

Ministerio de Educación Superior  
Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa  
“Dr. Antonio Núñez Jiménez”  
Departamento de Metalurgia Electromecánica

# TESIS EN OPCIÓN AL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

*Título: Recuperación del torno 16 D 20 del taller de máquinas herramienta  
del ISMMM*

*Autor: Yordanis Cutiño Blanco*

*Tutores: Dr. C. Tomás Hernaldo Fernández Columbié*

*MS.c: Rafael Antonio Castillo Díaz*

*Moa /2012*

*“Año 54 de la Revolución”*



***Declaración de Autoridad:***

**Yo:** Yordanis Cutiño Blanco

Autor de este trabajo de diploma, certifico su propiedad intelectual a favor del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa "Dr. Antonio Núñez Jiménez", el cual podrá hacer uso del mismo con la finalidad que estime conveniente.

-----  
Yordanis Cutiño Blanco

-----  
Dr. C. Tomás H. Fernández Columbié

-----  
M Sc. Rafael Antonio Castillo Díaz



## **Agradecimientos**

***A todos mis profesores por los conocimientos transmitidos durante el desempeño de mi carrera.***

***A mis tutores por confiar en mí en la realización de este trabajo, el Dr. C. Tomás Hernaldo Fernández Columbié y el M Sc. Rafael Antonio Castillo Díaz.***

***A mis familiares que me apoyaron en los momentos de mi vida en que más lo necesitaba.***

***A mis amigos que siempre creyeron en mí.***

***A los que de una forma u otra me apoyaron y ayudaron en la realización de este trabajo.***

***A la revolucion, por darme la oportunidad de convertirme en profesional .***

***A todos***

***Muchas Gracias.***



## ***Dedicatoria***

***Quiero dedicar este trabajo a mis familiares.***

***A mis padres: Emilio Cutiño García y Estrella  
Blanco Reyes.***

***A mi hija, Emely Cutiño Guerrero, por ser  
parte de mi existencia.***

***A mis amigos.***

***A nuestra revolución, por las posibilidades  
que me ofrece.***



## **Resumen**

Este trabajo tiene como objetivo realizar la reparación del torno 16 D 20 del taller de máquinas herramientas del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, el cual se emplea para las prácticas docentes de la carrera de ingeniería mecánica. Para realizar el proceso de reparación se consideraron una serie de procedimientos, inicialmente se realizó la selección de cada una de las piezas rotas, desgastadas o cantante en la máquina, las que fueron fabricadas por procesos de maquinado, fundamentalmente en el torno 16 K 20. Se realiza el análisis espectral de los aceros que se emplean, luego se establece la metodología de maquinado, precedida por el análisis de los tiempos empleados en el proceso de elaboración, lo que permiten elaborar cada carta tecnológica. Por último se realiza la valoración económica, así como la incidencia de los procesos de mecanizado en el medio ambiente.



## **Abstract**

It is paper has as objective to carry out the repair of the lathe 16 D 20 of the shop of machines tools of the Institute Superior Mining Metallurgist of Moa, which is used for the educational practices of the career of mechanical engineering. To carry out the repair process they were considered a series of procedures, initially he was carried out the selection of each one of the broken, worn away pieces or singer in the machine, those that were manufactured by processes of having schemed, fundamentally in the lathe 16 K 20. He is carried out the ghastly analysis of the steels that are used, then the methodology he settles down of having schemed, preceded by the analysis of the times used in the elaboration process, what you/they allow to elaborate each technological letter. Lastly he is carried out the economic valuation, as well as the incidence of the processes of having mechanized in the environment.



<b>INTRODUCCIÓN.</b>	1
<b>CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS</b>	
1.1 Introducción	4
1.2. Comportamiento de las piezas en las máquinas	4
1.3. Teoría del fallo en las piezas	5
1.4. Mantenimiento en las máquinas	6
1.4.1. Diagnóstico Inicial de una Gestión de Mantenimiento	7
1.4.2. Sistema de indicadores de mantenimiento	8
1.4.3. Mantenimiento Productivo Total	9
1.4.4. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad	9
1.4.5. Mantenimiento de reparación	10
1.5. Teoría de la duración hasta la deformación en falla por fatiga	11
1.6. Análisis de los fallos (El Mantenimiento Centrado en Confiabilidad)	13
1.7. Los sistemas de prevención como métodos de mejora continua	14
1.8. Reparación y Mantenimiento de Maquinas Herramienta	14
1.9. Clasificación de los tipos de cojinetes	16
1.9.1. Lubricación de los cojinetes	16
1.9.2. Capacidad de carga y vida de un rodamiento	17
1.10. Generalidades de la transmisión por correas	17
1.11. Partes de un motor eléctrico	20
1.12. Cinemática de las máquinas herramienta	20
1.12.1. Partes del torno paralelo	21
1.13. Preparación de las superficies para el pintado de máquinas herramienta	22
1.14. Conclusiones del capítulo 1	23
<b>CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	
2.1. Introducción	24
2.2. Composición química de los materiales empleados	24
2.3. Características del torno 16 K 20	24
2.3.1. Características de la fresadora	25
2.3.2. Defectado de la máquina herramienta	25
2.4. Herramientas especiales utilizadas en el despiece y ensamble del torno	27



2.5. Cálculo de los regímenes de corte para el torneado	29
2.5.1. Velocidad y avances para corte	29
2.5.2. Profundidad de corte de las probetas	29
2.5.3. Tiempo de maquinado de las probetas	30
2.6. Clasificación de los gastos de tiempo de trabajo	31
2.7. Cálculo de los tiempos entre intervenciones de mantenimiento	32
2.7.1. Cálculo de la cantidad de grasa para los rodamientos	32
2.8. Herramientas empleadas	33
2.8.1. Operación de refrentado	33
2.8.2. Operación de cilindrado exterior	34
2.8.3. Operación de mandrinado	35
2.9. Conclusiones del capítulo 2	36
<b>CAPÍTULO 3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS</b>	
3.1. Introducción	37
3.2. Análisis de la metodología	37
3.2.1. Análisis del maquinado del mecanismo librador del carro longitudinal	37
3.2.2. Análisis del maquinado de la chaveta de la polea motriz	38
3.2.3. Análisis del maquinado del pasador de la palanca	39
3.2.4. Análisis del maquinado del tornillo de sujeción del plato	39
3.2.5. Análisis del maquinado de la polea del torno	40
3.2.6. Análisis del maquinado del casquillo de la polea motriz	41
3.2.7. Maquinado del mecanismo de arranque del torno	41
3.3. Mantenimiento del motor principal	42
3.4. Prueba del torno	43
3.5. Valoración económica	44
3.6. Valoración del impacto medio ambiental	44
3.7. Conclusiones del capítulo 3	46
<b>CONCLUSIONES GENERALES</b>	
<b>RECOMENDACIONES</b>	
<b>BIBLIOGRAFÍAS</b>	
<b>ANEXOS</b>	



## INTRODUCCIÓN

La Ingeniería Mecánica es una disciplina que implica el uso de principios físicos para el análisis, diseño, fabricación, ensayo y mantenimiento de sistemas mecánicos. Tradicionalmente ha sido la rama de la ingeniería que, mediante la aplicación de dichos principios, ha permitido la creación de dispositivos útiles como herramientas, máquinas y productos.

Los procesos mecánicos involucrados en la producción industrial requieren de una mayor eficiencia, es decir, mayor fiabilidad y mayores velocidades de funcionamiento. La facilidad de implementar sistemas de detección de sus parámetros mecánicos más representativos es fundamental en su diseño y fabricación con el objetivo de detectar posibles fallos con el suficiente tiempo de antelación y prever su solución sin consecuencias graves para la máquina.

Por esta razón, se hace importante el desarrollo y aplicación de un sistema de predicción del estado del sistema mecánico con vistas a la ubicación y predicción del defecto o fallo.

De cara al mantenimiento predictivo por vibraciones de la máquina, todos los aspectos comentados anteriormente concurren, pues los sensores (generalmente acelerómetros) se sitúan en la proximidad de los rodamientos, pues son estos los encargados de canalizar todos los esfuerzos en la máquina.

Los ingenieros de diseño y desarrollo, muchas veces llamados diseñadores, contribuyen con su actividad laboral a encontrar soluciones y desarrollar productos específicos. Tienen también responsabilidades importantes, pues sus ideas, conocimientos y habilidades determinan de manera decisiva los aspectos técnicos, económicos y de seguridad de un producto.

Es importante destacar que, debido a la complejidad de la tecnología moderna, sólo en casos extraños el proceso completo de desarrollo de un producto puede llevarse a cabo de forma individual. Habitualmente se requieren grandes equipos para estas tareas, lo que introduce dificultades de organización y comunicación. Para aumentar las posibilidades de éxito de un nuevo proyecto, el proceso de desarrollo debe ser planeado de forma metódica y cuidadosa y debe ser ejecutado



de manera sistemática. Deben considerarse, no solo aspectos de viabilidad técnica o económica, sino también conceptos como la seguridad final asociada a la utilización del producto, el impacto medioambiental que su uso pueda tener, así como factores humanos que puedan influir en las distintas etapas del proceso creativo. El empleo de unas fuentes de información amplias, así como el seguimiento de recomendaciones plasmadas en normativas, resultan también de gran utilidad para llegar a una solución exitosa.

La **situación problemática** de la investigación la constituye:

En el Departamento de Mecánica del Instituto Superior Minero Metalúrgico se encuentra el taller de máquinas herramientas, en el mismo existe un grupo de máquinas herramientas destinada a la práctica docente que se realizan en la carrera. Como consecuencia del ciclón Ike, las inmensas lluvias afectaron parte de los componentes integrantes de las mismas; entre estos equipos se encuentra el torno 16 D 20, el cual, junto a los problemas más comunes presentaba desajuste del sistema de transmisión correa – polea, inexistencia de la bomba para la refrigeración y la bomba de lubricación, así como del plato autocentrante, por lo que todo esto invalidaba su funcionamiento.

El **problema** a investigar lo constituye: deficiencias técnicas del torno 16 D 20 que invalidan el funcionamiento del mismo para el desarrollo de las actividades docentes.

El **campo de acción** de la investigación: recuperación del torno 16 D 20.

Como **objeto de la investigación** se establece: recuperación de partes y piezas externas e internas del torno 16 D 20.

Sobre la base del problema a resolver se establece la siguiente **hipótesis**: Si se realiza un defectado de los componentes, tanto externos como internos, del torno 16 D 20 se podrán reestablecer los mismos y así lograr el funcionamiento de la máquina.



A partir de la hipótesis planteada, se define como **objetivo del trabajo**: Recuperar las partes externas e internas que componen el torno 16 D 20 del taller de máquinas herramientas del ISMMM.

Y se definen los siguientes **objetivos específicos**:

1. Realizar un defectado de los componentes faltantes, tanto externo como interno, del torno 16 D 20.
2. Sustituir los elementos defectuosos, así como la fabricación de partes y piezas, tanto externas como internas, que invalidan el funcionamiento del torno.
3. Realizar el encendido y puesta en marcha del torno de forma tal que permita el funcionamiento del mismo en buenas condiciones.

Para lograr el cumplimiento del objetivo propuesto se plantean las siguientes **tareas de trabajo**:

1. Establecimiento del estado del arte y sistematización de los conocimientos y teorías relacionadas con el objeto de estudio.
2. Caracterización de cada uno de los elementos externos e internos del torno que deben ser sustituidos o recuperados.
3. Análisis de los resultados y fundamentación del sistema de recuperación del torno 16 D 20.
4. Valoración de las incidencias económicas y medio ambientales emanadas del proceso de recuperación de partes y piezas del torno 16 D 20.

# CAPÍTULO 1



## **CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS**

### **1.1 Introducción**

El surgimiento del trabajo fue el principal paso impulsor en la evolución de la especie humana. Con cada invento o innovación se buscaba humanizar aún más cada trabajo que se llevaba a cabo. Con ello, surgieron las maquinas herramientas convencionales las cuales son muy utilizadas en la industria mecánica, estas maquinas han ido evolucionando según las necesidades del hombre al pasar de los años con el fin de explotar al máximo sus capacidades de trabajo.

Existen una gran variedad de maquinas herramientas convencionales destinadas a realizar diversas operaciones de maquinado tales como: torneado, cilindrado, refrentado, fresado, taladrado y retaladrado. Dentro de las maquinas herramientas convencionales se encuentran los tornos, tornos CNC (Computer Number Control), fresadoras, cortadoras, taladradoras, entre otras.

### **Objetivo del capítulo**

Este capitulo tiene como objetivo realizar un análisis bibliográfico que permita dar una información detallada relacionada con las roturas en piezas, así como elementos esenciales del mantenimiento de máquinas herramientas.

### **1.2. Comportamiento de las piezas en las máquinas**

Las piezas de maquinarias pueden estar sujetas durante toda su vida útil a cargas estáticas únicamente, pero la mayor parte sufren cargas y esfuerzos que varían con el tiempo. Los materiales se comportan de una manera distinta en respuesta a cargas variables frente a cargas que se mantienen estáticas. La mayor parte del diseño de máquinas trata del diseño de piezas para cargas que varían con el tiempo, por lo que se hace necesario el análisis de la resistencia a la fatiga de los materiales bajo estas condiciones de cargas.

Es importante por tanto el estudio de la teoría del diseño o la construcción de máquinas basándose principalmente en el estudio de la fatiga de los materiales para obtener como resultado máquinas que tengan mayor vida útil y con la mayor seguridad.



Una buena política para controlar y evaluar la gestión de mantenimiento en la empresa resulta la implantación, estudio y análisis de un paquete de indicadores.

Un indicador, según Hernández y Navarrete (2001), "es un parámetro numérico que facilita la información sobre un factor crítico identificado en la organización, en los procesos o en las personas respecto a las expectativas o percepción de los clientes en cuanto a costo calidad y plazos".

### **1.3. Teoría del fallo en las piezas**

Normalmente, la degradación de un componente raramente se debe a un solo mecanismo de fallo sino que, en general, obedece a una combinación de estos mecanismos como por ejemplo fenómenos de oxidación combinados con fatiga, abrasión más oxidación más fatiga (Derek, 2003).

Por otro lado, para su detección, se suelen utilizar tres tipos de aproximaciones: análisis acústico de la señal, control de partículas y análisis vibratorio. De las tres aproximaciones, los análisis vibratorios se han convertido en los más populares a causa de su facilidad de medición (Wilson *et al.*, 2001).

Según Dalpiaz *et al.* (2000), las mediciones realizadas con análisis acústicos, aunque cubren un espectro de frecuencias más amplio, son más propensas a la contaminación y, por tanto, es más complejo su empleo en "campo", entendida esta medición como los registros obtenidos fuera de laboratorio, donde el entorno no es controlable.

Las predicciones basadas en el control de partículas se fundamentan en los registros obtenidos con sensores de tipo inductivo. Estos contabilizan, por un lado, el número de partículas suspendidas en el lubricante y, por otro, su tamaño, determinándose a partir de estas mediciones la masa acumulada (Dempsey, 2000); a pesar de que son muy útiles en la detección de cierto tipo de fallo asociado con el desprendimiento de material (modo de fallo asociado a picaduras), solo realizan predicciones a nivel de alarma y no sirven para localizar el componente o componentes dañados. Además, defectos asociados con agrietamientos no se pueden detectar con esta última técnica.

#### 1.4. Mantenimiento en las máquinas

Duffuaa *et al.* (2000) define el mantenimiento como: “...la combinación de actividades mediante las cuales un equipo o sistema se reestablece, un estado en el que puede realizar las funciones designadas. Es un factor importante en la calidad de los productos y puede utilizarse como una estrategia para una competencia exitosa.”

Según Velasco (2006), la implementación de una gestión de mantenimiento desde el punto de vista técnico considera, por ejemplo, si la organización tiene el personal suficiente y que posee a su vez la experiencia técnica requerida para diseñar, implementar, operar y mantener bajo el enfoque de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, o si se puede garantizar el empleo riguroso de medidas (en el tiempo) que garanticen la permanencia y la efectividad de dicho enfoque.

Si el personal no tiene esta experiencia, puede entrenársele para ello o pueden emplearse consultores que la tengan. Sin embargo, una falta de experiencia técnica dentro de la organización puede llevar al rechazo de una alternativa particular.

Ante lo anteriormente enunciado, Canales *et al.* (2006) describen que: “Un Modelo de Mantenimiento, se entiende como el marco referencial para la transformación de Gestión de Mantenimiento, con un enfoque sistemático e incluyente, orientado a soportar la optimización del uso de los activos considerando entre otros, los factores de rentabilidad, seguridad, confiabilidad, mantenibilidad y calidad como elementos claves y determinantes”. En la figura 1.1 se muestran estos elementos.

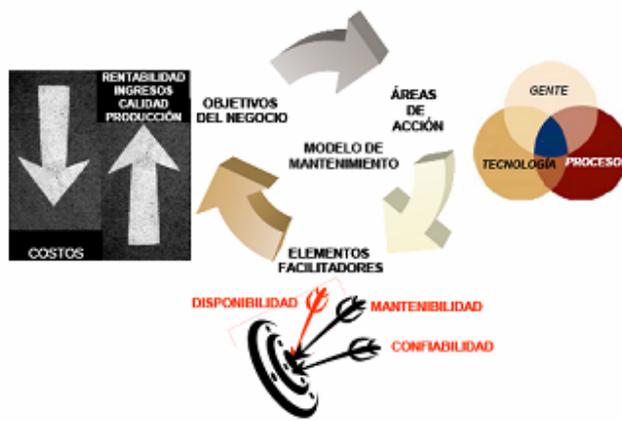


Figura 1.1. Visión general de los modelos de mantenimiento. Fuente: Moubray (1995).

### 1.4.1. Diagnóstico Inicial de una Gestión de Mantenimiento

Para el logro de un diagnóstico integrado y confiable se requiere de un proceso cuidadoso de revisión de equipos y sistemas. El diagnóstico puede entenderse en definitiva como un proceso general que busca caracterizar el estado actual y predecir el comportamiento futuro de equipos y sistemas (figura 1.2).



Figura 1.2. Proceso de Diagnóstico Integrado para una gestión de Mantenimiento.

Fuente: Moubray (2003).

Shingo (2005) plantea que, evidentemente, esto constituye un paso que no puede obviarse, al contrario, como todo proceso que requiera un “análisis previo”, el diagnóstico inicial nos permitirá indagar en qué situación se encuentra un sistema en función de un conjunto de estándares deseados. Para el logro de un diagnóstico integrado debe usarse toda la información disponible, es decir, debe incluir el análisis de historial de fallas, los datos de condición y datos técnicos. De esta forma, se podrán identificar las acciones correctivas y preactivas que puedan efectivamente optimizar costos y minimizar el duro impacto de las fallas en todas sus acepciones.

Monden (2005) considera que en la actualidad la toma de decisiones, respecto al desempeño de los sistemas de mantenimiento, constituye indiscutiblemente un aspecto de primer orden a resolver, ya que mediante la garantía del mismo se propicia, no solo la adecuada evaluación y control de la gestión del mantenimiento con vistas a lograr su mejoramiento continuado, sino, además, el logro de una mayor disponibilidad de las capacidades productivas instaladas en la entidad bajo estudio; ya que en la práctica el proceso de toma de decisiones en esta área se dificulta por el hecho de disponerse de una amplia gama de indicadores



propuestos al respecto sin una definición clara del grado de importancia de cada uno de ellos a la hora de valorar la influencia de la actividad de mantenimiento en la meta de la organización.

#### **1.4.2. Sistema de indicadores de mantenimiento**

Los autores Durán (2004) y González y Hechavarría (2002) plantean que mantener un correcto Sistema de Indicadores de Mantenimiento es una de las herramientas que permite y constituye uno de los elementos básicos de una eficiente gestión del mantenimiento. Dicho sistema no solo debe permitir medir la eficiencia y avance de las reparaciones, sino que debe permitir una de las actividades principales de cualquier gerencia: la toma de decisiones.

Los índices de control en la gestión de mantenimiento deben tener carácter diferenciado en cuanto a su volumen y características estando esta diferenciación sujeta a los niveles de dirección de la entidad. La eficacia de la función de mantenimiento es algo difícil de medir de una forma aislada, ya que sus actuaciones no pueden considerarse independientes, sino encuadrada en equipos de trabajo y relacionados con otros departamentos (Gotera, 2003).

Determinar si el sistema de medición y control permite un adecuado desarrollo de las operaciones de mantenimiento es una de las más difíciles, esenciales y determinantes tareas a las que un ejecutivo se puede enfrentar.

Según Durán (2000) y Zaldívar (2006), el mantenimiento como pilar fundamental dentro de cualquier ente organizacional puede ser considerado como un sistema integrado que puede ofrecer una ventaja considerable en la capacidad de dicha organización, para cumplir adecuadamente las funciones previstas, ligadas a su misión. No obstante, conforme se incrementa el número y complejidad de los equipos para lograr consolidar una función determinada se requiere de planeación, diseño, ingeniería y control mediante el empleo de técnicas estadísticas y de optimización.

De forma consecuente, un sistema eficaz de operación y control del mantenimiento es la base de una sólida administración de mantenimiento. Lo anterior significa coordinar la demanda del mantenimiento y los recursos



disponibles para alcanzar un nivel óptimo de eficacia y eficiencia (Selivanov, 1992).

#### **1.4.3. Mantenimiento Productivo Total**

Según Fernández (2001) el TPM (Mantenimiento Productivo Total), tiene como objetivo principal realizar el mantenimiento de los equipos con la participación del personal de producción, dentro de un proceso de mejora continua y una gestión de calidad total.

Considera Fernández (2003) que no existe nadie mejor que el operario para conocer el funcionamiento del equipo que le fuera confiado. El técnico de mantenimiento puede conocer muy bien las especificaciones del equipo y haber estudiado sus partes constitutivas. Pero el operario trabaja y convive diariamente con la maquinaria, y llega a conocerla muy profundamente. Cuando se implementa este tipo de mantenimiento en una empresa, constituye un complemento a la gestión de calidad total, dado que todo el personal se involucra en esta filosofía participando activamente para mejorar la disponibilidad operacional y el rendimiento del sistema de una manera global.

#### **1.4.4. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad**

El MCC (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad) sirve de guía para identificar las actividades de mantenimiento con sus respectivas secuencias, a los activos más importantes de un contexto operacional. Esta no es una fórmula matemática y su éxito se apoya principalmente en el análisis funcional de los activos de un determinado contexto operacional, realizado por un equipo de trabajo multidisciplinario (Pérez, 2005).

Por otra parte, Orres (2005) asegura que el equipo desarrolla un sistema de gestión de mantenimiento flexible, que se adapta a necesidades reales de mantenimiento de la organización, tomando en cuenta la seguridad personal, el ambiente, las operaciones y la razón coste/beneficio. En otras palabras, el MCC es una metodología que permite identificar las políticas de mantenimiento óptimas para garantizar el cumplimiento de los estándares requeridos por los procesos de producción.



Sin dudas, el desarrollo de nuevas tecnologías ha marcado sensiblemente la actualidad industrial mundial. En los últimos años, la industria mecánica se ha visto bajo la influencia determinante de la electrónica, la automática y las telecomunicaciones, exigiendo mayor preparación en el personal, no solo desde el punto de vista de la operación de la maquinaria, sino desde el punto de vista del mantenimiento industrial.

Shkiliova y Fernández (2004) plantean que se puede definir al mantenimiento como un conjunto de técnicas y sistemas que permiten prever las averías, efectuar revisiones programadas, lubricaciones y engrases, y reparaciones eficaces, dando a la vez normas de buen funcionamiento a los usuarios y operadores de las máquinas, y contribuyendo al beneficio de la empresa. En definitiva, busca lo que más conviene a las máquinas, tratando de alargar la vida útil de forma rentable.

#### **1.4.5. Mantenimiento de reparación**

Consiste en un mantenimiento correctivo aplicado a una máquina o equipo productivo, en el cual las actuaciones incluyen todo tipo de operaciones de reparación como son desmontajes-sustitución de piezas-ajustes-reconstrucción de componentes (Baldin, 1982).

Se caracteriza por la complejidad de las intervenciones y los tiempos empleados en las mismas, por lo que los aspectos más destacados son:

- difícil planificación del tiempo de intervención
- elevado coste de la mano de obra empleada
- costes bajos en material y recambios empleados.

La detección hoy día es realizada por el operario de fabricación (nivel I de intervención) y para el diagnóstico se ayuda de sistemas informáticos apropiados incorporados en máquina.

En general, este tipo de reparación implica una incidencia fuerte en el proceso productivo, por lo que es importante su planificación (recursos humanos asignados, recambios, transporte).



El apoyo de los talleres auxiliares puede ser muy importante en la reparación, especialmente para disminuir tiempos de respuesta en la intervención ante necesidades de ajustes o reconstrucciones de piezas por falta de recambios.

La intervención, su puesta en marcha posterior y su control necesitan de profesionales integrados en la fabricación (nivel 2 de intervención) o de los profesionales del mantenimiento central de nivel 3 de intervención.

Asimismo, el mantenimiento de reparación general necesita, en ocasiones, de contratos para la intervención de empresas especializadas, o bien del propio fabricante del equipo (nivel 5 de intervención).

#### **1.1.5. Teoría de la duración hasta la deformación en falla por fatiga**

La teoría más exacta propuesta hasta la fecha para explicar la naturaleza de la falla por fatiga se denomina a veces teoría de la duración hasta la deformación. Esta teoría se puede aplicar para determinar valores de resistencia a la fatiga, pero cuando se da este uso es necesario conjuntar varias idealizaciones; así que existirán algunas incertidumbres en los resultados. Por esta razón, la teoría se presenta aquí solo por su valor para explicar la naturaleza de la fatiga (Schijve, 1981).

Una falla por fatiga casi siempre da comienzo en una discontinuidad local, como una ranura, muesca, grieta u otra área de alta concentración del esfuerzo. Cuando el valor del esfuerzo en la discontinuidad excede el límite elástico, se presenta deformación plástica. Para que ocurra una falla por fatiga deben existir deformaciones cíclicas de naturaleza plástica. Así que es necesario investigar el comportamiento de materiales sujetos a ciclos de deformación (Shkiliova *et al.*, 2006).

En 1910, mediante experimentos, Bairstow verificó la teoría de Bauschinger de que pueden cambiar los límites elásticos del hierro y del acero, hacia arriba o hacia abajo, al ocurrir variaciones cíclicas del esfuerzo producido. En términos generales, los límites elásticos de los aceros recocidos tienden a aumentar cuando están sujetos a ciclos de alternación del esfuerzo, en tanto que en los estirados en frío se presenta un límite elástico decreciente.

Según Harsha *et al.* (2004) el Análisis Causa-Raíz es una herramienta utilizada para identificar las causas que originan los fallos o problemas las cuales, al ser corregidas, evitarán la ocurrencia de los mismos. Es una técnica de identificación de causas fundamentales que conducen a fallos o fallos recurrentes. Las causas identificadas son causas lógicas y su efecto relacionado; es importante mencionar que es un análisis deductivo, el cual identifica la relación causal que conduce al sistema, equipo o componente a fallos.

Se utilizan una gran variedad de técnicas y su selección depende del tipo de problema, disponibilidad de la data y conocimiento de las técnicas: análisis causa-efecto, árbol de fallo, diagrama espina de pescado (figura 1.3), análisis de cambio, análisis de barreras y eventos y análisis de factores causales.

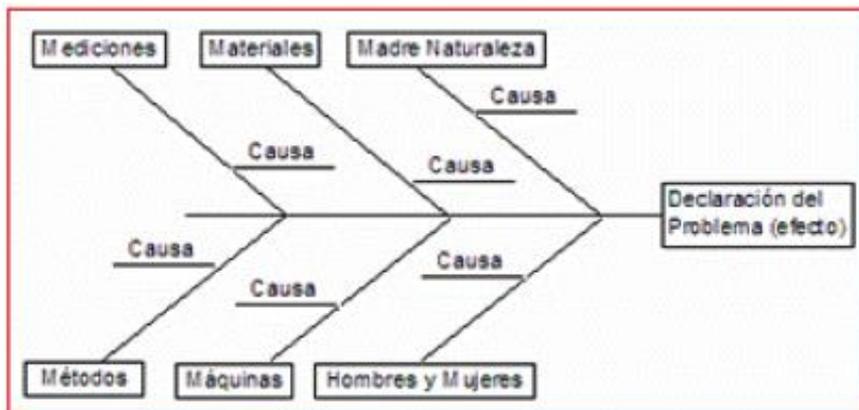


Figura 1.3. Diagrama de causa efecto o de espina de pescado.

El Diagrama de Ishikawa, también llamado diagrama de causa-efecto, es una de las diversas herramientas surgidas a lo largo del siglo XX en ámbitos de la industria y posteriormente en el de los servicios, para facilitar el análisis de problemas y sus soluciones en esferas como es la calidad de los procesos, los productos y servicios. Fue concebido por el ingeniero japonés Dr. Kauro Ishikawa en el año 1953. Se trata de un diagrama que por su estructura ha venido a llamarse también: diagrama de espina de pescado, que consiste en una representación gráfica sencilla en la que puede verse de manera relacional una especie de espina central, que es una línea en el plano horizontal, representando el problema a analizar.

### 1.1.6. Análisis de los fallos (El Mantenimiento Centrado en Confiabilidad)

Al analizar las consecuencias operacionales de los fallos, o sea, cuando un fallo tiene un efecto adverso directo sobre la capacidad operacional, se puede constatar que los fallos afectan a las operaciones de tres maneras: al rendimiento total (cuando el equipo deja totalmente de funcionar o funciona con demasiada lentitud), a la calidad del producto (cuando la máquina no puede mantener las tolerancias de fabricación o si un fallo hace que se deterioren los materiales) y al servicio al cliente (mediante la entrega tardía de los pedidos provocando pérdida de prestigio de la organización). La figura 1.4 muestra el Sistema del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.

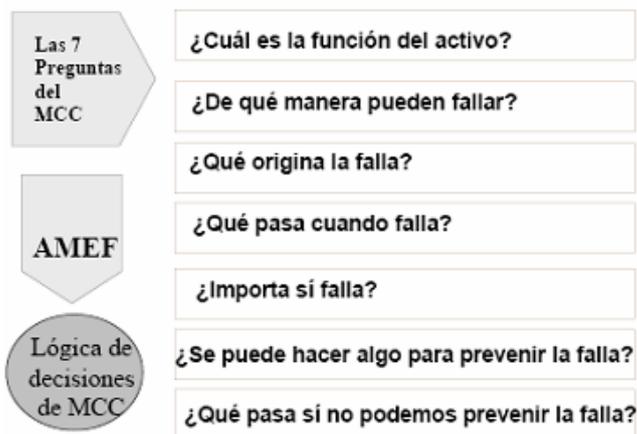


Figura 1.4. Las preguntas del M.C.C. Fuente: Moubray (1991).

En todos los casos estas consecuencias son económicas, es decir, cuestan dinero a la organización. Es precisamente en esta etapa donde se materializa la integración de los elementos correspondientes a la Administración de Operaciones con la metodología del MCC, al detectar los diferentes factores que van a influir en la ocurrencia de las consecuencias operacionales y actuar sobre ellos, con vistas a convertir dichas consecuencias en no operacionales.

Al realizar un análisis de los factores claves que pueden conducir a que la parada del equipamiento productivo sea superior al tiempo que el mismo puede detenerse sin afectar el logro de los planes de la organización, o sea, los factores que pueden conducir a que un fallo provoque consecuencias operacionales, se pueden destacar los siguientes:



- Disponibilidad y oportunidad de las piezas de recambio
- Tamaño y composición de la plantilla del personal del área de mantenimiento
- Complejidad de la tarea de mantenimiento a ejecutar.

### **1.2. Los sistemas de prevención como métodos de mejora continua**

La detección de riesgos y su posterior prevención de manera sistemática constituye una de las más eficaces formas de mejora continua. Así, pues, si se enfoca a una determinada área, proceso, actividad, producto o servicios, es posible descubrir a tiempo los posibles riesgos que le son inherentes, procediendo *a posteriori* a generar medidas conducentes a evitar la ocurrencia de tales riesgos o defecciones.

Debemos tener siempre presente que las situaciones están en permanente o continuo cambio, razón por la cual debemos también revisar los riesgos a la luz de las nuevas circunstancias, acompañando ello de nuevas prevenciones.

Es muy importante en dicho seguimiento monitorear las informaciones acerca de las pérdidas o probables que han tenido lugar en otras empresas o procesos, para luego tomar las acciones necesarias con el fin de actualizar, mejorar y reestructurar las medidas defensivas.

Es muy importante que los riesgos detectados y sus posibles soluciones queden registrados en un libro habilitado al efecto, no como una cuestión meramente burocrática, sino como una forma de dejar bien en claro que si un riesgo ha sido detectado es obligación dar solución o respuesta al mismo lo antes posible.

Ahora bien, un riesgo puede ser detectado y por la posible gravedad de sus consecuencias puede que no exista tiempo para esperar la reunión grupal, en tal caso es fundamental que los riesgos sean inmediatamente expuestos en formularios especiales y por duplicado quedando en poder de la persona que hace llegar el informe de riesgo el duplicado con sello y firma de recepción.

### **1.3. Reparación y Mantenimiento de Maquinas Herramienta**

Las máquinas herramientas ya sean tornos, fresadoras, rectificadoras, taladros y sean de cualquier tipo o marca, requieren de un mantenimiento para su buen funcionamiento.



Es necesario realizar mantenimientos para evitar importantes averías y posteriores sobrecostos. Se puede personalizar un servicio de mantenimiento para cada una de las máquinas.

Sólo con desmontar las protecciones, limpiar todas las partes internas de la máquina y verificar todos los puntos de engrase, una o dos veces al año, se tendría la máquina funcionando a pleno rendimiento durante mucho tiempo.

En el supuesto caso de no existir recambios originales de los tornos (figura 1.5) se debe mandar a fabricar la pieza para que garantice una alta funcionalidad, no importando el tipo de recambio: de husillos, de tuercas, de engranajes, de manetas, de volantes.



Figura 1.5. Torno paralelo.

Las reparaciones más comunes que suelen hacerse en estas máquinas son:

- Cambios de rodamientos del cabezal
- Reparación de husillos y cambio de sus rodamientos
- Revisión y desobturado de todo el circuito de engrase
- Rectificado y rescateado de guías de las bancadas
- Cambio de guías y patines, si los hubiera
- Cambio de cadenas del contrapeso, si lo hubiera
- Revisión de los motores eléctricos.

Para el departamento de diseño de nuevos productos pensar en un producto nuevo significa establecer qué parte de ese producto se fabricará y qué partes estarían en la necesidad de comprarse para posteriormente ensamblarse. En

muchas ocasiones existen un gran número de componentes, que tienen que ser importados, lo que acarrea esto un gran número de inconvenientes para lograr las importaciones; la idea de que estos mecanismos importados aumenten la calidad de los productos, se convierte en un factor importante para tomar decisiones de importar subensamble.

#### 1.4. Clasificación de los tipos de cojinetes

Los cojinetes se clasifican por lo general, según el tipo de rozamiento que experimentan y por el tipo de carga que soportan.

Según Sawalhi y Randall (2008), el tipo de rozamiento se distingue por los cojinetes de fricción o de deslizamiento, y los cojinetes de antifricción o de rodadura. Entre los primeros se cuentan los cojinetes de casquillo completo o buje y los de casquillo partido. Entre los segundos los de bolas o rodillos. Para mayor ilustración, en la figura 1.6 se muestran estos dos tipos de cojinetes.

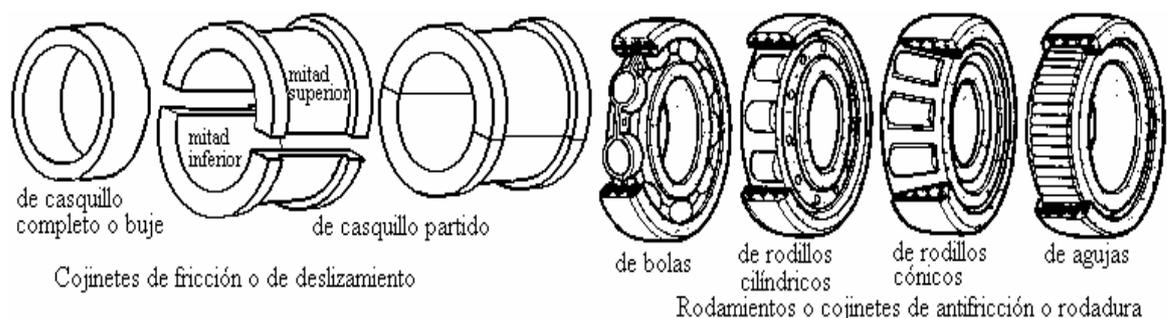


Figura 1.6. Clasificación de los diferentes tipos de cojinetes.

Según la carga que soportan, se tiene: 1- Cojinetes radiales, que soportan cargas radiales transmitidas por ejes horizontales rotantes o gorriones; 2 - Cojinetes axiales o de empuje, que soportan cargas axiales transmitidas por ejes verticales rotantes o pivotes; 3 - Cojinetes de guías, que soportan cargas de distintos tipos, guiando los elementos móviles con trayectoria rectilínea, como son los patines de deslizamiento, de colizas.

##### 1.4.1. Lubricación de los cojinetes

Desde el momento que existe un movimiento relativo entre las superficies de contacto, una cierta cantidad de energía será utilizada en vencer la fuerza debido al rozamiento, y si las superficies se tocan entre sí, existirá elevación de



temperatura y un desgaste rápido y pronunciado de estas, con peligro de deformación, de arrastre de material, de avería (Itagaki *et al.*, 2003).

A fin de reducir el rozamiento, disminuir el desgaste y evitar averías, se coloca entre ambas superficies una sustancia formando un colchón o película que las mantenga separadas, y que al mismo tiempo tenga muy bajo índice de rozamiento. Esta sustancia recibe el nombre de lubricante, siendo por lo general líquido o pastoso. De esta manera se reemplaza el rozamiento entre sólido-sólido por otro entre sólido-líquido o pastoso. En estas condiciones, se dice que los cojinetes trabajan lubricados (Cao, 2004).

#### **1.4.2. Capacidad de carga y vida de un rodamiento**

Los esfuerzos a los que se ven sometidos los rodamientos al funcionar a altas velocidades, que soportan cargas combinadas en forma cíclica, de rozamientos, de impactos, de temperaturas, hacen que se generen fallas por fatiga superficial de los elementos en contacto (García-Prada y Rubio, 2003).

Por tal motivo, a los efectos de establecer parámetros que permitan conocer el comportamiento que tendrá un rodamiento, su velocidad, duración y resistencia dentro de los límites impuestos por la tecnología aplicada, se han definido, basados sobre todo en resultados experimentales, distintos conceptos estadísticos que hay que tener en cuenta cuando se elija un cojinete de este tipo.

Así, para establecer la resistencia del mismo se han definido los conceptos de cargas soportadas por el rodamiento, como la capacidad de carga estática, la capacidad de carga dinámica y la carga equivalente, en tanto que para determinar su duración se define el concepto de vida del rodamiento (Peng, 2005).

#### **1.5. Generalidades de la transmisión por correas**

Según Dobrovolski (1980) los tipos sencillos de transmisiones por correa constan de una cinta sin fin cosida y colocada con tensión en dos poleas: una conductora y otra conducida. Al moverse la correa transmite energía desde la polea conductora a la conducida por medio del rozamiento que surge entre la correa y las poleas.

Al mismo tiempo, el momento de las fuerzas de rozamiento en las poleas será igual al par motor en el árbol conductor y al de resistencia en el conducido.



Cuando mayor es el tensado, el ángulo abrazado de la polea con la correa y el coeficiente de rozamiento, tanto mayor será la carga a transmitir.

Otro autor como Reshetov (1980) plantea que las correas se hacen:

- Con sección en forma de un rectángulo estrecho, correas planas
- Con sección trapezoidal, correas trapeciales y correas trapeciales múltiples
- Con sección redonda, correas redondas.

Las correas planas y trapeciales son las de mayor uso en las máquinas. Las primeras se usan como las más sencillas, que resisten tensiones mínimas de flexión en las poleas; las últimas, debido a su capacidad de tracción elevada. Las correas redondas se utilizan para transmitir pequeñas potencias, preferentemente en los aparatos, máquinas – herramientas de sobremesa, máquinas de coser y domésticas, por las características de estas últimas el transportador de banda objeto de estudio emplea este tipo de transmisión.

Durante la transmisión del movimiento, en un régimen de velocidad uniforme, el momento producido por las fuerzas de rozamiento en las poleas (en el contacto correa-polea) será igual al momento motriz en el árbol conductor y al del momento resistivo en el árbol conducido. Cuanto mayor sea el tensado, el ángulo de contacto entre polea y correa, y el coeficiente de rozamiento, tanto mayor será la carga que puede ser transmitida por el accionamiento de correas y poleas.

La transmisión por correa clasifica dentro de las transmisiones mecánicas con movimiento de rotación que emplean como fundamento básico, para dar continuidad al movimiento, la transmisión por rozamiento con un enlace flexible entre el elemento motriz y el movido. Esta particularidad le permite algunas ventajas que posibilitan recomendar las transmisiones por correas en usos específicos, como son:

- Posibilidad de unir el árbol conductor al conducido a distancias relativamente grandes.
- Funcionamiento suave, sin choques y silencioso.

- Facilidad de ser empleada como un fusible mecánico, debido a que presenta una carga límite de transmisión, valor que de ser superado produce el patinaje (resbalamiento) entre la correa y la polea.
- Diseño sencillo.
- Costo inicial de adquisición o producción relativamente bajo.

Los inconvenientes principales de la transmisión por correa, que limitan su empleo en ciertos mecanismos y accionamientos son:

- Grandes dimensiones exteriores.
- Inconstancia de la relación de transmisión cinemática debido al deslizamiento elástico.
- Grandes cargas sobre los árboles y apoyos y, por consiguiente, considerables pérdidas de potencia por fricción.
- Vida útil de la correa relativamente baja.

### 1.6. Partes de un motor eléctrico

Las máquinas modernas están constituidas por una gran cantidad de partes, mecanismos y aparatos diferentes que cumplen diversas funciones. Todos ellos en conjunto realizan un trabajo destinado a cumplimentar un determinado proceso productivo (Pardo y Díaz, 2004). En la figura 1.7 se muestra el diagrama vectorial de los componentes de corrientes del motor asíncrono.

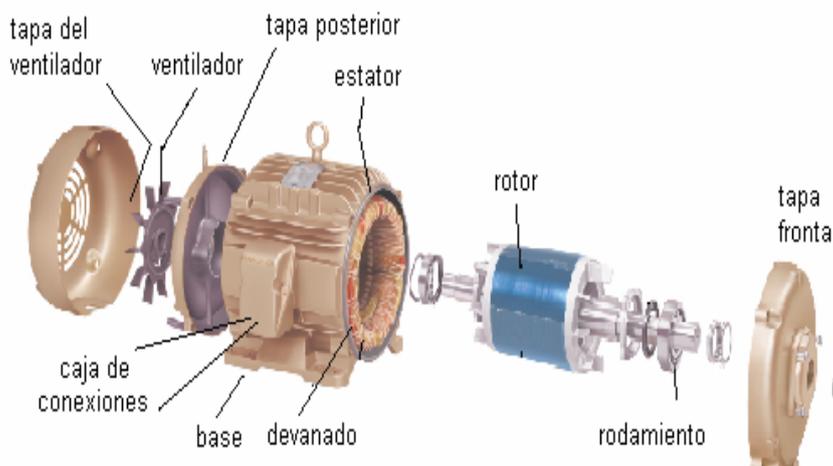


Figura 1.7. Partes de un motor eléctrico.



Para un núcleo de hierro ideal, con una permeabilidad infinitamente grande y con pérdidas nulas, la corriente absorbida en vacío por el motor sería nula, en otras condiciones, para un motor en carga, los arrollamientos del primario (estator) y secundario (rotor), tendrían exactamente la misma F.M.M, o sea, el motor absorbería de la red una corriente equivalente a su corriente rotórica (determinada por el par solicitado), referida al arrollamiento del estator (Rojas, 2000).

Para el caso de núcleos ferromagnéticos reales, la permeabilidad finita implicará una cierta corriente de magnetización y las pérdidas en el hierro (transformadas en calor en el proceso) exigirán una componente activa de corriente.

Plantean Taborda y Ferreira (2002) que los componentes fundamentales de cualquier máquina desarrollada son: el motor, el mecanismo de transmisión y la máquina de trabajo. La función fundamental de los dos primeros componentes la constituye el poner en movimiento el órgano de trabajo (OT) de la máquina productiva. Por esta razón, en conjunto ambas reciben el nombre de accionamiento.

El accionamiento ha tenido un largo camino de desarrollo, desde el accionamiento manual y el animal, pasando por el mecánico y de vapor hasta el actual accionamiento eléctrico moderno.

El motor fundamental utilizado en la actualidad en las máquinas productivas es el motor eléctrico y de ahí el nombre de accionamiento eléctrico, al cual se le agrega el término de automatizado para describir el tipo más desarrollado del accionamiento moderno.

### **1.7. Cinemática de las máquinas herramientas**

En toda máquina herramienta se produce un movimiento relativo entre la pieza que se elabora y la (o las) herramienta (s) de corte que ejecuta dicha elaboración. Así, solo por citar un par de ejemplos, en el torno la pieza gira y la cuchilla se mueve longitudinalmente y transversalmente con respecto a la pieza. Sin embargo, en la fresadora es la herramienta la que gira, y la pieza se mueve en sentido longitudinal, transversal o quizás vertical.



Para lograr los movimientos necesarios la máquina herramienta dispone de un conjunto de piezas que llevan el movimiento desde el motor eléctrico hasta el órgano de trabajo (husillo, mesa, carro). La mayoría de esas piezas se llaman elementos cinemáticos; la unión de dos elementos cinemáticos se llama par cinemático; la concatenación de pares cinemáticos forma lo que se denomina cadena cinemática; y la representación de una parte o de todas las cadenas cinemáticas de una máquina herramienta se conoce como esquema cinemático.

El estudio del esquema cinemático de una máquina herramienta permite conocer mejor cómo funciona, y es necesario para hacer reparaciones de la máquina, así como para hacer cálculos cinemáticos.

Es importante destacar que los fabricantes de máquinas herramientas suministran junto con la máquina cierta información técnica, que trata sobre varios asuntos, y entre ellos se encuentra el esquema cinemático.

Puede ocurrir que en un taller haya una o varias máquinas herramientas y que no se disponga de sus esquemas cinemáticos. En ese caso resulta útil y preventivo proceder a elaborar los esquemas mediante la observación directa de los pares cinemáticos y su funcionamiento.

### 1.7.1. Partes del torno paralelo

Se llama torno paralelo porque la disposición del carro principal sobre la bancada le permite mecanizar superficies con generatrices paralelas al eje de rotación de la pieza. Las partes del torno, como máquina herramienta, se compone de:

<b>Órganos básicos</b>	
Cabezal	Caja de cambios de velocidades de giro
Bancada	Caja de cambios de velocidades de avance
Contrapunto o contracabezal	Inversor
Lira	Eje de cilindrar
Eje de roscar	
<b>Carros</b>	
Principal, transversal y orientable	
<b>Mecanismos</b>	
Motor	

En la figura 1.8 aparecen relacionadas las diferentes partes del torno paralelo.

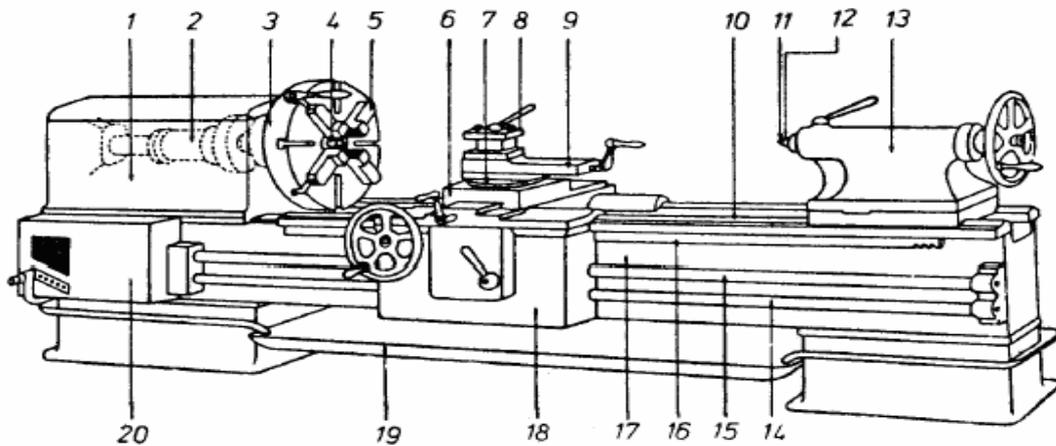


Figura 1.8. Partes fundamentales de un torno paralelo (extracto de la norma UNE 15411): 1, cabezal; 2, eje principal; 3, plato; 4, punto; 5, garra del plato; 6, carro transversal; 7, plataforma giratoria; 8, portaherramientas; 9, carro horientable; 10, guías de la bancada; 11, contrapunto; 12, eje del contracabezal; 13, contracabezal; 14, eje de cilindrar; 15, eje de roscar; 16, cremallera; 17, bancada; 18, carro principal; 19, bandeja; 20, caja de cambios, para avances.

Las características técnicas del torno paralelo son la naturaleza del cabezal: de cono de poleas, la forma de la bancada de guías prismáticas, la altura del eje de giro sobre la bancada, la longitud máxima de pieza que se puede tornear y el diámetro máximo de pieza que se puede tornear.

### 1.8. Preparación de las superficies para el pintado de máquinas herramientas

El acero es una de las aleaciones más utilizados por la industria, interviene en la construcción de estructuras, instalaciones industriales y marinas, puentes, buques a causa de su tenacidad y resistencia mecánica; pero el mismo no es estable, basta la presencia de la humedad y el oxígeno del aire para que comience a oxidarse. La presencia de  $\text{CO}_2$  y  $\text{SO}_2$  como contaminante atmosférico aceleran su oxidación. En zonas del litoral también pueden estar presentes los cloruros (atmósfera marina) que actúan en el mismo sentido. Se comprenderá, por tanto, la necesidad de protegerlo para su conservación (Feliú y Morcillo, 1982).

Según Söylev y Richardson (2008) el método más utilizado para la protección de estructuras e instalaciones industriales ha consistido en la aplicación de pinturas. La diversidad de los ambientes a los que pueden estar sometidas dichas



estructuras e instalaciones ha obligado a desarrollar pinturas capaces de protegerlas con éxito en las condiciones más severas que puedan presentarse.

### **1.8. Conclusiones del capítulo 1**

- ❖ La bibliografía consultada, aporta información sobre los sistemas de reparación y mantenimiento en las máquinas herramientas, pero son escasas las informaciones que aportan sobre defectos y fallos en el torno 16 D 20.
- ❖ Las piezas de las máquinas sufren cargas y esfuerzos que varían con el tiempo, pero se comportan de una manera distinta en respuesta a cargas variables frente a cargas que se mantienen estáticas.
- ❖ La degradación de los componentes de máquina no están sujetos a un solo mecanismo de fallo sino que, en general, obedece a una combinación de estos mecanismos como son los fenómenos de oxidación combinados con fatiga, abrasión más oxidación más fatiga.

# CAPÍTULO 2



## CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Introducción

El comportamiento de cada material, depende de la historia previa del mismo, requiriendo un tratamiento caso por caso, a los fines de analizar el comportamiento para el cual fue destinado. Estas razones hacen que la selección de cada uno de ellos esté en correspondencia para la función del diseño que fue concebido y esto a su vez permita una adecuada predicción sobre su resistencia.

**En este capítulo se plantea como objetivo:**

1. Realizar el defectado de los elementos defectuosos que componen el torno 16 D 20 y a partir de los mismos el establecimiento de su reparación y fabricación de piezas desgastadas.

### 2.2. Composición química de los materiales empleados

El análisis químico se realizó empleando un Espectrómetro de Masa ESPECTROLAB 230 con electrodo de carbón bajo arco sumergido en atmósfera de argón en el Laboratorio del Taller de Fundición de la Empresa Mecánica del Níquel, Comandante Gustavo Machín Hoed de Beche", Moa.

Tabla 2.1. Composición química del acero AISI 1045.

C	Si	Mn	Ni	Cu	Cr	Fe
0,46 %	0,24 %	0,98 %	0,40 %	0,16 %	0,19 %	Balance

Tabla 2.3. Composición química del acero A 570

C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	Fe
0,20 %	0,48 %	0,4 %	0,40 %	0,40 %	0,07 %	Balance

Por las características que presentan estos materiales son de buena soldabilidad y maquinabilidad (Rodríguez, 1983), no presentan agrietamiento en caliente ni en frío, además no endurecen por tratamiento térmico (Guliaev, 1983).

### 2.3. Características del torno 16 K 20

Para realizar la fabricación de las piezas rotas y desgastadas del torno 16 D 20, se utilizará para el maquinado de las piezas, el torno 16 K 20, las operaciones fundamentales que se desarrollarán en el mismo para la sustitución de algunos de



los elementos en la reparación del torno. Las características técnicas del mismo son:

Altura del centro sobre bancada: 215 mm.

Distancia entre punto hasta 2000 mm.

Potencia del motor Nm = 10 kW

Rendimiento del torno  $\eta = 0,75$ .

Frecuencia de rotación del husillo (rev/min): 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600.

Avances longitudinales (mm/rev): 0,05; 0,06; 0,075; 0,09; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1; 1,6; 2; 2,4; 2,8.

Avances transversales (mm/rev): 0,025; 0,03; 0,0375; 0,045; 0,05; 0,0625; 0,075; 0,0875; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1; 1,2; 1,4.

Máxima fuerza de corte axial admisible por el mecanismo de avance,  $P_x = 6\ 000$  MPa.

### 2.3.1. Características de la fresadora

Fresadora vertical modelo 6 M 12 L

Superficie útil de mesa 320 x 1250 mm. Potencia del motor Nm = 7 kW.

Rendimiento de la fresadora  $\eta = 0,8$ . Frecuencia de rotación del husillo (r/min): 32,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600. Avances longitudinales y transversales de la mesa (mm/rev) : 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250. Avances verticales de la mesa (mm/min): 8; 10,5; 13,3; 16,6; 21; 26,6; 33,3; 41,6; 53,3; 66,6; 83,3; 105; 133,3; 166,6; 210; 266,6; 333,3; 400.

### 2.3.2. Defectado de la máquina herramienta

Actualmente los dispositivos y las herramientas son indispensables, considerándose como auxiliares en las maquinas, ya que la precisión en la producción es muy requerida hoy en día, teniendo los criterios de gran calidad y bajos precios para satisfacer las necesidades de la producción.

Los dispositivos son diseñados considerando los siguientes puntos:

- a) Reducir los tiempos de fabricación lo que nos lleva a reducir los costos de producción.
- b) Montajes sin complicaciones e intercambiabilidad de las piezas.
- c) Una mayor precisión en la fabricación incrementándose la calidad de los productos.

El torno 16 D 20 (figura 2.1), ubicado en el laboratorio de máquinas herramientas del ISMMM, está destinado para el desarrollo de las prácticas de los estudiantes, en el año 2008 fue sometido a un proceso de cambio de aceite y de pintura.



Figura 2.1. Estado actual del torno 16 D 20.

Sin embargo en su conjunto cinemática presenta las siguientes dificultades:

- Ausencia de la bomba del sistema de refrigeración.
- Cambios de rodamiento en el motor principal.
- Mantenimiento, pintura y calor al enrollado del motor principal.
- Limpieza y pintura en el cuerpo del motor principal.
- Sustitución de las mangueras que permiten el sistema de lubricación.
- Mantenimiento en las guías de la bancada.
- Limpieza de los filtros que componen el sistema de lubricación en la caja.
- Cambios de las correas del mecanismo de transmisión principal.
- Mantenimiento al sistema eléctrico del torno (panel de control).

- Mantenimiento en el relex.
- Adaptación de contactos.
- Fabricación de tornillos para calzos.
- Fabricación de rueda dentada del cabezal fijo.
- Reparación y ajuste del husillo.
- Ajuste del sistema de mando del torno (esquema cinemático).

#### **2.4. Herramientas especiales utilizadas en el despiece y ensamble del torno**

Una reparación técnicamente bien realizada dará años de servicio al torno sin problemas, una reparación efectuada sin tomar en cuenta los aspectos técnicos básicos expresados y tratando de ahorrar gastos necesarios ocasionará pérdidas económicas y de tiempo. En la figura 2.2 se muestra la caja de herramientas empleada en el despiece del torno.



Figura 2.1. Caja de herramientas.

La selección adecuada de las herramientas evitará pérdidas de tiempo durante el arme y desarme del torno, es necesario plantear que la selección inadecuada o manejo incorrecto de las herramientas ocasionan de forma general pérdida en la geometría de las piezas que han de ajustarse o desarmarse. En la tabla 2.1 se relacionan las herramientas que han de emplearse durante el sistema de sustitución de los elementos del torno.

En la tabla 2.1 aparece el listado de las herramientas empleadas, con las cuales se agilizó las operaciones y se evitó la pérdida de tiempo.



Tabla 2.1. Herramientas a emplear en el desarme y arme del torno.

Htas	Numeración	Herramientas y accesorios
1	MD 998051	Calibrador pie de rey
2	MD 998115	Martillo.
3	MD 998148	Nivel de precisión.
4	MD 998158	Cinzel.
5	MD 998165	Escuadra.
5	MD 998175	Llaves inglesas y españolas.
6	MD 998250	Martillo de goma.
7	MD 998251	Llaves exagonales.
8	MD 998376	Cuchilla de torno.
9	MD 998380	Tijera de mano.
10	MD 998381	Limas.
11	MD 998382	Terraaja.
12	MD 998383	Llave de tubo.
13	MD 998385	Micrometro.

Para el logro de una reparación integrada y confiable se requiere de un proceso cuidadoso de revisión de equipos y sistemas, realizar un diagnóstico de cada operación a ejecutar, lo cual se convierte en un proceso general que busca caracterizar el estado actual y predecir el comportamiento futuro de equipos y sistemas. Para la reparación de la máquina, se tuvo en cuenta diferentes procesos, los cuales se relacionan en la tabla 2.2.

Tabla 2.2. Procesos realizados en la reparación del torno

No	Operación
1	Defectado de las piezas
2	Desmontaje de las piezas
3	Torneado y fresado de las piezas cambiables.
4	Taladrado
5	Roscado manual
6	Soldadura
7	Doblado
8	Pulido
9	Pintado
10	Prueba

Evidentemente, lo anterior constituyen pasos que no pueden obviarse, al contrario, como todo proceso que requiera un "análisis previo", esto permitirá indagar en que situación se encuentra un sistema en función de un conjunto de estándares deseados. Para la reparación, debe usarse toda la información disponible, es



decir, debe incluir el análisis de historial de fallas, los datos de condición y datos técnicos. De esta forma, se podrán identificar las acciones correctivas y preactivas que puedan efectivamente optimizar costos y minimizar el duro impacto de las fallas en todas sus acepciones.

## **2.5. Cálculo de los regímenes de corte para el torneado**

El objetivo fundamental en los Procesos de Manufactura por Arranque de Viruta es obtener piezas de configuración geométrica requerida y acabado deseado. La operación consiste en arrancar de la pieza bruta el excedente (mal sobrante) del metal por medio de herramientas de corte y maquinas adecuadas. Los parámetros fundamentales de los regímenes de corte son: avance de la herramienta, números de revoluciones del husillo, velocidad de corte, profundidad de corte.

### **2.5.1. Velocidad y avances para corte**

La velocidad a la cual gira la pieza de trabajo en el torno es un factor importante y puede influir en el volumen de producción y en la duración de la herramienta de corte. Una velocidad muy baja en el torno ocasionará pérdidas de tiempo; una velocidad muy alta hará que la herramienta se desafilé muy pronto y se perderá tiempo para volver a afilarla.

$$V_c = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \quad (2.1)$$

#### **Donde:**

$V_c$  = Velocidad de corte; m/min.

$D$  = Diámetro de la pieza; mm.

$n$  = Número de revolución; rev/min.

1 000 = Factor de conversión de metro a milímetro.

### **2.5.2. Profundidad de corte de las probetas**

La profundidad de corte de las probetas es la dimensión de la capa de metal que arranca la cuchilla de una pasada. Si una pieza cilíndrica de diámetro  $D$  se tornea de una pasada de la cuchilla hasta el diámetro  $d$ , entonces la profundidad de corte es igual a la mitad de la diferencia entre los diámetros.



$$t = \frac{D - d}{2} \quad (2.2)$$

**Donde:**

t = Profundidad de corte; mm.

D = Diámetro de la pieza antes y después de la elaboración; mm.

### 2.5.3. Tiempo de maquinado de las probetas

El tiempo de maquinado para las probetas es el tiempo invertido por el operario en la ejecución del trabajo, también conocido por tiempo básico o tiempo total de maquinado.

$$T_m = \frac{L}{n \cdot s} \cdot i \quad (2.3)$$

**Donde:**

T<sub>m</sub> = Tiempo de maquinado; mm.

L = Longitud a maquinar; mm.

i = Números de pasadas.

n = Números de revoluciones; rev/min.

s = Avance; mm/ver

#### - Refrentado

Consiste en la limpieza del frente de las caras de la pieza, el tiempo básico o de maquinado para esta operación se calcula por la siguiente ecuación.

$$T_b = \frac{\frac{D}{2} + Y + \Delta}{n \cdot s} \cdot i; \text{ min} \quad (2.4)$$

$$Y = t \cos \varphi \quad \Delta: 1 \dots 3 \quad (2.5)$$

**Donde:**

D: Diámetro de la pieza a elaborar; mm

Y: Longitud de entrada de la cuchilla; mm

Δ: Coeficiente.

i = Números de pasadas.



## 2.6. Clasificación de los gastos de tiempo de trabajo

El tiempo de trabajo como regla debe ser tiempo útil completamente normado. Al obrero hay que crearles las mejores condiciones de trabajo que permitan en el transcurso de la jornada utilizar el tiempo económico racional (Feschenko, 1983).

En el tiempo total entran todas las categorías de gastos de tiempo de trabajo.

$$T_{pu} = T_b + T_a + T_{pt} + T_{org} + T_{dnp} ; \text{ min} \quad (2.6)$$

### Donde:

$T_{pu}$ : Tiempo por unidad de producción y la suma de todos los tiempos de las diferentes categorías.

$T_b$ : Tiempo básico o principal de máquina.

$T_a$ : Tiempo auxiliar.

$T_{pt}$ : Tiempo de procesos tecnológicos.

$T_{org}$ : Tiempo organizativo.

$T_{dnp}$ : Tiempo de descanso y necesidades personales.

❖  $T_{pu}$ : Es el tiempo por unidad de producción de las normas técnicamente fundamentadas del tiempo necesario para ejecutar la operación tecnológica dada al aplicar los métodos modernos de maquinado, experiencias de los trabajadores de avanzadas con innovadores.

❖  $T_b$  o  $T_m$ : Tiempo que se gasta en cambiar las dimensiones, la forma y rugosidad de la pieza y puede ser manual o de máquina

❖ PTT: Es el tiempo que se gasta para el cuidado del PDT y otros gastos como buscar herramientas, limpieza de la máquina, llamado también  $T_{spt}$  (tiempo de servicio al P/T).

$$T_{pt} \text{ ó } T_{spt} (0,04 \dots 0,08) T_b ; \text{ min} \quad (2.7)$$

❖  $T_a$ : Tiempo que se gasta en la colocación de piezas, arranque y parada de la máquina, conexión y desconexión del avance, medición de la pieza.

$$T_a = (0,18 \dots 0,25) T_b ; \text{ min} \quad (2.8)$$

❖  $T_o$ : Tiempo en el cual se realiza un trabajo productivo dirigido al concepto de una tarea (operación)



$$T_o = T_b + T_a; \text{ min} \quad (2.9)$$

- ❖  $T_{dnp}$ : Entran las pausas y descanso físico. Este tiempo suele descontarse de la jornada laboral.

$$T_{dnp} = (0,17... 0,25), \text{ para una jornada de trabajo de (4 horas)} \quad (2.10)$$

- ❖ Tiempo por causas organizativas: Se considera

$$T_{pco} = (2 \%) T_b \quad (2.11)$$

- ❖ Tiempo por causas técnicas:

$$T_{pct} = (1,6 \%) T_b; \text{ min} \quad (2.12)$$

### 2.7. Cálculo de los tiempos entre intervenciones de mantenimiento

El objetivo del mantenimiento en la industria es lograr con el mínimo de costo, el mayor tiempo en servicio de las instalaciones y maquinarias productivas con el fin de asegurar la máxima disponibilidad aportándola mayor productividad y calidad de producto con el máximo de funcionamiento, es de sobra conocido el hecho de que las roturas imprevistas catastróficas, dan lugar a elevados costos por pérdidas de producción y reparación.

$$t_r = \frac{T}{N_p + N_m + 1} \quad (2.13)$$

$$t_0 = \frac{T}{N_p + N_m + N_r + 1} \quad (2.14)$$

#### Donde:

T- Es el ciclo de reparación total.

$N_m$ - número de reparaciones medianas.

$N_r$ - número de revisiones.

$N_p$ - número de reparaciones pequeñas.

#### 2.7.1. Cálculo de la cantidad de grasa para los rodamientos

$$G = 0.005 \cdot B \cdot D_{ext} ; [g] \quad (2.15)$$

Donde:

B – Ancho del rodamiento.

$D_{ext}$  – Diámetro exterior del rodamiento.

## 2.8. Herramientas empleadas

Las herramientas de corte empleadas en una para la fabricación de piezas se eligen en dependencia de la operación tecnológica de mecanizado, las cuales deben garantizar el buen acabado del material que se elabora, las herramientas seleccionadas para la fabricación de la fresa se hizo según los criterios de Sandvik Coromant (2007).

### 2.8.1. Operación de refrentado

Para la operación de refrentado se empleo una plaquita CNMG 150 608 GC 4025 (figura 2.2), con un Soporte PSSNR 2525 P15.

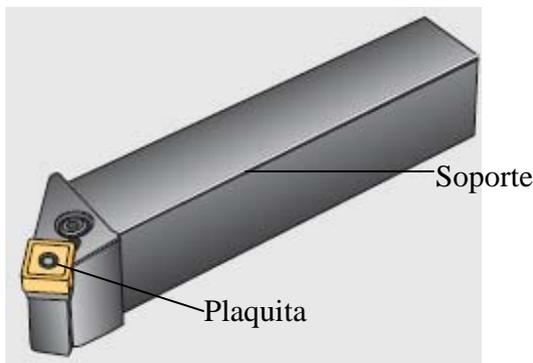


Figura 2.2. Herramienta empleada en el torneado.

La plaquita empleada fue del tipo T – MAX P, la cual se emplea en el mecanizado medio.

Esta plaquita presenta un filo robusto con borde fiable. Buen rendimiento en superficies con cascarilla y cortes discontinuos, generando un buen control de la viruta.

### Nomenclatura

C – Plaquita cuadrada

N – ángulo de incidencia de la plaquita en grados.

M – campo de tolerancia  $\pm 0,13$  mm.

G – doble cara de corte

15 – longitud de la arista de corte; mm

06 – espesor de la plaquita; mm

08 – radio de la punta de la plaquita; mm

### Soporte PSSNR 2525 P15

P – sujeción por agujero

S – geometría de la plaquita cuadrada

S – ángulo de la geometría del soporte 45°

N – ángulo de incidencia del soporte en grados.

R – sentido de la plaquita (derecha)

25, 25 – dimensiones de la sección transversal; mm

P15 – longitud del mango; 150 mm

GC 4025 – Se emplea para el mecanizado de todo tipo de material.

GC - Metal duro recubierto

Las letras GC significan en inglés "cubierta gamma"

### 2.8.2. Operación de cilindrado exterior

La operación de cilindrado consistió en la eliminación del metal sobrante del diámetro exterior del semiproducto, para ello se empleó una cuchilla de plaquita TNMG 220 404 GC 4025 (figura 2.3).



Figura 2.3 Herramienta de corte.

Plaqueta del tipo T – MAX P empleada en el mecanizado medio para el acabado, tiene una acción de corte suave u fuerza de corte bajas.

### Nomenclatura

T – Plaqueta triangular

N – Ángulo de incidencia de la plaqueta es 0 grados.

M – Campo de tolerancia  $\pm 0,13$  mm.

G – Doble cara de corte

22 – Longitud de la arista de corte; mm

04 – Espesor de la plaqueta; mm



04 – Radio de la punta de la plaquita; mm

### **Soporte PTG NR 2525 M22**

P – Sujeción por agujero

T – Geometría de la plaquita triangular

G – Ángulo de la geometría del soporte  $90^\circ$

N – Ángulo de incidencia del soporte es 0 grados.

R – Sentido de la plaquita (derecha)

25, 25 – Dimensiones de la sección transversal; mm

P22 – Longitud del mango; 220 mm

### **2.8.3 Operación de mandrinado**

Se empleó una cuchilla de plaquita CNMG 090 304 GC 235 como se muestra en la figura 2.4.

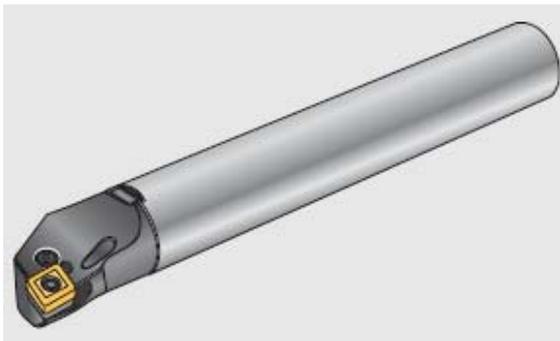


Figura 2.4. Soporte de mandrinar.

Plaquita que presenta excelente acabado superficial combinado con elevado con elevado avance, incrementando la utilización de la productividad.

### **Nomenclatura**

D – Plaquita rómbica de  $55^\circ$ .

N – Ángulo de incidencia de la plaquita en grados.

M – Campo de tolerancia  $\pm 0,13$  mm.

G – Doble cara de corte

09 – Longitud de la arista de corte; mm

03 – Espesor de la plaquita; mm

04 – Radio de la punta de la plaquita; mm



GC 235 – Se emplea para el mecanizado de aceros al carbono y aleados.

El soporte empleado para la sujeción de la plaquita es:

Soporte S 16 R - PCLNR 09

S – Barra de acero enteriza

16 – Diámetro de la barra; mm

R – Longitud del mango; 180 mm

P – Sujeción por agujero

C – Geometría de la plaquita rómbica

L – Ángulo de la geometría del soporte  $97^\circ$

N – Ángulo de incidencia del soporte es 0 grados.

R – Sentido de la plaquita (derecha)

09 – Longitud de la arista de corte; mm

## **2.9. Conclusiones del capítulo 2**

- ✓ Fueron caracterizados a través del análisis espectral, la composición química de cada uno de los materiales para la reparación del torno, los mismos reúnen las condiciones para efectuar los procesos de soldadura y maquinado.
- ✓ Se estableció la metodología de cálculo de cálculo para determinar los diferentes procesos que permitirán realizar la tecnología de maquinado, así como los tiempos del proceso tecnológico empleado en cada operación.
- ✓ Al precisar la clasificación de los gastos de tiempo de trabajo en lo que incurren los procesos de maquinado, se podrá fundamentar en cada carta tecnológica el tiempo completo destinado a cada operación.

# CAPÍTULO 3

## CAPÍTULO 3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

### 3.1. Introducción

En éste capítulo se exponen los resultados derivados del trabajo experimental, y a partir de los mismos, las expresiones matemático estadísticas que describan las regularidades del proceso del ensayo de tracción de probetas de acero AISI 1045 deformadas por rodadura.

**El objetivo del capítulo es:**

1. Realizar la valoración crítica de los resultados y a través de ella, explicar los fundamentos científicos que dan solución al problema planteado.

### 3.2. Análisis de la metodología

El establecimiento de los parámetros de las diferentes piezas, las cuales se utilizaron para el emplazamiento de aquellas que estaban defectuosas transitaron por diferentes operaciones como: corte, el cilindrado exterior, el interior, rasurado, roscado, donde la selección de los regímenes de corte estuvo seleccionada en correspondencia con el material a maquinar.

#### 3.2.1. Análisis del maquinado del mecanismo librador del carro longitudinal

El carro longitudinal permite el desplazamiento del útil cortante, la cuchilla de corte, para fabricar el mecanismo librador del carro longitudinal (figura 3.1) se empleó acero AISI 1045.

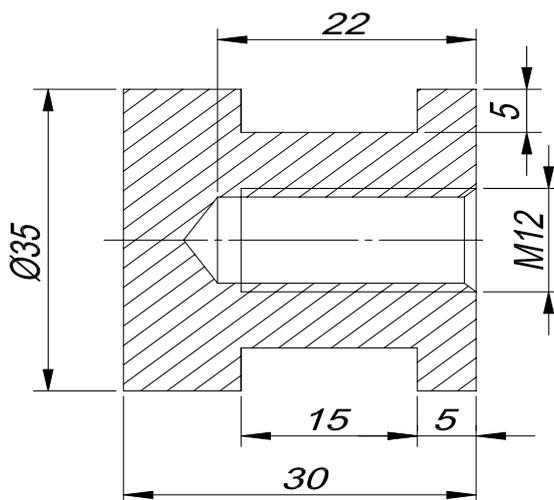


Figura 3.1. Mecanismo librador del carro longitudinal.

El mecanismo se maquinó al aire, si se tiene en cuenta la longitud del mismo, primeramente se les realizó el agujero de centro que sirvió de guía para la entrada de la broca que se empleó, del tipo HSS con diámetro de 10,2 mm, para realizar la ranura se elaboró una cuchilla de tronzar con material del tipo HSS 16mm<sup>2</sup>. Los requisitos técnicos exigidos para el acabado de la pieza fue biselar los cantos vivos con bisel de 0,5 x 45°.

### 3.2.2. Análisis del maquinado de la chaveta de la polea motriz

La chaveta (figura 3.2) como elemento de arrastre de la polea, la cual debe resistir momento torsor, tener resistencia al desgaste, pero a la vez servir de elemento de fácil cambio, se fabricó de acero ASTM A36. En el anexo1 aparece la carta tecnológica.

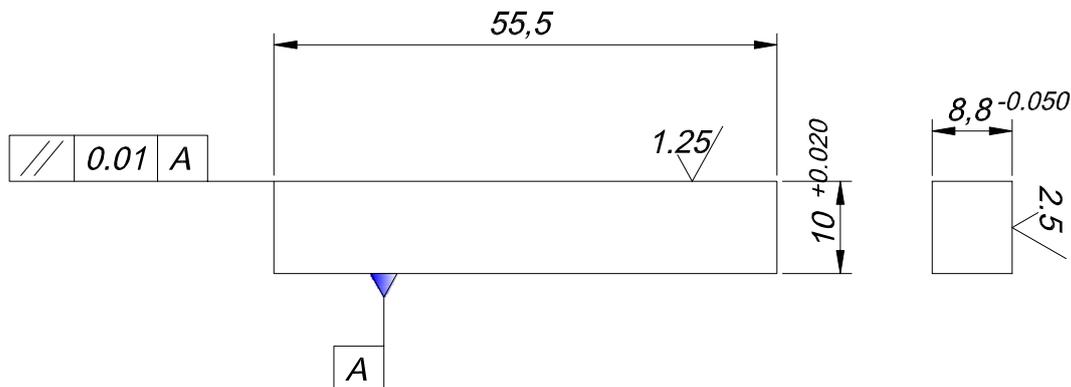


Figura 3.2. Chaveta.

Las máquinas empleadas en la elaboración de la chaveta fue la fresadora 6 M 83, el fresado se realizó con ayuda del cabezal divisor.

La cantidad de planos a fresar fueron cuatro, por lo que en la división sencilla del cabezal divisor que se corresponde con la relación 40:1 quedó definido en la ecuación 3.1.

$$n = \frac{40}{4} = 10$$

Se realizó el ajuste del plato divisor escogiéndose el círculo 54, por lo que la distribución de cada una de las ranuras quedó de la siguiente forma:

4 vueltas completas en el círculo 54.

Los requisitos técnicos exigidos en la pieza es eliminar los cantos vivos, con bisel de  $1 \times 45^\circ$ .

La pieza en ambas máquinas, se elaboró con abundante regímenes de lubricación. En el anexo 2 aparece la carta tecnológica.

### 3.2.2. Análisis del maquinado del pasador de la palanca

El pasador de la palanca del automático como se observa en la figura 3.3 se elaboró por proceso de torneado. La tecnología de maquinado aparece en el anexo 3.

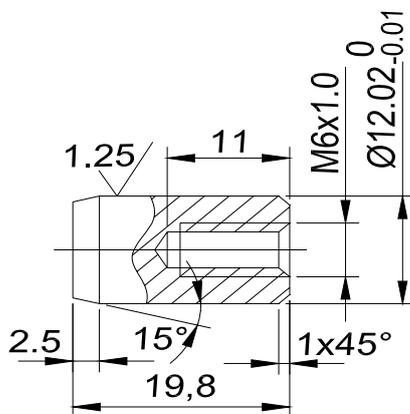


Figura 3.3. Pasador de la palanca del automático.

Elaborado en el torno 16 K 20, de acero AISI 1045, se mecanizó al aire, luego se le realizó un agujero de centro que permitió servir de guía a la broca HSS de diámetro 5 mm, el roscado se realizó a punta de cuchilla. Los requisitos técnicos exigidos en la pieza fue biselar cantas vivos  $1 \times 45^\circ$ . En el anexo 3 aparece la carta de maquinado.

### 3.2.3. Análisis del maquinado del tornillo de sujeción del plato

Para fijar el plato se fabricaron cuatro tornillos de sujeción (figura 3.4), el material que se empleó fue el acero AISI 1045. En el anexo 4 aparece la tecnología de maquinado.

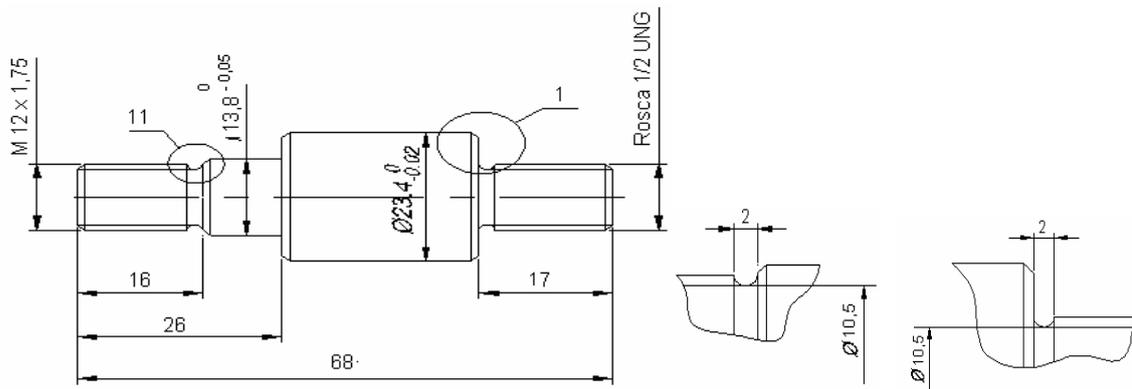


Figura 3.4. Tornillo de sujeción del plato.

Tornillo con roscas en ambos extremos, la rosca de  $\frac{1}{2}$  UNC se conecta al cabezal fijo del torno, el otro extremo es el que sirve de sujeción al plato, se mecanizó inicialmente un extremo, donde para el tallado se empleó HSS  $\phi = 60^\circ$ , luego se invirtió la pieza y se le realizó el otro extremo de la rosca, se verificó el centrado del tornillo antes de proceder a ejecutar la operación.

En el extremo derecho de la figura aparecen los detalles para la elaboración de la ranura de salida de la cuchilla. El dibujo está efectuado en una escala natural. Los requisitos técnicos que se cumplieron en la pieza fueron biselar los cantos vivos de  $1 \times 45^\circ$ , así como elaborar radios no indicados, 0,5.

### 3.2.4. Análisis del maquinado de la polea del torno

La polea del torno (figura 3.5) que está fabricada de hierro fundido de 240 MPa, se le recuperó el diámetro interior por la holgura que presentaba en el ajuste con el árbol del motor.

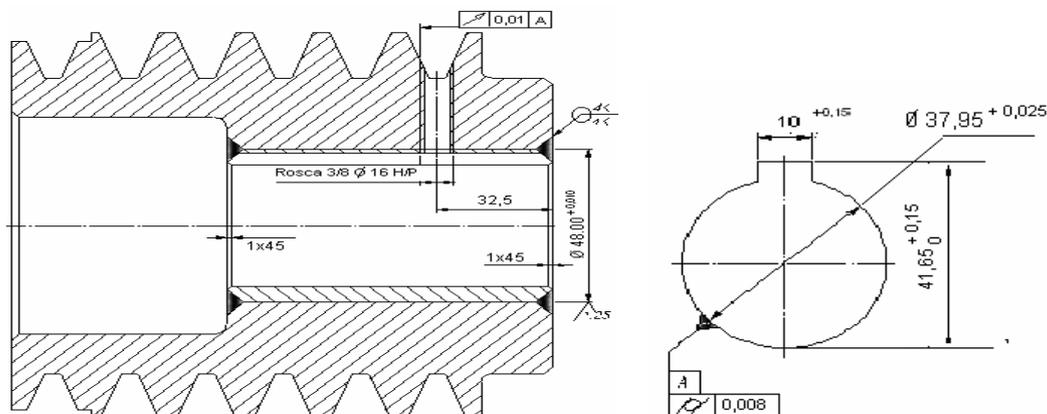


Figura 3.5. Polea del torno.

En la polea se restableció el diámetro interior de la misma, la sujeción se realizó en el plato de tres muelas, se desbastó 4 mm para alojar en ella el casquillo fabricado, el cual se elaboró sobre medida, para su colocación se empleó la prensa, luego de ajustado en la polea se soldó con electrodo revestido del tipo EC 4044, se volvió a cilindrar interiormente. El chavetero se realizó en la mortajadora 7 A 420.

Se comprobó durante el proceso de la prueba del torno la eficiencia del sistema, donde la apreciación de la holgura era la adecuada, así como buena tensión de la transmisión. La tecnología de maquinado aparece en el anexo 5.

### 3.2.5. Análisis del maquinado del casquillo de la polea motriz

Según las especificaciones analizadas anteriormente, se construyó el casquillo de la polea motriz, el cual aparece en la figura 3.6 y la carta de ruta de maquinado en el anexo 6.

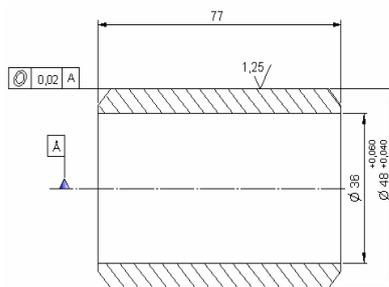


Figura 3.6. Casquillo de la polea motriz.

Los requisitos técnicos cumplidos en la elaboración de la pieza biselar los cantos vivos  $4 \times 45^\circ$ .

Los requerimientos para el montaje del sistema correa polea fue el siguiente:

1. Se aflojó el sistema de tensión del motor, se colocaron las correas y se volvió a tensar el sistema, verificando que la tensión estuviera correctamente.
2. Durante el montaje se evitó que la correa entrara en contacto con, ya que la vida útil de la misma se reduce drásticamente.

### 3.2.6. Maquinado del mecanismo de arranque del torno

El mecanismo de arranque del torno (figura 3.7) está construido de material aislante, con el cual el operario puede accionar la máquina y evitar entrar en

contacto con la corriente eléctrica. Originalmente este botón estaba construido de plástico, al no disponer del material original se decidió fabricarlo de teflón grafitado, por las características de aislante que presenta este material. Para mecanizar la tapa se empleó una cuchilla con un ángulo de desprendimiento de  $60^\circ$ , y mayores números de revoluciones, con lo cual se logró un buen acabado superficial. En el anexo 7. aparece la tecnología de maquinado.

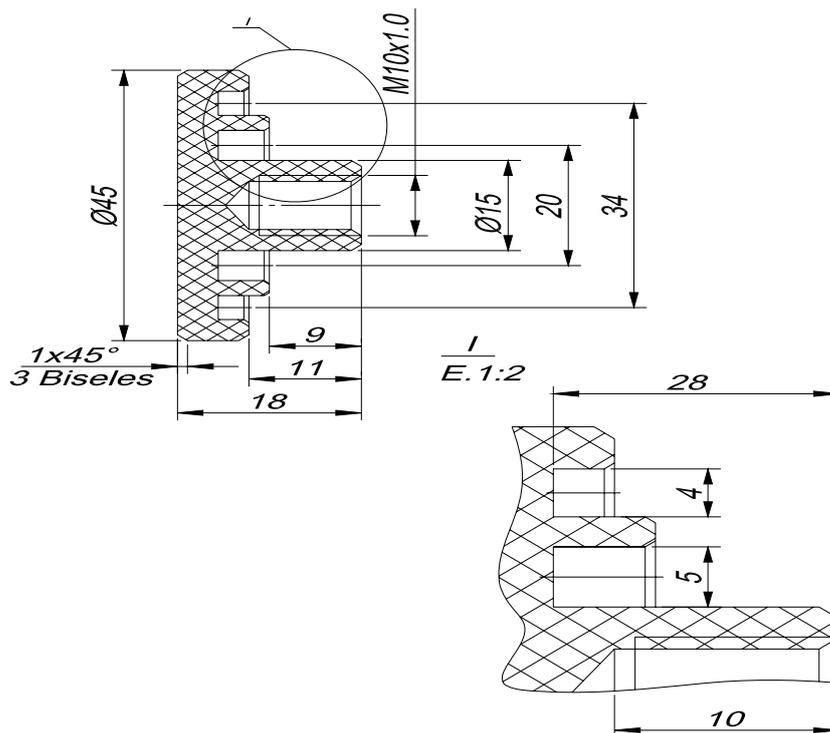


Figura 3.7. Mecanismo de arranque del torno.

Los requisitos técnicos que se consideró en la pieza fue biselar los cantos vivos  $0,5 \times 45^\circ$ .

### 3.3. Mantenimiento del motor principal

Al efectuar el defectado del motor se comprobó que existe holgura mayor que la nominal entre el rodamiento y las tapas, rodamiento defectuoso, el devanado del inducido del motor se encontró que el aislantes de las bobinas no estaban en buenas condiciones, por lo que se le aplicó barniz de impregnación electroaislante aislante UK 160 R, del tipo R 20 /21, con características nocivas por inhalación y contacto por la piel, además de ser inflamable, presenta una temperatura de secado entre  $100 - 110^\circ\text{C}$ .

El tiempo de secado fue de ocho horas a una temperatura de 120<sup>0</sup>. Este secado tuvo como objetivo secar el barniz aislante impregnado en el arrollamiento, y darle seguridad a los alambres, para evitar cortocircuitos o cualquier ralladura que pudiera ocurrir durante el montaje.

### **3.4. Prueba del torno**

Se desarrollo una prueba en vació, donde se pudo apreciar el régimen de trabajo del torno 16 D 20 (figura 3.8) con relevancia en los parámetros de control tales como:

- ✓ Nivel de aceite en el cabezal fijo y el delantal del torno.
- ✓ Temperatura del motor principal.
- ✓ Desplazamiento de los carros (longitudinal, transversal)
- ✓ Lubricación.
- ✓ No se aprecia ruidos anormales.
- ✓ Rotación del husillo.



Figura 3.8. Vista frontal del torno 16 D 20 recuperado.



### **3.5. Valoración económica**

Al considerar la valoración técnica económica se tuvo en cuenta mano de obra, materiales, herramientas y transporte, normas, tiempos planificados, máquinas, equipos. En el anexo 8 aparece la ficha de costo en la que se incurrió en todo el proceso de fabricación, al valorar todos los renglones, el costo total del equipo es de:

Por concepto de CUP: 41,12

Por concepto de CUC: 574,63

### **3.6. Valoración del impacto medio ambiental**

La capacidad del hombre para modificar sus relaciones con el medio ambiente natural, social y cultural, incluso para transformarlas ha atravesado diferentes etapas. Lo que distingue a la sociedad contemporánea de las que le han precedido, es la rapidez en la modificación de su entorno provocada por la revolución científico técnica, su carácter masivo y la universalidad de algunas de sus consecuencias encontramos las nuevas tecnologías inmersas en la vida cotidiana, en el desenvolvimiento de las instituciones tanto productoras de bienes como de servicios, y también cada vez más se van incorporando en el desempeño individual de los diferentes segmentos de la sociedad. Las nuevas tecnologías impactan la vida económica, política, cultural e ideológica de cada nación.

En la actualidad, son muchos los países que por constituirse en "sociedades informatizadas", han incorporado las nuevas tecnologías sin distinguir las condiciones sociales, culturales e históricas de las realidades de cada país.

Coinciden en el reconocimiento del impacto social de las nuevas tecnologías especialmente de la información y comunicación, los canadienses Harold A. Innis y Marshall McLuhan citados por Iglesias (1998), donde plantean que entre los diferentes tipos de tecnologías sea militar, administrativa, industrial, el de la comunicación es el de mayor impacto social.

El desarrollo tecnológico como proceso social, se percibe como un proceso dinámico que se desarrolla en correspondencia con los intereses de las clases que ostentan el poder y que expresan su sistema de valores.



La ciencia y la tecnología se han vuelto determinantes del desarrollo económico y cultural de las sociedades actuales, y de ellas depende en forma creciente el bienestar de un país y de sus ciudadanos. Hoy más que nunca la ciencia y la tecnología están produciendo impactos positivos y negativos en la sociedad y en el ambiente, al tiempo que constituyen uno de los principales recursos para la solución de problemas. A la vez, para su desarrollo dependen de que las sociedades inviertan en ellas sumas considerables de fondos públicos y privados.

Estos procesos han dado lugar a un modelo de sociedad que ha venido imponiéndose en las últimas décadas: la llamada "sociedad del conocimiento", donde la generación de riqueza estaría principalmente basada en el control y el desarrollo de nuevas formas de producción y aprovechamiento del conocimiento.

Uno de los principios rectores de la sociedad del conocimiento es que la ciencia y la tecnología son indispensables para lograr las condiciones materiales, ambientales, sociales y culturales, necesarias para garantizar el bienestar, una vida digna y una organización social justa para las presentes y futuras generaciones. Pero el fortalecimiento y el desarrollo de la ciencia y la tecnología por sí solos no son suficientes, es necesario articular estos sistemas con el resto de la sociedad con el fin de que puedan atenderse los problemas tal y como son percibidos y definidos por los afectados, y de manera que las soluciones sean aceptables para ellos, y no a partir de determinaciones que se hagan parcialmente y al margen de los interesados.



### **3.13. Conclusiones del capítulo 3**

- Quedaron establecidas las tecnologías de maquinado de los diferentes elementos que se fabricaron para la reparación del torno 16 D 20, especificando el procedimiento establecido para cada pieza que lo compone.
- El alto consumo del motor eléctrico en el torno era provocado por afectaciones que presentaban las bobinas, las cuales fueron sometida a proceso de protección con barniz y luego secado en el horno.
- La reparación del torno 16 D 20, por concepto de materiales, mano de obra, transportación de equipos y materiales incurre en un gasto de CUP: 41,12 y CUC: 574,63.
- Los procesos de maquinado afectan grandemente el medio ambiente y salud del hombre ya que en los mismos se generan residuos, que al ser lixiviable contaminan el ecosistema.



### **Conclusiones generales**

- Fueron restablecidos los componentes dañados o faltantes del torno 16 D 20 tales como: correas del sistema de transmisión, el sistema eléctrico, mangueras del sistema de refrigeración y ajuste del esquema cinemática, los cuales permitieron su correcto funcionamiento.
- Durante la comprobación de los parámetros mecánicos del torno 16 D 20 se determinó que los mismos cumplían con sus propiedades y se comprobó el buen funcionamiento del equipo, por lo que se realizó el pintado acorde a las exigencias de este tipo de máquina.
- Al abordar la valoración económica se determinó que al considerar los materiales, la mano de obra, la transportación y las herramientas de corte se incurre en un costo de 41,12 CUP y de 574,63 por concepto de CUC.
- Elementos como las virutas, los aceites y componentes químicos traen afectaciones al medio ambiente y a la salud del hombre; mitigarlo conlleva a mejorar las condiciones del medio ambiente.



### **Recomendaciones**

- Proponer al Instituto Minero Metalúrgico de Moa la reparación de otras máquinas que se encuentran en el taller de maquinado y presentan problemas, y someterlas a un proceso de recuperación.
- Establecer en las máquinas herramientas que integran el taller de maquinado un sistema de mantenimiento que permita el correcto funcionamiento de las mismas y no se dañen sus componentes mecánicos.
- Garantizar con la dirección del Departamento de Mecánica y de Mantenimiento la seguridad y protección de las máquinas para que las mismas no sean dañadas en los períodos de lluvia.

# BIBLIOGRAFÍAS



## Bibliografías

- Baldin, A.; Furlanetto, L.; Roversi, A. y Turco, F. 1982. Manual de mantenimiento de instalaciones industriales. Gustavo Gili. Barcelona.
- Cao, Y. 2004. A general method for the modeling of spindle-bearing systems. *Journal of Mechanical Design* 126: 1089-1104.
- Dalpiaz, G.; Rivola, A.; Rubini, R. 2000. Effectiveness and sensitivity of vibration processing techniques for local fault detection in gears. Academic Press.
- Dempsey, P. J. 2000. A comparison of Vibration and Oil Debris Gear Damage Detection Method Applied to Pitting Damage. NASA TM-210371, December.
- Dobrovolsky, V. *et al.* 1980. *Elementos de Máquinas*. Editorial MIR. Moscú.
- Duffua, S.; Dixon, J. y Raouf, A. 2000. *Sistemas de Mantenimiento Planeación y Control*. Primera Edición. Editorial Limusa-Wiley. México.
- Durán, J. 2000. Nuevas Tendencias del Mantenimiento Industrial. Consultado en: <http://www.cides.cl/articulos/Nuevas%20Tendencias%20de%20Mantenimiento%20Caracas%202000.PDF>
- Durán, José Bernardo. 2004. Nuevas Tendencias en el Mantenimiento en La Industria Eléctrica.
- Feliú, S. y Morcillo, M. 1982. *Corrosión y protección de los metales en la atmósfera*. Ediciones Bellaterra, Barcelona.
- Fernández, S. 2003. *Estudio y análisis de la organización actual de los trabajos de asistencia técnica en el taller de la Unidad de servicios de Maquinaria de la Empresa de Cultivos Varios de Güira de Melena*. Tesis de maestría. ISPJAE. Ciudad de la Habana.
- Fernández, S. M. 2001. Situación actual y perspectiva del sistema de mantenimiento de la maquinaria agrícola. Informe de investigación. La Habana. IIMA. 18 p.
- García-Prada, J.; Rubio, H. 2003. Simulación de defectos en elementos rodantes: aplicación a rodamientos. *Anales de Ingeniería Mecánica*, XV CNIM, p. 1478-1583.
- González, A.; Hechavarría, L. 2002. Metodología para Seleccionar Sistemas de Mantenimiento.
- Gotera, Eddin. 2003. ¿Qué es lo último que hemos aplicado en mantenimiento?



- Harsha, S. P. y Kankar, P. K. 2004. Stability analysis of rotor bearing system due to surface waviness and number of balls. *International Journal of Mechanic sciences* 46: 1057-1081.
- Itagaki, T.; Ohta, H. and Igarashib, T. 2003. Effect of grease type on abnormal vibration of ball bearing. *Journal of Sound and Vibration* 268: 933-946.
- Monden, Y. 2005. *Sistema de reducción de costes*. Segunda Edición. Editorial TGP.
- Moubray, John. 1997. Reliability-centered Maintenance II.
- Orres, L. D. 2005. Mantenimiento. Su implementación y gestión. Segunda Edición. Universitas. Impreso en Argentina. 323 p.
- Pardo, G. y Díaz, R. 2004. *Fundamentos en Sistema de Control Automático*. Universidad de Pamplona, Colombia.
- Peng, Z. K. 2005. A comparison study of improved Hilbert-Huang transform and wavelet transform: Application to fault diagnosis for rolling bearing. *Mechanical Systems and Processing* 19: 974-988.
- Pérez, E. 2005. La protección ambiental en el mantenimiento industrial. Un enfoque para su gestión.
- Reshetov, D. 1980. *Elementos de Máquinas*. Editorial Mashinostroenie. Leningrado.
- Rojas, I. 2000. *Inversores de frecuencia con modulación del ancho de pulso empleados para el control del motor de inducción*. Tesis de maestría. Universidad de Camagüey, Cuba.
- Sawalhi, N. and Randall, R. B. 2008. Simulating gear and bearing interactions in the presence of faults. Part I. The combined gear bearing dynamic model and the simulation of localised bearing faults. *Mechanic Systems and Signal Processing* 22: 1924-1951.
- Schijve, J. 1981. Some formulas for crack opening stress level, *Engng. Frature Mech.* 14, p. 461-465.
- Selivanov, A. I. 1992. *Fundamentos de la teoría del envejecimiento de las máquinas*. Editorial Mir. Moscú. 320 p.
- Shingo, S. 2005. *El sistema de gestión de la producción*. Cuarta edición. Editorial TGP.



- Shkiliova, L.; Fernández, M. 2004. Estudio de la fiabilidad de los tractores MTZ-80 y MTZ-510 en Cuba. Consultado en: [www.fao.org/docrep.2004](http://www.fao.org/docrep/2004)
- Shkiliova, Liudmila; Fernández, M. y Naranjo, J. 2005. Determinación del trabajo útil promedio entre los fallos de los tractores MTZ-80 y MTZ-50. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias* 14(2): 35-39.
- Smith, J. Derek. 2003. *Gear noise and vibration*. Marcel Dekker. New York.
- Söylev, T.; Richardson, M. 2008. *Construction and Building Materials* 22: 609-622.
- Taborda-Ocampo, G. D. y Ferreira-Jaimes, J. 2002. *Diseño y construcción de un banco didáctico de control de velocidad y torque para motores trifásicos asíncronos implementando la etapa de control en un altivar serie 452 de Telemecanique*. Trabajo de Diploma. Universidad Francisco De Paula Santander, Colombia.
- Velasco, S. 2006. *Organización de la producción*. Segunda Edición. Editorial Pirámide, México.
- Wang, Wilson Q. Fathy Ismail, M. Farid Golnaraghi. 2001. Assesment of gear damage monitoring techniques using vibration measurements. *Mechanical Systems and Signal Processing* 15(5): 905-922.
- Zaldívar, S. 2006. El Mantenimiento Técnico, un reto histórico-lógico en el perfeccionamiento de la actividad gerencial. *Revista Tecnología en Marcha* 19(1): 24-30.

**ANEXO**



ANEXO 1

 <b>CARTA DE RUTA PARA MAQUINADO</b>							
No. PLANO:		DENOMINACION:		MATERIAL:	HOJA:	No. HOJAS:	
ORDEN DE TRABAJO:		Dispositivo del librador del carro longitudinal.		AISI 1045	1	2	
FECHA:		OPERACION TECNOLÓGICA			HERRAMIENTAS:	N	S
25/05/2012		Tronzar semiproducto: Cortar Ø37 ; L = 35			Disco abrasivo 400 x 4 x 32	--	--
G. HOMOGÉNEO:							
8A240							
CAT. SAL.: IV							
TPC: 0,05							
T. EFECTIVO:		Instalar en plato universal. Centrar de cara diámetro con reloj indicador de carátula. Refrentar al mínimo. Elaborar agujero para centraje tipo A Ø1,5. Instalar entre plato y punto. Cilindrar Ø35 hasta próximo al plato. Elaborar ranura exterior 15mm de long. garantizando longitud 5mm del borde y 10mm, profundidad 5, biseles 0,5x45°. Retirar el punto y taladrar Ø10.2 x 22mm. Tallar rosca interior M12 x 21mm de long, paso 1.75 mm y d <sub>2</sub> =10.86mm. <b>Invertir</b> Instalar en plato universal por Ø35 y protegiendo diámetro. Centrar de cara diámetro con reloj indicador de carátula. Refrentar a longitud total 30mm. Elaborar biseles 0,5x45°.			DTTNR 2525 M16 MR 4225 Broca comb. HSS Ø1,5 a 60 ° DTJNR 2525M16 MR 4225 HSS B=4mm Cuchilla de roscar HSS φ = 60 ° Broca HSS Ø10.2	140	0,3
G. HOMOGÉNEO:							
16K20							
CAT. SAL.:							
VII							
TPC:		200	0,4				
0,15				250	0,2		
EFECTIVO T.: 0,5						140	1.75
<b>Elaboro:</b>	<b>Firma:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Aprobó:</b>	<b>Firma:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Tecnología No:</b>	
Yordanis		25/05/12	Toma				
<b>Observaciones:</b> Las dimensiones a las que se hace referencia en esta tecnología se medirán con instrumentos de precisión no menor que 0,02 mm. Las cintas métricas y las reglas utilizadas deben estar calibradas por un órgano competente.							



ANEXO 2

 CARTA DE RUTA PARA MAQUINADO							
No. PLANO:		DENOMINACION:		MATERIAL:	HOJA:	No. HOJAS:	
ORDEN DE TRABAJO:		Cuña de la polea motriz		ASTM A36	1	1	
FECHA:		OPERACIÓN TECNOLÓGICA			HERRAMIENTAS:	N	S
25/05/2012							
G. HOMOGÉNEO:		Cortar Plancha 12 x 57 x 9.5			Sierra de disco	--	--
CAT. SAL.: IV							
TPC: 0,05							
T. EFECTIVO: 0,13							
G. HOMOGÉNEO: 16k20		<p>Instalar en plato universal. Centrar de cara con reloj indicador de carátula., fresar al mínimo.</p> <p><b>Rotar pieza:</b></p> <p>Instalar en plato universal. Centrar de cara con reloj indicador de carátula. Fresar ancho de <math>10^{+0,02}</math>.</p> <p><b>Rotar pieza para dar altura:</b></p> <p>Instalar en plato universal. Centrar de cara con reloj indicador de carátula. Fresar al mínimo.</p> <p><b>Rotar pieza:</b></p> <p>Instalar en plato universal. Centrar de cara con reloj indicador de carátula. Fresar a dar altura de <math>8,8^{-0,05}</math>. Realizar el fresado en los extremos para lograr long. 55,5.</p> <p><b>Nota: Biselar filos cortantes <math>0,5 \times 45^\circ</math> con lima.</b></p>			Frontal 12mm 2 labios Lima plana paralela, fina 10".	200	0.4
CAT. SAL.: VII							
TPC: 0,15							
EFECTIVO T.: 4,25							
Elaboro: Yordanis							
<p>Observaciones: Las dimensiones a las que se hace referencia en esta tecnología se medirán con instrumentos de precisión no menor que 0,02 mm. Las cintas métricas y las reglas utilizadas deben estar calibradas por un órgano competente.</p>							



ANEXO 3

		<b>CARTA DE RUTA PARA MAQUINADO</b>				
No. PLANO:		DENOMINACION: Dispsit. de la palanca automat. carro long.	MATERIAL: AISI 1045 Calid. 114	HOJA: 1	No. HOJAS: 1	
ORDEN DE TRABAJO:			SEMIPRODUCTO: Ø14 ; L =23			MASA: 0,02 kg
FECHA: 25/05/2012	OPERACIÓN TECNOLÒGICA			HERRAMIENTAS:	N	S
G. HOMOGÉNEO: 8A240	Tronzar semiproducto: Cortar Ø14; L = 23			Disco abrasivo 400 x 4 x 32	--	--
CAT. SAL.: IV						
TPC: 0,05						
T. EFECTIVO: 0,13						
G. HOMOGÉNEO: 16K20	Instalar en plato universa. Centrar de cara diámetro con reloj indicador de carátula. Refrentar al mínimo. Elaborar agujero para centraje tipo A Ø1,5. Instalar entre plato y punto. Cilindrar Ø12,02 <sub>.01</sub> hasta próximo al plato, elaborar ángulo 15° x 2,5 de long. <b><u>Invertir</u></b> Instalar en plato universal por Ø12,02 <sub>.01</sub> protegiendo el diámetro. Refrentar a dar long. total 19.8, elaborar bisel 1x45°. Taladrar Ø5 x 11 de long. Tallar rosca M6x10 de longitud, paso 1,0 y d <sub>2</sub> =3.89.			DTTNR 2525 M16 MR 4225	140	0,3
CAT. SAL.: VII				Broca comb. HSS Ø1,5 a 60 °	140	M
TPC: 0,15				DTJNR 2525 M16 MR 4225	200	0,4
EFECTIVO T.: 0,5				Broca HSS. Ø5 Cuchilla de roscar HSS φ = 60 °	250 140	0,2 1,0
<b>Elaboro:</b> Yordanis	<b>Firma:</b>	<b>Fecha:</b> 25/05/12	<b>Aprobó:</b> Tomas	<b>Firma:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Tecnología No:</b>
<p><b>Observaciones:</b> Las dimensiones a las que se hace referencia en esta tecnología se medirán con instrumentos de precisión no menor que 0,02 mm. Las cintas métricas y las reglas utilizadas deben estar calibradas por un órgano competente.</p>						



ANEXO 4

		<b>CARTA DE RUTA PARA MAQUINADO</b>						
No. PLANO:		DENOMINACION:		MATERIAL:	HOJA:	No. HOJAS:		
ORDEN DE TRABAJO:		Tornillo de sujeción del plato		AISI 1045	1	1		
FECHA:		OPERACIÓN TECNOLÓGICA			HERRAMIENTAS:	N	S	
25/05/2012								
G. HOMOGÉNEO:		Tronzar semiproducto: Cortar Ø25 ; L = 73			Disco abrasivo 400 x 4 x 32	--	--	
8A240								
CAT. SAL.: IV								
TPC: 0,05								
T. EFECTIVO:								
0,13								
G. HOMOGÉNEO:		Instalar en plato universa. Centrar de cara diámetro con reloj indicador de carátula. Refrentar al mínimo. Elaborar agujero para centraje tipo A Ø1,5. Instalar entre plato y punto. Cilindrar Ø24 hasta próximo al plato. Cilindrar Ø12,7 x 17 de long. Elaborar <u>detalle I</u> . elaborar bisel de 1 x 45 °. Tallar rosca ½" UNC 13 H/P y d <sub>2</sub> = 11,43 mm. <b><u>Invertir</u></b> Instalar en plato universal por Ø12,7 y protegiendo la rosca. Elaborar agujero para centraje tipo A Ø1,5. Instalar entre plato y punto. Refrentar a dar long. total 68. Cilindrar Ø23,4 - 0,02. Cilindrar Ø13,8 - 0,05 x 26 de long. Cilindrar Ø12 x 16 de long. Elaborar <u>detalle II</u> . Elaborar bisel de 1 x 45 °. Tallar rosca M12 x 14 de long, paso 1,75 mm y d <sub>2</sub> = 10,86 mm. Elaborar biseles de 1 x 45 °.			DTTNR 2525 M16		140	0,3
16K20					MR 4225		140	M
CAT. SAL.:					Broca comb. HSS		200	0,4
VII					Ø1,5 a 60 °.		250	0,2
TPC:		DTJNR 2525M16		140	13H/			
0,15		MR 4225			P			
EFECTIVO T.: 0,5		HSS B=2mm			1,75			
		Cuchilla de roscar						
		HSS φ = 60 °						
Elaboro:		Firma:	Fecha:	Aprobó:	Firma:	Fecha:	Tecnología	
Yordanis			25/05/12	Toma			No:	
<p><b>Observaciones:</b> Las dimensiones a las que se hace referencia en esta tecnología se medirán con instrumentos de precisión no menor que 0,02 mm. Las cintas métricas y las reglas utilizadas deben estar calibradas por un órgano competente.</p>								

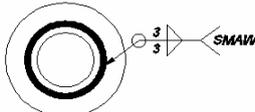


ANEXO 5

		<b>CARTA DE RUTA PARA MAQUINADO</b>				
No. PLANO:		DENOMINACION: Polea motriz	MATERIAL: H. fundido gris	HOJA: 1	No. HOJAS: 1	
ORDEN DE TRABAJO:			SEMIPRODUCTO:		MASA: 3,2 kg	
FECHA: 25/05/2012	OPERACIÓN TECNOLÓGICA		HERRAMIENTAS:	N	S	
G. HOMOGÉNEO: 16K20	Instalar en plato universal. Centrar de cara diámetro con reloj indicador de carátula, protegiendo diámetro exterior y ranuras. Mandrinar $\varnothing 48^{+0.01}$ para corregir desviaciones y adaptar buje, elaborar bisel $4 \times 45^\circ$ . <b>Invertir</b> Instalar en plato universal. Centrar de cara diámetro con reloj indicador de carátula, protegiendo diámetro exterior y ranuras. Elaborar bisel $4 \times 45^\circ$ .		DTTNR 2525 M16 MR 4225 S25T-PDUNR-11 GC 235	200	0,3	
CAT. SAL.: IV				250	0.3	
TPC: 0,05				140		
T. EFECTIVO: 0,13						
G. HOMOGÉNEO:						
CAT. SAL.: VII						
TPC: 0,15						
EFECTIVO T.: 0,5						
<b>Elaboro:</b> Yordani	<b>Firma:</b>	<b>Fecha:</b> 25/05/12	<b>Aprobó:</b>	<b>Firma:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Tecnología No:</b>
<p><b>Observaciones:</b> Las dimensiones a las que se hace referencia en esta tecnología se medirán con instrumentos de precisión no menor que 0,02 mm. Las cintas métricas y las reglas utilizadas deben estar calibradas por un órgano competente.</p>						



ANEXO 6

No: <u>Croquis</u>		Denominación: <u>Polea Motriz</u>				
OT: <u>003 - 5210</u>		Destino: <u>ISMM</u>				
Proceso de soldadura: <u>SMAW</u>		Tipo: _____				
Elaborado por: <u>Yordanis Cutiño Blanco</u>		Revisado por: _____				
Fecha: <u>25/5/2012</u>		Fecha: <u>25/5/2012</u>				
<b>Metal Base:</b> Especificación SFA No: <u>C4 18 - 36</u> Análisis quím (%) y prop: <u>3,1 C; 3,8 Si; 0,4 Mn; 0,04 S; 0,05 P y resto Fe.</u> Otros: _____		<b>Croquis:</b> 				
Clasificación AWS:	<u>EC 4044</u>					
Dimensión del electrodo:	<u>Ø 4 ; L = 350 mm</u>					
Espesor del depósito:	<u>3 mm</u>					
Preparación:	<u>Mecánica</u>					
Fundente del elect. (clase)	<u>Rutílico</u>					
Nombre comercial del fundente	<u>Dióxido de titanio</u>					
Otros:						
<b>Posición:</b> Posición de la ranura: _____ Progresión de soldadura: Ascend. _____ Descend. _____ Plana: <u>X</u>		<b>Pre calentamiento:</b> Temp. mín. de precal: _____ °C Temp. máx. de interpasos: <u>70</u> °C Temp. de Post: _____ °C				
<b>Tratamiento Térmico Post – Soldadura:</b> Rango de temp: _____ Tiempo de permanencia: _____ Enfriamiento: _____ Tiempo de permanencia: _____ Enfriamiento: _____		<b>Gas:</b> <u>Argón</u> <b>Composición %:</b> Gas: _____ Mezcla: _____ Flujo: _____ Protección: _____				
<b>Características Eléctricas:</b> Corriente: <u>CD</u> Polaridad: <u>Invertida</u> Voltaje (rango) <u>35</u> (Volts) Amperaje: <u>120</u> (Amp:) _____ (Amp:) _____ Electrodo de tungsteno: _____ (Tungsteno puro, toriado 2 %)						
Transferencia del metal (GTAW): _____ (Spray, corto circuito)						
Velocidad de alimentación del electrodo: <u>0,007</u> (m/s)						
<b>Técnica:</b> Dimensiones de la boquilla: _____ Método de ranurado posterior de la raíz: _____ Mov del electrodo: Recto <u>X</u> Oscilatorio _____ Distancia boquilla superficie de trabajo: <u>2 mm</u> Pases sencillos o múltiples (por lados): _____ Electrodo: Sencillos <u>X</u> Múltiples _____ Velocidad de ejecución (rango): <u>0,007</u> m/s. Martillado: <u>X</u> Otros: _____		<b>Valoración Económica:</b> Precio de recup.: \$ _____ Gasto de material: kg <u>0,04</u> Gasto de mano de obra: h <u>0,5</u> Otros gastos: _____ Peso de pieza: kg. <u>1,2</u> Costo de recuperación: \$ _____ Ahorro: \$ _____				
No. Cordón	Proc	Metal de aporte Clase Diám	Corriente AC/CD AMP	Voltaje Mín Máx	Vel de ejec (m/s)	Otros
4	SMAW	EC 4044 4,0	CD 120	27 35	0,007	---



## ANEXO 6 (cont...)

### Técnica de reparación o mantenimiento preventivo

- Tipo de limpieza inicial y entre pases:

Cepillo  Solventes  Abrasivos  Calor  Otros

Preparación:

- Maquinar la superficie a recuperar.
- Eliminar residuos de óxidos e impurezas del metal base.
- Limpiar con acetona u otro líquido la superficie a soldar.

### Factores del paro de trabajo

❖ Desgaste por:

Impacto  Presión / Fricción  Abrasión  Corrosión  Calor  Cavitación  
 Erosión

❖ Rotura por:

Accidente  Fatiga  Choque  Sobrecarga  Temperatura

### 4. Otros

Defectos de fundición  Defectos por maquinado

### Técnicas de aplicación

- Realizar defectoscopia a color para revelar posibles defectos en el material base.
- Eliminar residuos de óxidos, aceites, grasas e impurezas en las superficies de unión.
- Los cordones deben ser angostos, discontinuos, rectos y sin oscilaciones para atenuar las cargas residuales y las distorsiones longitudinales y circunferenciales.
- Evitar sobrecalentamientos superiores a los 80 °C.
- Evitar depresiones (cráteres) al finalizar cada cordón.
- Una vez que se cierre el arco, martillar en caliente el cordón de soldadura para evitar los esfuerzos de contracción, distorsiones y problemas estructurales.
- Finalizado el proceso de soldeo, sumergir en cal o arena seca para garantizar que la velocidad de enfriamiento sea lenta u homogénea.
- Realizar defectoscopia a color.



ANEXO 7

 CARTA DE RUTA PARA MAQUINADO							
No. PLANO:		DENOMINACION:		MATERIAL:	HOJA:	No. HOJAS:	
ORDEN DE TRABAJO:		Polea motriz		AISI 1045	1	2	
FECHA:		OPERACIÓN TECNOLÓGICA			HERRAMIENTAS:	N	S
25/05/2012							
G. HOMOGÉNEO:	Instalar en plato universal. Centrar de cara diámetro con reloj indicador de carátula. Refrentar a limpiar soldadura. Mandrinar Ø37,95 pasante, elaborar bisel 1x45°.			DTTNR 2525 M 16 MR 4225 S25T-PDUNR-11 GC 235	140	0,3	
CAT. SAL.: IV	<b>Invertir</b>						
TPC: 0,05	Instalar en plato universal. Centrar de cara diámetro con reloj indicador de carátula. Refrentar a limpiar soldadura. Elaborar bisel 1x45°.						
T. EFECTIVO: 0,13							
G. HOMOGÉNEO:	Instalar en plato universal. Amortajar chavetero ancho 10 <sup>+0,02</sup> pasante y profundidad 3,70 <sup>+0,15</sup> .			HSS B=10mm Lima plana paralela, fina 10”.	40	M	
CAT. SAL.: VII	<b>Nota: Biselar fillos cortantes 0,5x45° a lima.</b>						
TPC: 0,15							
EFECTIVO T.: 0,5							
G. HOMOGÉNEO:	Instalar en la mordaza del tornillo banco, taladrar Ø8 pasante.			Broca. HSS. Ø8. Macho maquina 3/8” UNC.	----	M	
CAT. SAL.: VII	<b>Desmontarla</b>						
TPC: 0,15	Instalar en la mordaza del tornillo de banco y hacer rosca 3/8” UNC 16 H/P pasante.						
EFECTIVO T.: 0,5							
G. HOMOGÉNEO:	Instalar en plato universal. Amortajar chavetero ancho 10 <sup>+0,02</sup> pasante y profundidad 3,70 <sup>+0,15</sup> .			HSS B=10mm Lima plana paralela, fina 10”.	40	M	
CAT. SAL.: VII	<b>Nota: Biselar fillos cortantes 0,5x45° a lima.</b>						
TPC: 0,15							
EFECTIVO T.: 0,5							
G. HOMOGÉNEO:	Instalar en la mordaza del tornillo banco, taladrar Ø8 pasante.			Broca. HSS. Ø8. Macho maquina 3/8” UNC.	----	M	
CAT. SAL.: VII	<b>Desmontarla</b>						
TPC: 0,15	Instalar en la mordaza del tornillo de banco y hacer rosca 3/8” UNC 16 H/P pasante.						
EFECTIVO T.: 0,5							
Elaboro:	Firma:	Fecha:	Aprobó:	Firma:	Fecha:	Tecnología No:	
Yordanis		25/05/12	Tomas				
<p><b>Observaciones:</b> Las dimensiones a las que se hace referencia en esta tecnología se medirán con instrumentos de precisión no menor que 0,02 mm. Las cintas métricas y las reglas utilizadas deben estar calibradas por un órgano competente.</p>							



		<b>CARTA DE RUTA PARA MAQUINADO</b>				
No. PLANO:		DENOMINACION: Buje de la polea motriz.	MATERIAL: Hierro fundido gris	HOJA: 1	No. HOJAS: 1	
ORDEN DE TRABAJO:			SEMIPRODUCTO: Ø51 ; L = 83	MASA: 1.25 kg		
FECHA: 25/05/2012	OPERACIÓN TECNOLÓGICA			HERRAMIENTAS:	N	S
G. HOMOGÉNEO: 8A240	Tronzar semiproducto: Cortar Ø51 ; L = 83			Disco abrasivo 400 x 4 x 32	--	--
CAT. SAL.: IV						
TPC: 0,05						
T. EFECTIVO: 0,13						
G. HOMOGÉNEO: 16K20	Instalar en plato universal. Centrar de cara diámetro con reloj indicador de carátula. Refrentar al mínimo. Elaborar agujero para centraje tipo A Ø1,5. Instalar entre plato y punto. Cilindrar Ø48 <sup>+0,06</sup> hasta próximo al plato, elaborar bisel 4x45°. Retirar punto y taladrar Ø13.5 pasante, luego volver a taladrar Ø33 pasante. Realizar el mandrinado Ø36 pasante. <b><u>Invertir</u></b> Instalar en plato universal por Ø48 <sup>+0,06</sup> y protegiendo el diámetro. Refrentar a dar long. total 77. Elaborar bisel 4x45°			DTTNR 2525 M16 MR 4225	140	0,3
CAT. SAL.: VII				DTJNR 2525 M16 MR 4225	140	M
TPC: 0,15				Broca comb. HSS Ø1,5 a 60 °	200	0,4
EFECTIVO T.: 0,5				S25T-PDUNR-11 GC235	140	M
			140	0,3		
			Broca HSS. Ø13.5			
			Broca HSS. Ø33			
<b>Elaboro:</b> Yordanis	<b>Firma:</b>	<b>Fecha:</b> 25/05/12	<b>Aprobó:</b> Tomas	<b>Firma:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Tecnología No:</b>
<p><b>Observaciones:</b> Las dimensiones a las que se hace referencia en esta tecnología se medirán con instrumentos de precisión no menor que 0,02 mm. Las cintas métricas y las reglas utilizadas deben estar calibradas por un órgano competente.</p>						



ANEXO 9

		<b>CARTA DE RUTA PARA MAQUINADO</b>				
No. PLANO:		DENOMINACION: Disp. de la parada de emergencia		MATERIAL: Teflón grafitado	HOJA: 1	No. HOJAS: 1
ORDEN DE TRABAJO:				SEMIPRODUCTO: Ø47 L=23		MASA: 0.08 kg
FECHA: 25/05/2012	OPERACIÓN TECNOLÓGICA			HERRAMIENTAS:	N	S
G. HOMOGÉNEO:	Cortar Ø47 L = 23			Sierra de disco	--	--
CAT. SAL.: IV						
TPC: 0,05						
T. EFECTIVO: 0,13						
G. HOMOGÉNEO: 16k20	Instalar en plato universa. Centrar de cara diámetro con reloj indicador de carátula. Refrentar al mínimo. Elaborar agujero para centraje tipo A Ø1,5. Instalar entre plato y punto. Cilindrar Ø47 hasta próximo al plato. Cilindrar Ø15 x 9mm de long. Elaborar <u>detalle I</u> . elaborar biseles de 0.5 x 45 °. Retirar el punto de centro, taladrar Ø9 x 10mm de long. Tallar rosca M10 x 9mm de long. Paso 1,0 y d <sub>2</sub> = 9,3504mm. <b>Invertir</b> Instalar en plato universa. Centrar de cara diámetro con reloj indicador de carátula por Ø47 protegiendo el diámetro. Refrentar a dar long. total 18, elaborar bisel 1x45°.			DTTNR 2525 M16 MR 4225	140	
CAT. SAL.: VII				Broca comb. HSS Ø1,5 a 60 °.	140	0,3
TPC: 0,15				DTJNR 2525 M16 MR 4225	200 250	M
EFFECTIVO T.: 4,25				Broca HSS. Ø9 Cuchilla de roscar HSS φ = 60 °	140 140	0,4 0,2
						1,0
<b>Elaboro:</b> Yordanis	<b>Firma:</b>	<b>Fecha:</b> 25/05/12	<b>Aprobó:</b> Toma	<b>Firma:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Tecnología No:</b>
<p><b>Observaciones:</b> Las dimensiones a las que se hace referencia en esta tecnología se medirán con instrumentos de precisión no menor que 0,02 mm. Las cintas métricas y las reglas utilizadas deben estar calibradas por un órgano competente.</p>						



**ANEXO 10**

				Orden de Trabajo		Orden de Producción:			
						Cantidad: 1	No. de Consecutivo		
						Plan: X	Real:		
Solicitada por:				Fecha inicio	XX/XX/2011	Elaborado por: Firma:			
Turno de trabajo				Fecha fin	XX/XX/2011	Aceptada por: Firma:			
No. Plano: HC – 0020310A		XXX		Ejecutante		UEB Maquinado			
Tipo de Fabric.	M	X	C	Denominación de la Produc: - Dispsit. del librador del carro longitud. - Buje de la polea motriz. - Chaveta de la polea motriz. - Dispsit. de la palanca automat. carro long. - Dispsit. de emergencia. - Tornillo de sujeción del plato. - Reparación de la polea motriz.					
Observación:				Tiempo Planificado		Brigada			
				Operador					
				J' brigada					
				Ayudante					
				Gruero					
				Afilador					
<b>Gastos de Fuerza de Trabajo</b>									
Chapa	Calificación	Tarifa					Total Horas	Importe	
	Cortador	2,23					0,2	0.446 CUP	
	Tornero A	2,57					7.6	19.5 CUP	
	Fresado B	2,41					0,5	1,21 CUP	
	Eléctrico A	2,57					24	61,18 CUP	
	Elec. Enroll.	2,57					16	41,12 CUP	
	Soldador	2,57					0,16	0,41CUP	
	Mec. Maq. Her	2,57					16	41,12 CUP	
							<b>64,46 h</b>	<b>164,986 CUP</b>	
<b>Gastos energéticos.</b>									
Denominación maq.	consumo	Tarifa					Total Horas	Importe	
8A240	1,5 kW / h	0,21					0,2	0,063 CUC	
16K20	6 kW / h	0,21					5,2	6.55 CUC	
6M83	8 kW / h	0,21					0,23	0,38 CUC	
7A420	6 kW / h	0,21					0,16	0.2 CUC	
CADCO MGF	1 kW / h	0,21					0,16	0,034 CUC	
KC 122 FC	2,75 kW /h	0,21					0,08	0,22 CUC	
							<b>Total</b>	<b>6,03 h</b>	<b>7,45 CUC</b>



## Anexo 11

Códigos	Denominación de los materiales	Precio	Cantid	U/M	Importe
27242000040	Barra red. Ø0,037mx1m AISI 1045	36,97 CUC	1	0,3 kg	1,28CUC
31991400010	Barra red. Ø0,051mx0,1m H. Fund Gris.	218 CUC	1	1,25kg	1,25 CUC
27331100050	Plancha 1m <sup>2</sup> x 1m ASTM A36	98,4113 CUC	1	0,038kg	0,67CUC
27242000038	Barra red. Ø0,014mx1m AISI 1045	13,99 CUC	1	0,02kg	0,32 CUC
31313783536	Barra red. Ø0,047mx 0,1m Teflón grafit.	59,26 CUC	2	0,08kg	27,26 CUC
27352000042	Barra red. Ø0,025mx1m AISI 1045	24,982 CUC	1	1,2kg	7,29 CUC
27232000360	Barra red. Ø0,125mx1m AISI 4340	187,2699CUC	1	3,91kg	7,87CUC
XXXXXXXX	Pieza recuperada de H. fundido gris.	-----	1	-----	-----
67631400260	Cable eléctrico 4 cond. Calibre 14. 1m	4,36 CUC	1	4m	17,44 CUC
67631400270	Cable eléctrico 4 cond. Calibre 10. 1m	8,75 CUC	1	2m	17,5 CUC
67620255070	Alambre eléctrico 17, cobre circular. 1 kg	4,74 CUC	1		
67620255180	Alambre eléctrico 29, cobre circular. 1kg	10,29 CUC	1		
Códigos	Denominación de las herramientas	Precio	Cantid	U/M	Importe
31511400110	TNMG 160412 MR 4225	12,4434 CUC	2	-----	24,89 CUC
31511400160	TNMG 160408 MR 4225	12,2299 CUC	2	-----	24,46 CUC
31511400860	DNMG 110404 GC 235	14,071 CUC	1	-----	14,071 CUC
65420801170	Cuchilla de roscar HSS φ = 60 °	31,98 CUC	2	-----	63,97 CUC
65420892590	Broca comb. HSS Ø1,5 a 60 °.	7,7365 CUC	2	-----	15,47 CUC
65420800020	6mm <sup>2</sup> x100mm HSS	12,59 CUC	3	-----	37,77 CUC
65420800030	8mm <sup>2</sup> x 160mm HSS	26,95 CUC	1	-----	26,95 CUC
65420800040	16mm <sup>2</sup> x 200mm HSS	45,37 CUC	1	-----	45,37 CUC
65420600100	Broca HSS. Ø5	2,58 CUC	1	-----	3,9475 CUC
68714550920	Broca HSS. Ø9	10,62 CUC	1	-----	11,51 CUC
68715156320	Broca HSS Ø10.2	11,9176 CUC	1	-----	11,91 CUC
68715156380	Broca HSS. Ø13.5	29,6703 CUC	1	-----	29,67 CUC
68715168345	Broca HSS. Ø33	42,768 CUC	1	-----	42,768 CUC
65420500060	Macho máquina, UNC, 3/8"	55,13 CUC	1	-----	55,13 CUC
31120354420	Lima plana paralela, fina 10".	12,4024 CUC	1	-----	12,40 CUC
65420300560	Fresa Frontal 12mm 2 labios	35,5826 CUC	1	-----	35,58 CUC
XXXXXXXX	Pintura aceite (verde) cada litros.	10,35 CUC	4	-----	41,4 CUC
			Total		574,63 CUC