacra No 2690 Boulevard del Ejército Nacional San Salvador	Sr. Julio Eduardo Samour Valle	Gerente de Producción	293-1560	293-1563
METALURGIA SARTI, S.A de C.V SARTI	Calle Gerardo Barrios No 1265, San Salvador	Sr. Angel Ernesto Magaña	Gerente General	281-2022	222-1252
MJ INTER, S.A de C.V	Km 12 Carretera troncal del Norte, Pasaje Mj. Apopa	Ing. Juan Ramon Perafita Carrasco	Presidente	216-0052	216-1750
MOBILIA S.A de C.V	Cantón San Nicolas, Caserio Las Cañas, Fincas Galaxia Apopa	Lic. Reynaldo Alas Vasquez	Gerente General	216-6333	216-6637
MOLINA HERMANOS S.A de C.V MUEBLES MOLINA	4a Calle Ote. No 7-4 Santa Tecla, La Libertad	Sr. Jorge A. Molina	Presidente	228-4011	228-1674
MOLINOS DE EL SALVADOR, S.A MOLSA	Boulevard del Ejército Nacional y 50 Av. Norte, San Salvador	Ing. Ferit Zacarias Massis	Gerente General	293-3166	293-1524
MONOLIT DE EL SALVADOR, S.A de C.V	Boulevard Tutunichapa, Edif. Villatoro Barriere # 1 y 2 San Salvador	Ing. Homero Hidalgo Samayoa	Represent. Legal	278-0422	289-5676

**DIRECTORIO DE EMPRESAS INTERESADAS EN EL LABORATORIO CIM
DE LA UNIVERSIDAD DON BOSCO**

Empresa	Dirección	Contacto	Cargo	Teléfono	Fax
MONTAJES ELECTROMECA- NICOS DE CENTRO AMERICA,S.A deC.V MONELCA S.A de C.V	Boulevard La Sultana y Pje. Monelca No. 5-B La Sultana III, Antiguo Cuscatlán La Libertad	Ing. Manuel Roberto Vieytez	Presidente	243-0044	243-0339
MOORE DE C.A. S.A de C.V	Boulevard del Ejército Nacional Km 7 1/2 Soyapango San Salvador	Lic. Luis Ricardo Navarrete	Represent. Legal	294-1855	294-1848
MOTOR SERVICE, S.A de C.V	6a. Calle Poniente # 1315 San Salvador	Sr. Ricardo Ernesto Walsh	Gerente General	271-1111	271-5509
MUEBLES METALICOS PRADO S.A de C.V PRADO S.A de C.V	Calle El Boquerón No 5 Urbanización Santa Elena, Antiguo Cuscatlán, La Libertad	Lic Francisco José Prado Rivas	Presidente	289-1711	289-1717
MULTIPLAST,S.A de C.V	Km 10 1/2 Carretera al Puert de La Libertad, Nueva San Salvador	Lic. José Luis García Córdoba	Gerente General	228-2358	229-2968

N

NESTLE DE EL SALVADOR S.A de C.V	Km 11 Carretera al Puerto de La Libertad,Antiguo Cuscatlán	Ing. Rodolfo H. López Celis	Gerente General	288-8400	288-8400
--	--	--------------------------------	--------------------	----------	----------

O

OFF SHORE PRODUCTION, S.A de C.V	Calle L-2 Lote # 28, Ciudad Merliot, Antiguo Cuscatlán	Ing. Frank Ungarten	Gerente General	289-1017	278-2161
OMNIPLASTIC,S.A DE C.V.	Km 11 1/2 Carretera al Puerto de La Libertad.	Ing. Alfredo Rivera	Gerente de Producción	228-5060	228-5053

**DIRECTORIO DE EMPRESAS INTERESADAS EN EL LABORATORIO CIM
DE LA UNIVERSIDAD DON BOSCO**

Empresa	Dirección	Contacto	Cargo	Teléfono	Fax
---------	-----------	----------	-------	----------	-----

P

PER ASOCIADOS S.A. DE C.V.	Av Sierra Nevada # 937 Col. Miramonte San Salvador	Lic. Pedro Francisco Menendez Peña	Presidente	260-1589	260-1589
PLANTA DE TORREFACCION DE CAFÉ, S.A PLANTOSA	Boulevard del Ejército Nacional Km 7 1/2 Soyapango San Salvador	Lic. Gustavo Echegoyen Cuellar	Gerente General	277-3577	277-3281
PLASTIGLAS, S.A de C.V	Km 15 Carretera Paname- ricana a Oriente, San Martín	Ing. Pablo Alexis Hernandez	Gerente General	295-0646	295-0735
PLASTICOS EL PANDA, S.A. DE C.V PEPSA	Jardines de la Hacienda Calle Principal No. A1-16 Ciudad Merliot, San Salv.	Ing. William Chen	Presidente	278-8553	278-8553
PLASTICOS Y METALES, S.A de C.V PLASTYMET PYMSA	Boulevard del Ejército Nacional Km 2 1/2 San Salvador	Sr. Guillermo Menendez	Presidente	293-1588	293-1628
PLASTICOS SALVA- DOREÑOS, S.A de C.V SALVAPLASTIC, S.A de C.V	Zona Industrial Plan de La Laguna, Antiguo Cuscatlán. La Libertad	Ing. Mario Cristiani	Gerente de Producción	243-0200	243-2067
PLASTICOS TECNIF CADOS S.A de C.V PLASTYTEC, S.A de C.V	8a Calle Ote. 3-3a Santa Tecla, La Libertad	Sr. Roberto Augspurg Meza	Presidente	228-0906	228-0881
PLASTIPACK, S.A DE C.V.	Autopista Sur Complejo Industrial Duraflex Bodega 1 Col. Monserrat San Salv.	Ing. Walter Victor Zamora David	Repres. Legal	273-3040	273-8176
POLIMEROS DE EL SALVADOR, S.A de C.V POLISA DE C.V	Col. Sta. Lucia Calle Circun- valación, Ilopango	Sr. Luis Vairo Bizzarro	Represent. Legal	294-0644	294-0637

**DIRECTORIO DE EMPRESAS INTERESADAS EN EL LABORATORIO CIM
DE LA UNIVERSIDAD DON BOSCO**

Empresa	Dirección	Contacto	Cargo	Teléfono	Fax
PRIMO, S.A. DE C.V.	Calle Jiboa Ote. Edf. No 4 Zona Franca San Bartolo, Ilopango, San Salvador	Sr. Lee Miles	Gerente General	295-0460	295-0123
PRODUCTOS ALIMENTICIOS DIANA, S.A de C.V DIANA	12 Av. Sur Soyapango	Sr. Hugo Cesar Barrera Guerrero	Gerente General	227-1322	227-2234
PRODUCTOS ALIMENTICIOS SELLO DE ORO, S.A	Final 49 Av. Sur colonia Luz Plantel el granjero San Salvador	Ing. Agustín Martínez	Director Ejecutivo	273-0100	273-0018
PRODUCTOS MOLDEADOS, S.A PROMSA	Km 10 carretera al Puerto de La Libertad	Sr. Roberto Candel Herodier	Gerente General	278-2829	278-7203
PRODUCTOS TECNOLOGICOS, S.A. DE C.V. PROTECNO	Apopa, San Salvador	Ing. Marco Antonio Melara	Gerente General	338-5000	338-5737
PROYECTISTAS ELECTRICOS MECANICOS E INDUSTRIALES, S.A PREMISA	Calle El Progreso # 3332 Colonia Roma San Salvador	Ing. Jorge Alberto Díaz	Presidente	223-8326	223-8489
Q					
QUALYTIMAQ, S.A de C.V	Complejo industrial San Jorge No 2 Bodega No 3 Antigua calle a San Antonio Abad. San Salvador	Sr. José Arturo Suárez	Presidente	260-4803	260-4760
QUALITY, S.A de C.V	Esquina Calle al Matazano y Calle a la Pedrera, Soya- pango, San Salvador	Ing. Luis Arturo Anleu Benavides	Gerente General	294-0479	294-0479
QUIMICAS LASSER DE EL SALVADOR S.A de C.V.	Boulevard del Ejército Nacional Km 5 1/2 Soyapango, San Salvador	Sr. Luis Enrique Jimenez Núñez	Presidente	277-0012	277-1192

**DIRECTORIO DE EMPRESAS INTERESADAS EN EL LABORATORIO CIM
DE LA UNIVERSIDAD DON BOSCO**

Empresa	Dirección	Contacto	Cargo	Teléfono	Fax
---------	-----------	----------	-------	----------	-----

R

RAL	Av. El Recreo Col. Santa Ursula. San Salvador	Sr. Luis Alejandro Marroquín Quinteros	Gerente General	242-5862	242-5866
REFINERIA PETROLERA ACAJUTLA S.A de C.V	Km 9 1/2 carretera al Puerto de La Libertad, Nueva San Salvador	Ing. Raul Elias Reyes	Gerente General	278-0477	278-0477
REPRESENTACIONES DIVERSAS S.A de C.V. REDI,S.A de C.V.	Boulevard de los Proceres y Pasaje la Ceiba, Urb. La Sultana III Edificio punto Azul. Antiguo Cuscatlán	Sr. Alejandro Arrue Meriggio	Gerente General	243-0077	243-0452
ROBERTONI,S.A de C.V.	33 Calle Ote. # 326, Colonia La Rábida. San Salvador	Sr. Eduardo Cader	Presidente	225-8447	225-7440
RUA,S.A de C.V RUASA DE C.V.	Blvd. Del Ejército Nacional Calle Prusia Costado Ote. Rastro de Soyapango.	Sr. José Luis Montalvo A.	Presidente	277-6720	227-1468

S

SABORES COSCO DE EL SALVADOR S.A de C.V. COSCO	Km 12 1/2 carretera al Puerto de La Libertad	Ing. Ricardo Gutierrez Olmedo	Gerente General	228-9902	288-9379
SAN MARINO,S.A de C.V.	16a Avenida Norte y Calle Delgado No. 1008 Edificio Río Soto 3a Planta S.S.	Ing. Juan Francisco Ruiz Rodas	Gerente General	289-2666	289-4410
SERVICIOS C. A. DE BASCULAS LAZO BONILLA Y COMPAÑÍA SCABAS,L	Col. Antekirta Calle Ppal. # 46 Soyapango	Ing. Hector Lazo	Gerente de Producción	227-0342	277-2341

**DIRECTORIO DE EMPRESAS INTERESADAS EN EL LABORATORIO CIM
DE LA UNIVERSIDAD DON BOSCO**

Empresa	Dirección	Contacto	Cargo	Teléfono	Fax
SERVICIOS PAPE- LERS CENTRO- AMERICANOS,S.A SEPASESA	Prolongación Alanmeda Juan Pablo II Calle Antigua San Antonio Abad Bodegas Textiles San Jorge No 3	Lic. Cesar Edgardo Melara Cruz	Gerente General	261-1071	260-4781
SERVICIOS TECNI- COS DE INGENIERI S.A. DE C.V. SETISA	Pje. Carbonell # 28 colonia Roma. San Salvador	Sr. Rodrigo Ernesto Guerra y Guerra	Presidente	289-9641	279-2077
SHERWIN WILLIAM DE CENTRO-AMERI CA,S.A DE C.V. SWCA	Km 11 1/2 carretera Paname rica a Ote. Ilopango	Lic. Salvador Llort	Presidente	295-2222	295-1414
SUMMA INDUSTRIAL,S.A. De C.V.	Km 10 1/2 Carretera al Puerto de La Libertad, Nueva San Salvador.	Dn. Federico Ernesto Araujo Eserski	Gerente General	278-1311	278-3364
SIEMENS,S.A	Calle Siemens # 43 Parque Industrial Santa Elena, Anti- guo Cuscatlán	Ing. Rafael E. Lima	Gerente General	278-3333	278-3334
SIGMA,S.A	Calle La Mascota # 979 Urbanización Maquillishuat San Salvador	Sr. Henry Yarhi	Presidente	263-5000	263-9404
SOLAIRE, S.A. De C.V.	Km 2 1/2 Carretera a Tonaca tepeque, El Limón Soyapañ go.	Lic. Roberto Ruiz Quirós	Gerente General	278-1311	278-3364

T

TABACALERA DE EL SALVADOR,S.A. DE C.V.	69 Av. Nte. # 213 Col Esca- lón, San Salvador	Lic. Jorge Zablah	Presidente	298-5888	224-3815
TACA INTERNATIO- NAL AIRLINES,S.A TACA	Edificio Caribe 2do. Piso, San Salvador	Lic. William J. Handal	Vice Presidente	298-5055	223-3757

**DIRECTORIO DE EMPRESAS INTERESADAS EN EL LABORATORIO CIM
DE LA UNIVERSIDAD DON BOSCO**

Empresa	Dirección	Contacto	Cargo	Teléfono	Fax
TACOPLAST,S.A de C.V.	Carretera A Occidente,entre Km 13 y 14 Nueva San Salvador Departamente de La Libertad	Sr. Jaime Alfonso Zedan Kattan	Presidente	228-1088	228-1143
TENERIA SALVADO-REÑA,S.A de C.V.	Final calle Ramón Belloso No. 1212 Barrio San Jacinto San Salvador	Sr. José Domingo Call Kerrindexs	Gerente General	270-3120	270-3273
TERMOENCOGIBLES S.A de C.V.	Calle L-3,Poligono D lotes 1 y 2, Zona Industrial, Ciudad Merliot	Sr. Antonio Tona Giolitti	Gerente General	278-0029	278-2224
THERMO PLAST, S.A. DE C.V.	Calle a Parque Industrial Km 4 1/2 a San Marcos, Fte. Alcaldía Municipal San Marcos.	Sr. José René Medina	Gerente General	220-4888	220-4890
TEXTILES SAN ANDRES,S.A de C.V HILASÁL	Km 32 Carretera a Santa Ana, Departamento de La Libertad	Sr. Ernesto Serpas	Gerente de Producción	338-4099	338-4064
TIPOGRAFIA OFFSET LASER,S.A de C.V. TOLSA DE C.V.	Boulevard de Los Proceres y Avenida Manuel José Arce San Salvador	Sr. Arturo Brenes Colocho	Gerente General	273-4444	273-4482
TROPIGAS DE EL SALVADOR,S.A de C.V.	Boulevard del Ejército Nacional , Calle a colonia Monte Carmelo,contiguo a Corlasa Soyapango	Sr. Antonio Mario Salazar	Gerente General	227-3000	227-0875
TUBOS Y PERFILES PLASTICOS,S.A de C.V. TYP.S.A. DE C.V.	Calle L-2, Zona Industrial Boulevard Pynsa,Ciudad Merliot	Ing. Gerardo Miguel	Gerente General	278-1155	278-2151

**DIRECTORIO DE EMPRESAS INTERESADAS EN EL LABORATORIO CIM
DE LA UNIVERSIDAD DON BOSCO**

Empresa	Dirección	Contacto	Cargo	Teléfono	Fax
---------	-----------	----------	-------	----------	-----

V

VEXAL, S.A de C.V. VESTUARIOS DE EXPORTACION SALVADOREÑA S.A. DE C.V.	km 15 1/2 Carretera a Ote. San Martín	Ing. Wilfredo Viche	Gerente General	258-0991	258-0837
---	--	---------------------	--------------------	----------	----------

VIPA, S.A DE C.V. INDUSTRIAS GRAFICAS VIMTAZA	Calle Nueva a San Antonio Abad, Pje. Valdivieso No 9 San Salvador	Sr. Victor Moisés Tarazi	Gerente General	274-4125	274-0684
--	---	-----------------------------	--------------------	----------	----------

Y

YOLANDA DESIREE S.A. DE C.V.	5a. Calle Poniente No. 66 Mejicanos	Don Abraham José Saca	Presidente	282-0666	282-3333
---------------------------------	--	--------------------------	------------	----------	----------

Y.K.K. EL SALVADOR, S.A de C.V.	Km 31 1/2 Carretera a Santa Ana, La Libertad	Lic. Carlos Dario Valencia Silva	Gerente General	338-5822	338-5811
---------------------------------------	---	-------------------------------------	--------------------	----------	----------

Z

ZAMI, S.A de C.V.	Calle a San Antonio Abad, Pasaje Valdivieso No.5 San Salvador	Ing. Alejandro Zabaneh	Gerente General	284-1975	274-1805
-------------------	---	------------------------	--------------------	----------	----------