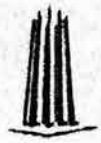


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGÓN

Mantenimiento a un Torno CNC bajo Normas QS-9000

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

PRESENTAN:

OSCAR ESPINOSA HERRERA
SILVESTRE OSCAR TRUJILLO MARTÍNEZ

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

Oscar Espinosa Herrera

Hay muchas personas que me han apoyado, no sólo en la formación escolar, si no también en el desarrollo personal, a todas ellas agradezco sinceramente por haberme conducido hasta este objetivo.

A mis padres: " Juliana y Salomón Ramiro " que en todo momento me han dado su amor comprensión y apoyo, buscando sin descanso mi bienestar y superación, gracias mamá, gracias papá.

A mis hermanos: " Irma, Miguel y Cesar " los cuales a lo largo de toda mi vida me han dado su amor, comprensión y paciencia.

A mis sobrinos: " Iván David, Brandón Luis, María Fernanda y Rodrigo" que son lo mas grande que Dios nos ha dado.

A mi tío: " Salomón Espinosa Pascual " quien me enseñó a temprana edad enfrentar la vida trabajando.

Oscar " Tocayito " a ti quiero agradecer él haberme dado la oportunidad de participar en el desarrollo del presente proyecto, así como el brindarme tu amistad y confianza.

Existe un gran amigo que bien podría considerarlo mi hermano y gracias a él es que he podido llegar hasta este momento, gracias Elías.

A usted, Ing. Javier Francisco Zamarripa; le estoy muy agradecido por habernos brindado el apoyo y sobretodo su amistad incondicional para poder realizar el presente proyecto.

De manera muy especial quiero agradecer al Sr. Miguel Fernández Caruz y a la Sra. Esther Rodríguez Valdez, quienes me han dado la oportunidad de trabajar, así como su confianza factores indispensables para la realización de este objetivo, por lo anterior y por ofrecerme esa calidez humana que solo ustedes poseen, Gracias.

Deseo dar las gracias a usted Sra. María del Carmen Zamudio Corchado él haberme otorgado también la oportunidad de trabajar y a su vez le agradezco el gran ser humano que ha sido conmigo.

AGRADECIMIENTOS

Oscar Trujillo Martínez

Durante la vida todo lo que hacemos y toda la gente que se nos cruza en el camino nos deja algo. Y una parte pequeña de todo lo que experimentamos se queda en cada persona que hemos conocido y nada se pierde. Eso es lo eterno, esas gotitas de experiencia en un vasto río que no tiene fin. Por esto agradezco a toda persona que sin saber contribuyo a la culminación de este proyecto.

A Díos, por darme la oportunidad de ver el amanecer cada mañana.

A mi padre " Manuel Trujillo " por enseñarme a no despegar los pies de la tierra pero por nada del mundo dejar de apuntar a las estrellas.

A mi madre " Julia Ana Martínez " por su amor, comprensión, apoyo, dedicación y por estar siempre y en todo momento conmigo.

A mis hermanos, porque cada uno de ustedes me mostraron los múltiple caminos a seguir.

A "Angélica Noverón" porque me enseñaste que el amor verdadero es raro, pero más raro aún, es la verdadera amistad combinada con el verdadero amor. Gracias por tu apoyo en los momentos más difíciles, por tu confianza, comprensión, paciencia y sobre todo gracias por ser la motivación para poder alcanzar todos mis objetivos.

A usted " Ing. Javier Francisco Zamarripa " por abrirme las puertas y darme la oportunidad de encaminarme dentro del mundo de la Industria Automotriz, gracias por su apoyo enseñanzas, consejos y tiempo que hicieron posible la culminación de este proyecto, pero sobre todo gracias por su amistad.

A usted " Ing. Gustavo Segura " por la confianza y ayuda que me brindo en el primer tropiezo de mi desarrollo profesional, así también, por el desarrollo e impulso que me ha dado para poder destacar en la dura competencia de la Industria Automotriz.

Oscar Espinosa, fue una gran experiencia trabajar contigo en el desarrollo del presente trabajo, pero es mejor saber que al alcanzar y culminar esta meta encontré un tesoro invaluable, tu amistad, gracias Tocayo.

AGRADECIMIENTOS

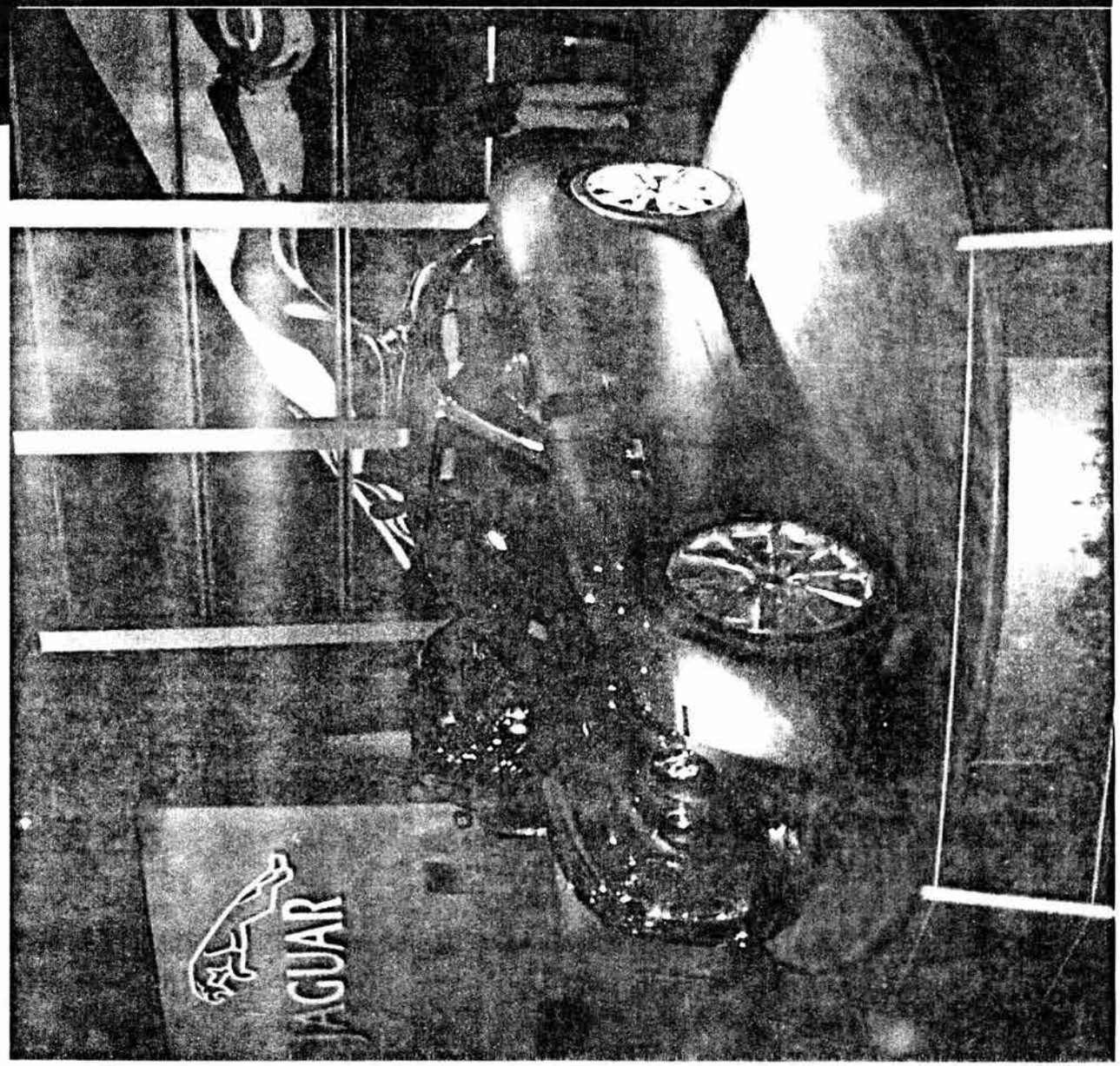
Oscar Espinosa Herrera & Oscar Trujillo Martínez

A nuestra " Universidad Nacional Autónoma de México " por la formación profesional de calidad y excelencia que nos ayuda a competir y sobresalir en el ámbito nacional e internacional.

A nuestro Director de Tesis el M. En I. Alberto Reyes Solís por su tiempo y consejos que nos ayudaron a culminar el presente trabajo.

A nuestros Sinodales (Ing. Cassiodoro Domínguez, Ing. Rodolfo Zaragoza, Ing. Javier Nava y el Ing. José Luis García) por su tiempo dedicado a la revisión del presente trabajo.

ÍNDICE



Mantenimiento a un Torno CNC bajo normas QS-9000

INTRODUCCIÓN

OBJETIVO

1.0 HISTORIA DEL CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO

1.1 Generalidades

1.2 Historia del control numérico

1.3 Aparición del control numérico

1.4 Evolución del control numérico

1.5 ¿ Que son CN y CNC ?
- 1.5.1 Máquinas CN
- 1.5.2 Máquinas CNC

1.6 Ámbito y aplicación del CNC
- 1.6.1 Volúmenes de fabricación
- 1.6.2 La complejidad de las piezas

1.7 Ventajas y desventajas del CNC
- 1.7.1 Ventajas de control numérico
- 1.7.2 Desventajas del control numérico

1.8 Clasificación de las máquinas herramientas con CNC
- 1.8.1 Generalidades
- 1.8.2 Taladradoras
- 1.8.3 Mandriladoras
- 1.8.4 Fresadoras
- 1.8.5 Talladoras de engranes
- 1.8.6 Centros de maquinados
- 1.8.7 Punzonadoras y troqueladoras
- 1.8.8 Máquinas de mecanizado por láser (luz mediante una radiación estimulada por electrones)
- 1.8.9 Tornos
- 1.8.10 Rectificadoras
- 1.8.11 Dobladoras de tubo
- 1.8.12 Máquinas de electroerosión
- 1.8.13 Máquinas de medición

1.9 Diferencias entre máquinas herramientas y de control numérico

2.0 EL TORNO DE USO INDUSTRIAL

2.1 Generalidades

2.2 Clasificación de los tornos
- 2.2.1 Tornos de taller
- 2.2.2 Tornos de semiproducción o copiadores
- 2.2.3 Tornos de producción en serie
- 2.2.4 Tornos de control numérico

2.3 Tornos con dos o más torretas

2.4 Centros de torneado y fresado

2.5 Tornos CNC multihusillos

3.0 NORMAS QS-9000

3.1 Generalidades

3.2 Sistema de calidad QS-9000
- 3.2.1 Flujo de la documentación del sistema de calidad

3.3 Responsabilidad directiva (Elemento I)

3.4 Sistema de calidad (Elemento II)

3.5 Revisión de contrato (Elemento III)

3.6 Control de diseño (Elemento IV)

3.7 Control de documentos (Elemento V)

3.8 Compras (Elemento VI)

3.9 Control de equipo proporcionado por el cliente (Elemento VII)

3.10 Identificación y rastreabilidad de producto (Elemento VIII)

3.11 Control de proceso (Elemento IX)

3.12 Inspección y prueba (Elemento X)

3.13 Control del equipo de inspección, medición y prueba (Elemento XI)

3.14 Estado de inspección, medición y prueba (Elemento XII)

3.15 Control del producto no conforme (Elemento XIII)

3.16 Acción correctiva y preventiva (Elemento XIV)

3.17 Manejo, almacenamiento, empaque, conservación y entrega de producto (Elemento XV)

3.18 Control del registro de calidad (Elemento XVI)

3.19 Auditorias internas al sistema de calidad (Elemento XVII)

3.20 Capacitación (Elemento XVIII)

3.21 Servicio posventa (Elemento XIX)

3.22 Técnicas estadísticas (Elemento XX)

3.23 Requerimientos específicos del cliente (Elemento XXI)

Mantenimiento a un Torno CNC bajo normas QS-9000

4.0 MANTENIMIENTO

4.1 Definiciones
- 4.1.1 El mantenimiento y la vida de una máquina

4.2 Objetivo del mantenimiento

4.3 Historia y evolución del mantenimiento
- 4.3.1 Historia
- 4.3.2 Evolución

4.4 Misión del servicio de mantenimiento

4.5 Costos, beneficios del mantenimiento

4.6 Lo primero es priorizar

4.7 Tipos de mantenimiento
- 4.7.1 Mantenimiento correctivo
- 4.7.2 Mantenimiento preventivo
- 4.7.3 Mantenimiento predictivo

4.8 Los cinco niveles de mantenimiento
- 4.8.1 Primer Nivel
- 4.8.2 Segundo Nivel
- 4.8.3 Tercer Nivel
- 4.8.4 Cuarto Nivel
- 4.8.5 Quinto Nivel

4.9 Administración del mantenimiento

5.0 REQUERIMIENTOS DE LA NORMA QS-9000 PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO

5.1 Requerimientos

5.2 Listado de máquinas críticas

5.3 Planeación y desarrollo total de un sistema de mantenimiento preventivo

5.4 Procedimiento de mantenimiento preventivo
- 5.4.1 Encabezado
- 5.4.2 Objetivo
- 5.4.3 Alcance
- 5.4.4 Responsables
- 5.4.5 Definiciones
- 5.4.6 Desarrollo
- 5.4.7 Documentos de referencia y revisiones
- 5.4.8 Pie de pagina
- 5.4.9 Formatos

5.5 Métodos de mantenimiento predictivo

5.6 Procedimiento para el empaque y preservación de equipos, instrumentos de medición y herramientas especiales.
- 5.6.1 Encabezado
- 5.6.2 Objetivo
- 5.6.3 Alcance
- 5.6.4 Responsables
- 5.6.5 Definiciones
- 5.6.6 Desarrollo
- 5.6.7 Formatos

5.7 Listado de refacciones y partes de reemplazo para máquinas críticas
- 5.7.1 Encabezado
- 5.7.2 Objetivo
- 5.7.3 Alcance
- 5.7.4 Responsabilidades
- 5.7.5 Definiciones
- 5.7.6 Desarrollo
- 5.7.7 Documentos de referencia y número de revisiones
- 5.7.8 Formatos

5.8 Documentación, evaluación y planteamiento de objetivos
- 5.8.1 Nivel de disponibilidad de los equipos
- 5.8.2 Cumplimiento de los programas de mantenimiento preventivo y predictivo
- 5.8.3 Distribución de la mano de obra por tipo de mantto.
- 5.8.4 Benchmarking
- 5.8.5 Costos

6.0 DESARROLLO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO A UN TORNO CNC

6.1 Generalidades

6.2 Carta de lubricación

6.3 Programas de mantenimiento
- 6.3.1 Programa de mantenimiento diario
- 6.3.2 Programa de mantenimiento semanal
- 6.3.3 Programa de mantenimiento mensual
- 6.3.4 Programa de mantenimiento semestral
- 6.3.5 Programa de mantenimiento anual
- 6.3.6 Concentrado

6.4 Resumen

7.0 COSTOS

7.1 Definición

7.2 Costo de mano de obra

7.3 Costo de refacciones

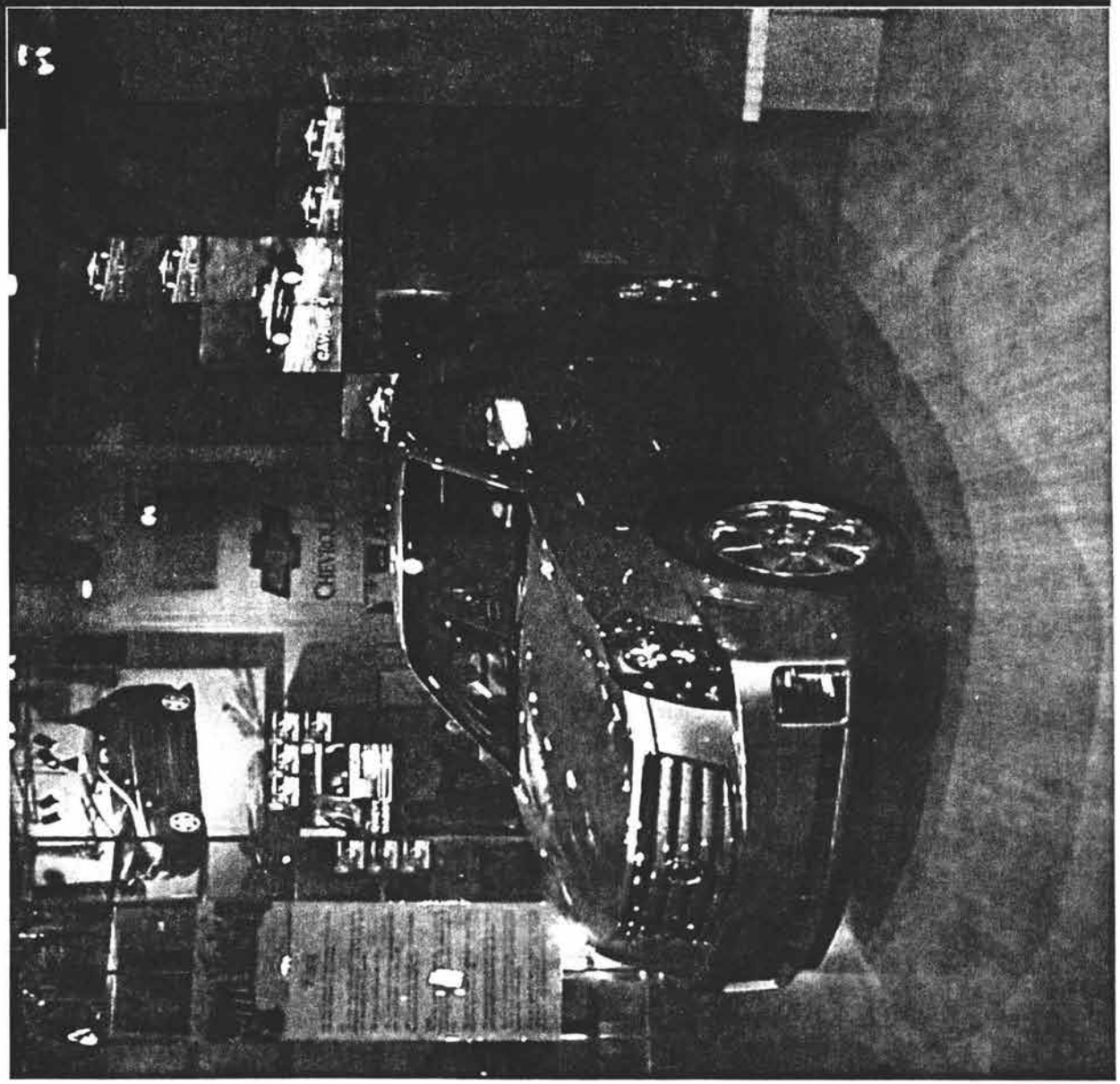
7.4 Resumen de costos

7.5 Control de Costos

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

INTRODUCCIÓ



INTRODUCCIÓN

Desde el principio, el hombre ha procurado tener los medios necesarios para la producción de los bienes y servicios que requiere para su supervivencia. Ha concebido herramientas, máquinas y equipos de toda clase a fin de alcanzar sus objetivos. Al principio el sistema de producción fue manual, posteriormente sobrevino la manufactura y por último surgieron los sistemas automatizados que se tienen en la actualidad y con ello el mantenimiento de los mismos.

En todas las áreas de los negocios y la industria, la clave del éxito es la reducción de costos, y el mejoramiento de la calidad. Por estas razones y la dura competencia por el mercado, la industria de manufactura tiene la necesidad urgente de disponer de sus equipos el mayor tiempo posible con una operación estable y segura.

La industria evoluciona constantemente en la aplicación de tecnologías para conseguir los múltiples procesos que en ella se realizan, incorporando sistemas de automatización y dispositivos de control, tanto eléctricos como hidráulicos, mecánicos, neumáticos y electrónicos. Sin embargo, toda tecnología debe apoyarse sobre bases sólidas, cuyo conocimiento resulta imprescindible para el profesional que trabaja en este campo tan amplio de la automatización.

En el desarrollo de esta investigación, en el primer capítulo encontraremos un historial del desarrollo del control numérico computarizado (CNC), la evolución que éste ha tenido desde su aparición en el año 1808 hasta nuestros días, las diferencias entre CNC y CN (control numérico), las ventajas y desventajas que encontramos utilizando este tipo de máquinas y la clasificación de éstas.

En el segundo capítulo, encontraremos la evolución que ha tenido el torno de uso industrial, así como los diferentes tipos que la industria ha empleado desde su aparición.

En el tercer capítulo, describimos los requerimientos que toda industria automotriz necesita tener para poder estar certificada con la Norma Internacional QS-9000.

En el cuarto capítulo, se analiza la importancia, misión, ventajas y desventajas de los diferentes tipos de mantenimiento, así como la evolución que éste ha tenido en la industria.

En el quinto capítulo, desarrollamos los requerimientos que la norma de calidad QS-9000 exige para el departamento de mantenimiento.

En el sexto capítulo, desarrollamos un programa anual de mantenimiento preventivo para un Torno CNC marca Morí Seiki modelo CL-253, el cual incluye la periocidad de las actividades y tiempos a desarrollar por día, semana, mes, semestral y anualmente. Éste incluye el tiempo aproximado de ejecución, refacciones que se deben reemplazar en determinado tiempo, así como la especialidad del técnico que deberá desarrollar estas actividades con éxito.

Por último, en el capítulo siete, analizamos los costos por mano de obra y refacciones que se emplearan durante el año en el que se le dé mantenimiento a un equipo de este tipo.

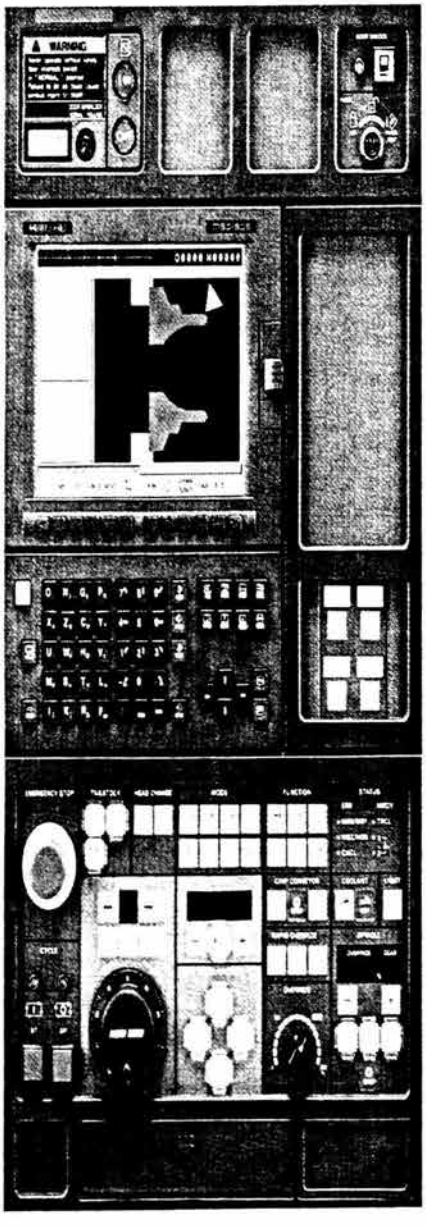
OBJETIVO

OBJETIVO

Como sabemos el avance tecnológico progresa a pasos agigantados y la competencia entre los proveedores de la Industria Automotriz cada día es más fuerte, por ende, estos deben estar preparados para poder competir con el mercado mundial en productividad, costos y sobre todo en la calidad de los productos, siendo el primer requisito para poder estar dentro de esta competencia el tener un Sistema de Calidad Certificado.

El Objetivo del presente proyecto es apoyar a toda empresa que cuente con maquinas de Control Numérico Computarizado y que busca la Certificación, en el desarrollo de los procedimientos y controles de trabajo para el proceso de un mantenimiento preventivo confiable y así poder aprovechar al máximo todas las ventajas que estos equipos ofrecen.

I. HISTORIA DEL CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO



Mori Seiki's own man-machine interface – the MSG-803 – provides an even greater user-friendly operating environment

In an effort to standardize operation among many machine models, Mori Seiki developed an original operating panel for the MSG-803. It is installed with conversational automatic programming function standardizing operation so user can easily learn to operate the machine without trouble. Much consideration has gone into improving operability with an easy-to-use keyboard layout, easy-to-view wide 10.4" TFT color LCD, a host of easy-to-access functions, a user-friendly interface, and improved data compatibility.

Mori Seiki standardized operation in this user-friendly operating panel.

1.1 GENERALIDADES

Las máquinas-herramientas han desempeñado un papel fundamental en el desarrollo tecnológico del mundo, con éstas se ha fabricado en forma práctica, maquinaria de todo tipo que, aunque diseñada y fabricada, no podía ser comercializada fácilmente por sus altos costos, ya que no existían medios adecuados para su construcción industrial.

De esta manera se fueron desarrollando las herramientas de corte usadas por dichas máquinas-herramientas. Así, se fueron utilizando distintos materiales hasta llegar a la obtención de un material nuevo, llamado acero de alta velocidad, que contenía ciertas proporciones de cromo y tungsteno. Este nuevo material tuvo en ese entonces una influencia decisiva en el rápido crecimiento de las máquinas-herramientas. Posteriormente, en 1930, se introdujo el carburo de tungsteno que, una vez perfeccionado, es el más usado en la actualidad en las naciones industrializadas del mundo.

La necesidad de medidas de ahorro y de reducción de costos de los tiempos actuales confiere una importancia sin precedentes a la técnica CN en la producción.

Las máquinas CN han evolucionado progresivamente hacia los sistemas de Diseño asistido por computadora (CAD/CAM) de funcionamiento automático, de gran rendimiento y cuyo procesamiento de datos es más rápido. Actualmente han surgido nuevas tecnologías como la mecanización por láser, el fresado de alta velocidad, etc. impensable sin CN o CNC.

1.2 HISTORIA DEL CONTROL NUMÉRICO

En principio, contrariamente a lo que se pudiera pensar, el Control Numérico de las máquinas-herramientas no fue concebido para mejorar los procesos de fabricación, sino para dar solución a problemas técnicos surgidos como 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 tan especial de dicha leva fue imposible de realizar con máquinas operadas manualmente.

La dificultad provenía de combinar los movimientos de la herramienta de corte simultáneamente según varios ejes de coordenadas, produciendo el perfil deseado. Se acordó entonces confiar los cálculos a una máquina automática que definiera un gran número de puntos de la 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 la forma 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 a los agujeros) en un lector que permitiera traducir las señales de mando a los dos ejes, permite a Parsons desarrollar un sistema de " Digitón ".

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

En 1953, después de cinco años de puesta a punto, el Laboratorio de Servomecanismos del M.I.T. (Massachusetts Institute of Technology) utiliza por primera vez el nombre de " Control Numérico ".

En 1956, la U.S.A.F. (United States Air Force) hace un pedido de 170 máquinas de Control Numérico a tres grandes constructores americanos:

- Cincinnati Milling Machine Company,
- Gidding & Lewis,
- Kearney & Trecker

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

1.3 APARICIÓN DEL CONTROL NUMÉRICO

Con la finalidad de incrementar la eficiencia, muchos trabajos se organizan de tal manera que series de lotes que requieren operaciones similares, se manufacturan en un grupo de máquinas localizadas adyacentemente. Así, por ejemplo, si para el maquinado total de un tipo de piezas fuera necesario realizar operaciones de fresado, mandrilado y perforado, parece lógico que se alcanzaría mayor eficiencia si todas las máquinas-herramientas necesarias para realizar estas operaciones estuvieran agrupadas. La conveniencia de realizar estas tres operaciones en una única máquina-herramienta, unida a numerosos y nuevos

requisitos que un día aparecerían, forzó la utilización de nuevas técnicas que permitiesen sustituir la mano de obra.

De esta forma, se introdujo la Automatización en los procesos de fabricación, debido a las siguientes razones:

a) Necesidad de fabricar productos que no se podían conseguir en cantidad y calidad suficiente sin recurrir a la automatización del proceso de fabricación.

b) Necesidad de obtener productos hasta entonces imposibles y de muy difícil fabricación

c) Necesidad de fabricar productos a precios suficientemente bajos.

El factor predominante que condicionó todo el automatismo fue la necesidad del incremento de la **productividad**, y con ello la precisión, la rapidez y la flexibilidad convirtiéndose estas en cuatro importantes variables.

Hacia 1942 surgió lo que podríamos llamar el primer control numérico verdadero, y que apareció como una necesidad impuesta por la industria aeronáutica.

El Control Numérico (CN) es un sistema que, incorporado a las máquinas-herramienta, automatiza y controla todos los movimientos de elementos de la misma. En general con un CN pueden controlarse:

- Los movimientos de los carros o del cabezal;
- El valor y el sentido de las velocidades de avance y de corte;
- Los cambios de herramientas, así como de piezas;
- Las condiciones de funcionamiento de la máquina.

Paralelamente, el Control Numérico se encarga de coordinar otras funciones que le son propias. Por ejemplo:

- Control de flujo de información;
- Control de la sintaxis de programación;
- Diagnostico de su funcionamiento, etc.

Toda la información necesaria para la fabricación de una pieza constituye el PROGRAMA, escrito en un lenguaje especial (código) por medio de caracteres alfanuméricos sobre un soporte físico.

De aquí que, en contra de lo que pudiera parecer, el "Control Numérico Punto a Punto" hiciera su aparición más tarde que el "Control Numérico en Contorneado". Después aparecería el "Control Numérico Para axial"

En 1960, también en el M.I.T. (Massachussets Institute of Technology), 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 (DNC).

En general, el incremento en la utilización de máquinas-herramienta con CN se debe a que un gran número de problemas, que se consideraban bien resueltos por los métodos de trabajo clásicos, pueden tener una respuesta ventajosa mediante la utilización de dichas máquinas.

1.4 EVOLUCIÓN DEL CONTROL NUMÉRICO

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

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

En la primera generación, la lógica de control estaba basada en tubos electrónicos y en redes. Esta era la tecnología de las primeras máquinas con CN.

En la segunda generación, en 1965, la lógica del control fue elaborada a partir de semiconductores: transistores, diodos y tiristores.

En la tercera generación, 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.

En la cuarta generación que está situada hacia los años de 1974-1975, los movimientos de la maquina fueron confiados a una computadora: en principio, una mini computadora, hoy día, una microcomputadora. Se ha llegado así a la lógica

por software o lógica programada conocida como la forma del CNC (Computer Numerical Control) o del control numérico con lógica programada.

La evolución del CNC se puede resumir de la siguiente manera:

1808

Joseph M. Jacquard utilizó tarjetas de latón perforadas para el control automático de telares. Había nacido el soporte de datos intercambiables para el control de máquinas.

1863

M. Fourniaux patenta el piano automático, mundialmente conocido como pianola, en el que una cinta de papel perforada de unos 30 cm. de ancho controlaba el aire comprimido para el accionamiento del teclado. Este método evolucionó de manera que posteriormente era posible controlar también la intensidad del sonido y la velocidad de proceso de la cinta de papel. Se iniciaba la historia del papel como soporte de datos de automatización y empezaba el control de las funciones auxiliares.

1938

Claude E. Shannon llega a la conclusión de que el cálculo rápido y la transmisión de datos sólo podrían realizarse en forma binaria mediante la aplicación del álgebra de Boole y que los interruptores electrónicos serían los únicos componentes realmente válidos. Se habían establecidos las bases de los ordenadores y CN actuales.

1946

Los doctores John W. Mauchly y J. Presper Eckert entregan al ejército americano el ENIAC, primer ordenador digital electrónico. Quedaba establecida la base del tratamiento electrónico de datos.

1949 - 1952

John Parsons y el M.I.T. (Massachusetts Institute of Technology) reciben el encargo de las fuerzas aéreas de los E.U.A. de desarrollar un sistema para controlar directamente la posición de los husillos de máquinas-herramientas mediante un ordenador y como prueba de su funcionamiento fabricar una pieza.

Parsons aportó las cuatro bases de esta idea:

1. Almacenar las posiciones calculadas de una trayectoria en tarjetas perforadas.

2. Leer las tarjetas perforadas automáticamente en la máquina.

3. Emitir continuamente las posiciones leídas y calcular internamente los valores intermedios adicionales.

4. Servomotores que pudieran controlar el desplazamiento de los ejes.

1952

En el M.I.T. funciona la primera máquina-herramienta controlada numéricamente, una Cincinnati Hydrotel de husillo vertical. El control, integrado por válvulas de vacío, permitía el movimiento simultáneo en tres ejes (interpolación lineal 3D) y recibía sus datos a través de cintas perforadas codificadas binariamente.

1954

Bendix había comprado la patente de Parsons y construyó el primer CN industrial, utilizando igualmente válvulas de vacío.

1957

Las fuerzas aéreas de E.U.A. instalaban en sus talleres las primeras fresadoras CN.

1958

Se presenta el primer lenguaje de programación simbólico (APT) junto con el ordenador IBM 704.

1960

Los CN basados en la técnica de transistores sustituyen a los controles de redes y válvulas.

1965

Los cambios de herramientas automáticas incrementan el grado de automatización.

1968

La Técnica de los circuitos integrados permite obtener controles más pequeños y confiables.

1969

Primeras instalaciones CNC en E.U.A.., mediante el Omnicontrol de Sundstrand y un ordenador IBM.

1970

Cambio automático de herramientas.

1972

Los primeros CN con miniordenador incorporado de series abren la nueva generación CN computarizados (CNC), que muy pronto fueron relevados por los CNC con microprocesadores.

1976

Los microprocesadores revolucionan la técnica CNC.

1978

Se realizan sistemas de fabricación flexible.

1979

Aparecen los primeros acoplamientos CAD/CAM.

1984

Los CNC de altas resoluciones, con ayudas a la programación apoyadas gráficamente, establecen unas nuevas bases con relación a la programación en el taller.

1990

Las interfaces digitales entre CN y los accionamientos mejoran la exactitud y el comportamiento de los ejes CN y del husillo principal.

1992

Los sistemas CNC abiertos posibilitan la personalización de los mismos, así como de sus mandos y funciones.

1993

Primera utilización estandarizada de accionamientos lineales en centros de mecanizado.

1994

Se cierra la cadena de procesamiento CAD/CAM/CNC mediante la utilización de las NURBS (Programa de Computo) como procedimiento de interpolación en CNC.

1996

Regulación de accionamientos digitales e interpolación fina con resoluciones en el campo submicrónico (menor a 0.001 μm) y avances hasta 100 m/min.

1.5 QUE SON CN y CNC

1.5.1 MAQUINA CN

El **CN** viene de la terminología técnica americana y es la abreviatura de Control Numérico, es decir, control mediante números. Muchas máquinas de nuestro entorno se accionan por control: manual, automático, programado a distancia, etc. En las máquinas de producción, la misión principal del control es realizar movimientos repetitivos, de modo rápido y preciso, de manera que se obtenga una producción en masa con calidad uniforme y casi sin intervención humana.

Estas máquinas son conocidas generalmente como autómatas. Su exponente máximo se define también como Sistemas de Transferencia o, más comúnmente, como línea de fabricación. Este concepto implica un conjunto de máquinas sucesivas donde cada una realiza un determinado trabajo sobre una pieza hasta que esta abandona, totalmente terminada, la última máquina de la línea. Con este tipo de arreglo no es posible realizar de forma rentable cambios flexibles, es decir, frecuentes, algo que es cada vez más importante.

Se hizo necesario un nuevo concepto de control, que cumpliera con las siguientes exigencias.

- Ninguna intervención manual en el proceso de elaboración.
- Programas de mecanizado de las piezas rápidamente memorizables.
- Ninguna leva ni interruptor de tope para las diferentes etapas de proceso.
- Dentro de lo posible, también desplazamientos de varios ejes simultáneos y exactamente definibles en sustitución de las plantillas de copia o palpadores.
- Un cambio rápido de herramientas, velocidades de avance y de giro.

Se buscaron máquinas programables, adaptables con rapidez y sin errores a tareas de mecanizados variables; controlables mediante números, puesto que todos los valores están representados por estos. En el caso de las máquinas-herramientas los valores numéricos se utilizan principalmente para el control de los desplazamientos relativos entre herramientas y piezas, que pueden obtenerse como datos de medida directamente del diseño. Otros valores numéricos definen avances directamente en milímetros por minuto o por revolución, la velocidad de giro del husillo en revoluciones por minuto, el número de las herramientas necesaria o las

instrucciones auxiliares para el cambio de herramienta o de pieza o para la aportación de refrigerante.

Estos valores numéricos, agrupados sucesivamente según la secuencia de mecanizado elegida, se denomina "Programa", y la elaboración y memorización de los datos "Programación".

La característica esencial de un control numérico es el control preciso, en la máquina, del movimiento relativo entre herramientas y pieza. Para ello, los parámetros de posición se introducen directamente como valores de medición en milímetros o pulgadas. Si la herramienta ha de recorrer una trayectoria definida para aproximarse a estas posiciones, por ejemplo, una recta inclinada o una trayectoria circular, el CN calcula todas las posiciones intermedias entre los puntos inicial y final.

La información necesaria para accionamientos adicionales de un proceso automático, también se programa de manera que tiene lugar un funcionamiento completamente automático sin intervenciones manuales. En los CNC se pueden memorizar varios programas CN y recuperarlos a voluntad.

En pocos años, los controles numéricos se han vuelto más reducidos y rápidos, con mayores movimientos y fáciles de manejar. Se han añadido muchas funciones y tareas para alcanzar un mayor grado de automatización. Los CNC, dotados de ordenador, aumentan notablemente la productividad de las máquinas que controlan y del hombre que las maneja.

1.5.2 MAQUINA CNC

Por **CNC** se entiende control numérico que incorpora uno o varios microprocesadores para la ejecución de funciones de control.

Las características externas de un CNC son la pantalla y el teclado.

El operario puede seguir el desarrollo del programa en la pantalla y hacer correcciones en caso necesario. Para proteger tanto al operario como a la máquina de daños por errores de manipulación de los mandos, las máquinas CNC modernas incorporan distintos sistemas de seguridad y supervisión.

Actualmente muchas máquinas-herramientas están dotadas de varios ejes principales y auxiliares y funciones de accionamiento controlados numéricamente. Los distintos tipos de mecanizados requieren, además, movimientos rápidos y precisos de la máquina.

El control numérico ha modificado considerablemente la estructura y el manejo de las máquinas, hasta el punto de que en muchos casos ya no es posible su manejo manual.

Si bien, todos los controles numéricos trabajan según el mismo principio, los distintos tipos de máquinas requieren también controles diferentes especialmente adaptados.

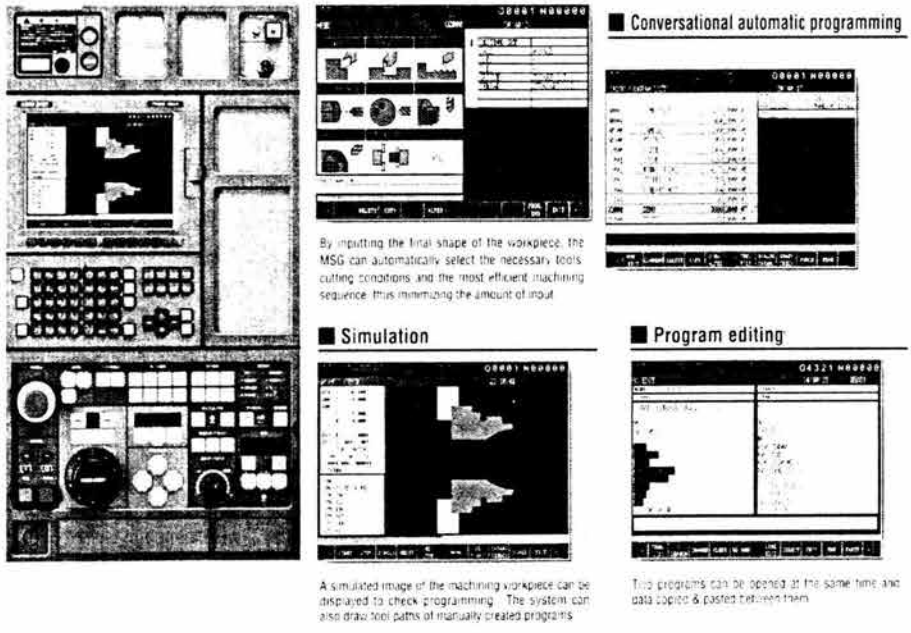


Figura No 1 Panel de control de un Torno CNC

1.6 ÁMBITO Y APLICACIÓN DEL CNC

Las tres variables fundamentales que inciden en la bondad de la Automatización son: productividad, precisión y calidad. De acuerdo con estas variables, vamos a analizar los distintos tipos de automatismo de acuerdo con el número de piezas que se han de fabricar.

1.6.1 VOLÚMENES DE FABRICACIÓN

a) Grandes volúmenes (>10 000 piezas)

Si el volumen es muy grande, el automatismo debe permitir el trabajo simultaneo de varias cabezas, permitiendo un rendimiento de trabajo muy elevado.

b) Volúmenes medios (entre 50 y 10 000).

Para resolver el problema de la fabricación de piezas dentro de estas series se utilizan hoy en día tres tipos de automatismo:

1. Copiadoras.

2. Controles programados numéricamente.

3. Controles numéricos.

La utilización de un automatismo u otro dependerá de la precisión flexibilidad y rapidez exigidas.

c) Volúmenes pequeños (> 5 piezas).

Para estos volúmenes, la utilización del control numérico no suele ser rentable, a no ser que la pieza fuera bastante compleja, y que pueda efectuarse su programación con ayuda de una computadora (programación automática).

1.6.2 COMPLEJIDAD DE LAS PIEZAS.

Se domina más fácil y mucho más rápidamente con máquinas CNC que con máquinas convencionales. Una vez determinado y programado un proceso, pueden repetirse con exactitud.

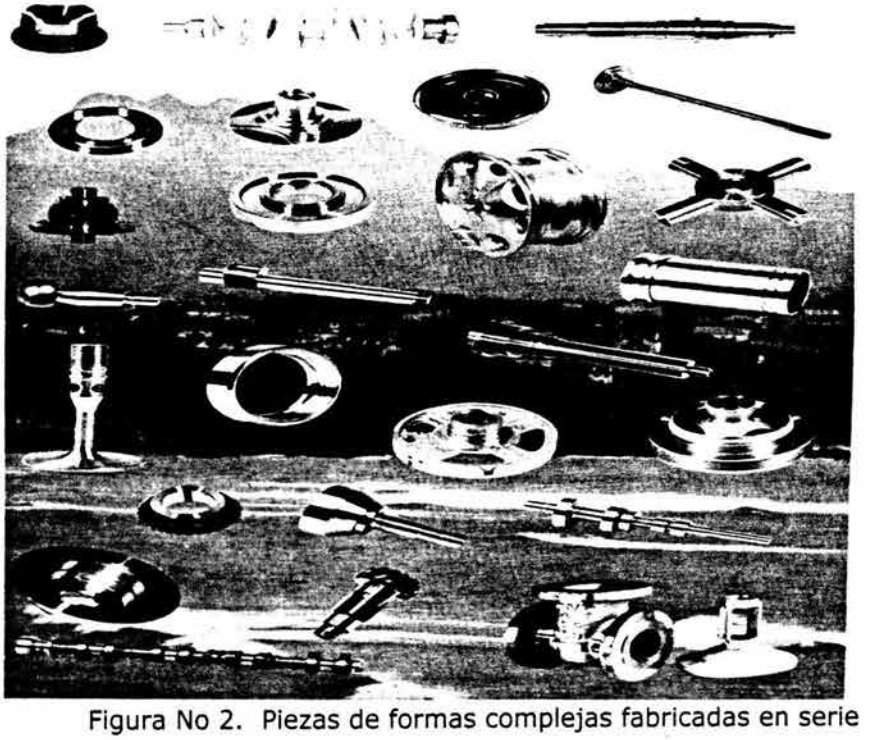


Figura No 2. Piezas de formas complejas fabricadas en serie

1.7 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL CNC

1.7.1 VENTAJAS DEL CONTROL NUMÉRICO

Entre las **ventajas** merecen citarse las siguientes:

- ***Posibilidad de fabricación de piezas con formas muy difíciles.***

- ***Precisión***. Esta ventaja se debe a los movimientos controlados electrónicamente mediante servomecanismos con los que no cuentan las máquinas clásicas.

- ***Reducción de los tiempos de ciclos operacionales***. Las causas principales de la reducción al mínimo de los tiempos superfluos son:

  - Trayectorias y velocidades más ajustadas
  - Menor revisión constante de los planos y hojas de instrucciones;
  - Menor verificación de medidas entre operaciones.

- ***Ahorro de herramientas*** Se ven influidos favorablemente en primer lugar por la optimización de los tiempos de funcionamiento. Además del ahorro en concepto de herramientas también se obtiene, como consecuencia, de la utilización de herramientas estandarizadas.

- ***Mayor repetibilidad de maquinado.*** Esto se debe a los servomecanismos que controlan electrónicamente las trayectorias de las herramientas.

- ***Controles de Calidad:*** Los Controles de calidad convencionales, requieren muchas mediciones y con frecuencia suponen mucho tiempo y son muy costosos. En la producción con máquinas CNC, gracias a la regularidad del proceso, se pueden reducir a comprobaciones por muestreo.

- ***Reducción del porcentaje de piezas defectuosas.***

- ***Reducción del tiempo de cambio de modelo.***

- ***Reducción del tamaño y tiempo de inspección.***

Aunque el CN se ha orientado fundamentalmente hacia máquinas-herramienta que trabajan por arranque de viruta, su utilización no queda

restringida a estas aplicaciones. A titulo ilustrativo, se mencionan diversos tipos de máquinas que trabajan conectadas a CN:

Taladradoras, fresadoras, Mandriladora, tornos, centros de maquinado, rectificadoras, punzonadoras, máquinas de electroerosión, Máquinas de soldar, máquinas de oxicorte, dobladoras, plegadoras, máquinas de dibujar, máquinas de trazar, bobinadoras, máquinas de medir por coordenadas, manipuladores, robots, etc.

1.7.2 DESVENTAJAS DEL CONTROL NUMÉRICO

Entre las desventajas, pueden citarse las siguientes:

- ***Maquinaria Costosa.***
- ***Capacitación continua.***
- ***Refacciones con un alto costo.***
- ***Mantenimiento especializado.***

1.8 CLASIFICACIÓN DE LAS MAQUINAS HERRAMIENTAS CON CNC

1.8.1 GENERALIDADES

La influencia del Control Numérico en la construcción de máquinas-herramientas en el transcurso de 30 años, lleva al rediseño y al desarrollo de dispositivos mecánicos de automatización adicionales. La máquina CN, es actualmente la pieza básica de las instalaciones de producción moderna y flexible. Para satisfacer las elevadas exigencias de éstas, se ha de disponer de funciones específicas de control para cada tipo de máquina.

En un principio, no existían máquinas apropiadas para CN, dado que aún no se conocían las exigencias adicionales que resultarían para la incorporación de un control numérico, a una máquina diseñada para un funcionamiento convencional, ni las variaciones en la construcción que se derivarían de ello en el transcurso de pocos años. Inicialmente se recurrió a las fresadoras y los tornos, dotados ya de controles de programa o dispositivos de copiado y se les incorporaron sistemas de medición y accionamiento para su funcionamiento con CN. La experiencia acumulada en unos pocos años, condujo a una nueva generación de máquinas: las

máquinas CN. Las características típicas de esta máquina y sus periféricos esenciales son los siguientes:

- Montaje
- Cambiador de herramientas
- Cambiador de piezas
- Sistemas de supervisión
- Denominación de ejes

1.8.2 TALADRADORAS

Todas las taladradoras tienen dos características constructivas comunes:

- Un cabezal de husillo con husillo de taladro vertical, que aloja la herramienta y ejecuta el movimiento de avance (eje vertical Z).
- Una bancada sobre la que se sujeta la pieza, respecto a los ejes X y Y, debajo del husillo de taladrado.

La presión del taladro necesaria se dirige verticalmente sobre la bancada, con la ventaja de que la pieza resulta fuertemente sujeta sobre la mesa, evitándose desviaciones horizontales de la misma, del dispositivo o de los accionamientos de los ejes.

Las taladradoras son especialmente apropiadas para el mecanizado de piezas planas, tanto con cabezales de uno o varios husillos.

En las versiones más sencillas, la taladradora CN dispone sólo de una mesa de coordenadas con CN. La profundidad de taladrado se prefija mediante topes mecánicos o accionadores de levas. En este tipo de máquinas el ciclo de taladrado se inicia una vez realizado el posicionamiento, mediante la señal de "mesa en posición", que se emite mecánica o eléctricamente sin participación del CN.

Una vez finalizado el proceso de taladrado, se indica al CN (husillo arriba), con lo que puede empezar el siguiente posicionamiento.

Una primera ampliación, que requiere mayor inversión, es el cambio automático de piezas, que hacen posible limitar las tareas del operario, a meras funciones de supervisión y realizar una mecanización realmente automática.

Además, se han de tener en cuenta otras dos fases de ampliación adicionales en máquinas y control:

Selección programable de avance y de la velocidad de giro del husillo. Sólo así es posible conseguir la adaptación óptima a las condiciones de corte para la herramienta elegida y la pieza a mecanizar, sin necesidad de intervención manual.

En esquemas de taladros simétricos respecto a los ejes, la ampliación <espejo> sirve para simplificar la programación. Los mecanizados que se repiten entre espejos, entre otro cuadrante pueden mecanizarse sobre uno o dos ejes.

Los CNC de altas capacidades permiten también el giro y la rotación en un ángulo programado y el aumento o reducción a escala del esquema de taladrado.

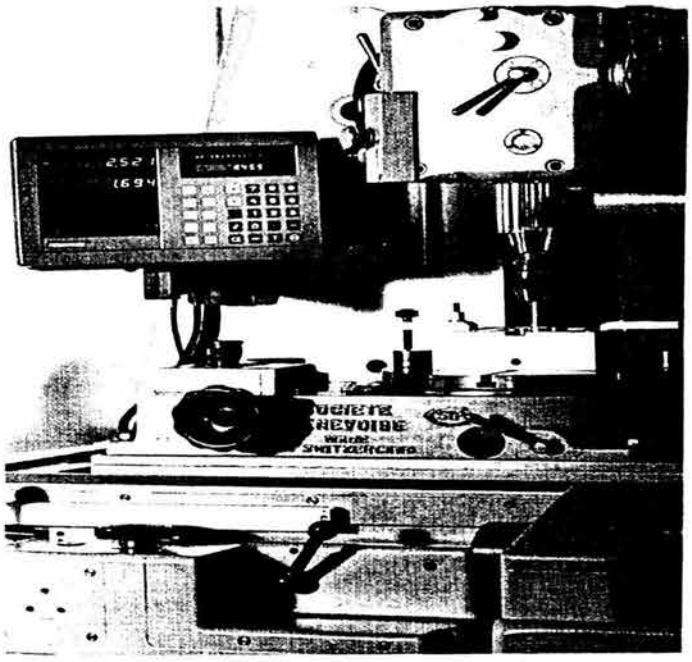


Figura No.3 Taladrora vertical con CNC

1.8.3 MANDRINADORAS

Se trata en general de grandes máquinas con husillo principal horizontal, por el gran tamaño de las piezas también se hace imposible el cambio de estas automáticamente. Cada una de ellas se prepara, se sujeta y se mecaniza por separado.

Con el transcurso del tiempo también las piezas grandes y sus mecanizados han aumentado su complejidad, y los controles han pasado a ser más completos.

Por ello, en la actualidad se dota a las Mandriladora de controles de trayectoria en los que ocasionalmente pueden coincidir hasta siete ejes CN simultáneos.

Para mecanizados especiales se dispone de ciclos específicos que se recuperan en la pantalla, incorporan parámetros y son modificables en caso necesario. Es importante también que el manejo del control sea sencillo para poder detener sin problemas un programa en desarrollo y continuarlo más tarde o por el cambio de herramientas gastadas.

El CNC debe ofrecer al usuario la posibilidad de elaborar por sí mismo subprogramas específicos como gráficos auxiliares.

Como sistemas de medición se utilizan normalmente escalas lineales, con compensación de errores de escala en el CNC, en caso de necesitarse mayor exactitud.

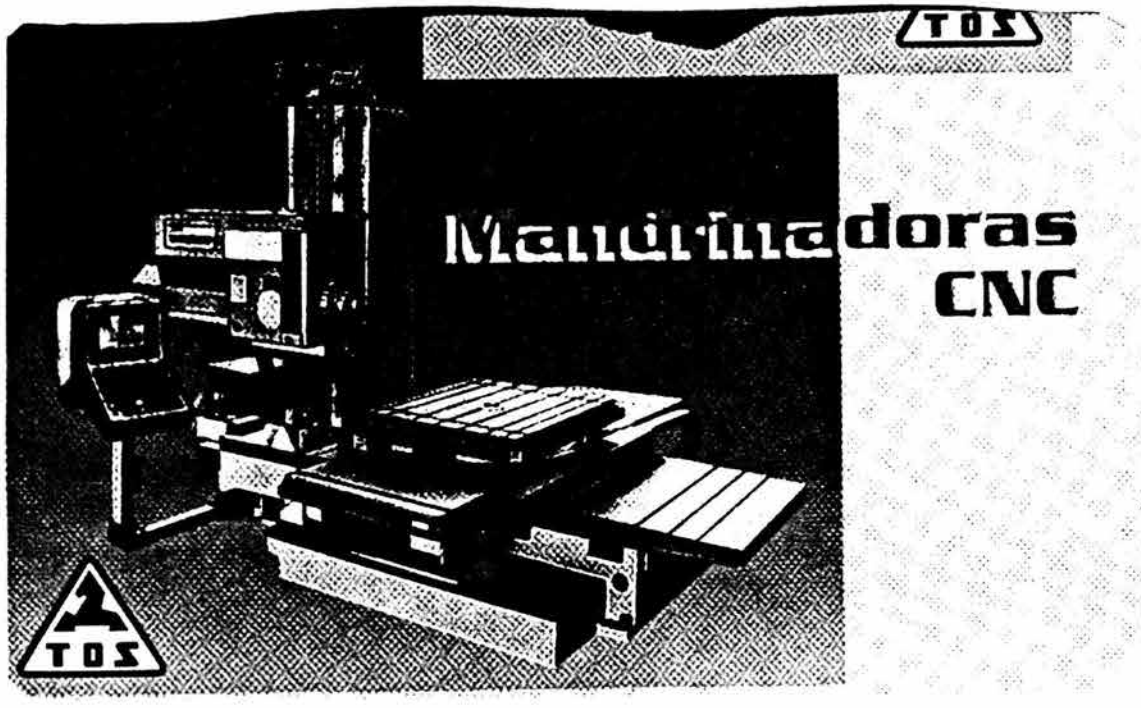


Figura No. 4 Mandrinadora CNC

1.8.4 FRESADORAS

Hasta los tamaños medios, la diferencia entre fresadoras y centros de mecanizado es, hoy en día, prácticamente inapreciable. La mayoría de fabricantes dota a sus fresadoras de los mismos componentes de automatización, como almacén de herramientas con pinzas de cambio, cambiador de piezas, husillo

horizontal/vertical, CNC con funciones idénticas y varios ejes CN simultáneos. En las máquinas grandes, sin embargo, las diferencias se hacen más notables.

Entre las funciones CNC imprescindibles se encuentran la compensación de longitud de herramienta y de diámetro de fresa, la supervisión automática o programable de las herramientas y, en muchos casos, la compensación de errores de temperatura. Es también importante la comodidad de utilización del CNC, para que los reiniciós posteriores a interrupciones, la entrada de datos y el manejo en su conjunto no se conviertan en un problema.

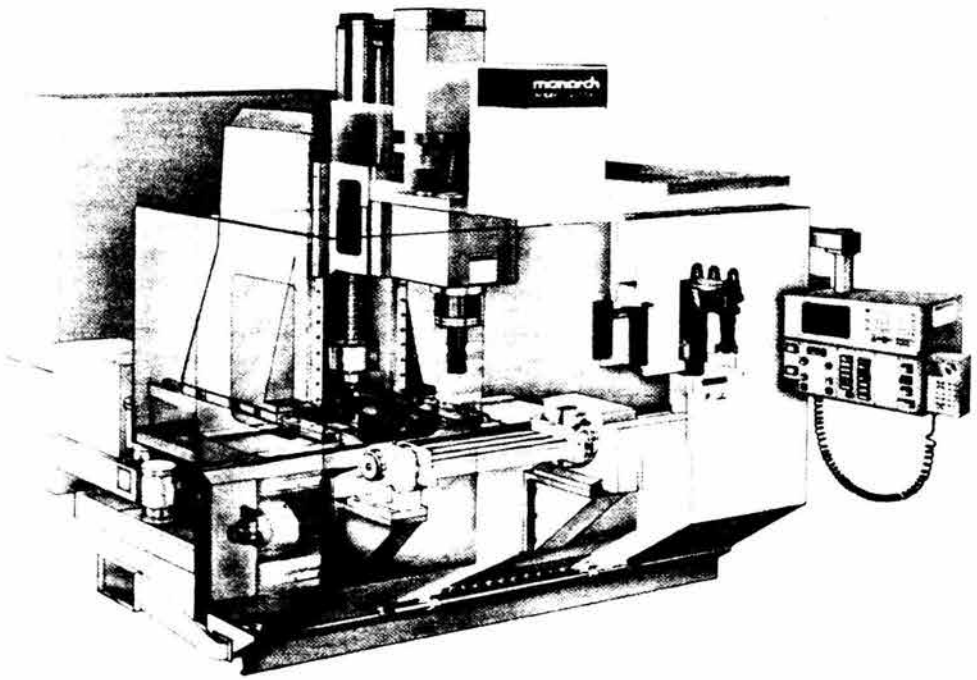


Figura No. 5 Fresadora con CNC

1.8.5 TALLADORAS DE ENGRANES

Para alcanzar la relación adecuada de velocidad de giro entre piezas y herramienta, para cada dentado era necesario calcular varias relaciones de transmisión, cambiar en la máquina varías ruedas de cambio y determinar las trayectorias por cálculo o empíricamente.

En las talladoras de engranes controladas numéricamente, el CN asume todas estas tareas. Para ello son necesarios hasta seis ejes CN (X,Y,Z,A,B,C) y un dispositivo electrónico para sincronizar los giros de la fresa y de la pieza. Se pueden obtener también varios dentados diferentes en una pieza con un solo ciclo.

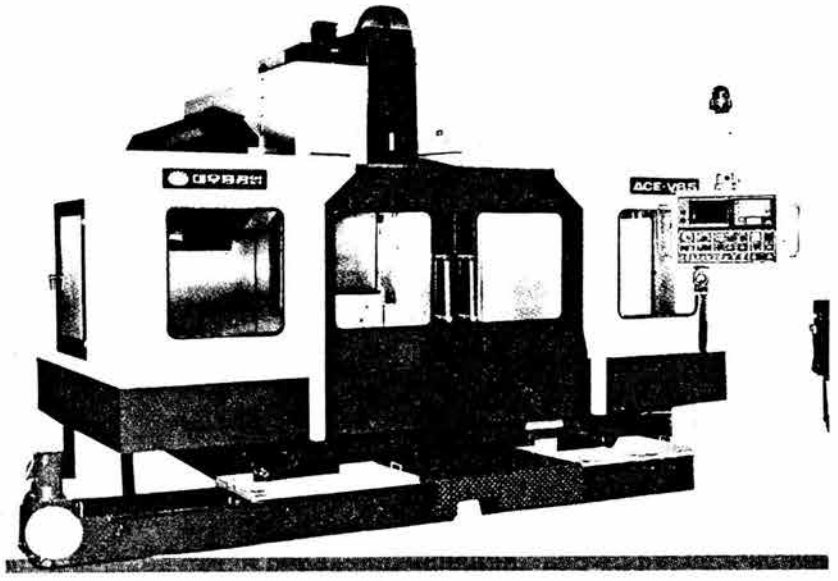


Figura No. 6 Talladora de Engranes con CNC

1.8.6 CENTROS DE MECANIZADO

Por centro de mecanizado se entiende una máquina de Control Numérico de por lo menos tres ejes para fresado y taladrado que puede realizar todas las tareas de arranque de viruta en al menos cuatro lados de una pieza cúbica, sin intervención manual. Un dispositivo automático de cambio de herramienta aporta sucesivamente todas estas, según lo indica el programa de control, desde un almacén hasta el husillo y las devuelve al almacén una vez utilizadas. Si también se transportan automáticamente las piezas en bandas automáticas, nos encontramos ante líneas de fabricación.

El centro de mecanizado se encuentra entre las máquinas CN típicas y surgió, naturalmente, con la introducción de CN.

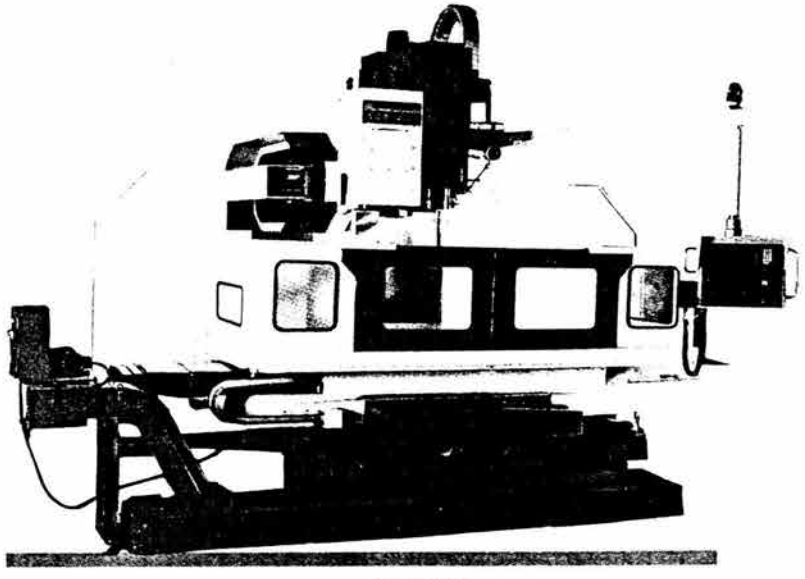
Las características típicas del centro de mecanizado son:

- Tres ejes CN lineales y una mesa giratoria.
- Se pueden realizar todas las tareas de arranque de viruta, taladrado, mandrilado, roscado, y mediante dispositivos auxiliares, fresado de contornos, fresado oblicuo y roscado con casquillo. Las velocidades de giro y avance deben de ser programables independientemente para cada herramienta.

- Las herramientas están alojadas en un almacén comunicado con la máquina, donde el programa las busca automáticamente y las introduce en el husillo de trabajo. Los almacenes más utilizados son los de cadena, plato y casete.

- Los dispositivos para el cambio de piezas adicionales, normalmente en forma de cambiadores de palets, acortan los tiempos muertos por manipulación.

- Los centros más complejos disponen de dispositivos adicionales como una segunda mesa circular, un dispositivo para el giro de la pieza o un cabezal de herramienta horizontal/vertical ajustable a cualquier ángulo.



ACE-V85

Figura No. 7 Centros de Maquinado

1.8.7 PUNZONADORAS Y TROQUELADORAS

Las Punzadoras y Troqueladoras mecanizan hasta un espesor de 12 mm y superficies hasta de 2 x 3 m. Al troquelar, el molde de estampado produce perforaciones hasta un diámetro de aproximadamente 100 mm. Se utilizan matrices de estampado cuando se han de producir cortes que, por su elevado número y pequeñas dimensiones es más racional obtenerlos troquelando que punzonando.

Para punzonar se utiliza una pequeña estampa redonda. La plancha se desplaza, paso a paso, sobre un eje excéntrico en una pequeña proporción del

volumen de la estampa, tan pronto como esta ha emergido de la plancha. Con una cadena hasta de 400 carreras por minuto, se punzona una huella en la plancha.

Una primera mejora fue aportada por las casetas de herramientas que posibilitan la extracción y posicionamiento simultáneo de las tres piezas entre 6 y 12 seg. En comparación con esto, un almacén de herramientas adicional con cambio automático de estas tarda entre 4 y 7 seg. y aporta poca ganancia de tiempo. En la misma máquina se puede, mediante un dispositivo adicional adecuado, volver a fresar los contornos punzonados y tallar roscas en los taladros previamente punzonados en una misma sujeción. La posterior separación de la plancha de las piezas mecanizadas evita, además, la utilización de cizallas percutoras.

Figura No. 8 Punzonadoras con CNC

1.8.8 MAQUINAS DE MECANIZADO POR LÁSER (LUZ MEDIANTE UNA RADIACIÓN ESTIMULADA DE ELECTRICIDAD)

El corte por láser es una especie de oxicorte fino donde un chorro de luz invisible lleva el material a la sublimación y aprovechando la reacción exotérmica con el gas de corte, separa planchas de hasta unos 6mm de espesor. Respecto al procedimiento de oxicorte habitual el corte por láser presenta las siguientes ventajas:

- Hendidura de corte muy estrecha, de 0.2 a 0.4mm.
- No se producen curvaturas de carros en la superficie de la plancha.
- No se producen curvaturas de cantos en la superficie de la plancha.
- Alta velocidad de corte, escasa rugosidad y cortes paralelos.
- Aplicación sin problemas en planchas delgadas.

El corte por láser también presenta grandes ventajas con respecto a los procedimientos mecánicos de corte como troquelado y punzonado.

- No se necesitan herramientas ni aplicación de fuerza.
- No hay secuelas en las piezas debidas a esfuerzos mecánicos.
- Se pueden corregir hendiduras de corte estrechas.
- Velocidad de corte más elevada que en el punzado.
- Menor rugosidad que en el punzonado.
- Nivel sonoro menor que en el punzonado.

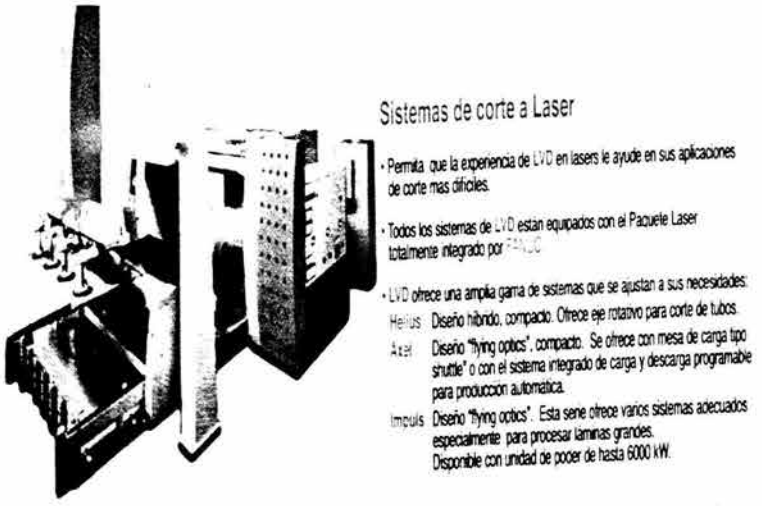


Figura No. 9 Cortadoras con Láser

1.8.9 TORNOS

Inicialmente los científicos no concedieron gran importancia al torno CN. El motivo era que este tipo de máquinas ya estaba bastante automatizado mecánicamente, así que no podía tener sentido intentar mejorar este alto nivel de automatización. Pero los sabios erraron; en poco tiempo los tornos CN eran el tipo de máquina CN más solicitado. Durante varios años, constituyeron más del 50% del total de máquinas CN fabricadas. También influyo en ello que las máquinas CNC actuales tuvieran cada vez más accesorios y fueran más productivas, por lo que se necesitaba cada vez menor número para alcanzar la misma producción.

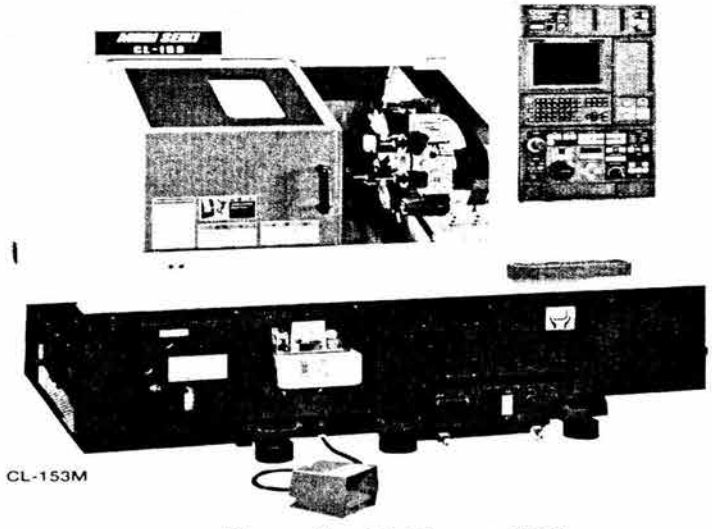


Figura No. 10 Tornos CNC

1.8.10 RECTIFICADORAS

Durante mucho tiempo las rectificadoras eran utilizadas especialmente en la construcción de moldes, modelos y plantillas. Las cada vez mayores exigencias sobre exactitud y precisión, también en el caso de piezas pequeñas, hacen que las rectificadoras sean cada vez más importantes, incluso en la producción en masa. Por ello la mejora de la flexibilidad y la rentabilidad mediante CN se ha convertido en tema dominante también para las rectificadoras.

En este sentido se desarrollaron el cambio automático de muelas de rectificado y de piezas, y los centros de rectificado universales más modernos pueden utilizar otras herramientas antes de proceder al rectificado, para mecanizar toda la pieza en un solo ciclo. Según el acabado y el campo de aplicación se distinguen rectificadoras para:

- Rectificado plano.
- Rectificado circular.

- Rectificado de moldes.
- Rectificado de perfiles.
- Rectificado de herramientas.
- Rectificado de contornos.

Todas estas máquinas utilizan una muela de rectificado giratoria, pero las estructuras de las distintas maquinas son diferentes. Hay una característica determinante en todos los tipos de rectificado: se requieren condiciones elevadas de precisión, calidad, superficial y exactitud.

El número de ejes a controlar es muy variable. Puede ir desde dos ejes en máquinas sencillas para rectificadoras circulares o de contornos hasta nueve o más en rectificados especiales. Al igual que los tornos, las rectificadoras circulares deben disponer de 2 ejes CN para mecanizar simultáneamente contornos exteriores e interiores.

Las rectificadoras planas, cuya estructura es similar a la de las fresadoras de bancada, disponen casi siempre de tres ejes de CN, ocasionalmente también de dos o tres ejes adicionales para el dispositivo de extracción independiente. En este caso las piezas por mecanizar no son siempre planas, sino que pueden ser también cóncavas o convexas en dirección X o Y.

Las rectificadoras de herramientas disponen de al menos cinco ejes de control numérico con interpolación simultánea.

A diferencia de otros procesos de fabricación, la optimización de la tecnología del mecanizado como la del proceso de rectificado tiene una importancia capital. Por ejemplo, los puntos de inversión al pasar del desbaste a acabado y a acabado fino, y los tiempos de abrasión en función del material y de la muela, deben poderse modificar rápidamente y sin problemas y sin interrumpir la mecanización en curso.

Durante mucho tiempo, los fabricantes de CN no tomaron en cuenta la problemática concreta del rectificado. Debido a ello, tenían que optar por la creación de desarrollos propios, con todos los problemas de inversión y mantenimiento que ello implica. Mediante el desarrollo continuo y la especialización, algunos de estos controles especiales se han impuesto y mantenido en el mercado hasta nuestros días.

El Reafilado de la muela de rectificado tiene lugar en periodos que no se fijan por programa, pues están en función del desgaste de la muela. Para ello, se pasa

un diamante sobre la muela una o varias veces. El CNC tiene que reajustar el sistema automáticamente según la magnitud del Reafilado, para aumentar la velocidad de giro en función de la disminución del diámetro de la muela.

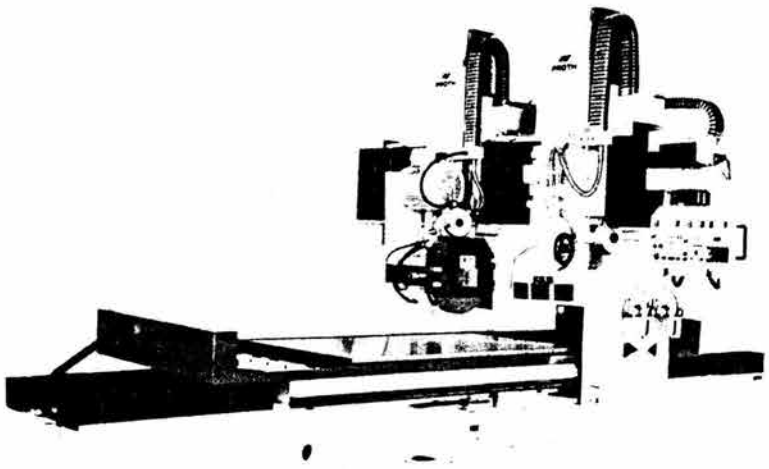


Figura No. 11 Rectificadora con CNC

1.8.11 DOBLADORA DE TUBO

Existen numerosas aplicaciones en las que son necesarios tubos con una o más curvaturas, por ejemplo:

- En la construcción aeronáutica para las bases de sustentación, propulsión, timones y frenos.
- En la construcción de máquinas para instalaciones hidráulicas, neumáticas, intercambiadores de calor.
- En la construcción de vehículos para tubos de escape, tubos de llenado de depósitos, bases de asientos.
- En la construcción de electrodomésticos para dispositivos de refrigeración o calefacción.
- En equipos deportivos, juguetes o mobiliario de jardín, por citar sólo algunos ejemplos.

Para estas piezas se necesitan exactitudes de +/- 0.1° en los ángulos de curvatura y de torsión, y de +/- 0.1 mm en las distancias entre los distintos arcos.

Para poder cumplir estas exigencias a pesar de las tolerancias relativamente grandes de los tubos y las distintas constantes elásticas, es necesaria la introducción de un valor de corrección adicional para cada paso de programa relativo a posición longitudinal, ángulo de curvatura y ángulo de tensión.

La introducción del programa de curvado en la memoria del CN se realiza por teclado o medio portátil de almacenamiento.

La realización de un programa de curvado puede tener lugar de distintas formas:

- Con un dibujo de curvado de piezas que ya contenga los datos del curvado.
- A partir de una muestra curvada o una plantilla a la que se adapta el tubo curvado.
- Por medición de una muestra curvada o de un modelo de alambre mediante una máquina de medición de tubos especial, que calcula y elabora el programa de curvado completo.

Para la fabricación completamente automática, pueden incorporar almacenes de alimentación, posicionamiento de costuras para la soldadura y dispositivos de expulsión del tubo terminado, de manera que en estos casos es posible atender varias máquinas simultáneamente.

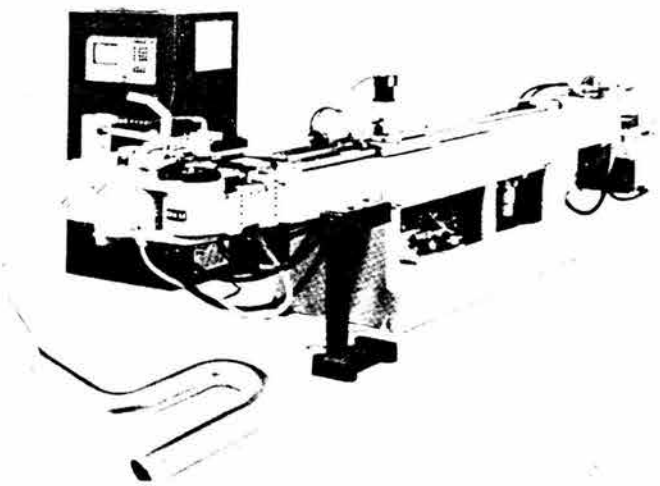


Figura No. 12 Dobladora de Tubo CNC

1.8.12 MAQUINAS DE ELECTROEROSIÓN

La electroerosión cuanta actualmente entre los procedimientos de fabricación más importantes para la elaboración de herramientas de troquelado, inyección y prefusión, moldes de presión y de soplado, y matrices de extrusión y de estampado.

Los procedimientos de mecanizado por electroerosión se dividen en electroerosión por hilo y por penetración. Su aplicación se ha asentado especialmente cuando las piezas a mecanizar presentan las siguientes peculiaridades:

- Formas complicadas.
- Elevada resistencia del material.
- Mecanizado manual problemático.
- Ausencia de otras posibilidades de mecanizado automático.
- Necesidad de elevada exactitud.

El procedimiento de electroerosión se basa en el efecto físico de la evaporación de partículas superficiales mediante descargas eléctricas entre un ánodo y un cátodo.

Este proceso es considerablemente más largo que el arranque de viruta con una herramienta de corte, pero resulta rentable dada la posibilidad de utilizar las máquinas para el mecanizado de piezas complicadas independientemente de su dureza y durante las 24 hrs. del día sin supervisión.

La instalación y el funcionamiento de una máquina de electroerosión exigen una alta calidad de los operarios. Esto significa que un trabajador calificado necesita una formación adicional de varias semanas para dominar las particularidades de la erosión. Ello se desprende también del hecho de que el proceso de erosión no permite observar directamente el punto concreto en el que se produce la mecanización. A diferencia del mecanizado por arranque, el operario tiene que ajustar el mecanizado según unos parámetros eléctricos abstractos no habituales y supervisar su desarrollo mediante instrumentos.

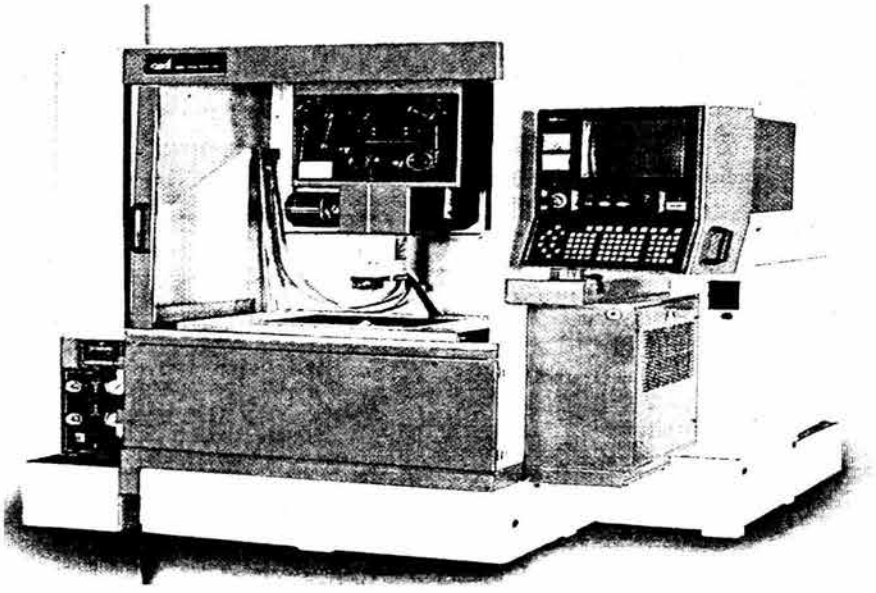


Figura 13. Electroerosionadora de hilo

1.8.13 MAQUINAS DE MEDICIÓN

La introducción en el taller de mecanizado de máquinas-herramientas controladas numéricamente requiere normalmente de cambios en el área de control de calidad.

Debido al continuo cambio se tiene que dimensionarse piezas sencillas como complejas con elevadas exigencias de calidad. En ocasiones la máquina de medición se utiliza sólo para distinguir entre PIEZAS BUENAS y RECHAZOS, en otros casos debe suministrar los datos de corrección al proceso de fabricación.

Los tiempos de medición deseables están en función de la geometría de la pieza, alrededor del 30 al 100% de los tiempos de mecanizado, para poder realizar las correcciones eventualmente necesarias rápidamente y evitar una detención innecesaria de las máquinas.

Sólo las máquinas de medición CNC, dotadas de los accesorios necesarios para esta tarea de medición especial, satisfacen las once condiciones más importantes que se exigen de un proceso de medición automático a saber:

- Palpador de medición universal para varias direcciones de eje.
- Introducción de programas de medición sin interrupciones.

- Alta velocidad de medición, es decir, velocidad de ajuste hasta 3 m/min y posicionamiento preciso en relación con la resolución, rápida recogida de los valores de coordenadas después del palpado.

- Gran exactitud de medición.

- Reducción de puntos de medición o de repeticiones para aumentar la exactitud de la misma.

- Cambio rápido a tipos distintos de piezas.

- Los datos de medición recuperados han de permitir sin transformación la valoración rápida y segura de la calidad de fabricación y ser utilizables para correcciones.

- Los programas de medición para nuevos tipos de pieza han de ser realizados con rapidez.

- Evitar los errores sistemáticos de medida.

- Diseño de la máquina orientado al futuro, es decir, tolerancias de precisión, sistema de palpado universal, posibilidad de aplicación a tareas de medición especiales, así como un software fácilmente adaptable para el control y la evaluación de datos y, por último pero no por ello menos importante, la posibilidad de elaborar programas informáticos adaptados a aplicaciones concretas.

- Protocolos de medición elaborados e impresos automáticamente, que son más fiables que los elaborados manualmente, con lo que pueden evitarse las tareas posteriores de evaluación.

El cabezal palpador es el elemento más importante de cualquier máquina de medición tridimensional y determina la exactitud de medición y la universalidad de su aplicación.

Para que la máquina de medición pase de la operación de medir a la de programar, el programa de trabajo debe de ser intercambiable, el control ha de disponer de una memoria de datos los suficientemente grande y la velocidad del ordenador ha de ser la suficiente para realizar la gran cantidad de operaciones de cálculo en un tiempo reducido.

Figura 14. Maquina de Medición

1.9 DIFERENCIAS ENTRE MÁQUINAS HERRAMIENTAS Y DE CONTROL NUMÉRICO

Existen varias diferencias entre las máquinas de control numérico y las máquinas herramientas comunes. La primera diferencia notable de la máquina convencional, es que el operario especialista es quien estudia el diseño de la pieza y controla la máquina en función de sus conocimientos, experiencia y habilidad. En la máquina herramienta convencional, la calidad del mecanizado y el tiempo requerido dependen de las aptitudes del operario. Por ello las piezas producidas varían de día a día, de pieza a pieza y con el cambio de operario.

Esta dependencia queda prácticamente eliminada en la máquina CN. El control de los desplazamientos y funciones de la máquina, están controlados mediante un programa que permanece invariable día a día con el cual con cualquier operario la producción sale con la misma calidad desde la primera pieza hasta la última.

Las máquinas CN son autómatas de la producción libremente programables y especialmente adecuadas para la automatización de la producción en series pequeñas y medianas. Su ventaja esencial está en la posibilidad de cambiar rápidamente a otros programas de mecanizado sin intervención manual ni modificaciones en la máquina

Las ventajas en las máquinas CN se pueden apreciar mediante:

- Introducción, de manera repetitiva y procesamiento sin cambios de programas memorizados y comprobados.

- Introducción directa de las dimensiones de las piezas o desplazamiento de herramienta, denominados informaciones geométricas y de trayectoria.

- Ausencia de limitaciones mecánicas de trayectoria.

- Posibilidad adicional de introducción de informaciones tecnológicas como velocidad de avance, revoluciones del husillo o aportación de refrigerante.

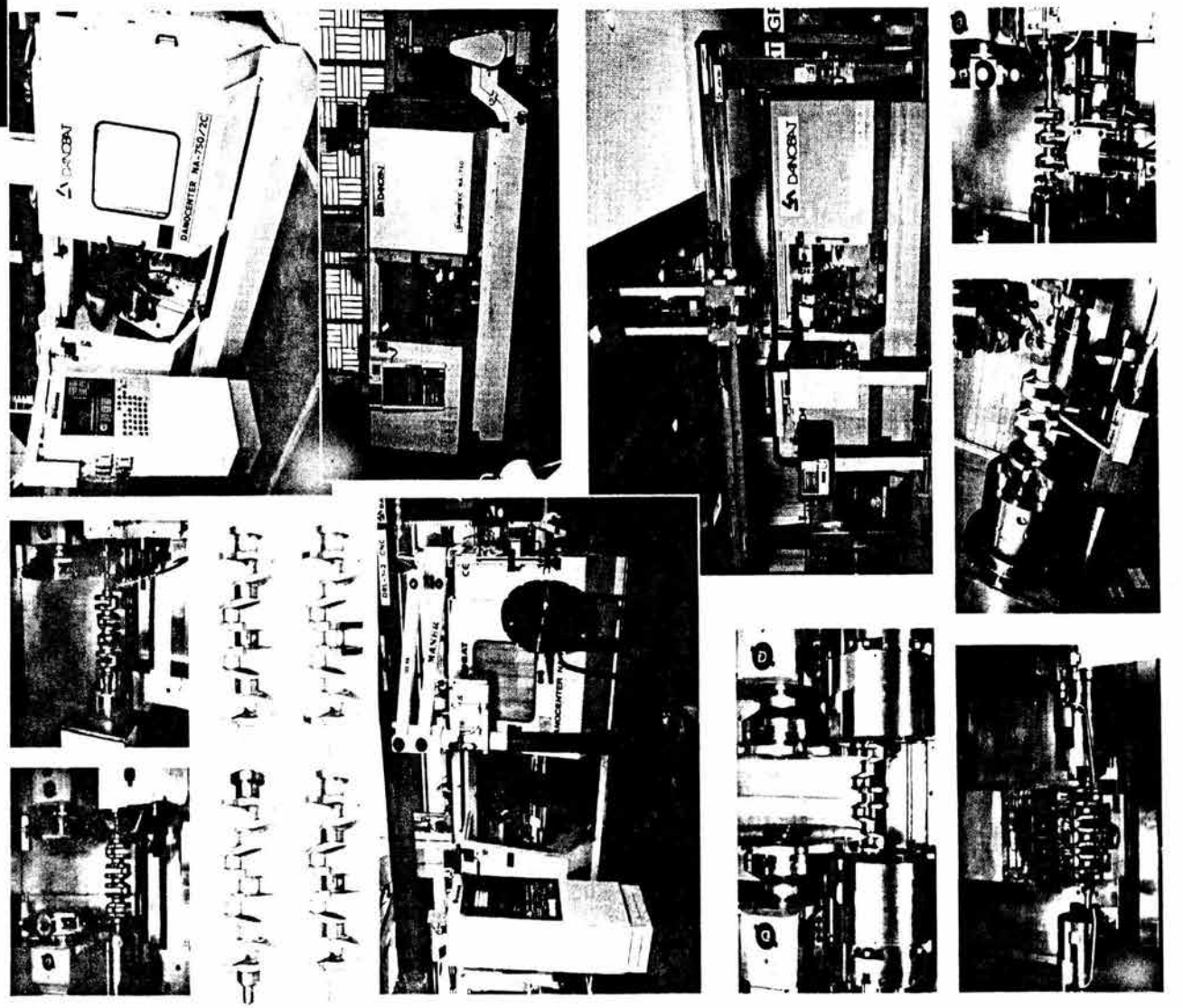
Control de todas las funciones adicionales de la máquina, como el cambio automático de la herramienta o de la pieza, accionamiento de dispositivos de amarre o ciclos de medición para el control de rotura de la herramienta.

Recuperación programada de valores de corrección memorizados para distintas longitudes de herramienta.

Las características técnicas de una máquina CN son los sistemas de medición de alta resolución, precisión y valoración electrónica, además de los accionamientos regulables por eje.

No existen volantes ni palancas, ya que son sustituidos por motores o accionamientos hidráulicos, que permiten un funcionamiento completamente automatizado sin intervenciones manuales. En principio, actualmente cualquier tipo de máquina puede ser controlada numéricamente. Si bien el principio básico es siempre el mismo, los distintos tipos de máquinas se diferencian considerablemente entre sí. Por ello son también distintas las exigencias requeridas de los respectivos controles numéricos, que no pueden ser cubiertas por un control estándar universal.

II. EL TORNO DE USO INDUSTRIAL



2.1 GENERALIDADES

El torno es entre las máquinas-herramientas, una de los más conocidas, y una de las más primitivas. Sin el torno no hubiese sido posible el gran progreso industrial de este último siglo.

Su historia se remonta a la antigüedad, ya que los egipcios lo representaron repetidamente en sus monumentos.

Los griegos lo utilizaron especialmente para fabricar vasos, los latinos para labrar la madera, el hueso y el marfil.

Los alfareros de la edad media, trabajaron el estaño y la arcilla en tornos especiales y muy rudimentarios, los cuales fueron llamados así: " Tornos de alfarero".

En el torno primitivo se puede apreciar un funcionamiento muy sencillo, pero no por esto deja de ser de gran ingenio, en este torno sé hacia girar una pieza sujetada entre dos árboles, llamándolo "TORNO DE ÁRBOL", en el cual la rama flexible es utilizada como medio de accionamiento.

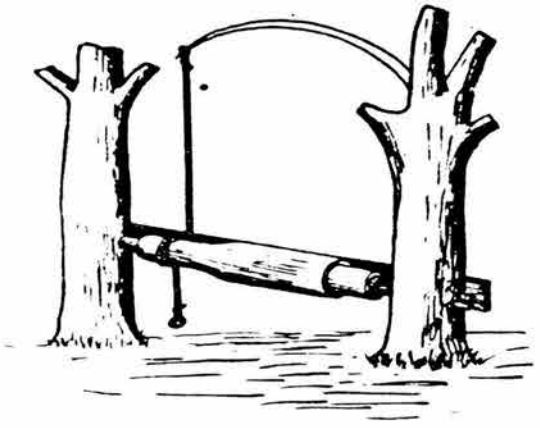


Figura 15. Torno de Árbol

Este torno fue evolucionando de tal forma que el accionamiento se sustituyo por una pala de madera y la maquina resultante ya totalmente con varias piezas se denominaría "Torno de pala o torno de pértiga".

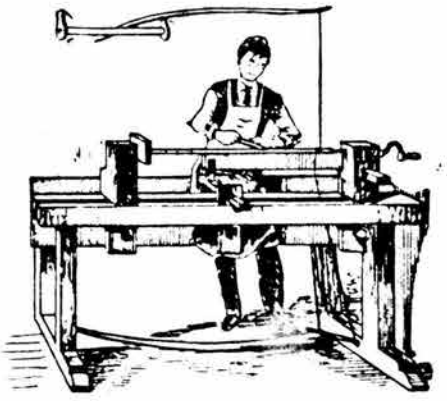


Figura 16. Torno de Pértiga

El torno antiguo más perfeccionado fue construido por el francés Jacques Berson, en 1569. Esta máquina provista de un husillo de madera, permitía roscar.

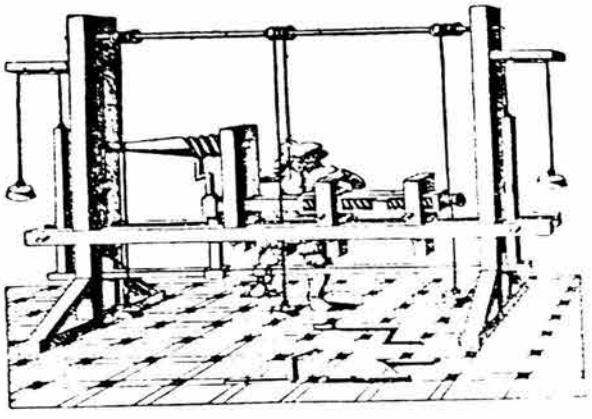


Figura 17. Torno Berson

En 1794 el ingles Henry Maudlay construyó el primer torno práctico para filetear. Fue Maudlay quien ideó y construyó el dispositivo para roscar mediante el husillo patrón y las ruedas de engranaje intercambiables, equipado también con un carro portaherramientas que se desplazaba longitudinalmente.

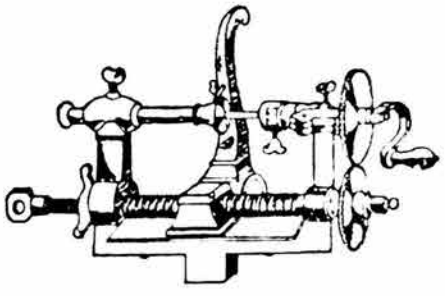


Figura 18. Torno de Roscar

Finalmente el primer torno para cilindrar fue construido en 1830 por un industrial de origen escocés y establecido en América. John Rea era el nombre de este ingenioso industrial. En esta máquina, el carro longitudinal o inferior estaba accionado por una cadena que es de donde surge su nombre: "TORNO DE CADENA". La bancada estaba formada por dos largos tablones apoyados sobre robustos pies, también de madera. Este Torno con el cual terminamos esta breve reseña histórica continuo en servicio hasta 1875, época en que aparecieron las primeras bancadas de fundición. Según parece, fue este el primer tipo de torno paralelo técnicamente utilizado antes de llegar a la concepción de toda la gama de maquinas de tornear, que hasta nuestros días no han cesado de perfeccionarse.

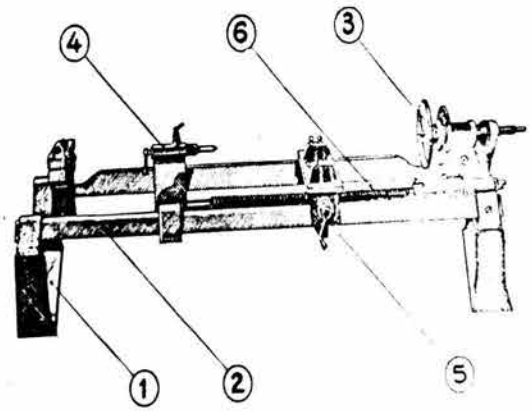


Figura 19. Torno de Cadena (1. Pie; 2. Bancada prismática; 3. Cabezal fijo; 4. Contrapunto; 5. Carro; 6. Husillo patrón)

Gracias a los adelantos en el diseño del torno, ha dado como resultado el desarrollo y manufactura de productos de uso cotidiano.

2.2 CLASIFICACIÓN DE LOS TORNOS

La clasificación de los tornos puede establecerse según la importancia de las piezas que se han de trabajar y él genero de los trabajos que en los mismos pueden ejecutarse.

De una manera somera vamos a enunciar las principales características que cada clase de torno debe presentar.

2.2.1 TORNOS DE TALLER

Los tornos de taller más prácticos que se emplean son:

- **EL TORNO PARALELO**: Este torno sirve para cilindrar y roscar, trabaja la pieza situada horizontalmente, es de los más utilizado gracias a la universalidad de sus movimientos.

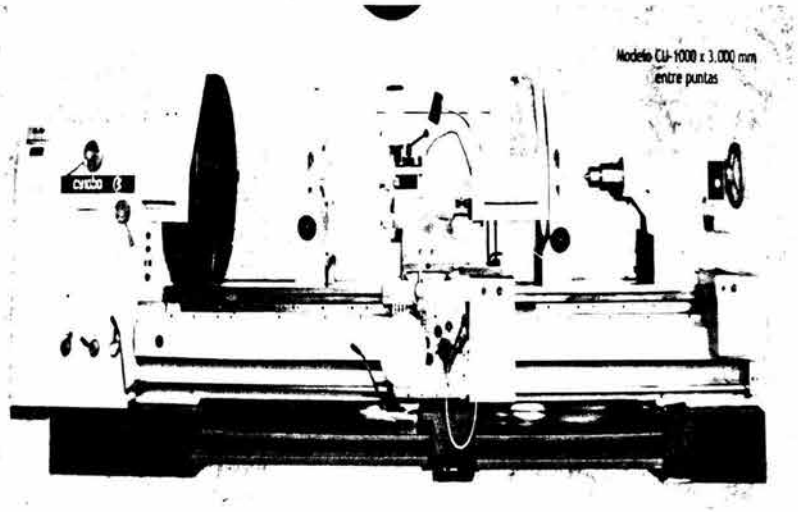


Figura 20. Torno paralelo

- **EL TORNO VERTICAL**: Concebido para trabajar piezas pesadas y de difícil manejo, cuyo centrado y sujeción resultaría laborioso en el torno ordinario. Algunos tornos verticales, con su plato horizontal, pueden trabajar piezas de hasta 6 m de diámetro.

Figura 21. Torno Vertical

2.2.2 TORNOS DE SEMIPRODUCCIÓN O COPIADORES

Los tornos de semiproducción, son básicamente, tornos de taller modificados con la inclusión de un aditamento copiador o un sistema de lectura digital. Se utilizan para acelerar la producción de piezas que normalmente se trabajan en tornos de taller.

Figura 22. Torno de semiproducción o copiadores

2.2.3 TORNOS DE PRODUCCIÓN EN SERIE

Los tornos de producción en serie, se utilizan cuando hay necesidad de producir un gran número de piezas iguales. Los Tornos revolver o de torreta, tornos automáticos de un solo husillo y los tornos de Control Numérico, son los más comunes en este grupo.

2.2.4 TORNOS DE CONTROL NUMÉRICO

Este torno es uno de los adelantos más recientes del torno básico de taller. El Torno CN se controla por medio de programas diseñados para la fabricación de piezas de gran precisión, se utiliza en especial para tornear y puede producir casi cualquier forma y tamaño de modo económico y automático.

El torno de control numérico supera en rendimiento a la mayor parte de los otros tipos de tornos y permite ahorros en herramientas, tiempos de preparación y ciclo de trabajo. Como podemos ver son muchas las ventajas brindadas por este tipo de máquinas.

En la actualidad, la industria basa su producción en gran medida a este tipo de tornos. Por lo mencionado anteriormente, es indispensable mantener en buenas

condiciones de operación estas maquinas, para poder satisfacer con una excelente calidad las necesidades del mercado.

Si bien los tornos siempre habían sido muy polifacéticos al automatizarlos mediante el CN y especialmente con el CNC se hicieron más universales y flexibles.

Los tornos CNC disponen actualmente de la automatización más avanzada, incluyendo la técnica de programación y control necesario para ello. Cuando los fabricantes del CNC no siguen las exigencias del de las máquinas o no pueden atenderlos, son estos últimos quienes desarrollan adicionalmente sus componentes de software y hardware.

Existen tornos de varios tipos y diversas construcciones. Las más comunes son las siguientes:

- De construcción horizontal o vertical.
- De bancada plana u oblicua.
- Para piezas macizas, de barra o de eje.
- Con uno, dos o varios husillos.
- Con uno o dos carros transversales y revólveres de herramientas.
- Con o sin husillo auxiliar.

Otro aspecto importante es el grado de automatización de los tornos, el cual puede variar mucho en función de las necesidades. A continuación se enlistan algunos de los componentes mas comunes que contribuyen en hacer la operación más flexible.

- Almacén de piezas con cambio automático de las mismas.
- Almacén de herramientas con cambio automático de éstas entre el revólver y el almacén.
- Herramientas motorizadas, normalmente en combinación con un eje CN adicional y un husillo como eje C controlado.
- Supervisión automática de la herramienta.
- Cambio automático de mordazas del mandril.

- Lunetas y contrapuntos controlados numéricamente.
- Dispositivo para el encadenamiento de varias máquinas, similares o distintas.

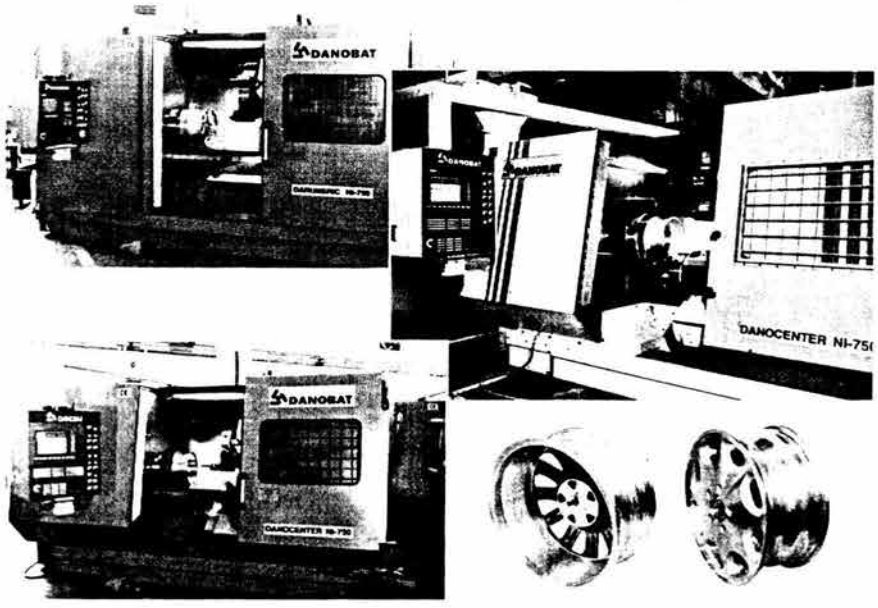


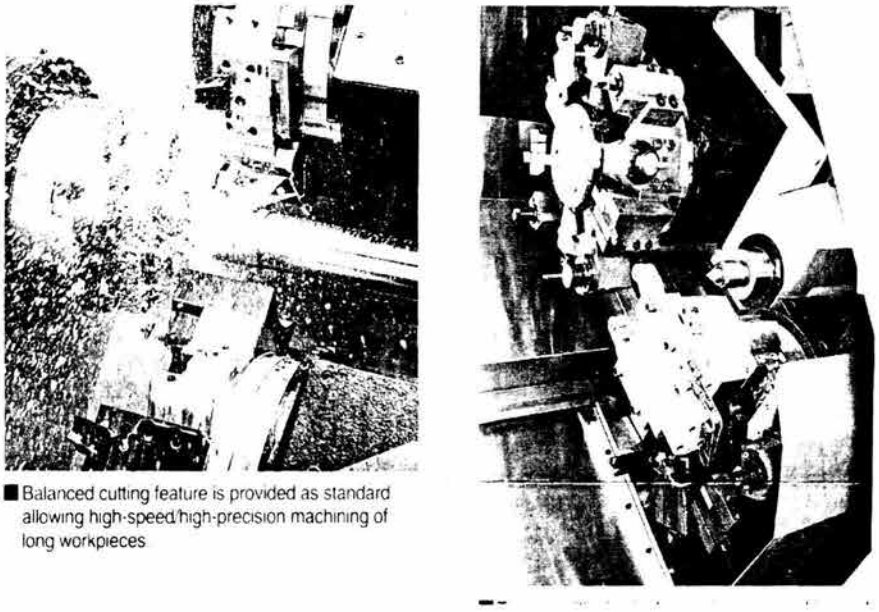
Figura 23. Torno de Control Numérico

2.3 TORNOS CON DOS O MÁS TORRETAS

Con el objeto de reducir considerablemente los tiempos de fabricación en los tornos grandes ya se trabajaba al mismo tiempo con dos o tres herramientas sobre una misma pieza, desde mucho antes de las máquinas CN. Sin embargo, existía la desventaja, de que debido a la posición y trayectoria de las herramientas no todas trabajaban a la velocidad de corte óptima.

Los tornos con dos ejes CN no son adecuados para la utilización simultánea de herramientas, por ello, fueron pronto dotados de dos apoyos independientes, para poder trabajar con ambas herramientas independientemente entre sí. En los tornos CN actuales los dos revólveres están diseñados y dispuestos de manera que pueden funcionar simultáneamente y prácticamente sin colisiones. Con ello puede realizarse el mecanizado al mismo tiempo con dos herramientas. Para el control de estas máquinas, se requieren controles CNC especiales que puedan interpolar 2 x 2 ejes independientes entre sí. Las primeras experiencias con los tornos de 2 x 2 ejes fueron muy negativas, ya que el programador siempre debía de tomar en cuenta cuatro ejes para sincronizar los procesos con los tiempos de funcionamiento de ambas herramientas. El motivo era que sólo se disponía de una

cinta perforada y un lector, por este motivo el programa sólo podía ser ejecutado paso a paso. Con los CNC capaces de asignar a cada programa de ejecución un área de memoria independiente, por esto, podemos decir que los tornos de varios ejes son adecuados para la fabricación de series medianas o grandes. La posibilidad de que tenga sentido la programación en el taller depende de la capacidad del sistema de programación.



■ Balanced cutting feature is provided as standard allowing high-speed/high-precision machining of long workpieces

Figura 24. Torno con dos Torretas

2.4 CENTROS DE TORNEADO Y FRESADO

La capacidad de los CNC modernos ha permitido, mediante tornos adecuadamente modernizados, la realización además del torneado, de operaciones de fresado y taladrado sobre la pieza sujetada al mandril del torno. Siguiendo este principio se han utilizado también y con las debidas precauciones en el diseño, husillos de rectificado como complemento de las operaciones de torneado.

En el cabezal del revolver se incorporan husillos motorizados, los cuales alojan las fresas, brocas, machuelos y muelas de rectificado necesarios. El husillo principal se acopla automáticamente en caso necesario con un codificador adicional conocido como eje C en forma de mesa circular y con control continuo, de manera que las herramientas motorizadas se aproximen exactamente a los distintos puntos de la pieza, pudiendo fresar o rectificar cualquier forma deseada. La condición previa es un CNC capaz de llevar acabo una transformación de coordenadas. Esta función permite la programación de fresados y taladrados en coordenadas cartesianas y el CNC transforma los desplazamientos al sistema de coordenadas polares (giro del eje C).

Un torno con herramientas motorizadas permite los siguientes mecanizados:

- Con husillo giratorio y herramienta fija
- Con husillo giratorio y herramienta motorizada
- Con husillo estático y herramienta motorizada
- Con husillo controlado y herramienta motorizada
- Sobre la cara posterior de la pieza (cara de desprendimiento).

Los centros de torneado y fresado son especialmente adecuados para la realización de piezas pequeñas y complicadas a partir de bloque mecanizados y están en los programas de fabricación de todos los fabricantes de renombre.

Para piezas grandes también se dispone de centros de torneado y fresado con distintas configuraciones. También en este caso se aprovecha la ventaja de poder realizar todos los procesos de torneado y fresado necesarios en una pieza sin cambiar de sujeción.

Al igual que sucede con los centros de mecanizado en las líneas de fabricación, los centros altamente automatizados suelen denominarse centros de torneado o células de torneado. La multiplicidad de mecanizados posibles con estas máquinas es casi ilimitada, lo que conlleva para el usuario la gran ventaja de poder fabricar piezas en una máquina, lista para su montaje, en un tiempo considerablemente reducido respecto a lo que sería posible con la mecanización en varias máquinas. Además, son innecesarios los dispositivos de sujeción que serían necesario en otro caso y se ahorra el tiempo de las sujeciones sucesivas. O, dicho de otra forma, el mecanizado completo substituye a otra máquina, incrementa la calidad y reduce tiempos.

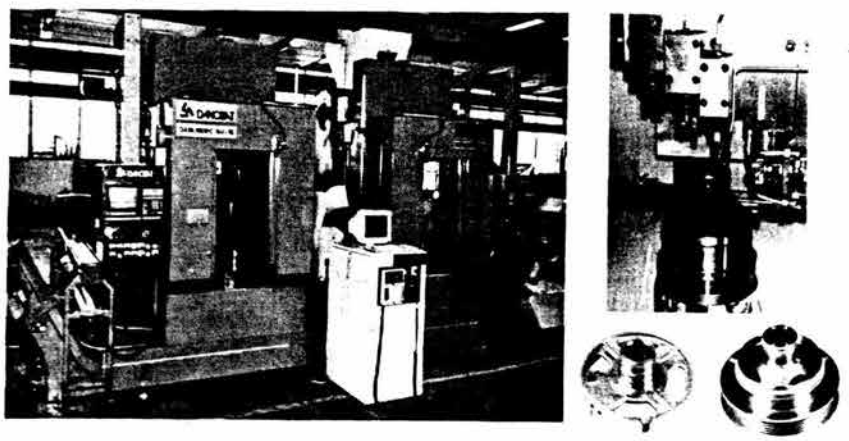


Figura 25. Centros de Torneado

2.5 TORNOS CNC MULTIHUSILLOS

Las ventajas de los tornos CNC actuales se aplican también a un tipo del que hasta hace poco se contaba entre las típicas máquinas convencionales, éstas se les conoce como: tornos automáticos con tambor de levas, de ciclo giratorio especialmente indicadas para la producción en grandes volúmenes de piezas pequeñas, complejas y de alta precisión. Las piezas se trasladan sucesivamente ciclo a ciclo mediante el tambor de levas, hasta 14 estaciones de mecanizado y se manufacturan simultáneamente en procesos de producción paralelos.

Gracias a esta mecanización simultánea en todas las estaciones se acorta el tiempo total de mecanizado a un ciclo. Hasta ahora, todas estas operaciones se realizaban normalmente por control de curvas. Esta sigue siendo la solución más rentable en las máquinas especiales o para la realización de grandes series. En lotes más reducidos, es decir, cuando hay frecuentes cambios de producción, resultan poco rentables: debido a los elevados tiempos de ajuste y/o preparación. Mediante la transformación de las unidades de mecanizado a control numérico se consigue la independencia de programas y cambios de los mismos. Los desplazamientos de avance, velocidades de corte y revoluciones pueden programarse libremente. Otras ventajas del CNC residen en la mecanización de diferentes diámetros en una misma estación, así como en la realización de radios, cantos y conos.

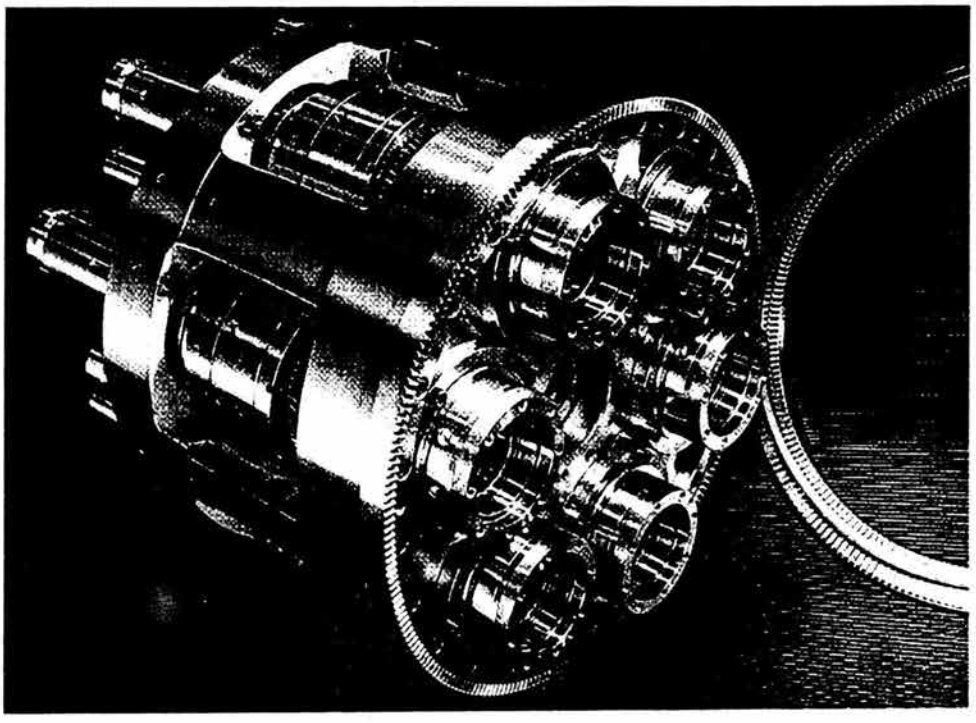
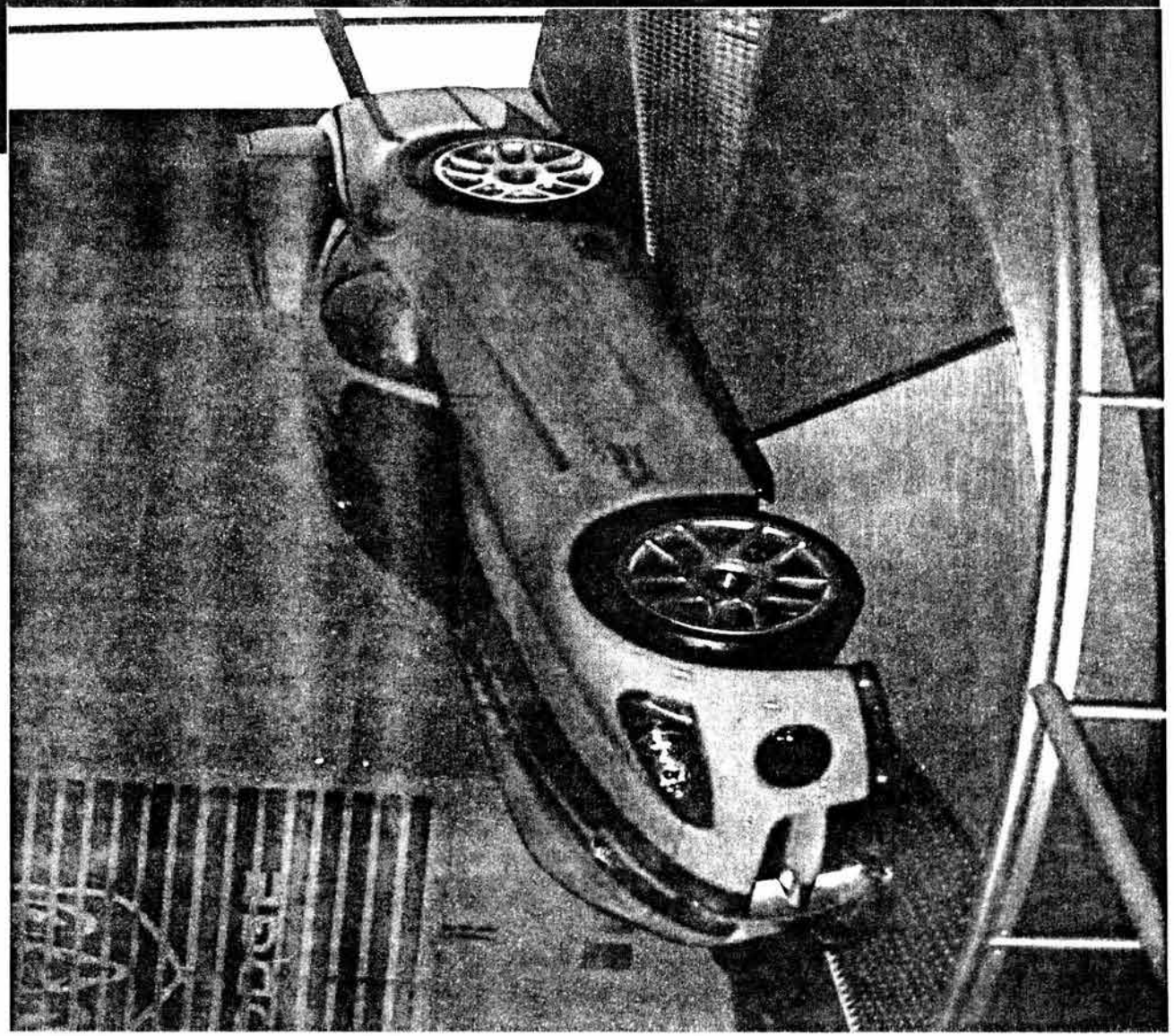


Figura 26. Cabezal con seis Husillos de un Torno Multihusillos Index

III. NORMAS QS - 9000



3.1 GENERALIDADES

Para toda industria nacional que busque ser competitiva y estar a la altura de cualquier empresa internacional, su principal y más caro objetivo a lograr será, el de obtener el reconocimiento oficial en los mercados nacionales e internacionales.

Para lograr lo anterior, dicha empresa tendrá que ajustarse a las exigencias prevalecientes en el mercado a fin de satisfacer ampliamente sus expectativas, es decir, deberá visualizar primeramente qué es lo que hace o produce, cómo lo hace, con qué lo hace, cuánto le cuesta hacerlo y en cuánto lo va a vender, además de ver cómo lo almacena, cómo lo transporta, cómo lo presenta, cuáles son sus técnicas de venta, a qué tipo de consumidor va dirigido, observar si se vende bien, regular o muy poco y por último deberá analizar con visión crítica si lo que produjo puede ser perfectible; si lo es, tendrá que ver qué es lo que hay que mejorar y cuanto le cuesta para llegar entonces a la calidad requerida.

Cuándo analizamos lo anteriormente mencionado, lo primero que se nos viene a la mente es ¿cuánto nos va a costar? y ¿en cuánto tiempo lo lograremos?. Ambas preguntas son razonables y a pesar de su complejidad, podemos afirmar que en la actualidad existen sistemas que pueden lograr todo lo anterior, además de apegarse a los requerimientos internacionales. Uno de estos Sistemas es el conocido como QS-9000.

La Norma QS-9000, es un sistema de calidad, el cual contiene las exigencias establecida en la Norma ISO-9000 (Norma Internacional que define los requerimientos internacionales para establecer un sistema de calidad) más aquellos que hayan de cubrir y ajustarse de acuerdo a las necesidades del cliente, ya que este sistema sirve entre otras cosas para organizar y documentar un sistema administrativo de calidad. Así en la industria automotriz surge como una necesidad el contar con una norma que satisfaga las necesidades tanto del productor como del consumidor, pero que a su vez reúna todos los requerimientos de ISO-9000. Con base en todos los puntos anteriormente mencionados, la Industria Automotriz se encarga de diseñar la Norma QS-9000, la cual es considerada como un conjunto de elementos indispensables para alcanzar la excelencia en el producto final y hoy en día las empresas que trabajan bajo la Norma QS-9000 son: DaimlerChrysler, Ford y GM.

3.2 SISTEMA DE CALIDAD QS-9000

ISO 9000 + REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE = QS -9000

ISO – 9000: Es la Norma Internacional, que define los requerimientos internacionales para establecer un Sistema de Calidad.

REQUERIMIENTOS ESPECÍFICOS DEL CLIENTE; Son los requerimientos establecidos por DaimlerChrysler, Ford y General Motors, como el tipo de empaque que se debe usar para sus productos, la identificación que se debe usar en las características criticas, sistemas de comunicación electrónica, desarrollo de auditorias internas, planes de acciones correctivas para la solución de problemas, etc.

3.2.1 FLUJO DE LA DOCUMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CALIDAD

La documentación del Sistema de Calidad QS-9000, fluye de la siguiente forma:

- **NORMAS INTERNACIONALES ISO 9000:** Requerimientos Internacionales para establecer un Sistema de Calidad.

- **REQUERIMIENTOS ESPECÍFICOS DEL CLIENTE:** Requerimientos especiales de cada uno de los clientes, como: Procesos de Aprobación de partes de producción, Manuales de Referencia del Cliente (Planeación Avanzada de Calidad de Producto y Plan de Control, Análisis de Modo y Efecto de Falla, Análisis del Sistema de Medición, Fundamentos de Control Estadísticos del Proceso).

- **NIVEL I:** Esta compuesto por el Manual de Calidad, el cual define alcances, responsabilidades y Políticas de Calidad.

- **NIVEL II:** En este nivel se encuentran los Procedimientos, los cuales definen en cada departamento, QUE, CUANDO y QUIEN debe desarrollar cada una de las actividades para el cumplimiento del Sistema de Calidad.

- **NIVEL III:** Aquí se desarrollan los Instructivos de Trabajo, los cuales explican como se deben desarrollar las actividades necesarias para cumplir con las Normas de Calidad.

- **NIVEL IV:** Este nivel muestra los resultados obtenidos y demuestra que el Sistema está funcionando. Aquí se encuentran las evidencias y/o formatos.

Para el presente trabajo es necesario tomar como punto de investigación y de desarrollo el elemento IX de un total de XXI, los cuales son el total de los elementos que conforma la Norma QS-9000, estos elementos son los siguientes.

3.3 RESPONSABILIDAD DIRECTIVA (ELEMENTO I)

En este elemento se establecerán los diversos niveles de autoridad existentes en la empresa, así como la responsabilidad de todo el personal para lo cual se deberá definir, documentar, implementar y mantener las directrices además de los objetivos dentro de los cuales generalmente se encuentran:

- Una política de calidad donde se definirán los compromisos y objetivos necesarios para el logro de la calidad del producto.
- Un organigrama que describa con exactitud las tareas y responsabilidades de los participantes en la elaboración del producto.
- Una revisión gerencial con el fin de conservar la actualización del sistema de calidad QS-9000.
- Elaborar un plan de negocios a corto y a largo plazo.
- Implementar un sistema que ayude a verificar el nivel de satisfacción del cliente.

3.4 SISTEMA DE CALIDAD (ELEMENTO II)

Un Sistema de Calidad se entiende como la estructura organizada en donde se definen las responsabilidades de quienes participan en el mismo, tomando en cuenta los procedimientos, procesos así como los recursos que se aplican en la administración de dicho sistema.

Por lo anterior será necesario preparar y contar con un "Manual de Calidad", elaborar los procedimientos de trabajo, realizar la planeación avanzada de calidad, analizar las fallas y métodos de control, desarrollar instructivos de trabajo y pruebas, generar registros y formatos que demuestren la efectividad del sistema, cumplir con los requerimientos para la elaboración de las partes de producción, además de establecer los métodos para el mejoramiento continuo de la Calidad.

3.5 REVISIÓN DE CONTRATO (ELEMENTO III)

En este caso es necesario que todo contrato sea revisado con el fin de comprobar que se puede cumplir satisfactoriamente con todos y cada una de las condiciones establecidas por el cliente tales como:

- Confirmar que todos los requerimientos estén debidamente definidos y documentados.
- Verificar que no haya problemas con relación a la cotización del producto.
- Comprobar que los proveedores tengan la capacidad de satisfacer los actuales requerimientos.
- Confirmar que las ordenes de compra se manejen correctamente.

3.6 CONTROL DE DISEÑO (ELEMENTO IV)

Este es uno de los requerimientos más exitosos, complejos e importantes del sistema, ya que en este punto se deberán establecer y mantener actualizados los procedimientos para así poder controlar y verificar el producto con el fin de asegurar que se está cumpliendo plenamente con las exigencias especificadas.

3.7 CONTROL DE DOCUMENTOS (ELEMENTO V)

Todos los documentos que se relacionen con la calidad del producto fabricado, deberán ser controlados desde su emisión, distribución, verificación y modificación. Algunos documentos que se deberán controlar son:

- Manual de Aseguramiento de Calidad.
- Dibujos, planos, etc.
- Hojas de instrucción de inspección.
- Especificación de materiales del cliente, así como de los propios.
- Planes de control.
- Ayudas visuales e instructivos de trabajo.
- Instrucciones de empaque.

Los documentos arriba mencionados deberán distinguirse por la aportación de un sello que nos indique saber que es un documento controlado.

3.8 COMPRAS (ELEMENTO VI)

Una de las actividades fundamentales que realiza el personal encargado del departamento de compras, es el asegurarse que los productos que se adquieran, satisfagan las especificaciones, además de cuidar que sean suministrados sólo por proveedores cuyo sistema de calidad haya sido evaluado y aceptado.

En cuanto a los materiales que formen parte del producto final, estos deberán ser inspeccionados de acuerdo con el Sistema de Calidad QS-9000 interno.

Es indispensable que en las ordenes de compra se incluyan una descripción clara de los materiales requeridos, dibujos y especificaciones.

Resulta importante destacar que antes de emitir orden de compra, ésta deberá ser revisada y aprobada por la Gerencia de Planta.

Todos los productos adquiridos deberán satisfacer las regulaciones gubernamentales de seguridad y medio ambiente del país que los produce.

3.9 CONTROL DE EQUIPO PROPORCIONADO POR EL CLIENTE (ELEMENTO VII)

Cuando el cliente suministra algún material o producto para ser incorporado al proceso de producción, este tendrá que ser protegido contra cualquier daño o pérdida.

Una vez que se ha recibido dicho material, también se ha adquirido la responsabilidad sobre este, es por ello que será necesario desarrollar procedimientos que lo salvaguarden desde el momento en que se recibe, se pondrá especial atención a su manejo, mantenimiento, almacenamiento, etc.

Deberá también identificarse correctamente el material o producto que sea suministrado por el cliente, para evitar el mal uso por confusión.

Si por algún motivo el multicitado material o producto resulta dañado o perdido, se notificara al cliente lo ocurrido.

3.10 IDENTIFICACIÓN Y RASTREABILIDAD DE PRODUCTO (ELEMENTO VIII)

La identificación del producto debe asegurarnos la rastreabilidad en el proceso, ya sea por lotes o incluso por unidad, es conveniente identificar de la misma manera las materias primas que se utilizan para desarrollar nuestro proceso. Los métodos de identificación de materiales o productos varían dependiendo de las necesidades y, un ejemplo de ello es la utilización de etiquetas de diferentes colores las cuales nos permiten saber la condición del producto o de la materia prima.

La identificación de piezas por medio de la impresión de números que nos proporcionan información, como lo siguiente:

139	**9**	**j**
día	mes	lote

3.11 CONTROL DE PROCESO (ELEMENTO IX)

Para el desarrollo de un proceso de una pieza, se debe establecer controles definidos mediante procesos de manufactura. De igual manera es importante apoyarse en la Planeación Avanzada de la Calidad del producto así como en el Plan de Control.

El contar con un sistema documentado permite asegurar la calidad del producto, este deberá incluir instrucciones claras y documentos tales como:

- Hoja de Inspección de control.
- Planes de control.
- Análisis del modo y efecto de la falla de proceso.
- Ayudas visuales e instructivos de trabajo.

Cuando un proceso es inestable es necesario desarrollar e implementar un plan de acciones correctivas con el objeto de cumplir con los requerimientos del cliente.

Dentro de este punto, la norma exige elaborar e implementar programas de mantenimiento preventivo y predictivo, para la preservación de los equipos de proceso y así asegurar la calidad del producto.

En el control del proceso se debe prestar especial atención en aquellas características que son críticas y que dan problemas, dicho control exige que cuando haya ajustes de máquina o cambios importantes en el proceso, se verifiquen las primeras muestras hasta que éstas cumplan con los requerimientos especificados, después de esto los datos deberán ser registrados en el reporte correspondiente, lo anterior se aplicará también a las primeras piezas de producción de cada turno.

Para el control del proceso, las Normas QS-9000 son el punto medular de desarrollo en el cual se basa la presente investigación, ya que al implementar un programa de mantenimiento preventivo incidimos directamente en el control de proceso.

3.12 INSPECCIÓN Y PRUEBA (ELEMENTO X)

Es necesario implementar y aplicar procedimientos que aseguren la calidad del producto durante todo el proceso de fabricación, dichos procedimientos deben contemplar lo siguiente:

- La inspección en el área de recibo de materiales y pruebas.
- La inspección de proceso.
- Inspección final y prueba.

Los criterios de aceptación de las características por atributos son CERO DEFECTOS y el criterio por variables es estar dentro de los límites mínimo y máximo especificados.

Con el fin de que todas las inspecciones realizadas sean controlables es indispensable contar con las condiciones, métodos adecuados de trabajo y estadísticos, así como de calibración y prueba, los cuales deben realizarse por personal debidamente capacitado.

3.13 CONTROL DEL EQUIPO DE INSPECCIÓN, MEDICIÓN Y PRUEBA (ELEMENTO XI)

Para establecer el control del equipo de inspección, medición y prueba se requiere contar con un sistema documentado, además, de usar un software diseñado para este fin, por lo tanto, se tendrá que realizar un programa para la

calibración de los instrumentos de medición, el cual estará basado en la frecuencia de uso y la vida útil establecida de acuerdo a la experiencia.

Los Instrumentos que requieran calibración deberán tener un número de identificación. Todos los equipos de inspección, medición y prueba se manejaran, almacenaran y usaran de acuerdo a sus características con la finalidad de evitar que se dañen o desajusten.

Los registros del equipo de medición deben ser conservados según lo especificado en el archivo llamado "CONTROL DE REGISTROS", además, será necesario utilizar sistemas para el análisis de medición que asegure que los equipos y métodos usados sean los adecuados.

3.14 ESTADO DE INSPECCIÓN, MEDICIÓN Y PRUEBA (ELEMENTO XII)

Todo material y producto deberá ser identificado en cualquier momento con respecto a la condición que resulte de su inspección, estado de prueba o ubicación física, a través de tarjetas o etiquetas; cualquier material que no cumpla con los requerimientos se rechazará, etiquetándolo y colocándolo en una área de Material de Desecho que no cumple con las Normas de Calidad. Está área es llamada "ÁREA DE SCRAP" (desecho).

En el caso de material pendiente de inspección también será identificado, etiquetado y llevado a una "Área de Cuarentena".

Todos los productos y materiales que cumplan con los requerimientos de calidad son aprobados y se almacenarán en áreas asignadas para su disposición en proceso.

Es indispensable que todas las indicaciones anteriores se apliquen en todas las áreas de la planta.

3.15 CONTROL DEL PRODUCTO NO CONFORME (ELEMENTO XIII)

Para poder desarrollar con eficacia este punto, es importante implementar procedimientos que aseguren la identificación y disposición tanto de los productos que no cumplen con los requerimientos como en aquellos que sean sospechosos de algún defecto.

Las Áreas de "Cuarentena" y "SCRAP", serán plenamente identificadas. El departamento de Aseguramiento de la Calidad, es responsable de la revisión y disposición tanto del material sospechoso como de aquel que no cumpla con los requerimientos de diseño.

Cuando sea necesaria la reparación o retrabajo del producto defectuosos deberán desarrollarse instrucciones de trabajo claras y accesibles para el personal que efectúe dicha actividad.

Todos los productos que hayan sido retrabajados serán nuevamente inspeccionados y deberán ser identificados claramente, además, que se manejaran por separado.

3.16 ACCIÓN CORRECTIVA Y PREVENTIVA (ELEMENTO XIV)

Para poder implementar un sistema de acciones correctivas y preventivas será necesario hacerlo mediante un Sistema Documentado, el cual nos brinde soluciones a los problemas a través de equipos de trabajo y utilizando herramientas estadísticas como el análisis de un 8 disciplinas, aplicadas a quejas del cliente y a las no conformidades internas.

Los responsables del Área de Aseguramiento de Calidad, junto con el equipo de trabajo de Acciones Correctivas y los Gerentes de cada Departamento, serán los encargados y responsables de la supervisión, verificación y efectividad en la aplicación del Sistema de ACCIONES CORRECTIVAS.

3.17 MANEJO, ALMACENAMIENTO, EMPAQUE, CONSERVACIÓN Y ENTREGA DE PRODUCTO (ELEMENTO XV)

Para poder cumplir con el manejo, almacenamiento, empaque, conservación y entrega de los productos, será necesario desarrollar métodos eficientes para tal fin.

En el caso del manejo del producto, debe de existir un Plan de Trabajo, el cual asegure que éste no se dañe ni se deteriore.

El almacenaje se realizará en las instalaciones adecuadas, las cuales deben proteger al producto que esté pendiente de embarcarse y que requiera ser

almacenado por algún tiempo. Las condiciones de almacenaje deberán ser revisadas periódicamente con el fin de detectar algún daño o deterioro.

Todos los productos deben ser empacados de acuerdo con los estándares e instrucciones desarrolladas por el cliente.

Para la entrega es necesario que la planta se asegure que los productos se encuentren protegidos durante el transporte, satisfaciendo así los requerimientos que exija el cliente.

3.18 CONTROL DEL REGISTRO DE CALIDAD (ELEMENTO XVI)

Para apoyar las actividades que realiza el Departamento de Control de Calidad y los demás departamentos, se deben mantener los Registros de Calidad, tanto de la empresa como de los Proveedores, dichos registros tendrán que demostrar el cumplimiento de los requerimientos y la operación eficaz del Sistema de Calidad. Los registros deben estar impresos o pueden estar contenidos en medios electrónicos como Sistemas de Computo. Algunos ejemplos de Registros de Calidad son los siguientes:

- Cartas de control.
- Resultados de inspección.
- Reportes de pruebas.
- Reportes de auditorias internas.
- Reportes de revisión gerencial.
- Reportes de acciones correctivas.
- Ordenes de trabajo de mantenimiento preventivo.

El tiempo de retención de los registros varía dependiendo de la importancia de los documentos.

3.19 AUDITORIAS INTERNAS AL SISTEMA DE CALIDAD (ELEMENTO XVII)

El personal encargado de la supervisión del sistema QS-9000, deberá efectuar anualmente una auditoria Sistema de Calidad, esta se realiza con la intención de verificar el cumplimiento y la efectividad del sistema.

Un factor muy importante es que las auditorias deben ser desarrolladas por personal debidamente entrenado y éstos deben ser ajenos al área auditada.

Los resultados deben ser documentados y revisados por el auditor y los representantes Gerenciales de cada área. Es conveniente entregar un reporte al Director o Gerente de Planta.

Cuando se identifiquen deficiencias, el Gerente del Departamento auditado deberá desarrollar un plan de acción correctiva.

3.20 CAPACITACIÓN (ELEMENTO XVIII)

La capacitación del personal que labora en la planta es la clave para cumplir exitosamente los objetivos planeados, por lo tanto, el área de Recurso Humanos debe desarrollar un sistema documentado de procedimientos, que identifique las necesidades de capacitación.

El sistema deberá contar con métodos eficaces para evaluar la efectividad de la capacitación y ésta será revisada periódicamente. Si se encontrara deficiencias se debe de crear un plan para ayudar a que el empleado cumpla con los requerimientos específicos descritos en su puesto.

3.21 SERVICIO POSVENTA (ELEMENTO XIX)

El servicio Posventa, es conocido también como el servicio que se da a los productos para mantenerlos en buen estado, después de ser vendidos al cliente.

La planta debe de establecer y mantener procedimientos que aseguren que los requerimientos del cliente se cumplan, de igual forma se debe mantener una comunicación constante con el cliente, con la finalidad de conocer posibles problemas de servicio relacionados con el diseño y la fabricación de piezas.

3.22 TÉCNICAS ESTADÍSTICAS (ELEMENTO XX)

Como en los anteriores puntos, en los cuales se requería de un procedimiento documentado, éste no es la excepción, aquí de igual forma, requerimos de un sistema que describa el uso de técnicas para verificar la capacidad del proceso y para definir las características críticas del mismo.

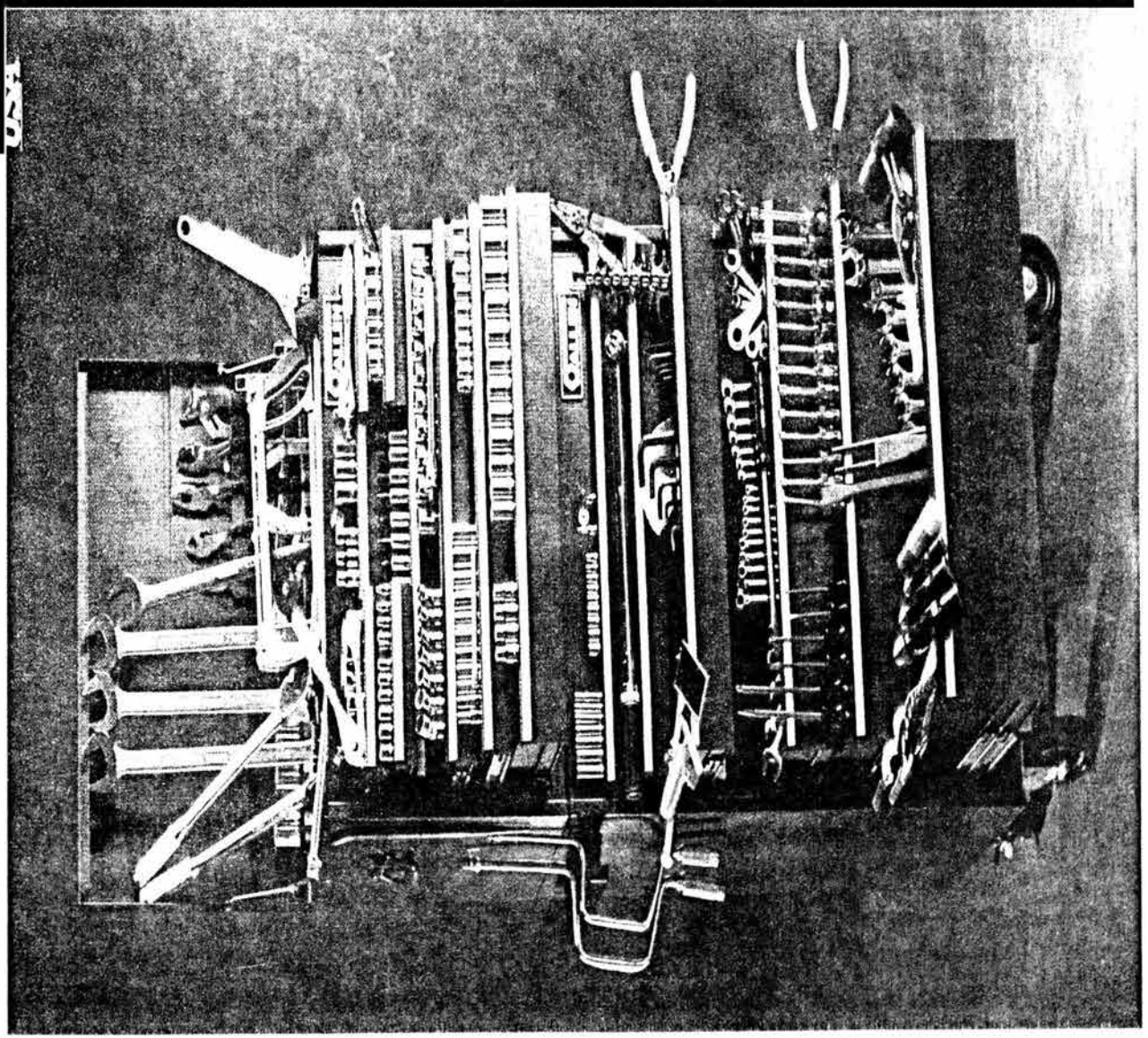
La necesidad del uso de técnicas estadísticas deben ser identificadas como parte del proceso de la planeación avanzada y debe identificarse en el "Plan de Control del Cliente".

3.23 REQUERIMIENTOS ESPECÍFICOS DEL CLIENTE (ELEMENTO XXI)

Los Requerimientos Específicos del Cliente descritos en la Norma QS-9000, en la sección II, se deben cumplir para cada uno de ellos.

Procedimientos apropiados, Planes de Control e Instrucciones de Trabajo deben ser desarrolladas de acuerdo con la planeación avanzada de la Calidad y deben estar orientadas a las necesidades del cliente.

IV. MANTENIMIENTO



4.1 DEFINICIONES

Para que los trabajos de mantenimiento sean eficaces son necesarios el control, la planeación del trabajo y la distribución correcta de la fuerza humana, logrando la reducción de tiempos de paro de las maquinas y por ende mayor productividad.

La conservación de los equipos de producción es una apuesta clave para la productividad de las fábricas así como para la calidad de los productos.

Es un reto industrial que implica la revisión de las estructuras inmóviles actuales y la promoción de métodos adaptados a la nueva naturaleza de los materiales.

A continuación se dan algunas definiciones de mantenimiento:

- "Conjunto de acciones que permiten mantener o restablecer un bien en un estado específico o en la medida de asegurar un servicio determinado".
- "Mantener bien es asegurar las operaciones al costo global óptimo".
- "El mantenimiento es la medicina de las máquinas".
- "Es la actividad humana que sirve para asegurar la calidad y servicio que presta una máquina en beneficio de la economía de la empresa, instalaciones y servicio".

Existen diferentes tipos de mantenimiento, siendo la comparación de los logros o beneficios obtenidos de ellos el mejor camino para definir su aplicabilidad.

Así, se hace una división de tres grandes tipos, distintos en cuanto a forma, no así en sus fines: lograr resultados que abatan los costos y la continua mejora en la calidad del producto, estos son:

- Mantenimiento Correctivo.
- Mantenimiento Preventivo.
- Mantenimiento Predictivo.

Estos tres diferentes tipos de mantenimiento se explicaran más adelante para entender en que consiste cada uno de ellos.

4.1.1 EL MANTENIMIENTO Y LA VIDA DE UNA MÁQUINA

El mantenimiento empieza mucho antes que el día de la primera avería de una máquina. De hecho, empieza desde la compra de la misma.

En la concepción es cuando la mantenhabilidad (aptitud de ser mantenida), la fiabilidad y la disponibilidad (aptitud de ser "operacional") y la durabilidad (duración provisional de su vida) van a ser predeterminadas.

Es deseable que el departamento de mantenimiento participe desde la selección, adquisición, instalación y puesta en marcha de la máquina, de tal manera que desde el primer día de producción, el personal de servicio la conozca, posea el conocimiento y el programa de mantenimiento a fin de evitar averías que son frecuentes en esta etapa.

Por tanto, su misión es triple:

- Vigilancia permanente o periódica
- Arreglos y reparaciones
- Acciones preventivas

4.2 OBJETIVO DEL MANTENIMIENTO

La finalidad del mantenimiento es lograr la máxima vida económica de un edificio, equipo, sistema o producto cualquiera.

Este enfoque de vida económica implica que es necesario, mediante la función de mantenimiento, que el producto tenga la mejor fiabilidad, disponibilidad, seguridad, funcionalidad, operabilidad y apariencia.

Los objetivos de la función del mantenimiento son los siguientes:

- Lograr la máxima disponibilidad de maquinaria y equipo para la producción.
- Preservar el valor de las instalaciones, minimizando el deterioro.
- Alcanzar la calidad de las piezas exigida.
- Conservación del medio ambiente.

- Conservación de la energía
- Higiene y seguridad en el trabajo.
- Conseguir estas metas en la forma más económica posible.

Si el objetivo final es la utilidad, resulta, necesario conservar las instalaciones que contribuyen a la producción en un estado de eficiencia máxima y un costo mínimo.

4.3 HISTORIA Y EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO

4.3.1 HISTORIA

El término "**Mantenimiento**" tiene su origen en el vocabulario militar, en el sentido mantenimiento en las unidades de combate, del efectivo y del material en nivel constante".

Es evidente que las unidades que interesan aquí son las unidades de producción, y el combate es ante todo económico.

La aparición del término "mantenimiento" en la industria ocurrió hacia 1950 en Estados Unidos.

4.3.2 EVOLUCIÓN

Los equipos de producción se automatizan, se vuelven más compactos, más complejos y son utilizados de modo más intenso.

Intervenir estas máquinas requiere de una competencia y un dominio de la técnica creciente. Cada vez es menos posible improvisar con el destornillador y la llave inglesa.

Los equipos son más gravosos (inversiones) y tienen plazos de amortización más cortos.

Los tiempos de disponibilidad de un "proceso" son económicamente más críticos que en un parque de máquinas no situadas "en línea"; algunos costos de paro son prohibitivos.

La evolución del mantenimiento se puede resumir en tres generaciones:

PRIMERA GENERACIÓN	SEGUNDA GENERACIÓN	TERCERA GENERACIÓN
*REPARACIÓN EN CASO DE AVERÍA	*MAYOR DISPONIBILIDAD EN LA MAQUINARIA, *MAYOR DURACIÓN DE LOS EQUIPOS. *COSTOS MAS BAJOS.	*ASEGURAR EL SERVICIO. *MAYOR SEGURIDAD. *MEJOR CALIDAD EN EL PRODUCTO. *NO DETERIORAR EL MEDIO AMBIENTE. MAYOR DURACIÓN DE LOS EQUIPOS. *MAYOR CONTENCIÓN EN LOS COSTOS.

1940 1950 1960 1970 1980 1990 2000

INICIO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

PRIMERA GENERACIÓN

Cubre el periodo hasta la segunda guerra mundial, en esos días la industria no estaba muy mecanizada por lo que los periodos de paro no importaban mucho, la maquinaria era muy sencilla y esto hacia que fuera fácil de reparar, y como resultado no se necesitaban sistemas de mantenimiento complicado, y la necesidad de personal calificado era menor que la de ahora.

SEGUNDA GENERACIÓN

Durante la segunda guerra mundial se tuvo la necesidad de un aumento de mecanización. Hacia el año 1950 se habían construido máquinas de todo tipo y cada vez más complejas, la industria comenzó a depender de ellas y al aumentar estas dependencias el tiempo improductivo de una máquina se hizo mas patente, esto llevo a la idea de que las fallas de la maquinaria se debieran y podían prevenir, el costo de mantenimiento comenzó también a elevarse en relación con los costos de funcionamiento dando como resultado que se iniciara la implementación de sistemas de control y planificación de mantenimiento.

TERCERA GENERACIÓN

Desde mediados de los años 70´s, el desarrollo de la industria ha sido a velocidades muy altas llevando de la mano la evolución del mantenimiento. Este desarrollo se puede clasificar en:

1.- NUEVAS EXPECTATIVAS. El crecimiento continuo de la mecanización origina un aumento en los periodos improductivos, en el costo total del producto y el servicio al cliente.

Una automatización más avanzada desarrolla una relación más estrecha entre la condición de la maquinaria y la calidad del producto.

Con el aumento de la mecanización trae como consecuencias problemas con las máquinas, con la seguridad y con el medio ambiente.

Finalmente el costo de mantenimiento es ahora el segundo gasto operativo más alto y en algunos casos incluso el primero, dando como resultado un mayor control en los costos.

2.- NUEVA INVESTIGACIÓN. Cambia la visualización del mantenimiento, en particular se hace aparente ahora que hay una menor conexión entre el tiempo que lleva la máquina trabajando y sus posibilidades de falla.

3.- NUEVAS TÉCNICAS. Ha habido un aumento en los conceptos y técnicas del mantenimiento, esto incluye:

- Técnicas de monitoreo.
- Sistemas expertos.
- Técnicas de gestión de riesgos.
- Fiabilidad.

El problema al que hace frente el personal de mantenimiento hoy en día no es sólo el aprender las nuevas técnicas, si no, el ser capaz de decidir cuales son útiles y cuales no lo son para sus propias compañías.

4.4 MISIÓN DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO

- ***Factor económico***: menos costos por fallas, menos costos directos de prestación, ahorro de energía.
- ***Factor humano:*** condiciones de trabajo, seguridad, capacitación.
- ***Factor técnico:*** disminución de los Tiempos de Paro y alargar la vida de las máquinas.

Con unos objetivos precisos a alcanzar, la misión del servicio de mantenimiento consiste en dominar el comportamiento de los equipos y gestionar los medios a poner en práctica.

El servicio de mantenimiento tiene la responsabilidad de mantener la "salud" de los equipos de manera preventiva (antes del fallo) y de manera correctiva (después del fallo).

Atención: sea cual sea la importancia del servicio de mantenimiento, éste no es el objeto, sino un medio para ayudar a producir.

El área de mantenimiento, es responsable del estado y de la conservación de la maquinaria y debe tener la visión:

- a corto plazo (curativo),
- a medio plazo (preventivo),
- a largo plazo (duración de vida y reemplazamiento del equipo).

Los aspectos productivos no se oponen más que en apariencia; son conciliables si las responsabilidades "mantenimiento-producción" están bien definidas:

- Por la política de la empresa,
- Por la estructura de la empresa,
- Por los medios suministrados al mantenimiento.

La aplicación de métodos previsionales de mantenimiento a equipos de alta producción es menos costosa, que la pérdida de producción debida a un paro inesperado. En ocasiones, el paro de una máquina implica el paro de toda la línea de Producción.

4.5 COSTOS, BENEFICIOS DEL MANTENIMIENTO

Generalmente los costos que se efectúan por paros de líneas de producción ocasionados por paros repentinos de máquinas, compra de refacciones a un alto costo por ser emergencia y/o tiempos de entrega muy largos por refacciones de importación, son mucho más altos que el que se invierte cuando se desarrolla un mantenimiento preventivo adecuado. En el mantenimiento se debe estar consciente de que ***un buen mantenimiento cuesta; un mantenimiento pobre cuesta más.***

4.6 LO PRIMERO ES PRIORIZAR

En cualquiera de los tres tipos de mantenimiento, o en caso de que ellos compitan en urgencia, el problema básico cotidiano del profesional del mantenimiento es dar un orden o prioridad a cada tarea. A esta acción se le llama jerarquizar.

4.7 TIPOS DE MANTENIMIENTO

Para que los trabajos de mantenimiento sean eficaces son necesarios el control, la planeación del trabajo y la distribución correcta de la fuerza humana, logrando así que se reduzcan costos, tiempo de paro de los equipos de trabajo, etc.

Existen diferentes tipos de mantenimiento, siendo la comparación de los logros o beneficios obtenidos de ellos el mejor camino para definir su aplicabilidad.

Así, se hace una división de tres grandes tipos, distintos en cuanto a forma, no así en sus fines: lograr resultados que abatan los costos.

4.7.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Se efectúa cuando las fallas han ocurrido; su prioridad es evidente y es un mantenimiento costoso debido a que se debe tener un almacén de refacciones muy grande y en caso de no tenerlas, hay que conseguirlas a cualquier precio ocasionando un paro de máquina prolongado y costoso.

Las actividades dentro de un sistema de mantenimiento correctivo pueden agruparse en dos clases desde el punto de vista técnico:

- Mantenimiento rutinario
- Mantenimiento de emergencia.

El grueso de los recursos en este sistema se emplea en mantenimiento correctivo de emergencia y el resto en el mantenimiento rutinario, que es la corrección de fallas que de momento no ocasionan un paro y que no ponen en riesgo la seguridad del operario ni la calidad del producto.

El mantenimiento correctivo de emergencia se origina por fallas de equipo, que requieren ser corregidos de inmediato, debido a que se está perdiendo producción o existe un riesgo en el operador o en la calidad del producto.

En el medio latinoamericano institucional y empresarial prevalece, por desgracia, este tipo de mantenimiento correctivo, la gran mayoría de la pequeña y mediana industria destina gastos cinco veces más a éste, que al mantenimiento preventivo.

Cuando existe un buen mantenimiento no debe haber fallas repetitivas que provoquen situaciones de emergencia; éstas deben eliminarse o por lo menos minimizarlas sometiéndolas a control, es decir, prever su falla para evitarla y, en el mejor de los casos, teniendo todo listo para repararla antes de que acontezca.

En ocasiones es necesario hacer reparaciones imprevistas y es muy importante cobrar conciencia de que las soluciones temporales son precisamente eso: temporales, cuando la responsabilidad es cuidar que ellas no permanezcan, ya que tarde o temprano fallan, quedando en iguales o peores condiciones que al principio.

VENTAJAS

- Ninguna.

DESVENTAJAS

- Baja la productividad.
- Altos costos por refacciones.
- Compras de refacciones emergentes.
- Refacciones de Importación no disponibles.
- Costos por mano de obra en tiempo extra.
- Mano de obra improductiva.
- Reparaciones improvisadas y no se garantiza una buena reparación.
- Almacén de equipos de repuesto.

4.7.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Se efectúa para prever las fallas con base en parámetros de diseño y condiciones de trabajo, con este tipo de mantenimiento se puede prever la adquisición de refacciones necesarias y paros programados, para evitar la improductividad de la empresa.

La necesidad de proveer de servicio en forma continua y confiable obliga a ejercer una atención constante sobre el grupo de mantenimiento para que, en caso de que surjan problemas imprevistos, sean lo menos frecuentes o trascendentes posibles.

Una buena organización que aplica un buen sistema de mantenimiento con la experiencia que gana, cataloga la causa de algunas fallas típicas y llega a conocer los puntos débiles de instalaciones y máquinas. Estas características han contribuido enormemente al desarrollo de un buen sistema de mantenimiento preventivo.

El plan de mantenimiento preventivo no es más que las hojas descriptivas de las tareas que deben efectuarse y la periodicidad con que deben realizarse.

Se deben considerar los siguientes parámetros para desarrollar un plan de mantenimiento confiable:

a) ***Recomendaciones del fabricante***. Los fabricantes de equipo dan recomendaciones más o menos amplias respecto al mantenimiento de éste, así como la manera de corregir algunos problemas comunes.

b) ***Recomendaciones de otras instalaciones similares***. Las recomendaciones por experiencia sobre instalaciones iguales o similares son también muy útiles, aun cuando no apliquen el sistema de mantenimiento preventivo.

c) ***Experiencias propias***. Es muy útil la experiencia propia sobre la operación del equipo o de equipos similares, pues se conocen sus características y puntos débiles.

d) ***Análisis de ingeniería***. Cuando los datos proporcionados por los parámetros a, b y c no son suficientes se recurre al análisis de ingeniería: el estudio detallado de las instalaciones, características de construcción, operación y las condiciones en que va a operar, de lo cual se deducen los puntos que deben inspeccionarse, los que requieren servicios, las unidades que demandan vida útil y la manera en que deberán ser operadas.

VENTAJAS

- Disponibilidad del equipo en mayor porcentaje.
- Planeación del mantenimiento y producción en mayor porcentaje.
- Reducción de costos por almacén de refacciones.

- Alargar la vida útil del equipo.
- Reducción del costo de mantenimiento.
- Reducción de desperdicios y retrabajos.
- Reduce la posibilidad de fallas mayores.
- Mejora la vida de los equipos.
- Evitar paros imprevistos.

DESVENTAJAS

- Posibilidad de paro Imprevisto.
- Personal capacitado.
- Intervención de equipos innecesarios.
- Posibilidad de no encontrar detalles.
- Pueden no aprovecharse al máximo los recursos y la vida útil de refacciones.

4.7.3 MANTENIMIENTO PREDICTIVO

El Mantenimiento Predictivo, como su nombre lo dice, predice las fallas con base en mediciones y análisis que indican tendencias.

Cuando una empresa ha desarrollado un sistema de mantenimiento preventivo confiable, el siguiente paso es la implementación y el desarrollo del Mantenimiento Predictivo. Este tipo de mantenimiento se desarrolla a partir de la detección de fallas en Rodamientos, mediciones y análisis de vibraciones, alineación de maquinaria, medición de temperaturas, amperajes, ruido, presión y flujo, análisis de lubricantes, etc.

Para el desarrollo de este mantenimiento se utilizan diferentes equipos de medición y análisis como: tacómetros, estetoscopios, estroboscopios, termómetros etc.

VENTAJAS

- Se detectan anticipadamente las fallas.
- Se determinan y se preparan las refacciones específicas.
- Se programa sólo el personal necesario.
- Se programa y se aprovecha el tiempo óptimo de reparación.
- Se reducen costos por mano de obra y tiempos paro.
- Se incrementa la confiabilidad de la operación.

DESVENTAJAS

- El Equipo es costoso.
- El uso inadecuado del Sistema, puede reflejar la idea de que no funciona.
- Se requiere desarrollar experiencia.
- Requiere capacitación continua.

4.8 LOS CINCO NIVELES DE MANTENIMIENTO

Los cinco niveles de mantenimiento podemos definirlos de la siguiente forma:

4.8.1 PRIMER NIVEL

Ajustes simples previstos por el fabricante accesibles sin ningún desmontaje del equipo, o cambio de elementos accesibles para plena seguridad.

4.8.2 SEGUNDO NIVEL

Arreglos por cambio-estándar de elementos previstos para este fin, u operaciones menores de mantenimiento preventivo (rondas).

4.8.3 TERCER NIVEL

Identificación y diagnostico de averías, reparación por cambio de componentes funcionales, reparaciones mecánicas menores.

4.8.4 CUARTO NIVEL

Trabajos importantes de mantenimiento correctivo o preventivo.

4.8.5 QUINTO NIVEL

Trabajos de renovación, de reconstrucción o reparaciones importantes confiadas al taller central.

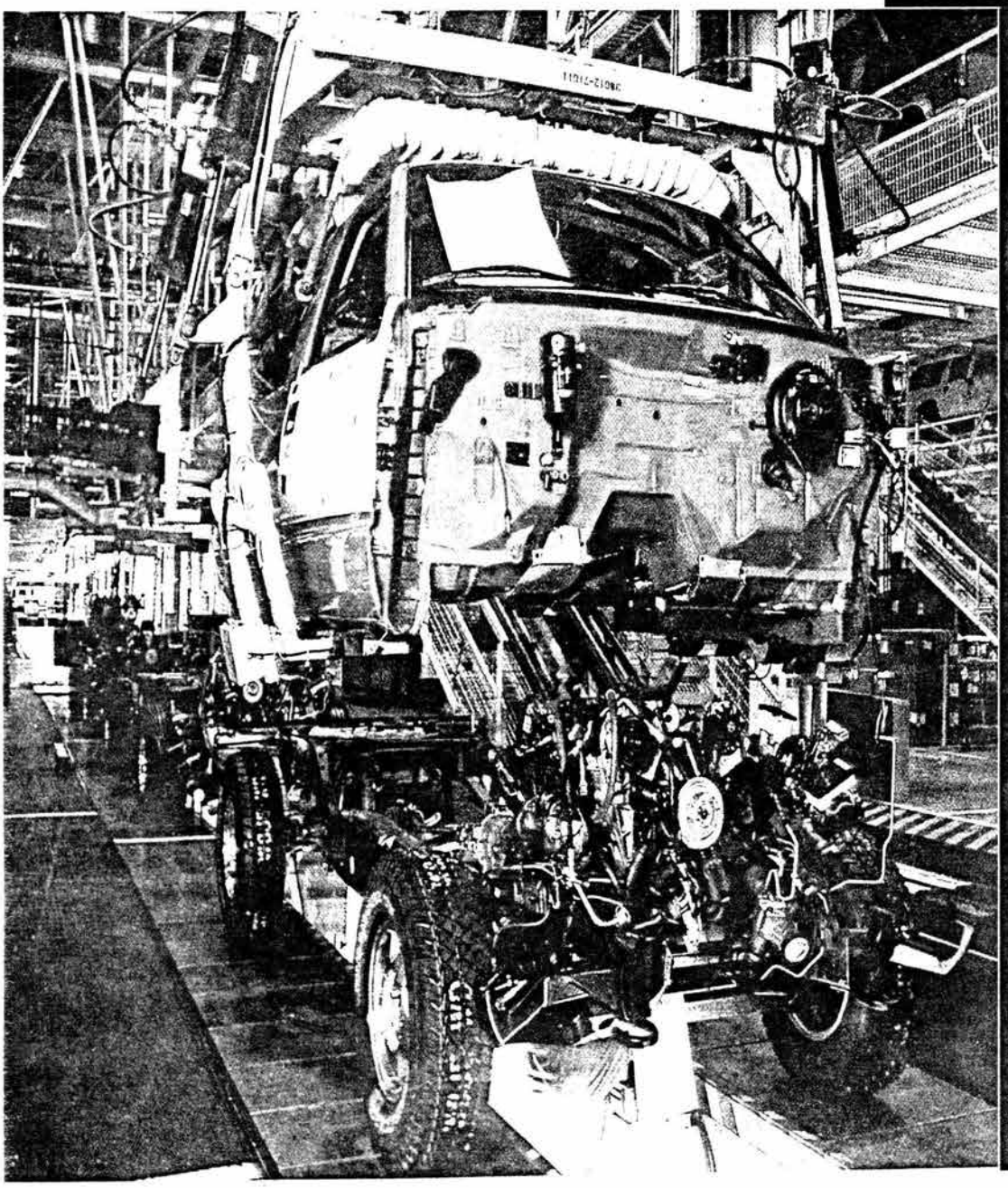
4.9 ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO

Podemos definir la Administración como la ciencia que logra máxima eficiencia de los Recursos Humanos y Materiales a un costo bajo, en la consecución de objetivos.

La Organización es una función de la Administración, que establece las jerarquías, funciones y obligaciones de las actividades requeridas para alcanzar las metas de una empresa.

La Estructura de la Organización, debe ajustarse a la tarea y debe reflejar cualquier compromiso y las limitaciones impuestas a las personas, puesto que las funciones organizacionales deben ser conducidas.

V. REQUERIMIENTOS DE LA NORMA QS9000 PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO



5.1 REQUERIMIENTOS

Los requerimientos especificados en el elemento 4.9 de la norma que corresponde al Control del Proceso, denota que para poder suministrar productos de calidad, es fundamental que todos los equipos productivos se encuentren en estado óptimo y estén bajo un programa de servicio para evitar en lo posible problemas de calidad o de paros imprevistos, para lo cual es menester tenerlos dentro de un programa de mantenimiento programado con tareas específicas de acuerdo a recomendaciones del fabricante de los equipos y a la retroalimentación por medio de estadísticas de fallas, las cuales darán la pauta a seguir para reestructurar los programas y las frecuencias de intervención a los componentes o sistemas problemáticos.

Otro aspecto que se debe cubrir es el relacionado con el mantenimiento predictivo, enfocado al análisis de vibraciones, verificación de temperaturas a través de sistemas de monitoreo infrarrojo, etc.

Para todo lo anterior es indispensable documentar todos los procedimientos programas, rutinas y actividades realizadas o por realizar, las cuales van a servir como evidencia para demostrar que se está trabajando en pos de evitar las fallas y en consecuencia los paros imprevistos; sobre todo considerando los problemas que estos acarrean desde el punto de vista de calidad y de retrasos en las entregas.

5.2 LISTADO DE MÁQUINAS CRÍTICAS

Uno de los requisitos de la Norma QS-9000 para una Empresa, es definir de todas las máquinas que componen la Planta cuales por sus características, sean denominadas "MÁQUINAS CRÍTICAS".

Una Máquina Crítica se define como el equipo que por sus características, condiciones de trabajo, tolerancias de operación y capacidad, es clave dentro del proceso o indispensable para el funcionamiento de la planta.

Este listado es desarrollado por la ingeniería de mantenimiento y de Proceso, para cada línea de producción. Los parámetros que son considerados para definir que una Máquina es Crítica en el proceso son:

- Capacidad de producción.
- Estudio de Habilidad de calidad.
- Tolerancias de operación.

- Cantidad de Máquinas que realizan la misma operación.
- Complejidad de los componentes.
- Características propias de la Máquina.

5.3 PLANEACIÓN Y DESARROLLO TOTAL DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Basándose en las recomendaciones de los fabricantes de las máquinas, historial de fallas y experiencia, se desarrolla un programa de Mantenimiento Preventivo, en el cual por lo menos deben estar incluidos los equipos críticos de la Planta.

El Analista y Programador así como la Gerencia de Mantenimiento, son los responsables de desarrollar un procedimiento para el mantenimiento preventivo, las tareas a desarrollar para cada sistema de la maquina, el tipo de control de las refacciones críticas, herramientas e instrumentos especiales.

Además de los puntos antes mencionados, otras actividades del Analista es desarrollar las Cartas de Lubricación para cada una de las máquinas de la Planta, la elaboración y captura de las ordenes de trabajo, analizar y documentar los resultados para el replanteamiento de objetivos de mantenimiento.

Una vez elaboradas las ordenes de trabajo del mantenimiento preventivo, el Analista se las entrega a los supervisores para que estos las asignen al personal adecuado, de manera que estas sean desarrolladas exitosamente. Terminado el mantenimiento, el personal asignado debe avisar al supervisor en turno, el cual deberá dar su visto bueno y firmar las ordenes de trabajo, que deben contener todas las observaciones pertinentes para la mejora continua de equipos, así como la información referente a las refacciones que se utilizaron.

El supervisor entrega las ordenes de trabajo concluidas, al analista, el cual después de revisar los resultados, las captura en el software especialmente diseñado para el control de mantenimiento. Sí se utilizan refacciones, realiza los trámites necesarios para reemplazarlas en el almacén tan rápido como sea posible.

5.4 PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Como parte del requerimiento de la Norma de Calidad QS-9000, se exige que se tengan manuales de procedimientos, donde se describan detalladamente el desarrollo de las actividades para cada uno de sus elementos.

Un procedimiento esta compuesto por:

- Encabezado.
- Titulo.
- Objetivo.
- Alcance.
- Responsables.
- Definiciones.
- Desarrollo.
- Documentos de Referencia y Número de Revisiones.
- Formatos. (Estos sirven para evidenciar que las actividades se están ejecutando)
- Pie de Página (Este debe incluir, la fecha de emisión, número de revisiones, identificación del procedimiento, páginas que lo componen, quien lo elabora y quien lo aprueba).

Los formatos que han sido desarrollados para este estudio, estarán concentrados en el último sub-capitulo.

A continuación se describe un procedimiento para el Mantenimiento Preventivo, el cual puede ser aplicado en cualquier planta que esté desarrollando o por desarrollar un Sistema de Calidad.

5.4.1 ENCABEZADO

El encabezado es el inicio de cualquier procedimiento. Este debe ser de fácil comprensión y describir en forma concreta el área de aplicación e incluye:

- Nombre de la empresa.

- Nivel del Sistema de Calidad (Nivel I, Nivel II, Nivel III). Para este estudio, sé está desarrollando en el Nivel II.

- Titulo del Procedimiento. En este caso se le ha nombrado:

PROCEDIMIENTO PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO

- Identificación de Procedimiento. Esta identificación es un código que la empresa que este desarrollando un Sistema de Calidad establece para su fácil manejo. Como por ejemplo:

XXX MNT 001

En este ejemplo, las primeras tres letras pueden ser las iniciales de la empresa, las siguientes tres, el departamento que desarrolla el procedimiento y los dígitos numera el consecutivo.

Por ejemplo, para una empresa llamada **VITROPAR S.A. de C.V.,** el encabezado puede quedar de la siguiente forma:

VITROPAR	NIVEL II VIT-MNT-001 Procedimiento para Mantenimiento Preventivo

5.4.2 OBJETIVO

El objetivo debe contener en forma concreta la finalidad para la que sé esta desarrollando el procedimiento.

Para este procedimiento el objetivo es el siguiente:

Contar con una metodología para determinar las necesidades de mantenimiento Preventivo a las máquinas críticas, con la finalidad de mantener dichas máquinas en un nivel de disponibilidad, calidad y costo competitivo basándose en las políticas vigentes y bajo el Sistema de Calidad QS-9000.

5.4.3 ALCANCE

En el alcance se deben limitar los objetivos de cada procedimiento así como definir bajo que Sistema de Calidad se esta desarrollando. El alcance para este procedimiento es el siguiente:

Este Procedimiento contempla todas las Máquinas Críticas instaladas en Vitropar S.A. de C.V.

5.4.4 RESPONSABLES

En este punto, deben estar incluidos todos los titulares del personal asignado para que el desarrollo del procedimiento tenga el cumplimiento, desarrollo y éxito deseado.

Los responsables para este procedimiento son:

- Gerencia de Mantenimiento
- Analista y programador de mantenimiento.
- Supervisores de mantenimiento.
- Técnicos de mantenimiento.

5.4.5 DEFINICIONES

Este punto es un glosario para que cualquier persona ajena o del mismo departamento pueda comprender términos técnicos que se manejen dentro del procedimiento.

Para este procedimiento se decidió establecer las siguientes definiciones:

MÁQUINA CRÍTICA: Es la máquina, que por sus características, condiciones de operación o capacidad, es clave dentro de una línea de producción.

QSP: Quality System Process. (Proceso del Sistema de Calidad)

QSA Quality System Assessment. (Evaluación del Sistema de Calidad)

QS-9000 Quality System 9000 (Sistema de Calidad QS-9000)

5.4.6 DESARROLLO

Como su nombre indica, aquí se describe la metodología que se debe seguir para alcanzar el objetivo del procedimiento.

Cada uno de los párrafos deben estar identificados para que al hacer cambios y revisiones se especifique cuales fueron modificados.

La siguiente metodología describe las acciones que se deben desarrollar para el cumplimiento del mantenimiento preventivo.

5.4.6.1 Definir un listado de máquinas críticas para cada una de las líneas de producción.

5.4.6.2 Tomando como base el número de máquinas, se elabora un programa de actividades diarias (Formato: MNT002), semanales (Formato: MNT003-1), mensuales (Formato: MNT003-2), semestrales (Formato: MNT003-3) y anuales (Formato: MNT003-4) de mantenimiento preventivo.

5.4.6.3 Se realiza mantenimiento eléctrico, electrónico, hidráulico, neumático, mecánico y limpieza de máquinas, previa emisión de las ordenes de trabajo preventivas para dicho mantenimiento (Formato: MNT001).

5.4.6.4 El analista de mantenimiento entrega las ordenes de trabajo a los supervisores los lunes de cada semana en el primer turno, las cuales deben incluir tiempo de ejecución, listado de tareas a realizar, relación de refacciones de reemplazo (sí se requiere), personal necesario, experiencia requerida, número de identificación, tipo, modelo, número de serie y localización (Línea de Producción) de la máquina, número de orden de trabajo y fecha de programación.

5.4.6.5 Los supervisores asignan el personal que va a desarrollar la orden de trabajo de acuerdo a la experiencia y especialidades de cada uno.

5.4.6.6 Si algún mantenimiento no se realiza en la fecha programada, se deberá reprogramar para su realización con carácter prioritario en un tiempo no mayor a una semana posterior a la fecha de vencimiento.

5.4.6.7 Una vez que el personal asignado concluye las labores encomendadas, da aviso al supervisor en turno para que éste verifique si el trabajo se realizó en el tiempo considerado, además, que las ordenes de trabajo contengan toda la información solicitada como: tiempo utilizado, actividades adicionales, turno, nombre del ejecutor, refacciones usadas, firma y fecha de ejecución.

5.4.6.8 Las ordenes terminadas son entregadas al analista de mantenimiento, quien revisa cada una de ellas, después las descarga a través de la computadora a un software diseñado para la administración de mantenimiento con el cual, mediante métodos estadísticos, se puedan saber los resultados de la eficiencia.

5.4.6.9 Las ordenes de trabajo se archivan en carpetas, que contienen la información de todas las máquinas de cada línea de producción, así como los programas respectivos.

5.4.7 DOCUMENTOS DE REFERENCIA Y REVISIONES

Los documentos de referencia, son los documentos, manuales, normas, especificaciones y leyes gubernamentales que afectan directamente al desarrollo de un procedimiento. Para este procedimiento, los documentos de referencia son los siguientes:

- QSP: Quality System Process. (Proceso del Sistema de Calidad)
- QSA Quality System Assessment. (Evaluación del Sistema de Calidad)
- QS-9000 Quality System 9000 (Sistema de Calidad QS-9000)

Además, debe incluir la fecha de emisión, numero y fecha de revisiones, y párrafos que se modificaron.

Por ejemplo, sí este procedimiento llevará cinco revisiones, quedaría de la siguiente forma:

Documentos de Referencia:

- QSP – 4.9g1 (Indica la Norma 4, Inciso 9, Párrafo g1)
- QSA
- QS-9000

Revisiones:

01	01/01/01	Emisión.
02	28/02/01	Modificó el párrafo 5.3.5.2.
03	09/03/01	Revisión General.
04	11/04/01	Agrego párrafo 5.3.5.10.
05	20/07/01	Modificó el párrafo 5.3.5.6.

VITROPAR

ORDEN DE TRABAJO - MANTENIMIENTO PREVENTIVO

22/01/04 6:34:16 PM

El número de la orden de trabajo: **Descripción:**

ID de equipo:		Modelo:		Fecha:	
Procedimiento:		N° de		Prioridad	
Pedido por:		Ubicación:		Turno:	
Parar equipo:	Cerrar	Planta:		Estado:	
		Edificio:		Piso:	Sala:

M. Obra	Descripción de oficio.	Nombre del trabajador	Horas	Reg	Extra	Doble	Otro	Fecha

Tarea : **Descripción**

Seguridad ☐

Notas :

Refacciones:

Datos:	Fecha:		Supervisor:		Empezada (hr.):		Cuenta real:	
	Turno:		Tiempo Muerto:		Terminada (hr.):		Contador real:	

VITROPAR

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DIARIO

SEMANA DEL _____ AL _____ 20___

Maquina: _____ Operador: 1er Turno _____

Operación: _____ 2er Turno _____

Línea: _____ 3er Turno _____

ÍTEM	ACTIVIDAD	LUN			MAR			MIÉ			JUE			VIE			SÁB			DOM			OBSERVACIONES
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
	RUTINA ANTES DE ENCENDER LA MÁQUINA																						
1	Revise el nivel del tanque del aceite de lubricación, soluble de corte así como el manómetro de la presión hidráulica y neumática sea cero.																						
2	Revise que la guía de la torreta se encuentre libre de objetos y rebabas.																						
	RUTINA DESPUÉS DE ENCENDER LA MÁQUINA																						
1	Revise que no existan ruidos extraños en la unidad hidráulica, así como la presión hidráulica (35 kgf/cm^2), de sujeción (10 kgf/cm^2) y neumática (4 kgf/cm^2)																						
2	Revise que los ventiladores y extractores de aire del tablero de control funcionen y que el monitor este libre de alarmas.																						
	RUTINA ANTES DE LA OPERACIÓN AUTOMÁTICA																						
1	Revise que los portaherramientas, herramientas y mordazas del chuck estén sujetos correctamente.																						
2	Revise la lubricación de la superficie de las guías.																						
	RUTINA DURANTE LA OPERACIÓN AUTOMÁTICA																						
1	Revise que no haya ruidos extraños o vibración al girar el husillo o en la máquina.																						
	RUTINA DESPUÉS DE LA OPERACIÓN DIARIA																						
1	Revise que la máquina este apagada.																						
2	Limpie las guías, chuck y torreta de la máquina con soluble de corte.																						
3	Limpie la rebaba de la guía de la puerta y el deposito de recolección del aceite de retorno.																						
4	Limpie la rejilla del cilindro del chuck.																						

Nomenclatura:

Ok	Actividad realizada sin contratiempos
Ob	Actividad realizada con observaciones
N	Actividad no realizada
F	Falla de la máquina

VITROPAR

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO
SEMANALES

Máquina:	_____	Responsables:	1er Turno _____
Operación:	_____		2do Turno _____
Línea:	_____		3er Turno _____

ÍTEM	ACTIVIDAD	SEMANA 00																					REFACCIONES	OBSERVACIONES
		LUN ___			MAR ___			MIE ___			JUE ___			VIE ___			SAB ___			DOM ___				
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	Limpieza del filtro de aceite de la unidad hidráulica.																							
2	Limpieza del filtro de aire del tablero de control.																							
3	Revisión de la no existencia de fugas de aceite.																							

Nomenclatura:

Ok	Actividad realizada sin contratiempos
Ob	Actividad realizada con observaciones
N	Actividad no realizada
F	Falla mayor de la máaquina

_____

VoB. Supervisor de Turno

VITROPAR

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO
MENSUALES

Máquina: _____ Responsables: 1er Turno: _____

Operación: _____ 2do Turno: _____

Linea: _____ 3er Turno: _____

ITEM	ACTIVIDAD	AÑO 0000																																				REFACCIONES	OBSERVACIONES
		ENE				FEB				MAR				ABR				MAY				JUN				JUL				AGO				SEP				OCT				NOV				DIC					
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
1	Compruebe la carrera del chuck.																																																	
2	Compruebe las funciones de operación.																																																	
3	Limpieza del filtro de succión y del deposito de aceite de lubricación.																																																	
4	Limpieza del deposito de soluble de corte.																																																	
5	Purga del cilindro de desplazamiénto de aire.																																																	
6	Verifique el nivel de temperatura dentro del gabinete eléctrico.																																																	

Nomenclatura:

Ok	Actividad realizada sin contratiempos
Ob	Actividad realizada con observaciones
N	Actividad no realizada
F	Falla mayor de la máquina

_____

VoB. Gerente de Mantto.

VITROPAR

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO
SEMESTRAL

Máquina: _____ Responsables: 1er Turno: _____

Operación: _____ 2do Turno: _____

Línea: _____ 3er Turno: _____

ÍTEM	ACTIVIDAD	SEMESTRE																				REFACCIONES	OBSERVACIONES
		ENE/JUL				FEB/AGO				MAR/SEP				ABR/OCT				MAY/NOV				JUN/DIC					
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
1	Compruebe el alineamiento del husillo.																										
2	Compruebe la resistencia de aislamiento del motor de C.A.																										
3	Compruebe que todas las conexiones estén fijas y en buen estado.																										
4	Cheque el nivel de temperatura del aceite hidráulico y rodamientos del husillo.																										
5	Cheque el tiempo de indexado de la torreta.																										
6	Inspección rutinaria de la máquina en operación.																										
7	Limpieza de los depósitos y filtros de la unidad de mantenimiento.																										
8	Limpieza de los interruptores termo magnéticos.																										
9	Limpieza de los ventiladores y extractores de aire del gabinete eléctrico.																										
10	Limpieza de motores eléctricos.																										
11	Limpieza del colador del tanque de la unidad hidráulica.																										
12	Limpieza del chuck.																										
13	Limpieza del deposito de la unidad hidráulica.																										
14	Tomar muestra del aceite hidráulico y lubricación para análisis.																										
15	Revise el estado de las mangueras de aceite y aire.																										
16	Revisé el estado del cableado eléctrico.																										
17	Revise la rigidez de los interruptores de carrera de los servos.																										
18	Revise nivelación de la máquina.																										
19	Verificar que no exista vibración, generación de calor o ruidos extraños en los servos.																										
20	Verificar que no existan ruidos o vibración en el husillo.																										
21	Verifique el apriete del conector del servo.																										
22	Verifique el estado de la junta del carro.																										
23	Verifique el estado de los sellos de las guías.																										
24	Verifique la alineación de la torreta.																										
25	Verifique la carrera de activación de los relevadores de control.																										
26	Verifique la tensión y el estado de las bandas del motor del cabezal																										
27	Verifique que no exista sobrecalentamiento o ruidos en el motor de C.A.																										

Nomenclatura:

Ok	Actividad realizada sin contratiempos
Ob	Actividad realizada con observaciones
N	Actividad no realizada
F	Falla mayor de la maquina

VoB. Gerente de Mantto.

VITROPAR

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO
ANUAL

Máquina: _____ Responsables: 1er Turno: _____

Operación: _____ 2do Turno: _____

Linea: _____ 3er Turno: _____

ITEM	ACTIVIDAD	AÑO 0000																																								REFACCIONES	OBSERVACIONES
		ENE				FEB				MAR				ABR				MAY				JUN				JUL				AGO				SEP				OCT				NOV				DIC					
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
1	Limpieza del cilindro del chuck.																																												
2	Reemplace las bandas del motor del husillo..																																												
3	Reemplace los sellos de las guías.																																												
4	Reemplace los rodamientos de la bomba de lubricación.																																												
5	Limpieza de válvulas del sistema neumático.																																												
6	Limpieza de las válvulas del sistema hidráulico.																																												
7	Reemplace el filtro de la unidad de mantenimiento.																																												
8	Reemplace los rodamientos del motor de la bomba de la unidad hidráulica.																																												
9	Reemplace los rodamientos del motor de la bomba del soluble de corte.																																												
10	Limpieza y revisión de los botones del tablero de control.																																												
11	Limpieza y revisión del gabinete eléctrico.																																												
12	Limpieza y revisión del Switch magnético.																																												
13	Limpieza y revisión de fusibles.																																												
14	Reemplace las lámparas de iluminación del interior de la máquina.																																												
15	Reemplace las baterías de la memoria.																																												
16	Reemplace el freno electromagnético.																																												
17	Limpieza y revisión de switches de proximidad y límites.																																												
18	Reemplace los rodamientos del husillo.																																												

Nomenclatura:

Ok	Actividad realizada sin contratiempos
Ob	Actividad realizada con observaciones
N	Actividad no realizada
F	Falla mayor de la máquina

VoB. Gerente de Mantto.

VITROPAR

EQUIPOS CRÍTICOS

DESCRIPCIÓN	MODELO	OPERACIÓN	UBICACIÓN	NO. DE PARTE
TORNO MORÍ SEIKI	CL-253	10	LÍNEA 2.4 LTS.	426628-1

5.4.8 PIE DE PAGINA

El píe de página debe incluirse en todos los procedimientos y formatos, en éste deben estar: La persona que elaboró el procedimiento, quien lo autoriza, identificación del documento, número de páginas, fecha de emisión y última revisión.

Para este procedimiento el pie de página es el siguiente:

Elaborado por:		Aprobado por:	
Doc:	Página No de	Emisión: D/M/A	Revisión No: 00

5.4.9 FORMATOS

Para tener un control de los trabajos desarrollados, facilitar la programación de las actividades a realizar y para el cumplimiento del Nivel IV del Sistema de Calidad, se desarrollaron los siguientes formatos:

- **MNT001:** *Orden de Trabajo de Mantenimiento Preventivo*
- **MNT002:** *Actividades Diarias de Mantenimiento Preventivo*
- **MNT003-1:** *Actividades Semanales*
- **MNT003-2:** *Actividades Mensuales*
- **MNT003-3:** *Actividades Semestrales*
- **MNT003-4:** *Actividades Anuales*

5.5 MÉTODOS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Otro de los requerimientos de la Norma QS-9000, es el desarrollo de un sistema de mantenimiento predictivo para las máquinas críticas, para el cual también se debe desarrollar un procedimiento, gráficas, programas y cálculos estadísticos para evaluar el cumplimiento de los programas.

Los parámetros a evaluar en los procedimientos de mantenimiento predictivo a los equipos utilizados son los siguientes:

- **VIBRACIÓN**: Analizadores de vibración de rodamientos.
- **TEMPERATURA**: Termómetros de contacto, infrarrojos y láser.
- **AMPERAJE**: Multimetros.
- **PRESIÓN Y FLUJO**: Manómetros.
- **ANÁLISIS DE LUBRICANTES**: Este análisis es desarrollado por el proveedor del mismo.

5.6 PROCEDIMIENTO PARA EL EMPAQUE Y PRESERVACIÓN DE EQUIPOS, INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN Y HERRAMIENTAS ESPECIALES

Como requerimiento de la Norma QS-9000, también se requiere contar con un procedimiento, que nos garantice que las lecturas y condiciones de los equipos, instrumentos de medición y herramientas especiales, que se van a emplear para la ejecución del mantenimiento preventivo y predictivo sean confiables en cualquier momento que se utilicen.

Con esta finalidad se desarrolló el siguiente procedimiento considerando el nombre de la empresa antes mencionada.

5.6.1 ENCABEZADO

VITROPAR	NIVEL II VIT-MNT-002 Procedimiento para Control y Preservación de Equipos, Herramientas e Instrumentos Especiales

5.6.2 OBJETIVO

Contar con una metodología que nos ayude a llevar el control y conservación de equipos, instrumentos de medición y herramientas especiales.

5.6.3 ALCANCE

Este plan contempla a todas los equipos, instrumentos de medición y herramientas especiales, las cuales se utilizan en la ejecución de los programas de mantenimiento preventivo y predictivo.

5.6.4 RESPONSABLES

- Analista y Programador de Mantenimiento.
- Supervisores de Mantenimiento.
- Técnicos de Mantenimiento.
- Control de Calidad.

5.6.5 DEFINICIONES

EQUIPOS, INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN Y HERRAMIENTAS ESPECIALES: Son los recursos que los técnicos emplean para realizar con eficiencia el mantenimiento preventivo y predictivo y que por sus características, sus costosos y diseño, requieren un cuidado y un conocimiento para su utilización.

5.6.6 DESARROLLO

5.6.6.1 Los equipos, instrumentos de medición y herramientas especiales, deben conservarse en su empaque original y se encuentran en dos anaqueles identificados con la siguiente leyenda:

- Equipos e instrumentos de medición.
- Herramientas especiales.

5.6.6.2 Los anaqueles se encuentran en el almacén de mantenimiento y el acceso a este lugar es controlado. En estos están definidas mediante un código la identificación y colocación de los instrumentos y herramientas especiales de acuerdo con las características de cada uno de ellos.

5.6.6.3 Las llaves de los anaqueles están controladas por los supervisores de turno y el analista de mantenimiento.

5.6.6.4 Los equipos, instrumentos de medición y herramientas especiales, estas identificadas por un código y se dividen en dos listas. Una de ellas incluyen los equipos e instrumentos de medición (Formato MNT-004) y en la otra lista se encuentran las herramientas especiales (Formato MNT-005).

5.6.6.5 El código esta definido de la siguiente forma:

MTO-000-I/H

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

Donde: Las primeras tres letras identifican el departamento (MNT: Mantenimiento), los números el consecutivo, la última letra identifica el tipo de herramienta (I: Instrumento de medición, H: Herramienta especial).

5.6.6.6 Cada uno de los técnicos cuenta con tres placas de identificación, las cuales tienen el logotipo de la empresa y su número de nomina.

5.6.6.7 El solicitante debe colocar una de las placas en el lugar del instrumento y/o herramienta que va a emplear en ese momento, con la finalidad de saber quien lo tiene a resguardo.

5.6.6.8 Sí el solicitante se percata de que el instrumento y/o herramienta que va a utilizar, sé encuentra dañado, debe reportar de inmediato al supervisor de turno.

5.6.6.9 Los instrumentos y/o equipos deben entregarse antes de finalizar el turno al supervisor, y este revisara que todas estén en buenas condiciones.

5.6.6.10 Cada supervisor debe cerciorarse que los anaqueles estén completos y entregará las llaves al supervisor del turno siguiente.

5.6.6.11 Los Instrumentos de medición como: Multimetros, amperímetros, analizadores de vibración, indicadores de carátula y calibradores, deben estar incluidos en el programa de calibración del departamento de calidad y, además, contar con su certificado de calidad y calibración correspondiente.

5.6.6.12 Documento de referencia y número de revisiones.

Documentos de Referencia:

- QSP – 4.9g1 (Indica la Norma 4, Inciso 9, Párrafo g1)
- QSA
- QS-9000

Revisiones:

01 01/01/01 Emisión.

5.6.6.13 Pie de página

Elaborado por:		Aprobado por:	
Doc:	Página No de	Emisión: D/M/A	Revisión No: 00

5.6.7 FORMATOS

Para el control de los equipos, instrumentos de medición y herramientas especiales, se desarrollaron los siguientes formatos:

- **MNT004:** *Equipos e Instrumentos de Medición*
- **MNT005:** *Herramientas Especiales*

5.7 LISTADO DE REFACCIONES Y PARTES DE REEMPLAZO PARA MÁQUINAS CRÍTICAS

Es indispensable tener el control de las refacciones que se van a emplear para el mantenimiento de las máquinas críticas con la finalidad de evitar que falten las que se van a usar en la ejecución del mantenimiento.

El procedimiento para el Control de estas refacciones es el siguiente:

5.7.1 ENCABEZADO

VITROPAR	NIVEL II VIT-MNT-002 Procedimiento para Control de Refacciones de Maquinas Criticas

5.7.2 OBJETIVO

Contar con una metodología que el control de refacciones para máquinas críticas.

5.7.3 ALCANCE

Este Procedimiento contempla todas las refacciones que son indispensables para la ejecución del mantenimiento preventivo de las máquinas críticas.

VITROPAR	EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN MANTENIMIENTO

SEMANA DEL ___ AL ___ DE 20__

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO DE ID	LUN			MAR			MIÉ			JUE			VIE			SÁB			DOM			OBSERVACIONES
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1																								
2																								
3																								
4																								
5																								
6																								
7																								
8																								
9																								
10																								
11																								
12																								
13																								
14																								
15																								
16																								
17																								
18																								
19																								
20																								
21																								
22																								
23																								
24																								
25																								
26																								
27																								
28																								
29																								

Nomenclatura:

OK	Anaquel Completo
F	Anaquel Incompleto

VITROPAR

HERRAMIENTAS ESPECIALES
MANTENIMIENTO

SEMANA DEL ___ AL ___ DE 20__

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO DE ID	LUN			MAR			JUE			VIE			SÁB			DOM			OBSERVACIONES
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1																					
2																					
3																					
4																					
5																					
6																					
7																					
8																					
9																					
10																					
11																					
12																					
13																					
14																					
15																					
16																					
17																					
18																					
19																					
20																					
21																					
22																					
23																					
24																					
25																					
26																					
27																					
28																					
29																					
30																					

Nomenclatura:

OK	Anaquel Completo
F	Anaquel Incompleto

5.7.4 RESPONSABILIDADES

- Gerencia de mantenimiento
- Analista y programador de mantenimiento.
- Supervisores de mantenimiento.
- Técnicos de mantenimiento

5.7.5 DEFINICIONES

REFACCIONES ESPECIALES: Son las refacciones que se utilizan para desarrollar el mantenimiento preventivo a las máquinas críticas, por lo cual se requiere tener un control sobre las mismas.

5.7.6 DESARROLLO

5.7.6.1 De acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes e historial de las maquinas criticas, se realiza un listado de refacciones para maquinas criticas.

5.7.6.2 Las refacciones para maquinas críticas son controladas por el almacén de mantenimiento.

5.7.6.3 La periodicidad de los reemplazos va a estar en función de los programas de Mantenimiento Preventivo y/o correctivo. (Formato MNT006 y MNT008).

5.7.6.4 Estas refacciones son dadas de alta en el software de mantenimiento por medio de un código de identificación para cada una de ellas. Este se define de la siguiente forma:

MNT XXX 000

Donde: las primeras tres letras definen el departamento (MNT: Mantenimiento),las siguientes tres letras la descripción (SEN: Sensores, ROD: Rodamientos, MIC: Micro Switch, etc.) y los tres últimos números el consecutivo.

5.7.6.5 Con base en la cantidad de refacciones que utiliza cada máquina, cantidad de máquinas que utilicen las mismas refacciones, frecuencia de reemplazo y tiempos de entrega se establece un máximo y un mínimo de las mismas.

5.7.6.6 Es responsabilidad del técnico, dar aviso de la sustitución de una o más refacciones empleadas en el desarrollo de alguna orden de trabajo preventiva o correctiva en una máquina crítica.

5.7.6.7 El supervisor de mantenimiento en turno, debe cerciorarse que en la orden de trabajo este toda la información necesaria de la (s) refacción (es) que se hayan empleado en el desarrollo de la misma. Esta información debe contener: la descripción de la refacción, fabricante, modelo, número de serie, número de parte, características técnicas y cantidad empleada.

5.7.6.8 Una vez que la orden de trabajo es entregada al analista y programador de mantenimiento, éste la analiza y descarga en el software de mantenimiento, con la finalidad de que el inventario se actualice diario y tener un stock real en el almacén de mantenimiento además de tener el control de gastos por línea de producción.

5.7.6.9 El analista y programador de mantenimiento, debe revisar diario en el almacén las existencias de refacciones, especialmente aquellas máquinas críticas y comparar la información con los máximos y mínimos.

5.7.6.10 Cuando una refacción esté en la cantidad mínima, el analista y programador de mantenimiento debe realizar una requisición de compra, solicitando la cantidad de refacciones necesarias para que estas estén en la cantidad máxima lo antes posible y así contar con estas cuando se requieran.

5.7.6.11 La requisición debe estar firmada por el gerente de mantenimiento antes de pasar al departamento de compras, dando con su firma el visto bueno a la cantidad y descripción de la (s) refacción (es) solicitadas.

5.7.6.12 El analista y programador de mantenimiento, debe dar seguimiento a las Requisiciones de compra hasta que el material solicitado o refacciones lleguen al almacén general.

5.7.6.13 Una vez que las refacciones estén en el almacén general, el analista de mantenimiento debe rescatarlas del mismo y darlas de alta en el sistema de mantenimiento.

5.7.6.14 Las refacciones después de darlas de alta en el software de mantenimiento, son colocadas en el anaquel correspondiente.

5.7.6.15 En el almacén de mantenimiento, las refacciones para las máquinas críticas, están colocadas en anaqueles organizados por familias de

refacciones (por ejemplo: rodamientos, sensores, micros, etc) y cada uno cuenta con una lista de contenido **(**Formato**:** MNT007**)**

5.7.7 DOCUMENTOS DE REFERENCIA Y NÚMERO DE REVISIONES

Documentos de referencia:

- QSP – 4.9g1 (Indica la Norma 4, Inciso 9, Párrafo g1)
- QSA
- QS-9000

Revisiones:

01 01/01/01 Emisión.

PIE DE PÁGINA

Elaborado por:		Aprobado por:	
Doc:	Página No de	Emisión: D/M/A	Revisión No: 00

5.7.8 FORMATOS

- **MNT006:** *Listado de refacciones para máquinas críticas.*
- **MNT007:** *Listado de refacciones por anaquel del almacén de mantenimiento.*
- **MNT008:** *Orden de trabajo para mantenimiento correctivo–emergencias.*

5.8 DOCUMENTACIÓN, EVALUACIÓN Y PLANTEAMIENTO DE OBJETIVOS

El gerente de mantenimiento junto con los supervisores y el analista debe desarrollar los objetivos del departamento.

VITROPAR

REFACCIONES PARA MÁQUINAS CRÍTICAS
MANTENIMIENTO

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO DE ID	UBICACIÓN EN LA MÁQUINA	MÁQUINA	LÍNEA (S)	OBSERVACIONES
1	Freno magnético	MNT-FMA-001	Sis. Electrónico	Morí Seiki CL-253	2.4 lts	
2	Batería Tipo "D"	MNT-BAT-002	Sis. Electrónico	Morí Seiki CL-253	2.4 lts	
3	Bandas tipo V	MNT-BAN-001	Transmisión	Morí Seiki CL-253	2.4 lts	
4	Sellos	MNT-SEL-002	Guías	Morí Seiki CL-253	2.4 lts	
5	Lámparas.	MNT-LAM-001	Cabina	Morí Seiki CL-253	2.4 lts	
6	Filtro.	MNT-FIL-001	Unidades de Mantto.	Morí Seiki CL-253	2.4 lts	
7	Baleros SKF	MNT-BAL-003	Bomba de lubricación	Morí Seiki CL-253	2.4 lts	
8	Baleros SKF	MNT-BAL-004	Bomba del sis. Hidráulico	Morí Seiki CL-253	2.4 lts	
9	Baleros SKF	MNT-BAL-005	Bomba del soluble	Morí Seiki CL-253	2.4 lts	
10	Baleros FAFNIR	MNT-BAL-006	Husillo	Morí Seiki CL-253	2.4 lts	

VITROPAR

REFACCIONES PARA MÁQUINAS CRÍTICAS POR ANAQUEL
MANTENIMIENTO

ANAQUEL 01 (COMPONENTES ELECTRÓNICOS)						
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO DE ID	UBICACIÓN	MÁXIMO	MÍNIMO	OBSERVACIONES
1	Freno Magnético	MNT-FMA-001	01	02	01	
2	Batería tipo " D "	MNT-BAT-001	02	04	02	
3			03	00	00	
4			04	00	00	

ANAQUEL 02 (COMPONENTES MECÁNICOS)						
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO DE ID	UBICACIÓN	MÁXIMO	MÍNIMO	OBSERVACIONES
1	Banda Tipo V	MNT-BAN-001	01	12	06	
2	Sellos	MNT-SEL-001	02	02 jgo	01 jgo	
3	Baleros SKF para bomba del Sistema. Lubricación	MNT-BAL-001	03	04	02	
4	Baleros SKF para bomba del Sistema. Hidráulico	MNT-BAL-002	04	04	02	
5	Baleros SKF para la bomba del soluble	MNT-BAL-003	05	04	02	
6	Baleros para el husillo	MNT-BAL-004	06	04	02	
7			07	00	00	

ANAQUEL 03 (COMPONENTES ELÉCTRICOS)						
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO DE ID	UBICACIÓN	MÁXIMO	MÍNIMO	OBSERVACIONES
1	Lámpara	MNT-LAM-001	01	02	01	
2			02	00	00	
3			03	00	00	
4			04	00	00	

ANAQUEL 04 (COMPONENTES NEUMÁTICOS)						
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO DE ID	UBICACIÓN	MÁXIMO	MÍNIMO	OBSERVACIONES
1	Filtro	MNT-FIL-004	01	02	01	
2			02	00	00	
3			03	00	00	
4			04	00	00	

VITROPAL	ORDEN DE TRABAJO MANTENIMIENTO		CONSECUTIVO	No DE FOLIO 0.000
DPTO. SOLICITANTE	MÁQUINA		AFECTA PRODUCCIÓN SI ☐ NO ☐	
	SEC.:	LÍNEA:	TURNO ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3	
TRABAJO SOLICITADO POR:	RECEPCIÓN DE O.T.		TRABAJO TERMINADO POR:	
FECHA: / HORA:	FECHA:	HORA:	FECHA	HORA
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:			TRABAJO ACEPTADO POR	
			FECHA	HORA
FALLA REAL 1 2			TIEMPO DE PARO:	
REPARACIÓN: (Describe como se realizo la reparación.)			TIPO DE FALLA 01 MECÁNICA ☐ 02 HIDRAULICO ☐ 03 NEUMATICO. ☐ 04 ELÉCTRICA ELECTRO. ☐ 05 AJUSTE DE PROCESO ☐ 06 SERV. GEN. ☐	TIPO DE MANTTO. 01 EMERGENCIA ☐ 02 CORRECTIVO ☐ 03 GENERAL ☐
Fecha de elaboración: D/M/A	Rev. No.: 00	Fecha de revisión: D/M/A	MNT008	

REFACCIONES : (Componentes o partes usadas en la reparación.)

DESCRIPCIÓN	NUM. DE PARTE	CANTIDAD	LOCALIZACIÓN EN LA MÁQUINA

NOMINA	NOMBRE DEL TRABAJADOR	FECHA	HORA DE INICIO	HORA DE TERMINO	TIEMPO UTILIZADO	OBSERVACIONES:
			TOTAL DE HORAS:			

Los objetivos, deben ser a corto, mediano y largo plazo, además estos deben ser reales, alcanzables y medibles.

Aunque la dirección de planta, considere objetivos operativos para cada departamento, cada responsable de área debe definir sus propios objetivos y controles internos para asegurarse de alcanzar los globales a nivel planta.

La eficiencia del departamento de mantenimiento, se puede evaluar considerando los siguientes objetivos:

- Nivel de disponibilidad de los equipos.
- Cumplimiento de los programas de mantenimiento preventivo y predictivo.
- Distribución de mano de obra por tipo de mantenimiento (correctivo, preventivo, predictivo).
- Bench Marking.
- Costos.

5.8.1 NIVEL DE DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS

El objetivo principal de cualquier empresa, es alcanzar los requerimientos de producción con la calidad requerida y al menor costo para evitar reclamos por parte de los clientes.

Por esto, el departamento de mantenimiento es un punto clave dentro de cualquier empresa, ya que depende de él que la producción alcance sus objetivos primordiales: volumen, calidad de las piezas y puntualidad en las entregas.

5.8.2 CUMPLIMIENTO DE LOS PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO

Otro de los objetivos del mantenimiento es cumplir con los programas al 100%. Para alcanzar estos resultados, se debe tener un liderazgo y comunicación constante con los departamentos involucrados.

Liderazgo, porque se debe convencer a la gente del departamento, que la enfermedad es el mantenimiento emergente y la vacuna es el preventivo - predictivo, por ende, se debe realizar éste con la mayor eficiencia posible para disminuir al máximo las emergencias.

Comunicación, porque se necesita saber negociar, con el departamento de producción, principalmente, para la programación de paros, así, como el apoyo de mano de obra para trabajos donde no se requiera la especialización (limpiezas, por ejemplo).

Desarrollar eficientemente el programa de mantenimiento preventivo-predictivo al 100%, dará como resultados, el aumento en la eficiencia de la planta, reducción de costos por paros prolongados de producción, compras emergentes y lo más importante alcanzar los volúmenes de producción requeridos.

5.8.3 DISTRIBUCIÓN DE LA MANO DE OBRA POR TIPO DE MANTENIMIENTO

Cuando una planta no cuenta con un mantenimiento preventivo, los técnicos y supervisores son empleados únicamente para solucionar paros de emergencias. Esto trae como consecuencia, que la flotilla del departamento sea muy grande, se incrementen costos por compra de refacciones de emergencia a muy alto precio y en la mayoría de las ocasiones con tiempos muy prolongados de entrega, paros prolongados de máquinas e incluso líneas de producción, pagos de servicios externos, producción de piezas con poca calidad y lo más importante la insatisfacción de clientes.

Cuando una empresa inicia el desarrollo de un programa de mantenimiento preventivo, debe iniciar venciendo la resistencia al cambio, comenzando con el cambio de la filosofía del personal involucrado, para convencerlo que para eliminar las emergencias se debe iniciar previniendo las fallas.

Un plan muy ambicioso para alcanzar el porcentaje ideal por semestre en la distribución de la mano de obra para los diferentes tipos de mantenimientos en una empresa Bench Marking puede ser el siguiente:

5.8.4 BENCH MARKING

Una planta es considerada Bench Marking, cuando por sus resultados es un modelo a seguir por otras empresas del mismo ramo y/o corporativo.

Es muy importante saber realmente el desarrollo del departamento para poder saber el nivel en el que se encuentra.

La forma de saberlo, es la comparación de resultados con empresas lideres del mismo ramo, esto es, si se pertenece a un mismo grupo, contactar con los responsables del mantenimiento de las otras empresas para solicitar indicadores y así saber cual es la posición que se ocupa dentro del mismo.

En caso de ser una empresa independiente, los indicadores se deben buscar con empresas del mismo ramo, independientes y/o pertenecientes a un grupo.

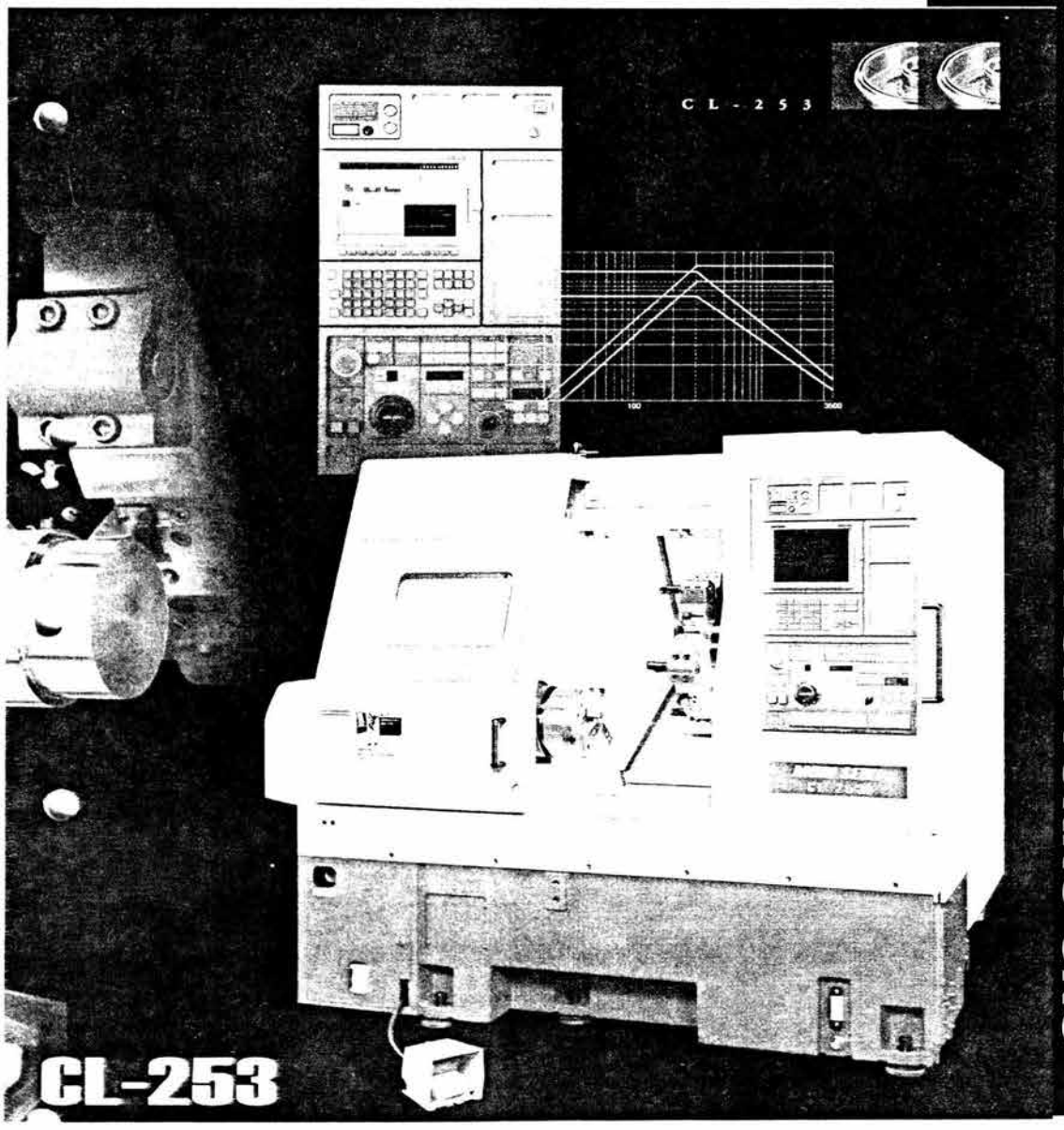
En ambos casos, la evaluación nos indicara el nivel de desempeño y mediante visitas a empresas con mejores resultados buscar la mejora continua y/o conservarla.

5.8.5 COSTOS

Como todo departamento, uno de los objetivos más importante y difícil de conseguir la reducción de costos.

Una forma de reducirlos es mediante un buen sistema de mantenimiento preventivo y predictivo. Con esto, se pueden reducir costos de tiempo extra y refacciones.

VI. DESARROLLO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO A UN TORNO CNC



6.1 GENERALIDADES

Dentro los países fabricantes de estas máquinas, se puede considerar a Japón como uno de los más importantes en cuanto al desarrollo tecnológico, precisión, soporte técnico además de ser uno de los que más exporta a escala mundial.

Uno de los fabricantes japoneses con mayor reconocimiento es MORÍ SEIKI, fundada en 1958 en la ciudad de Tokio, este es uno de los de mayor prestigio en Europa y América. Uno de sus mayores logros, es haber obtenidos el premio a la excelencia en 1997.

Una de las exigencias de los empresarios nacionales para la compra de este equipo es contar con el soporte técnico. Por esto uno de los fabricantes con mayores ventas en México es Morí Seiki, esto gracias al respaldo que brinda con personal especializado, así como la empresa de FANUC (distribuidor de controles).

Gracias a que los componentes y sistemas que son muy similares entre los fabricantes de Tornos CNC en el ámbito mundial y que Morí Seiki se encuentra en uno de los niveles más altos entre ellos respecto a calidad de maquinado, precisión, confiabilidad y soporte técnico, podemos decir que este desarrollo del Mantenimiento Preventivo puede ser empleado para diferentes marcas y modelos de máquinas.

Por los puntos anteriormente mencionados y además de haber tenido la oportunidad de conocer plantas en donde se manufacturan el Torno Morí Seiki y que actualmente estamos trabando con ellas es por estos motivos que para nuestro desarrollo de Tesis hemos seleccionado un **Torno Morí Seiki CL-253** con las siguientes características:

- MARCA: Morí Seiki
- MODELO: CL-253 (2003)
- CONTROL: Fanuc MF-T8
- TORRETA: Con 12 estaciones
- HUSILLO: ø450 mm.
- MOTOR HUSILLO: 20.00 HP
- MOTOR UNIDAD HIDRÁULICA: 2.00 HP
- MOTOR DE LA BOMBA DE LUBRICACIÓN: 0.03 HP
- MOTOR DE LA BOMBA DEL REFRIGERANTE: 0.70 HP
- PRESIÓN DE AIRE REQUERIDA: 56.88 psi
- VOLTAJE: 220 Vol.
- FRECUENCIA: 50/60 hz.
- CAPACIDAD DE LA UNIDAD HIDRÁULICA: 10 lts.

- TANQUE DEL ACEITE DE LUBRICACIÓN: 4.2 lts.
- TANQUE DEL REFRIGERANTE: 123 lts.
- PESO DE LA MÁQUINA: 4,100 Kg.
- ALTURA: 2,000 mm.
- ÁREA DE PISO REQUERIDA: 2,000 x 1,775 mm
- COSTO: $ 110,000.00 Uds.

Para la instalación de este tipo de tornos, se deben considerar los siguientes requerimientos:

- El área de instalación no debe estar expuesta a los rayos del sol ni a la lluvia.
- La temperatura adecuada de funcionamiento debe ser entre los 10 ºC y 35 ºC.
- La humedad relativa no debe exceder del 75%.
- La superficie de instalación debe contar con la cimentación adecuada para evitar vibraciones en la máquina.
- La conexión de alimentación debe ser a un transformador independiente.
- La conexión a tierra también debe ser independiente y de preferencia a una varilla de tierra enterrada cerca de la máquina.
- La maquina debe estar libre de escurrimientos de cualquier líquido y polvo.

6.2 CARTA DE LUBRICACIÓN

En la siguiente tabla se describen los puntos que se deben lubricar, frecuencia de relleno, capacidad, tipo de lubricante y tiempo de reemplazo.

ÍTEM	PUNTOS DE LUBRICACIÓN	TIPO DE LUBRICANTE	CANTIDAD DIARIA	FRECUENCIA RELLENO	CAPACIDAD DEPÓSITO	FRECUENCIA CAMBIO
1	Chuck	Grasa Amarilla Mobil grease	5 gr	Diario	5 gr	Cuando se requiera
2	Refrigerante	Soluble en Agua	Requiera	Inicio de Turno	120 Lts	30 días
3	Lubricación	Mobil Vactra No. 2	Requiera	Inicio de Turno	4.2 Lts	Según análisis del proveedor
4	Hidráulico	Mobil DTE Oil Light	Requiera	Diario	10 Lts	Según análisis del proveedor
5	Rodamientos del Husillo	*NOK Kluber ISOFLEX-NBU 15 (angular) * STABURAGS-NBU8EP (NN)	-	-	-	Cuando se de Mantenimiento
6	Husillo	Grasa Amarilla Mobil grease	-	-	-	Cuando se de Mantenimiento
7	Guías	Grasa Amarilla Mobil grease	-	-	-	30 días

6.3 PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO

A fin de conservar en óptimas condiciones de trabajo el equipo CNC, es necesario llevar a cabo las rutinas de Mantenimiento Preventivo. Estas rutinas incluyen verificaciones periódicas semanales, mensuales, semestrales y anuales que el personal de mantenimiento y/o personal de Morí Seiki deberá realizar. Los tiempos están descritos en forma decimal para facilitar los cálculos (Ejemplo: 0.16 x 60 = 10 min.)

6.3.1 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DIARIO

Se recomienda que las rutinas de mantenimiento diarias sean desarrolladas por el propio operario del equipo y/o por el encargado de la línea, en la siguiente tabla podemos observar las actividades que el fabricante de la maquina recomienda, el tiempo de ejecución y el momento en que se debe realizar.

ÍTEM	ACTIVIDAD	TIEMPO EJECUCIÓN	NÚM. PERSONAS	ESPECIALIDAD
	ANTES DE ENCENDER LA MÁQUINA			
1	Revise el nivel del tanque del aceite de lubricación, soluble de corte así como el manómetro de la presión hidráulica y neumática sea cero.	0.05	1	Operador
2	Revise que la guía de la torreta se encuentre libre de objetos y rebabas.	0.05	1	Operador
			TOTAL	0.10 (6 min.)
	DESPUÉS DE ENCENDER LA MÁQUINA			
1	Revise que no existan ruidos extraños en la unidad hidráulica, así como la presión hidráulica (35 kgf/cm^2), de sujeción (10 kgf/cm^2) y neumática (4 kgf/cm^2).	0.05	1	Operador
2	Revise que los ventiladores y extractores de aire del tablero de control funcionen y que el monitor este libre de alarmas.	0.05	1	Operador
			TOTAL	0.10 (6 min.)
	ANTES DE LA OPERACIÓN AUTOMÁTICA			
1	Revise que los portaherramientas, herramientas y mordazas del chuck estén sujetos correctamente.	0.05	1	Operador
2	Revise la lubricación de la superficie de las guías.	0.05	1	Operador
			TOTAL	0.10 (6 min.)
	DURANTE LA OPERACIÓN AUTOMÁTICA			
1	Revise que no haya ruidos extraños o vibración al girar el husillo o en la máquina.	0.05	1	Operador
			TOTAL	0.05 (3 min.)
	DESPUÉS DE LA OPERACIÓN AUTOMÁTICA			
1	Revise que la máquina este apagada.	0.05	1	Operador
2	Limpie las guías, chuck y torreta de la máquina con soluble de corte.	0.08	1	Operador
3	Limpie la rebaba de la guía de la puerta y el deposito de recolección del aceite de retorno.	0.05	1	Operador
4	Limpie la rejilla del cilindro del chuck.	0.05	1	Operador
			TOTAL	0.23 (14 min.)
	TOTAL DE MANO DE OBRA POR TURNO			0.58 (34.8 min.)
	TOTAL DE MANO DE OBRA POR AÑO			35, 496 min.

6.3.2 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO SEMANAL

ÍTEM	ACTIVIDAD	TIEMPO EJECUCIÓN	NÚM. PERSONAS	ESPECIALIDAD
1	Limpieza del filtro de aceite de la unidad hidráulica.	0.33	1	Lubricador
2	Limpieza del filtro de aire del tablero de control.	0.33	1	Lubricador
3	Revisión de la no-existencia de fugas de aceite.	0.33	1	Lubricador
		TOTAL	0.99	(59.40 min.)

6.3.3 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO MENSUAL

ÍTEM	ACTIVIDAD	TIEMPO EJECUCIÓN	NÚM. PERSONAS	ESPECIALIDAD
1	Compruebe la carrera del chuck.	0.33	1	Electromecánico
2	Compruebe las funciones de operación.	0.50	1	Electromecánico
3	Limpieza del filtro de succión y del deposito de aceite de lubricación.	2.00	1	Lubricador
4	Limpieza del deposito de soluble de corte.	3.00	1	Lubricador
5	Purga del cilindro de desplazamiento de aire.	0.17	1	Lubricador
6	Verifique el nivel de temperatura dentro del gabinete eléctrico.	0.50	1	Electromecánico
7	Verifique el alineamiento del chuck.	0.50	1	Electromecánico
8	Verifique que el cilindro del chuck no tenga fugas.	0.75	1	Electromecánico
	TOTAL	7.75	(465 min.)	

6.3.4 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO SEMESTRAL

ÍTEM	ACTIVIDAD	TIEMPO EJECUCIÓN	NÚM. PERSONAS	ESPECIALIDAD
1	Compruebe el alineamiento del husillo.	4.00	1	Electromecánico
2	Compruebe la resistencia de aislamiento del motor de C.A.	1.00	1	Electromecánico
3	Compruebe que todas las conexiones estén fijas y en buen estado.	1.50	1	Electromecánico
4	Cheque el nivel de temperatura del aceite hidráulico y rodamientos del husillo.	1.00	1	Electromecánico
5	Cheque el tiempo de indexado de la torreta.	0.33	1	Electromecánico
6	Inspección rutinaria de la máquina en operación.	0.67	1	Electromecánico
7	Limpieza de los depósitos y filtros de la unidad de mantenimiento.	0.50	1	Lubricador

ÍTEM	ACTIVIDAD	TIEMPO EJECUCIÓN	NÚM. PERSONAS	ESPECIALIDAD
8	Limpieza de los interruptores termo magnéticos.	6.00	1	Electromecánico
9	Limpieza de los ventiladores y extractores de aire del gabinete eléctrico.	5.00	1	Electromecánico
10	Limpieza de motores eléctricos.	8.00	1	Electromecánico
11	Limpieza del colador del tanque de la unidad hidráulica.	0.50	1	Lubricador
12	Limpieza del chuck.	4.00	1	Electromecánico
13	Limpieza del deposito de la unidad hidráulica.	4.00	1	Lubricador
14	Tomar muestra del aceite hidráulico y lubricación para análisis.	0.17	1	Lubricador
15	Revise el estado de las mangueras de aceite y aire.	1.00	1	Lubricador
16	Revise el estado del cableado eléctrico.	1.00	1	Electromecánico
17	Revise la rigidez de los interruptores de carrera de los servos.	0.50	1	Electromecánico
18	Revise nivelación de la máquina.	1.00	1	Electromecánico
19	Verificar que no exista vibración, generación de calor o ruidos extraños en los servos.	0.50	1	Electromecánico
20	Verificar que no existan ruidos o vibración en el husillo.	0.50	1	Electromecánico
21	Verifique el apriete del conector del servo.	0.50	1	Electromecánico
22	Verifique el estado de la junta del carro.	1.00	1	Electromecánico
23	Verifique el estado de los sellos de las guías.	2.00	1	Electromecánico
24	Verifique la alineación de la torreta.	1.00	1	Electromecánico
25	Verifique la carrera de activación de los relevadores de control.	1.00	1	Electromecánico
26	Verifique la tensión y el estado de las bandas del motor del cabezal	0.33	1	Electromecánico
27	Verifique que no exista sobrecalentamiento o ruidos en el motor de C.A.	0.33	1	Electromecánico
	TOTAL	47.33	(2,840 min.)	

6.3.5 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO ANUAL

ÍTEM	ACTIVIDAD	TIEMPO EJECUCIÓN	NÚM. PERSONAS	ESPECIALIDAD
1	Limpieza del cilindro del chuck.	5.00	1	Electromecánico
2	Reemplace las bandas del motor del husillo..	2.00	1	Electromecánico

ÍTEM	ACTIVIDAD	TIEMPO EJECUCIÓN	NÚM. PERSONAS	ESPECIALIDAD
3	Reemplace los sellos de las guías.	6.00	1	Electromecánico
4	Remplace los rodamientos de la bomba de lubricación.	1.50	1	Electromecánico
5	Limpieza de válvulas del sistema neumático.	12.00	1	Electromecánico
6	Limpieza de las válvulas del sistema hidráulico.	12.00	1	Electromecánico
7	Reemplace el filtro de la unidad de mantenimiento.	0.50	1	Lubricador
8	Reemplace los rodamientos del motor de la bomba de la unidad hidráulica.	1.50	1	Electromecánico
9	Reemplace los rodamientos del motor de la bomba del soluble de corte.	1.50	1	Electromecánico
10	Limpieza y revisión de los botones del tablero de control.	6.00	1	Electromecánico
11	Limpieza y revisión del gabinete eléctrico.	2.00	1	Electromecánico
12	Limpieza y revisión del Switch magnético.	2.00	1	Electromecánico
13	Limpieza y revisión de fusibles.	3.00	1	Electromecánico
14	Reemplace las lámparas de iluminación del interior de la máquina.	0.50	1	Electromecánico
15	Reemplace las baterías de la memoria.	0.33	1	Electromecánico
16	Reemplace el freno electromagnético.	2.00	1	Electromecánico
17	Limpieza y revisión de switches de proximidad y límites.	5.00	1	Electromecánico
18	Reemplace los rodamientos del husillo.	6.00	1	Electromecánico
	TOTAL	68.83	(4,130 min.)	

6.3.6 CONCENTRADO

En la siguiente tabla, hemos concentrado las actividades a desarrollar, frecuencia y tiempo que una empresa emplearía para el desarrollo de un mantenimiento preventivo para un torno CNC.

ÍTEM	ACTIVIDAD	PERIODO DE EJECUCIÓN						ESPECIALIDAD
		TIEMPO	SEM	MEN	SEMES	ANUAL	TOTAL	
1	Limpieza del filtro de aceite hidráulico.	0.33	0.33	1.32	7.92	15.84	15.84	Lubricador
2	Limpieza del filtro de aire del tablero de control.	0.33	0.33	1.32	7.92	15.84	15.84	Lubricador
3	Revisión de la no-existencia de fugas de aceite.	0.33	0.33	1.32	7.92	15.84	15.84	Lubricador
4	Compruebe la carrera del chuck.	0.33	-	0.33	1.98	3.96	3.96	Electromecánico

ÍTEM	ACTIVIDAD	PERIODO DE EJECUCIÓN						ESPECIALIDAD
		TIEMPO	SEM	MEN	SEMES	ANUAL	TOTAL	
5	Compruebe las funciones de operación.	0.50	-	0.50	3.00	6.00	6.00	Electromecánico
6	Limpieza del filtro de succión y del deposito de aceite de lubricación.	2.00	-	2.00	12.00	24.00	24.00	Lubricador
7	Limpieza del deposito de soluble de corte.	3.00	-	3.00	18.00	36.00	36.00	Lubricador
8	Purga del cilindro de desplazamiento de aire.	0.17	-	0.17	1.02	2.04	2.04	Electromecánico
9	Verifique el nivel de temperatura dentro del gabinete eléctrico.	0.50	-	0.50	3.00	6.00	6.00	Electromecánico
10	Verifique la alineación del chuck.	0.50	-	0.50	3.00	6.00	6.00	Electromecánico
11	Verifique que el cilindro del chuck no tenga fugas.	0.75	-	0.75	4.50	9.00	9.00	Electromecánico
12	Compruebe la alineación del husillo.	4.00	-	-	4.00	4.00	8.00	Electromecánico
13	Compruebe la resistencia de aislamiento del motor de C.A.	1.00	-	-	1.00	1.00	2.00	Electromecánico
14	Compruebe que todas las conexiones estén fijas y en buen estado.	1.50	-	-	1.50	1.50	3.00	Electromecánico
15	Cheque el nivel de temperatura del aceite hidráulico y rodamientos del husillo.	1.00	-	-	1.00	1.00	2.00	Electromecánico
16	Cheque el tiempo de indexado de la torreta.	0.33	-	-	0.33	0.33	0.66	Electromecánico
17	Inspección rutinaria de la máquina en operación.	0.67	-	-	0.67	0.67	1.34	Electromecánico
18	Limpieza de los depósitos y filtros de la unidad de mantenimiento.	0.50	-	-	0.50	0.50	1.00	Lubricador
19	Limpieza de los interruptores termo magnéticos.	6.00	-	-	6.00	6.00	12.00	Electromecánico
20	Limpieza de los ventiladores y extractores de aire del gabinete eléctrico.	5.00	-	-	5.00	5.00	10.00	Electromecánico
21	Limpieza de motores eléctricos.	8.00	-	-	8.00	8.00	16.00	Lubricador
22	Limpieza del colador del tanque de la unidad hidráulica.	0.50	-	-	0.50	0.50	1.00	Lubricador
23	Limpieza del chuck.	4.00	-	-	4.00	4.00	8.00	Electromecánico
24	Limpieza del deposito de la unidad hidráulica.	4.00	-	-	4.00	4.00	8.00	Lubricador
25	Tomar muestra del aceite hidráulico y lubricación para su análisis.	0.17	-	-	0.17	0.17	0.34	Lubricador
26	Revise el estado de las mangueras de aceite y aire.	1.00	-	-	1.00	1.00	2.00	Lubricador
27	Revise el estado del cableado eléctrico.	1.00	-	-	1.00	1.00	2.00	Electromecánico
28	Revise la rigidez de los interruptores de carrera de los servos.	0.50	-	-	0.50	0.50	1.00	Electromecánico
29	Revise nivelación de la máquina.	1.00	-	-	2.00	2.00	4.00	Electromecánico
30	Verificar que no exista vibración, generación de calor o ruidos extraños en los servos.	0.50	-	-	0.50	0.50	1.00	Electromecánico

ÍTEM	ACTIVIDAD	PERIODO DE EJECUCIÓN						ESPECIALIDAD
		TIEMPO	SEM	MEN	SEMES	ANUAL	TOTAL	
31	Verificar que no existan ruidos o vibración en el husillo.	0.50	-	-	0.50	0.50	1.00	Electromecánico
32	Verifique el apriete del conector del servo.	0.50	-	-	0.50	0.50	1.00	Electromecánico
33	Verifique el estado de la junta del carro.	1.00	-	-	1.00	1.00	2.00	Electromecánico
34	Verifique el estado de los sellos de las guías.	2.00	-	-	2.00	2.00	4.00	Electromecánico
35	Verifique la alineación de la torreta.	1.00	-	-	1.00	1.00	2.00	Electromecánico
36	Verifique la carrera de activación de los relevadores de control.	1.00	-	-	1.00	1.00	2.00	Electromecánico
37	Verifique la tensión y el estado de las bandas del motor del cabezal	0.33	-	-	0.33	0.33	0.66	Electromecánico
38	Verifique que no exista sobrecalentamiento o ruidos en el motor de C.A.	0.33	-	-	0.33	0.33	0.66	Electromecánico
39	Limpieza del cilindro del chuck.	5.00	-	-	-	5.00	5.00	Electromecánico
40	Reemplace las bandas del motor del cabezal.	2.00	-	-	-	2.00	2.00	Electromecánico
41	Reemplace los sellos de las guías.	6.00	-	-	-	6.00	6.00	Electromecánico
42	Remplace los rodamientos de la bomba de lubricación.	1.50	-	-	-	1.50	1.50	Electromecánico
43	Limpieza de válvulas del sistema neumático.	12.00	-	-	-	12.00	12.00	Electromecánico
44	Limpieza del válvulas del sistema hidráulico.	12.00	-	-	-	12.00	12.00	Electromecánico
45	Remplace el filtro de la unidad de mantenimiento.	0.50	-	-	-	0.50	0.50	Lubricador
46	Remplace los rodamientos del motor de la bomba de la unidad hidráulica.	1.50	-	-	-	1.50	1.50	Electromecánico
47	Remplace los rodamientos del motor de la bomba de soluble de corte.	1.50	-	-	-	1.50	1.50	Electromecánico
48	Limpieza y revisión de los botones del tablero de control.	6.00	-	-	-	6.00	6.00	Electromecánico
49	Limpieza y revisión del gabinete eléctrico.	2.00	-	-	-	2.00	2.00	Electromecánico
50	Limpieza y revisión del Switch magnético.	2.00	-	-	-	2.00	2.00	Electromecánico
51	Limpieza y revisión de fusibles.	3.00	-	-	-	3.00	3.00	Electromecánico
52	Reemplace las lámparas de iluminación del interior de la máquina.	0.50	-	-	-	0.50	0.50	Electromecánico
53	Remplace las baterías de la memoria.	0.33	-	-	-	0.33	0.33	Electromecánico
54	Remplace el freno electromagnético.	2.00	-	-	-	2.00	2.00	Electromecánico
55	Limpieza y revisión de switches de proximidad y límites.	5.00	-	-	-	5.00	5.00	Electromecánico
56	Cambio de baleros de la torreta	6.00	-	-	-	6.00	6.00	Electromecánico
						TOTAL		304.01
						TOTAL TIEMPO		18, 241 min. (304 hrs.)

6.4 RESUMEN

Con los tiempos obtenidos por programa de mantenimiento y considerando las constantes de 240 días laborables en un año y 22 horas por día, se puede resumir lo siguiente:

HORAS DE TRABAJO POR DIA

Horas por día:	22 horas
Días laborables en un año:	240 días

Empleando la siguiente operación obtendremos las horas de trabajo por año.

Horas de trabajo por día x Número de días laborables en un año

22 x 240

Total de horas de trabajo por año

5, 280 HORAS

TIEMPO DE HORAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL AÑO

304 HORAS

PORCENTAJE DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL AÑO

% MANTTO. PREVENTIVO = (HORAS MANTTO. PREV. / HRS. TRABAJO AL AÑO) x 100

% MANTTO. PREVENTIVO = (304 hrs. / 5, 280 hrs.) x 100

% MANTTO. PREVENTIVO EN UN AÑO

5.76 %

En resumen podemos decir, que del 100% del tiempo de un equipo programado para producir durante todo un año los tres turnos, el 5.76 % es empleado para trabajos de mantenimiento preventivo, con este porcentaje podemos reducir a un mínimo la posibilidad que el equipo pueda parar por fallas en alguno de sus sistemas y garantizar la producción de piezas requeridas con la calidad exigida por el cliente.

VII. COSTOS

7.1 DEFINICIÓN

Él termino **costos** se pueden definir como el total de recursos sacrificados o dados a cambio para alcanzar un objetivo específico. En otras palabras, es la suma de esfuerzos y recursos invertidos para la producción de bienes y servicios.

El conocimiento de costos es de suma importancia, ya que nos ayuda para seleccionar maquinaria y equipos, métodos de producción, comparación de métodos de operación pasados, actuales y futuros, además de la planeación y control de todas las actividades de mantenimiento.

Los costos de mantenimiento son originados por: materiales, refacciones y mano de obra.

7.2 COSTO DE MANO DE OBRA

Mano de obra, se considera el lapso de tiempo utilizado por un técnico de mantenimiento o un operario en la ejecución real de un trabajo requerido; normalmente se considera el reportado en las ordenes de trabajo.

Se puede calcular el costo hora-hombre del departamento de mantenimiento, de la siguiente forma:

- De la nomina del departamento de mantenimiento, se obtiene la relación del personal y percepciones de éste.

- Se determinan las horas laborables.

- Se divide el salario diario incluyendo las prestaciones entre las horas laborables, dando como resultado el costo hora-hombre por categoría.

En la siguiente tabla, se resumen los costos por hora promedio de un departamento de mantenimiento por categorías considerando los parámetros anteriormente mencionados.

CATEGORÍA	PERCEPCIÓN MENSUAL	SALARIO DIARIO	PRESTACIONES POR DIA	HORAS LABORALES	COSTO HORA HOMBRE
SUPERVISOR	$ 16, 500.00	$ 550.00	40 % ($ 220.00)	8.5	$ 90.58
ANALISTA	$ 12, 247.00	$ 408.23	40 % ($ 163.29)	8.5	$ 67.24
ELECTROMECÁNICO	$ 8, 669.00	$ 288.97	40 % ($ 115.59)	8.5	$ 47.59
LUBRICADOR	$ 5,160.00	$ 172.00	40 % ($ 68.80)	8.5	$ 28.33

Considerando el tiempo empleado durante el desarrollo del programa de mantenimiento preventivo desarrollado para un Torno CNC, obtenemos los siguientes resultados:

COSTO DE MANO DE OBRA DEL LUBRICADOR EN UN AÑO

Tiempo empleado en un año: 134.36 hrs.
Costo por hora: $ 28.33

Empleando la siguiente operación obtendremos el costo por año del lubricador.

Tiempo del lubricador en un año x Costo por hora

134.36 x 28.33

Costo total del lubricador en un año de mantenimiento preventivo

$ 3, 806.42

COSTO DE MANO DE OBRA DEL ELECTROMECÁNICO EN UN AÑO

Tiempo empleado en un año: 169.65 hrs.
Costo por hora: $ 47.59

Empleando la siguiente operación obtendremos el costo del electromecánico.

Tiempo empleado en un año x Costo por hora

169.65 x 47.59

Costo total del electromecánico en un año de mantenimiento preventivo

$ 8,073.64

COSTO DE MANO DE OBRA DEL ANALISTA EN UN AÑO

El tiempo que emplea un analista para el desarrollo del programa, revisarlo con el gerente de área, darlo de alta en el software, imprimir y distribuir las ordenes de trabajo, analizarlas una vez terminadas y capturarlas es aproximadamente el siguiente:

Tiempo empleado en un año: 96.00 hrs.
Costo por hora: $ 67.24

Empleando la siguiente operación obtendremos el costo del analista.

Tiempo empleado en un año x Costo por hora

96.00 x 67.24

Costo total del analista en un año de mantenimiento preventivo

$ 6,455.04

COSTO DE MANO DE OBRA DEL SUPERVISOR EN UN AÑO

El tiempo que emplea un supervisor para revisar que el (o los) trabajos de mantenimiento preventivo se hayan desarrollado en su totalidad y adecuadamente es aproximadamente el siguiente:

Tiempo empleado en un año:	144.00 hrs.
Costo por hora:	$ 90.58

Empleando la siguiente operación obtendremos el costo del supervisor.

Tiempo empleado en un año x Costo por hora

144.00 x 90.58

Costo total del supervisor en un año de mantenimiento preventivo

$ 13, 029.12

COSTO TOTAL ANUAL POR MANO DE OBRA

$ 31, 364. 22

7.3 COSTO DE REFACCIONES

Considerando lo que se debe reemplazar durante un año, en la siguiente tabla se resume los costos por concepto de refacciones.

DESCRIPCIÓN	SISTEMA	CANTIDAD REQUERIDA	COSTO UNITARIO (PESOS)	COSTO TOTAL (PESOS)	PROVEEDOR
Freno Magnético	Electrónico	01	$ 4,783.00	$ 4,783.00	Morí Seiki
Batería tipo "D"	Electrónico	02	$ 15.60	$ 31.20	ACCESA
Bandas para la transmisión del husillo.	Mecánico	06	$ 125.00	$ 750.00	Gartol
Sellos de las Guías.	Mecánico	01 juego	$ 1,260.00	$ 1,260.00	Morí Seiki
Lámparas de iluminación interna.	Eléctrico	02	$ 85.00	$ 170.00	Morí Seiki
Filtro de la unidad de mantenimiento.	Neumático	01	$ 730.00	$ 730.00	SMC
Baleros para la bomba de lubricación.	Lubricación	02	$ 98.00	$ 196.0	Gartol
Baleros para la bomba del Sis. Hidráulico.	Hidráulico	02	$ 360.00	$ 720.00	Gartol
Baleros para lo bomba del Soluble	Hidráulico	02	$ 114.00	$ 228.00	Gartol
Baleros del husillo.	Mecánico	02	$ 12,300.00	$ 14,600.00	Gartol
Grasa Mobil GREASE	Lubricación	19.0 lts	$ 25.52	$ 427.86	TECLUB
Aceite Hidráulico	DT 24	25.0 lts	$ 11.50	$ 287.50	Mobil
Aceite Hidráulico	Vactra	4.0 lts	$ 10.65	$ 42.60	Mobil

COSTO TOTAL ANUAL POR REFACCIONES

$ 24, 226. 16

7.4 RESUMEN DE COSTOS

En resumen podemos decir que el costo total de un programa de mantenimiento preventivo para un torno CNC Morí Seiki CL 2000, es el siguiente:

COSTO POR MANO DE OBRA ANUAL

$ 31, 364. 22

COSTO POR REFACCIONES EMPLEADAS EN UN AÑO

$ 24, 226. 16

COSTO TOTAL ANUAL POR REFACCIONES Y MANO DE OBRA

$ 55, 590. 38

7.5 CONTROL DE LOS COSTOS

La finalidad de controlar los costos, se puede definir de la siguiente manera:

- Proporcionar a la gerencia, información completa, precisa y oportuna acerca de lo que se está realizando.

- Permite hacer un análisis para detectar los posibles problemas que puedan impedir la productividad y que ponga en riesgo alcanzar los objetivos.

- Asegurar la máxima productividad y el cumplimiento satisfactorio de los objetivos previstos.

El camino para elaborar un reporte confiable del estado de los costos de mantenimiento es el siguiente:

Utilizando los reportes de mano de obra empleada, refacciones y materiales utilizados para el desarrollo de una orden de trabajo. El analista lleva un control diario y elabora mensualmente (de preferencia el primer día hábil de cada mes), el resumen mensual de mantenimiento. Esto con la finalidad de tener un parámetro de medición y saber cuales son las áreas de oportunidades para poder disminuir costos.

CONCLUSIONES

CONCLUSIÓN

México ha tenido un gran desarrollo dentro de la industria automotriz, gracias a que en nuestro país, los productos que se están manufacturando son de calidad reconocida en el ámbito mundial, debido a esto y aunado a los bajos costos es que los principales ensambladores de autos, están invirtiendo en nuestro país.

Por esto toda empresa debe darle la importancia que se merece al departamento de mantenimiento y concientizar a los directores y gerentes de planta, que para poder cumplir con la calidad y precisión que la industria automotriz exige, debemos contar con programas de mantenimiento adecuados para este tipo de máquinas.

Otro aspecto muy importante es la reducción de costos, esto lo podemos alcanzar teniendo máquinas confiables que tengan el menor tiempo de paro posible y maquinados con la precisión y calidad exigida por el cliente, esto con la finalidad de evitar perdidas millonarias por falta de producción y/o la fabricación de piezas que no cumplan con estos requerimientos, teniendo como resultado un incremento en los Costos de Calidad.

Como podemos observar, un mantenimiento preventivo no es sólo prevenir las averías, sino, también estar preparado para repararlas en las mejores condiciones posibles y poder tener todas las ventajas a nuestro favor.

De aquí la necesidad de contar con buenos programas de mantenimiento que nos permita mantener el mínimo de paros imprevistos y conservar la efectividad y confiabilidad del equipo productivo.

Existe una gran diferencia entre reconocer la posible ocurrencia del paro del equipo y de asegurarse que estos paros no ocurrirán, quizá no se eviten en su totalidad, pero sí nos permitirá prepararnos para ellos y tener un pleno control de la situación.

Como podemos ver el costo de un mantenimiento preventivo es alto, pero sería mucho más alto si este no se hiciera.

Como mencionamos en el capitulo VI, al tener la oportunidad de trabajar con Tornos de Control Numérico Computarizado en una Empresa transnacional dentro de una industria que es muy exigente en sus requerimientos como lo es la Industria Automotriz, nos permitió tener referencia de diferentes fabricantes en este tipo de maquinas como son: Morí Seiki, Hass, Danobat, Hyundai, Okuma, Index, Mazak, Hemag, New Bretain, entre otras, y así poder tener un punto de referencia para poder decidirnos por una máquina fabricada por uno de los líderes en el ámbito mundial como lo es Morí Seiki.

Otra ventaja que tuvimos al trabajar en una Planta con estas características, es el poder desarrollar la documentación y metodología para el Departamento de Mantenimiento y así participar en la obtención de la Re-Certificación bajo el Sistema de Calidad QS-9000 e ISO-14000.

Gracias a que esta empresa llego a ser una Planta Benchmarking dentro del Corporativo METALDYNE dentro del grupo de motores en el ámbito mundial, Plantas extranjeras y nacionales han implementado en sus plantas metodologías similares a las presentadas en el presente trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

Manual CN/CNC
Hans B. Kief
Ed. Gran Duc España 1998

El mecanizado moderno
Sandvik Coromant
Tofters Tryckeri AB, Suecia 2001

Manual de mantenimiento industrial
L.C. Morrow
Ed. Continental S.A. de C.V., México 1984

Nuevo manual del taller mecánico
Rupert Le Grand
Ed. Labor S.A. de C.V., México 1996

Seminario de mantenimiento preventivo y predictivo
IHS (International Hydraulics Systems)
2000

Maintenance manual
Morí Seiki
CNC Lathe CL-2000

Maquinado de Metales en Máquinas Herramientas
John L. Feirer
Compañía Editorial Continental S.A., 1974

El Torno y La Fresadora
Enrique Lorenz Meler
Gustavo Gili S.A., Barcelona 1979 6ª. Edición

Operación de Máquinas Herramientas
Kral Oswald
Mc. Graw Hill

Control Numérico
Glenn Ertell
Limusa Wiley

Control Numérico de las Máquinas Herramientas
Ing. Juan González Núñez
CECSA 1990

Quality System Assessment QS-9000 (Reference Manual)
DaimlerChrysler, General Motors, Ford
3ª. Edition