

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 C 11 MT del Instituto Superior Minero
Metalúrgico*

Autor: Emilio Hernández Brito

Tutores: Dr. C. Tomás Hernaldo Fernández Columbié

MS.c: Rafael Castillo Díaz

Moa /2012

“Año 54 de la Revolución”



Declaración de Autoridad

Yo: Emilio Hernández Brito

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.

Emilio Hernández Brito

Dr. C. Tomás H. Fernández Columbié

M Sc. Rafael A. Castillo Díaz



Pensamiento.

“La técnica nos permitirá construir cualquier cosa, pero el cómo construir, el ver más allá del presente, es tarea de los planificadores, y eso debe estudiarse en institutos universitarios de categoría con una amplia base cultural”.

“Ernesto Che Guevara”.

“Puesto que usted ha decidido que nuestra suerte está echada, tengo el placer de despedirme como los gladiadores romanos que iban a combatir en el circo: Salve, Cesar, los que van a morir te saludan. Solo lamento que no podría siquiera verle la cara, porque en ese caso usted estaría a miles de kilómetros de distancia, y yo estaré en la primera línea para morir en defensa de mi patria”.

“Fidel Castro Ruz”



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 Fernández Columbie y el M Sc. Rafael Castillo Díaz.

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

A mis amigos que siempre creyeron en mi.

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 mi querida madre: Miriam Brito Romero.

A mi hija: Lianis Hernández y mi hermano:

Jeancer Rosales, que le sirva de ejemplo

A mi querida y estimada esposa: Abeliuska

Sanamé Leyva.

A mis hermanos.

A mis amigos.

A nuestra revolución, por las posibilidades

que me ofrece.



Resumen

Este trabajo tiene como objetivo realizar la reparación del torno C 11 MT 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 C 11 MT. 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 C 11 MT 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 C 11 MT. 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.



ÍNDICE

| | Pág |
|---|-----|
| INTRODUCCIÓN | |
| CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS | |
| 1.1. Introducción | 4 |
| 1.2. Generalidades sobre los procesos de mecanizados | 4 |
| 1.3. Introducción a las máquinas herramienta | 4 |
| 1.4. Importancia de las máquinas en la producción | 5 |
| 1.5. Generalidades de los tornos industriales | 7 |
| 1.5.1. Descripción de las partes del torno paralelo | 7 |
| 1.5.2. Características y tipos | 9 |
| 1.6. Fallo por fatiga en materiales metálicos | 9 |
| 1.6.1. Diagnóstico técnico | 10 |
| 1.7. Evolución del concepto de mantenimiento | 12 |
| 1.7.1. Primera generación | 12 |
| 1.7.2. Segunda generación | 13 |
| 1.7.3. Tercera generación | 14 |
| 1.7.4. Nuevas tendencias del mantenimiento. La cuarta generación | 14 |
| 1.8. Vibraciones en los rodamientos | 15 |
| 1.9. Accionamientos por transmisiones mecánicas | 17 |
| 1.9.1. Accionamiento por motores eléctricos | 17 |
| 1.9.2. Partes de un motor eléctrico | 18 |
| 1.9.3. Funcionamiento normal del motor de inducción | 19 |
| 1.10. Establecimiento de los consumos de piezas de recambios | 20 |
| 1.10.1. Clasificación de las piezas de recambios | 21 |
| 1.11. Conclusiones del capítulo 1 | 23 |
| CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS | |
| 2.1. Introducción | 24 |
| 2.2. Composición química de los materiales empleados | 24 |
| 2.3. Características del torno 16 K 20 | 25 |
| 2.3.1. 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. Conclusiones del capítulo 2 | 33 |

CAPÍTULO 3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

| | |
|--|----|
| 3.1. Introducción | 34 |
| 3.2. Análisis de la composición química | 34 |
| 3.3. Análisis de los regímenes de maquinado | |
| 3.3.1. Análisis de la tecnología del vástago del punto giratorio | 37 |
| 3.3.2. Análisis del proceso de maquinado del tornillo de la tapa trasera | 39 |
| 3.3.3. Análisis del proceso de maquinado del inserto de los calzos | 40 |
| 3.3.4. Análisis del proceso de maquinado de las juntas de los calzos | 41 |
| 3.3.5. Análisis del proceso de maquinado del cuerpo de la manigueta | 42 |
| 3.4. Análisis de la reparación del plato autocentrante | 42 |
| 3.5. Mantenimiento del motor principal | 44 |
| 3.6. Prueba del torno | 44 |
| 3.7. Valoración económica | 45 |
| 3.8. Valoración del impacto medio ambiental | 46 |
| 3.8.1. Afectaciones de los procesos de maquinado | 46 |
| 3.8.2. Efectos en el medio ambiente de los procesos tecnológicos | 47 |
| 3.9. Conclusiones del capítulo 3 | 48 |

Conclusiones generales

Recomendaciones

Bibliografías

Anexos



INTRODUCCIÓN

Hasta la Revolución Industrial las tareas de mantenimiento y desarrollo de productos estaban fundamentalmente asociados a las artes y a la artesanía y sólo a mediados del siglo XIX, con la progresiva mecanización de procesos, se empezó a destacar la necesidad de optimizar el empleo de materiales y realizar detalladas consideraciones sobre resistencia, rigidez, desgaste, fricción, montaje y mantenimiento. Sin embargo la evaluación sistemática de estos parámetros para alcanzar de forma progresiva una solución óptima no fue propuesta hasta entrado el siglo XX.

El desarrollo industrial del siglo XIX fue posible por el desarrollo y empleo de diversos tipos de máquinas y procesos de trabajo, aplicados a la fabricación de piezas metálicas de todo tipo de máquinas, estructuras y componentes. La fabricación de barcos, trenes, automóviles, aviones y todo tipo de maquinaria, solamente es posible utilizando máquinas herramienta.

Solamente con máquinas herramienta se pueden fabricar otras máquinas y componentes de acero, pero quizás el rasgo más característico sea que es la única que tiene capacidad de auto reproducirse. Todas las máquinas, componentes y productos metálicos que existen en el mercado han sido producidos, utilizando máquinas herramienta.

Teniendo en cuenta también la responsabilidad esencial sobre las características, tanto técnicas como económicas, de un producto y la importancia comercial de un proceso de desarrollo eficiente y ajustado a plazos y costes limitados, es muy importante tener definido un procedimiento o metodología de mantenimiento que permita alcanzar de una forma segura soluciones adecuadas.

Dicha metodología debe ser flexible, a la vez que posible de planificar, optimizar y verificar. Sin embargo dicho enfoque solo puede resultar exitoso si todos los participantes en el desarrollo tienen los conocimientos adecuados y trabajan de forma sistemática.



Es importante distinguir entre ciencia del mantenimiento y metodología de mantenimiento. La ciencia del mantenimiento utiliza el método científico para analizar la estructura de los sistemas técnicos y sus relaciones con el entorno, con el objetivo de desarrollar reglas para estos sistemas técnicos a partir de los elementos del sistema y sus relaciones.

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

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

En Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, en el departamento de mecánica existe un taller de máquinas herramienta, que son destinadas entre otras funciones para el sistema de aprendizaje de los estudiantes, prácticas de las asignaturas de Construcciones Mecánicas, Proyecto de Ingeniería Mecánica I, Procesos Tecnológicos I y Tecnología de Maquinado son desarrollado en el mismo. Parte del parque de máquinas por el que está compuesto el taller, se encuentra el torno C11 MT, torno semiautomático, que por el trabajo, ha presentado problemas en su funcionamiento, también hay que añadir los largos períodos de mantenimiento, los cuales por deficiencias económicas del ISMMM ha conllevado que las intervenciones por este concepto sean prolongadas.

El **problema** a investigar lo constituye: deficiencias técnicas del torno C 11 MT que invalidan el funcionamiento del mismo para el desarrollo de las actividades docentes.

El **campo de acción** de la investigación: recuperación del torno C 11 MT.

Como **objeto de la investigación** se establece: recuperación de partes y piezas externas e internas del torno C 11 MT.

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 C 11 MT, se podrán restablecer los mismos y así lograr el funcionamiento del mismo.



A partir de la hipótesis planteada, se define como **objetivo del trabajo:** Recuperar las partes externas e internas que componen el torno C 11 MT del taller de máquinas herramienta del ISMMM.

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

1. Realizar un defectado de los componentes faltantes tanto externo, como interno del torno C 11 MT.
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, lo cual 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 C 11 MT.
4. Valoración de las incidencias económicas y medio ambientales emanadas del proceso de recuperación de partes y piezas del torno C 11 MT.

“.

CAPÍTULO 1



CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

1.1. Introducción

El procedimiento metodológico fundamental para resolver un problema en ingeniería consiste en representarlo de una manera adecuada, de tal forma de lograr una sustitución del sistema real (equipo, proceso), por uno más adecuado para el tratamiento formal. Por lo general, las herramientas lógico matemáticas nos brindan un marco útil para representar mediante un sistema de símbolos y reglas, el comportamiento de los sistemas reales.

El objetivo del capítulo es establecer el marco teórico de la investigación a través del análisis de los antecedentes y las bibliografías necesarias para una comprensión adecuada relacionada con el mantenimiento de los tornos.

1.2. Generalidades sobre los procesos de mecanizados

A los procesos de mecánicos involucrados en la producción industrial se les requiere 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 proveer 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.

Dada la complejidad de los sistemas mecánicos modernos, se hace difícil particularizar y detectar el componente de fallo en dichos sistemas, por la gran cantidad de partes y elementos que lo componen.

1.3. Introducción a las máquinas herramienta

La máquina herramienta es un tipo de máquina que se utiliza para dar forma a materiales sólidos, principalmente metales. Su característica principal es su falta de movilidad, ya que suelen ser máquinas estacionarias.

El término máquina herramienta se suele reservar para herramientas que utilizan una fuente de energía distinta del movimiento humano, pero también pueden ser



movidas por personas si se instalan adecuadamente o cuando no hay otra fuente de energía.

Muchos historiadores de la tecnología (Mukherjee y Ray, 2006) consideran que las auténticas máquinas herramienta nacieron cuando se eliminó la actuación directa del hombre en el proceso de dar forma o troquelar los distintos tipos de herramientas. Por ejemplo, se considera que el primer torno que se puede considerar máquina herramienta fue el inventado alrededor de 1751 por Jacques de Vaucanson, puesto que fue el primero que incorporó el instrumento de corte en una cabeza ajustable mecánicamente, quitándolo de las manos del operario.

Plantea Byrne et al. (2003) que las máquinas herramienta pueden utilizar una gran variedad de fuentes de energía. La energía humana y la animal son opciones posibles, como lo es la energía obtenida a través del uso de ruedas hidráulicas. Sin embargo, el desarrollo real de las máquinas herramienta comenzó tras la invención de la máquina de vapor, que llevó a la Revolución Industrial. Hoy en día, la mayor parte de ellas funcionan con energía eléctrica.

Según Landers et al. (2004) las máquinas herramienta pueden operarse manualmente o mediante control automático. Las primeras máquinas utilizaban volantes para estabilizar su movimiento y poseían sistemas complejos de engranajes y palancas para controlar la máquina y las piezas en que trabajaba. Poco después de la Segunda Guerra Mundial se desarrollaron los sistemas de control numérico. Las máquinas de control numérico utilizaban una serie de números perforados en una cinta de papel o tarjetas perforadas para controlar su movimiento.

1.4. Importancia de las máquinas en la producción

Considera Oh *et al.* (2003) que se llama máquina a todo instrumento inventado por el hombre para auxiliar su trabajo; y se llama maquinaria a toda combinación de instrumentos que bajo la dirección del hombre desarrollan considerables fuerzas. En el sentido general y absoluto de la palabra, un martillo, una lima, una pluma, un pincel, un formón, un cuchillo, una herramienta cualquiera, son máquinas; en tanto



que una prensa, un telar, una trilladora, un martinete, una draga, una locomotora, son maquinarias.

Las primeras son máquinas sencillas y las segundas compuestas; las unas son máquinas en su sentido general, y las otras en su sentido particular; aquéllas suelen llamarse herramientas y éstas suelen denominarse máquinas.

Según Rocher, las máquinas se diferencian de las maquinarias, en que a las primeras la fuerza motriz se las comunica por el hombre inmediatamente, y a las segundas mediatamente.

Otro autor como Cao (2004) define que las máquinas en general, son aparatos poderosos de que se sirve el hombre para la producción, en los cuales están previamente calculados los efectos de las fuerzas de potencia, el roce, el peso y la resistencia, así como sus movimientos; donde se tiene por objeto apoderarse de las fuerzas de la naturaleza, para modificarlas, transformarlas, transmitir las y gastarlas con la debida oportunidad y la conveniente celeridad, a fin de que den el resultado apetecido, pues aunque carecen de voluntad, de inteligencia y de destreza, funcionan con mayor ajuste, regularidad y precisión que el más despejado obrero.

Estas máquinas, si bien tienen movimientos constantes, circunscritos y regulados por sus piezas, y si bien no piensan, juzgan y deliberan en sus procedimientos, el hombre los impulsa, los dirige y los adopta a sus fines productores, en calidad de auxiliares de su trabajo. Toda máquina, grande o pequeña, de una o de otra industria, cualquiera que sea la forma que afecta o el fin que se propone, debe su existencia a un principio económico, o sea a un trabajo anterior, y es la forma más ordinaria e importante en que suele presentarse el capital (Song y Kasabov, 2006).

Las facultades productivas del hombre se dilatan a medida que las máquinas se multiplican, pudiéndose decir que por cada una que se descubre se ahorra a la humanidad un esfuerzo, se lega a la sociedad un producto y se eleva a la dignidad personal un grado.

La importancia de las máquinas en la producción es indiscutible e inmensa, pues aumentan y aceleran los procedimientos, perfeccionan los trabajos, abaratan los

objetos, ahorran esfuerzos penosos, hacen al hombre dueño de la producción, facilitan el comercio, extienden el consumo, satisfacen muchas necesidades y promueven el bienestar universal (Escaño et al., 2007).

1.5. Generalidades de los tornos industriales

Los tornos industriales son máquinas o herramientas (figura 1.1) que sirven para labrar piezas animadas de un movimiento rotativo donde se arrancan de ellas virutas (Keith, 1998; Montes de Oca y Pérez, 2002); con el torno se logra la producción en serie o individual de piezas de alta calidad. El terminado de las piezas producto de un torno puede ser de desbaste, afinado, afinado fino o súper afinado.

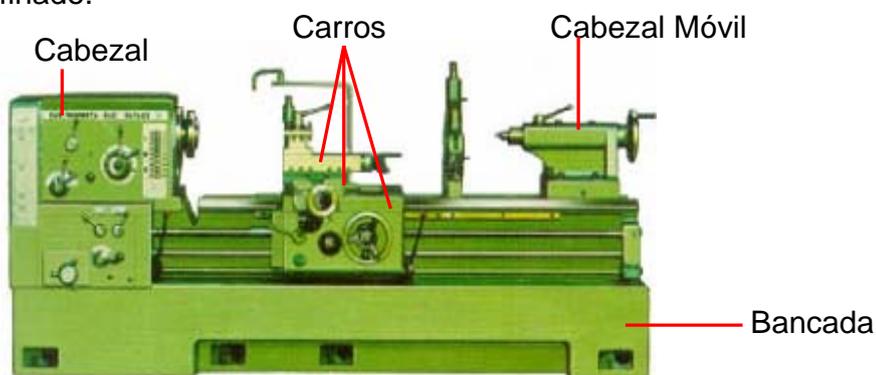


Figura 1.1. Torno convencional paralelo.

Según Denezhni y Stiskin (1978) el tipo de torno más corriente es el llamado torno paralelo en sus diversas variedades. Los otros tipos de tornos se comprenden, en general, con el nombre de tornos especiales.

1.5.1. Descripción de las partes del torno paralelo

En un torno paralelo se puede distinguir cuatro partes principales: la bancada, el cabezal, el cabezal móvil y los carros. Cada una de estas partes consta de diversos órganos.

- **Bancada:** Es un prisma de fundición sostenido por uno o más pies y cuidadosamente cepillado y alisado para servir de apoyo y guía a las demás partes del torno. Las bancadas pueden ser de dos clases, según la forma de su perfil transversal: de guías prismáticas o americanas y de guías en cola de milano o europeas.



La bancada puede ser también escotada o entera, según las guías tengan o no un hueco llamado escote, cuyo objeto principal es permitir el torneado de piezas de mucho diámetro. Este escote se cubre con un puente para los trabajos corrientes.

- **Cabezal:** está formado por un bastidor o una caja de fundición ajustado a un extremo de la bancada y unido fuertemente a ella mediante tornillos. En la parte superior están alojados dos cojinetes en los que giran perfectamente ajustado un eje de acero, generalmente hueco. En el mismo cabezal van montados generalmente los órganos encargados de transmitir el movimiento del motor al eje (Astakhov, 2000).

Los carros ordinariamente son tres, van cada uno apoyado en el anterior, y son el carro principal, el carro transversal y el carro orientable.

- **Carro principal:** consta de dos partes, una de las cuales se desliza sobre la bancada y la otra, llamada delantal, esta atornillada a la primera y desciende por la parte anterior de la bancada. El delantal lleva en su primera parte interna los dispositivos para obtener los movimientos automáticos y a mano de la herramienta y mediante ellos efectuar las operaciones de roscar, cilindrar y refrentar que consisten, respectivamente, en construir pasos de rosca, cilindros y planos.

- **Carro transversal:** está formado por una pieza de fundición que se desliza perpendicularmente a la bancada sobre un ajuste de cola de milano que lleva el carro. Su movimiento puede ser a mano, por medio de un volante, o automático, promedio del dispositivo de refrentar.

- **Carro orientable:** el carro orientable, llamado también charriot, está apoyado sobre una pieza llamada plataforma giratoria, que puede girar alrededor de un eje central y fijarse en cualquier posición al carro transversal por medio de cuatro tornillos. Un círculo graduado indica en cualquier posición el ángulo que el charriot forma con la bancada. Esta pieza lleva un ajuste de cola de milano en el que se desliza el carro orientable. El movimiento no suele ser automático, sino a mano mediante un tornillo al que se da vuelta por medio de una manivela o un volantito.



1.5.2. Características y tipos

Todos los tornos desprenden viruta de piezas que giran sobre su eje de rotación, por lo que su trabajo se distinguirá porque la superficie generada será circular teniendo como su centro su eje de rotación (Boon, 1991).

En el torno de manera regular se pueden realizar trabajos de desbastado o acabado de las siguientes superficies: cilíndricas (exteriores e interiores); cónicas (exteriores e interiores); curvas o semiesféricas; irregulares (pero de acuerdo a un centro de rotación).

Según Martino (1990) se pueden realizar trabajos especiales tales como: tallado de roscas; realización de taladrados; realización de escariados; moleteado de superficie; corte o tronzado.

Las principales características de los tornos son las siguientes: potencia, peso neto, volteo sobre la bancada, volteo sobre el escote, volteo sobre el carro, el paso de la barra, el número de velocidades y el rango de velocidades.

Los tornos se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Por su movimiento principal se dividen en vertical y horizontal.
- Por ser tornos de taller se dividen en: tornos de banco, tornos rápidos, tornos para cuatro herramientas o de taller mecánico, tornos de escote o bancada partida.
- Por ser tornos de semiproducción o copiadores se dividen en tornos de semiproducción.
- Por ser tornos para producción en serie se dividen en tornos revólver o de torreta, tornos automáticos de un solo husillo, tornos de control numérico.

Para definir cuál es la capacidad de producción de un torno es necesario contar con: el plan de trabajo, planos de taller, análisis de tiempos de operación del torno.

1.6. Fallo por fatiga en materiales metálicos

El término fatiga define en ingeniería el fenómeno de rotura en un material debido a la acción repetida de tensiones o deformaciones por debajo de su límite de rotura. El proceso tiene lugar con la formación y crecimiento de grietas que



progresan a través del material hasta producir el fallo de un componente, generalmente de forma catastrófica (Xu y Weinmann, 2000).

Considera González et al. (2002) que el fenómeno puede producirse de diferentes formas, debido a fluctuaciones de la carga a la que está sometido el componente (fatiga mecánica), sometido además a altas temperaturas (creep-fatiga) o bajo la acción combinada de cargas cíclicas y temperaturas también fluctuantes (fatiga termomecánica), en ambientes químicamente agresivos (corrosion-fatiga) o acciones fluctuantes asociadas a contactos con rozamiento entre materiales (fretting fatigue).

La mayor parte de los fallos en componentes de máquinas o estructurales pueden atribuirse a alguno de estos procesos y tienen en común el producirse bajo la acción de cargas cíclicas cuyos valores extremos son considerablemente menores que las cargas calculadas como seguras en base a análisis estáticos (Lobjois, 2004).

1.6.1. Diagnóstico técnico

El Diagnóstico Técnico estudia y establece los síntomas de un estado de fallo; por lo cual un fallo incipiente es un suceso que sólo se refleja en el funcionamiento de la máquina a través de los síntomas y un fallo desarrollado es aquel que provoca la pérdida de la capacidad inherente del funcionamiento de la máquina o aquel suceso que no permite que se satisfagan las prestaciones especificadas.

A los efectos del trabajo el procedimiento integral de análisis de fallo estará generalizado a los sucesos, independientemente que reflejen fallos incipientes o desarrollados.

Procedimiento general integral para la solución de fallos.

El procedimiento consiste en una serie de actividades a desarrollar de formas lógicas y organizadas por un grupo natural de trabajo que se crea o convoca si ya está formado al ocurrir un suceso que es necesario analizar como se observa en la figura 1.2.

Secuencia de actividades

1. Registro del suceso, por parte del personal designado a dichos efectos.

2. Activación o creación de un grupo natural de trabajo, formado por especialistas que tengan relación estrecha con el suceso ocurrido.
 3. Desarrollo de reuniones de trabajo, para la búsqueda de la existencia de teorías científicas ampliamente comprobadas que expliquen el suceso ocurrido.
- En caso de no conocerse teoría alguna o no tener certeza de las existentes, se formulan la hipótesis de trabajo.
4. Formulación de hipótesis de trabajo, con la condición que sean de forma inobjetable la comprobación de su validez.
 5. Desarrollo de reuniones de trabajo para la búsqueda de la información competente requerida por las teorías o hipótesis a comprobar.

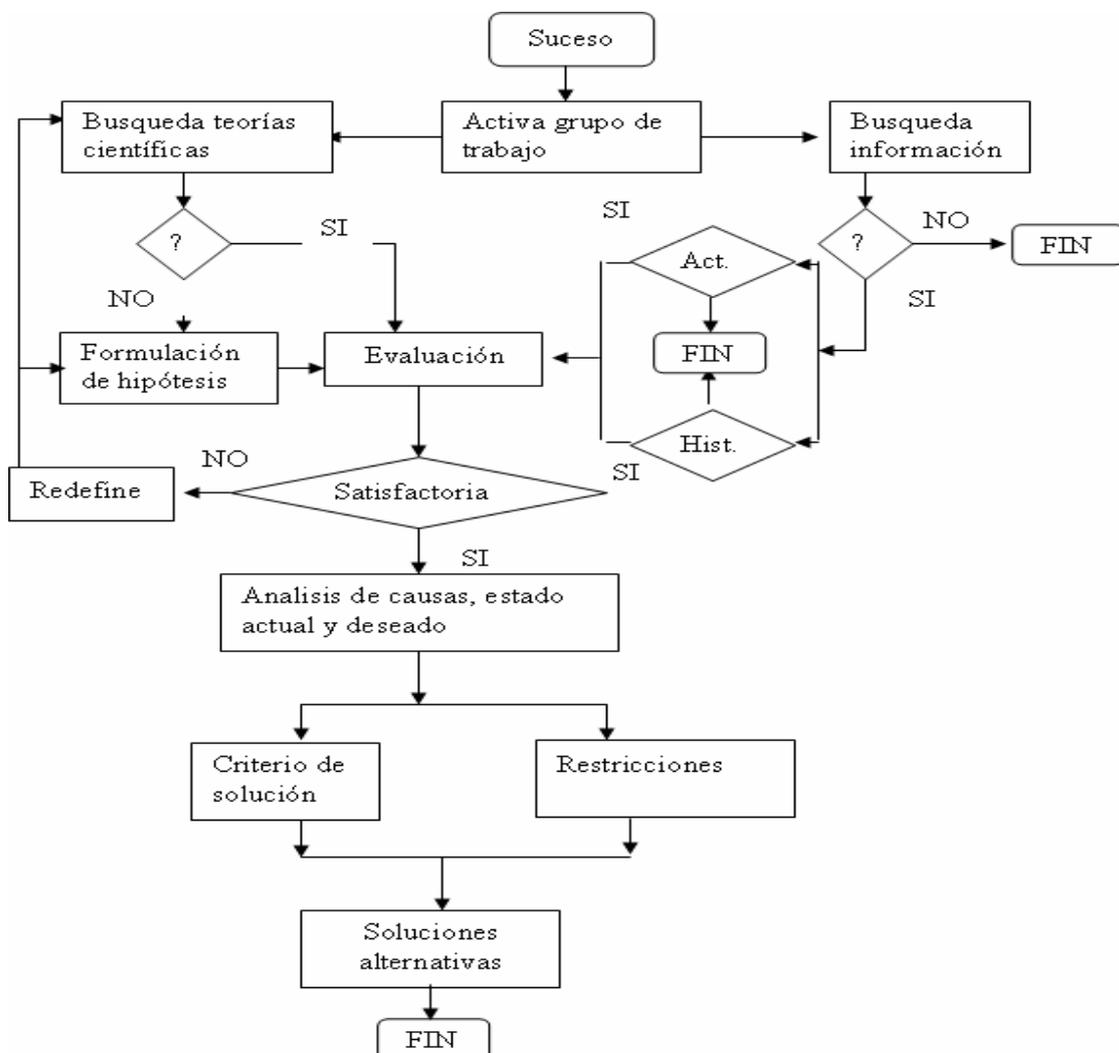


Figura 1.2. Procedimiento general integral para la solución de fallos.



En los materiales se presentan discontinuidades, tanto microscópicas como macroscópicas. Dentro de las microscópicas se encuentran las inclusiones y los defectos de fabricación, mientras que en las macroscópicas, están los orificios, empalmes, chaveteros, cantos vivos (Coy *et al.*, 1985). Los esfuerzos fluctuantes se concentran en estas discontinuidades, que actúan como multiplicadores de tensiones pudiendo ocurrir fluencia plástica local y originarse la rotura del elemento de máquina o mecanismo.

Cualquier carga que varíe con el tiempo puede causar falla por fatiga. El carácter de estas cargas llega a variar de manera importante de una a otra aplicación. En maquinarias rotativas, las cargas tienden a ser de amplitud uniforme a lo largo del tiempo y a repetirse con alguna frecuencia. En equipos de servicio (vehículos de todo tipo), las cargas tienden a ser, a lo largo del tiempo, bastante variables en amplitud y frecuencia e incluso pueden ser de naturaleza aleatoria (Norton, 1999).

1.7. Evolución del concepto de mantenimiento

Podemos encontrar infinidad de definiciones diferentes para el concepto de mantenimiento según los criterios de cada autor. Intentando homogeneizar diferentes criterios, podemos definir el mantenimiento como el conjunto de actividades que se realizan sobre un componente, equipo o sistema para asegurar que continúe desempeñando las funciones que se esperan de él, dentro de su contexto operacional.

El objetivo fundamental del mantenimiento, por tanto, es preservar la función y la operabilidad, optimizar el rendimiento y aumentar la vida útil de los activos, procurando una inversión óptima de los recursos.

Este enfoque del mantenimiento es resultado de una evolución importante a través del tiempo. John Moubray (1997) en su libro RCM II distingue entre tres generaciones diferentes de mantenimiento. Cada una de las cuales representa las mejores prácticas utilizadas en una época determinada.

1.7.1. Primera generación

La primera generación (figura 1.3) cubre el período entre 1930 y la Segunda Guerra Mundial. En esta época la industria estaba poco mecanizada y por tanto

los tiempos fuera de servicio no eran críticos, lo que llevaba a no dedicar esfuerzos en la prevención de fallos de equipos. Además al ser maquinaria muy simple y normalmente sobredimensionada, los equipos eran muy fiables y fáciles de reparar, por lo que no se hacían revisiones sistemáticas salvo las rutinarias de limpieza y lubricación. El único mantenimiento que se realizaba era el de "Reparar cuando se averíe", es decir, mantenimiento correctivo (Streeter, 1980).



Figura 1.3. Primera generación del mantenimiento.

1.7.2. Segunda generación

La Segunda Guerra Mundial provocó un fuerte aumento de la demanda de toda clase de bienes. Este cambio unido al acusado descenso en la oferta de mano de obra que causó la guerra, aceleró el proceso de mecanización de la industria.

Conforme aumentaba la mecanización, la industria comenzaba a depender de manera crítica del buen funcionamiento de la maquinaria. Esta dependencia provocó que el mantenimiento se centrara en buscar formas de prevenir los fallos y por tanto de evitar o reducir los tiempos de parada forzada de las máquinas. Con este nuevo enfoque del mantenimiento, apareció el concepto de mantenimiento preventivo. En la década de los 60, este consistía fundamentalmente en realizar revisiones periódicas a la maquinaria a intervalos fijos (Vilches, 2000).

Además se comenzaron a implementar sistemas de control y planificación del mantenimiento con el objetivo de controlar el aumento de los costes de mantenimiento y planificar las revisiones a intervalos fijos (ver figura 1.4).



Figura 1.4. Segunda generación del mantenimiento.

1.7.3. Tercera generación

Según Loparo y Adams (2000) se inició a mediados de la década de los setenta, cuando se aceleraron los cambios a raíz del avance tecnológico y de las nuevas investigaciones. La mecanización y la automatización siguieron aumentando, se operaba con volúmenes de producción muy elevados, cobraban mucha importancia los tiempos de parada debido a los costos por pérdidas de producción.

En la figura 1.5 se puede observar la tendencia de la tercera generación del mantenimiento, aquí alcanzó mayor complejidad la maquinaria y aumentaba nuestra dependencia de ellas, se exigían productos y servicios de calidad, considerando aspectos de seguridad y medio ambiente y se consolidó el desarrollo del mantenimiento preventivo.



Figura 1.5. Tercera generación del mantenimiento.

1.7.4. Nuevas tendencias del mantenimiento. La cuarta generación

En los últimos años hemos vivido un crecimiento muy importante de nuevos conceptos de mantenimiento y metodologías aplicadas a la gestión del mantenimiento.

Hasta finales de la década de los 90, los desarrollos alcanzados en la 3ra generación del mantenimiento incluían:

- Herramientas de ayuda a la decisión, como estudios de riesgo, modos de fallo y análisis de causas de fallo.
- Nuevas técnicas de mantenimiento, como el monitoreo de condición Equipos de diseño, dando mucha relevancia a la fiabilidad y mantenibilidad.
- Un cambio importante en pensamiento de la organización hacia la participación, el trabajo en equipo y la flexibilidad.

A estos usos, se han ido añadiendo nuevas tendencias, técnicas y filosofías de mantenimiento hasta nuestros días, de tal forma que actualmente podemos hablar de una cuarta generación del mantenimiento (Duffua *et al.*, 2000).

El nuevo enfoque (figura 1.6) se centra en la eliminación de fallos utilizando técnicas proactivas. Ya no basta con eliminar las consecuencias del fallo, sino que se debe encontrar la causa de ese fallo para eliminarlo y evitar así que se repita. Asimismo, existe una preocupación creciente en la importancia de la mantenibilidad y fiabilidad de los equipos, de manera que resulta clave tomar en cuenta estos valores desde la fase de diseño del proyecto.

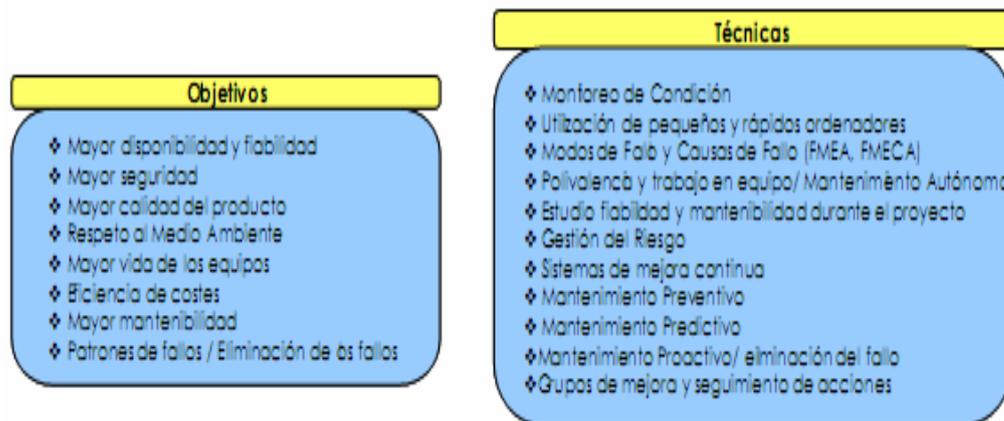


Figura 1.6. Cuarta generación del mantenimiento.

Otro punto importante es la tendencia a implantar sistemas de mejora continua de los planes de mantenimiento preventivo y predictivo, de la organización y ejecución del mantenimiento.

1.8. Vibraciones en los rodamientos

La técnica básica en los análisis de señales de vibración fue el uso de los algoritmos desarrollados por formulación estadística, para detectar defectos localizados en rodamientos, estas técnicas han sido empleadas en el mantenimiento predictivo. La técnica del mantenimiento predictivo utiliza los datos de las señales de vibración, emitidos por un sistema mecánico para descubrir a tiempo el deterioro incipiente en algún elemento que lo compone. Se particulariza en el rodamiento por su función de apoyo dinámico del sistema, esto hace que sea



el mecanismo más óptimo en control del estado del funcionamiento de todo el sistema (Prada, 2007).

Se conoce estudios de análisis de señales para rodamientos desde los años 60, el más destacado es el de Gustafsson (1985) quien propuso uno de los primeros métodos de detección de defectos en rodamiento; se basa en un índice estadístico de la señal temporal determinando los picos normales y creando una franja que describe el impacto causados por un defecto localizado a los picos que sobrepasan este nivel.

En los años 70, Martín (1997), presenta las deducciones de las primeras frecuencias para los elementos que constituyen un rodamiento y su relación con posibles defectos localizados, como primeras aplicaciones de los analizadores de frecuencia.

Ya en los años 80 se diversifican las técnicas de análisis Braun (1980) utiliza las frecuencias de defecto de un rodamiento para analizar la modulación producida por las frecuencias de resonancia de los elementos que componen el rodamiento.

En el año 1982 Boyes (1981) mejora la técnica de modulación analizando las resonancias como diagnóstico de defectos, obteniendo resultados más exactos. Los años 90 llega con nuevos desarrollos tecnológicos y el más trascendente para esta tesis se encuentra el de Bae (1998) el cual genera un filtro estadístico que dentro de la señal temporal, excluye los picos de alta frecuencia, generando así una señal idónea para el análisis de las frecuencias de los elementos del rodamiento y de las señales de los defectos localizado en pista o bola.

Orhan (2006) genera en su estudio formas de monitoreos para el diagnóstico de los defectos localizados en rodamiento dentro de un mantenimiento predictivo V y Purushotham (2005) realiza una metodología completa del análisis de vibraciones que genera un rodamiento por medio de la división de frecuencias, detectando el defecto localizado de forma incipiente e identificando la ubicación del defecto.

Ban (2006) busca por medio de un modelo teórico de un rodamiento, generar la formulación del sonido normal del mismo en funcionamiento, comparándolo con ensayos experimentales y descubriendo con esta comparación el defecto.



Peng (2005) realiza una combinación de técnicas para detectar la señal de vibración propia del rodamiento, el defecto localizado para este estudio sirve para aclarar la frecuencia de paso por bola, esta combinación es la aplicación de la transformada de Hilbert y de la transformada Wavelet. Estas combinaciones de técnicas y de estudios no permitían obtener datos verosímiles del comportamiento dinámico del rodamiento, reafirmando el objetivo de generar un modelo teórico más completo del estudio del comportamiento cinemático y dinámico del rodamiento.

1.9. Accionamientos por transmisiones mecánicas

En los accionamientos por transmisión se suelen ver transmisiones por correa y p Polea para separar el motor de la corriente de aire. Una transmisión mecánica es una forma de intercambiar energía mecánica distinta a las transmisiones neumáticas o hidráulicas, estas ejercen su función al emplear el movimiento de cuerpos sólidos, como lo son los engranajes y las correas de transmisión.

Por los conocimientos acerca de la materia se puede afirmar (Reshetov, 1987 y Rodríguez *et al.*, 2000) que se llama transmisión mecánica al mecanismo cuya funcionalidad es la transmisión de potencia entre dos o más elementos de una máquina y que se realiza generalmente a través de elementos que rotan cuya energía ocupa menos espacio que la transmisión por traslación.

En la gran mayoría de los casos, estas transmisiones se realizan a través de elementos rotantes, ya que la transmisión de energía por rotación ocupa mucho menos espacio que aquella por traslación.

Una transmisión mecánica es una forma de intercambiar energía mecánica distinta a las transmisiones neumáticas o hidráulicas, ya que para ejercer su función emplea el movimiento de cuerpos sólidos, como lo son los engranajes y las correas de transmisión.

1.9.1. Accionamiento por motores eléctricos

Los motores comerciales de inducción (ver figura 1.7) y en general todos los motores eléctricos, se pueden clasificar también de acuerdo con el ambiente en que funcionan, sí también como en los métodos de enfriamiento.

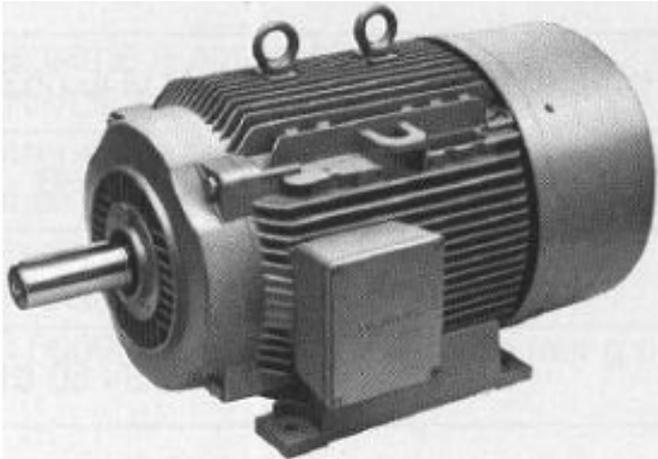


Figura 1.7. Aspecto externo de un motor de inducción típico.

La temperatura ambiente juega un papel importante en la capacidad y selección del tamaño de armazón para una máquina, parte importante del motivo es que la temperatura ambiente influye en la elevación permisible de temperatura por sobre los 40 °C normales. Por ejemplo una máquina que trabaje a una temperatura ambiente de 75 °C con el empleo de aislamiento clase B tiene un aumento permisible de temperatura de tan solo 55 °C. Si trabajara a su temperatura ambiente normal de 40° C se podría permitir un aumento de temperatura de 90 °C, sin dañar su aislamiento.

También se puede plantear que la hermeticidad de la máquina afecta a su capacidad. Una máquina con una armazón totalmente abierta con un ventilador interno en su eje, permite un fácil paso de aire succionado y arrojado. Esta caja origina una temperatura final de trabajo en los devanados, menor en comparación que la de una máquina totalmente cerrada que evita el intercambio de aire con el exterior. Esto da como resultado que existe una clasificación de los motores por el tipo de carcasa.

1.9.2. Partes de un motor eléctrico

En la figura 1.8 se muestra el diagrama vectorial de los componentes de corrientes del motor asíncrono. 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.

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

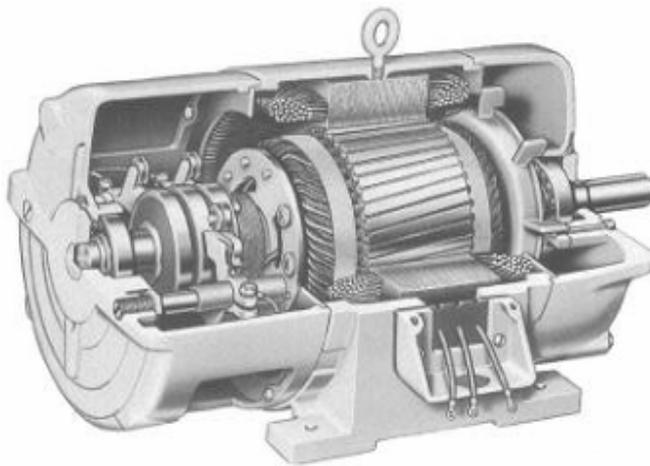


Figura 1.8. Corte de un motor de inducción con rotor devanado.

1.9.3. Funcionamiento normal del motor de inducción

Las características de funcionamiento normal del motor se tienen en la gráfica en los puntos d a c. El comportamiento del rotor de un motor de inducción a una velocidad sin carga, ligeramente menor que la velocidad síncrona cuando se aplica una carga que va en aumento.

- Caso sin carga y vacío

Sin carga, el deslizamiento es muy pequeño y la frecuencia, reactancia del rotor, y la FEM inducida en este son muy pequeñas. Por lo tanto la corriente en el rotor es muy pequeña y solo la suficiente para producir el par sin carga y por lo tanto la corriente en el estator es la suma fasorial de su corriente de excitación y un componente de carga primario inducido en el rotor por acción del transformador.

La corriente de excitación en el primario del estator a circuito abierto es la suma fasorial de un componente de histéresis o de potencia, y un componente de



magnetización necesario para producir el flujo rotatorio en el estator, donde los componentes de potencia están en fase. El factor de potencia sin cargar se representa mediante q , la pequeña corriente del estator producida por la corriente del rotor y por un componente primario de pérdida debido a la histéresis y corrientes parásitas en el hierro del estator y del rotor. Se nota que si q es grande, el factor de potencia es extremadamente pequeño y está en retraso.

1.10. Establecimiento de los consumos de piezas de recambios

Sobre este particular se abordan los elementos esenciales de tres determinantes o factores que inciden en la previsión de los recambios, como son la ineficiencia en el logro de la calidad del proceso tecnológico, el trabajo del ejecutor y la calidad con que se efectúa la reparación de los conjuntos y máquinas.

Las normas de consumo deben ser calculadas sobre bases científicas, teniendo en cuenta las características tecnológicas y explotativas de las máquinas, así como de las condiciones organizativas y materiales que conforman el consumo de recursos.

El avance periódico de su comportamiento y la corrección de sus desviaciones en el tiempo, es la mejor prueba de su dinamismo, por lo que no se puede pensar en una norma estática sino, al contrario, en una que permita la mejor caracterización de las condiciones reales de explotación y, a la vez, de su perfeccionamiento.

Plantea Zaldívar (2006) que la continua exigencia de la calidad de la producción, que implica un aumento del valor de uso de los productos, las materias primas y materiales, tanto para la fabricación de las piezas nuevas como las recuperadas, es también una vía para lograr la progresividad de las normas de consumo.

Cuando se está ante la necesidad de determinar los módulos de piezas de recambios, surge la duda de cuál será el método correcto de determinarlo pues se conoce que una propia máquina, por la complejidad y diversos factores explotativos a los que están sometidos, hacen que no se puedan establecer con la mayor certeza y objetividad cual es el módulo exacto para



cada pieza o conjunto independiente. Por tal motivo se aplican, fundamentalmente, métodos matemáticos de pronósticos, que si bien son utilizados para otros casos, son factibles de hacerlos extensivos para este caso.

Cuando se trata el tema de establecer una estrategia dinámica del módulo de piezas para la etapa explotativa, es menester considerar por su incidencia el sistema diseñado de mantenimiento, diagnóstico y reparación. Unido a este análisis, por su trascendencia, merece señalarse la cuantía de pérdidas y mermas de los recursos materiales involucrados en estas actividades.

1.10.1. Clasificación de las piezas de recambios

Dentro de todas las piezas que conforman una máquina, se debe partir del hecho de reconocer que no todas de igual forma deciden la fiabilidad de la máquina, sino que unas son más significativas que otras, de ahí que se hable de piezas críticas, por su valor económico (complejidad, comercialización, precio) y consumo preponderante. Sobre esta base, autores como Mikaelian (1998) establecen una clasificación de piezas, en tres grupos como son:

Piezas críticas de rápido desgaste (poca fiabilidad).

- Piezas que no se desgastan o fiables (absolutamente fiables).
- Piezas de desgaste lento (fiabilidad media).

Por otra parte, Gotz (1988) plantea la división de las piezas en clases, en dependencia de la probabilidad de sobrevida y la vida útil proyectada, que determina las siguientes:

- Piezas durables
- Piezas de desgaste I
- Piezas de desgaste II
- Piezas de rápido desgaste

El establecimiento de esta clasificación es de interés, toda vez que a partir de criterios de expertos, se puede conocer y disponer de información valiosa respecto a valores de orientación, para fijar el "stop" necesario que se pueden prever en los talleres móviles, así como en los puntos de reparación de las empresas. A pesar de los esfuerzos desarrollados en tal sentido, no se logra



una adecuada organización pues existe un grupo de renglones de piezas y tornillería que son de rápido consumo y deben estar situados en los lugares más cercanos.

Es obvio que el cálculo más importante del módulo de piezas de recambio debe ser previsto para aquellas piezas de desgaste I,II y rápido desgaste, considerando conveniente la utilización de valores de orientación, pues se conoce que con frecuencia los modelos matemáticos son en extremo engorrosos.



1.11. Conclusiones del capítulo 1

- ❖ La máquina herramienta es un tipo de máquina que se utiliza para dar forma a materiales sólidos, principalmente metales, donde existe una clasificación en cuanto a máquinas y maquinarias.
- ❖ En la actualidad existen varias clasificaciones de mantenimiento, sin embargo el objetivo fundamental del mismo es realizar un conjunto de actividades que permitan a un componente, equipo o sistema que continúe desempeñando las funciones que se esperan de él, dentro de su contexto operacional.
- ❖ En las máquinas herramienta el movimiento de las mismas se puede realizar manual o mecánicamente, sin embargo lo más común para poder realizar el movimiento de los órganos de las mismas son las transmisiones mecánicas.

CAPÍTULO 2



CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Introducción

En el diseño de dispositivos y herramientas son distintas las formas por las que se puede llegar a una solución. No existen métodos, formas establecidas ni criterios normalizados para que el diseño siga una ruta establecida, en el ingenio creativo, el sentido común, pueden dar una solución bastante aceptable, es decir el buen funcionamiento, alto rendimiento y duración de un dispositivo, no siempre resulta del cálculo a excepción de aquellos que forman parte de los mecanismos cinemáticos o mueven otros órganos (engranes, poleas y flechas) o también si entran en juego fuerza directa, lo que resulte difícil establecerlas sin previo conocimiento.

Asimismo, el mantenimiento depende de la historia previa del o los equipos donde se requiere un tratamiento caso por caso, a los fines de analizar el estado de la máquina. Estas razones hacen que la formulación de un modelo teórico que permita una adecuada predicción de los defectos más comunes.

En este capítulo se plantea como objetivo:

1. Realizar el defectado de los elementos defectuoso que componen el torno C 11 MT y a partir de los mismos el establecimiento de su reparación o fabricación.

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

El torno dentro de los procesos de mecanizado se utilizará para el maquinado de las piezas que se han de emplear en la sustitución de algunos de los elementos en la reparación del torno C 11 MT, para ello utilizaremos un 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. Defectado de la máquina herramienta

Actualmente los dispositivos y las herramientas son indispensables, considerándose como auxiliares en las máquinas, 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 C 11 MT (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 C 11 MT.

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 cabezal fijo.
- Fabricación de tornillos para calzos.
- 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 2.2. 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 | Terraja. |
| 12 | MD 998383 | Llave de tubo. |
| 13 | MD 998385 | Micrómetro. |

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 (acero sobrante) del mismo 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_m = Tiempo de maquinado; mm.

L = Longitud a maquinar; mm.

i = Números de pasadas.

n = Números de revoluciones; rev/min.

s = Avance; mm/rev

- 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).

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

❖ 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.

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



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

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

- ❖ Tdnp: Entran las pausas y descanso físico. Este tiempo suele descontarse de la jornada laboral.

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

- ❖ 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. 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 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

El mantenimiento y la reparación de las máquinas como actividades, constituyen vías para prevenir roturas imprevistas dado que aseguran la fiabilidad de las máquinas durante su explotación. Esto puede traducirse en una reducción de las paradas de las máquinas por la ocurrencia de diferentes tipos de fallos tales como derrames de combustible y lubricantes debido a roturas de tuberías, fracturas de juntas, salideros de estos productos por desapriete o mal ajuste de las uniones, emisiones de gases nocivos a la atmósfera provocados por el mal funcionamiento del sistema de alimentación, accidentes del trabajo. Al mismo tiempo, durante el cumplimiento de las actividades de mantenimiento y reparación en los talleres se generan residuos y desechos peligrosos que provocan un fuerte impacto sobre el entorno.

El objetivo del capítulo es realizar la valoración de los resultados y a través de ella la fundamentación de los mismos que permitan dar la solución al problema planteado relacionado con la reparación del torno C 11 MT.

3.2. Análisis de la composición química

Se analizó la composición química de los elementos que componen los aceros al carbono y su comportamiento en los procesos de maquinado y fundamentalmente de soldadura.

Carbono: Con su aumento, disminuye la soldabilidad, debido a que crece la templabilidad, por lo tanto la tendencia a la aparición de estructuras de mayor volumen específico en las uniones soldadas que ocasionan el surgimiento de tensiones internas y la disminución de las propiedades mecánicas.

La maquinabilidad también es afectada con su aumento. A menudo para tener una idea cuantitativa de este parámetro al comparar diferentes aceros, se toma convencionalmente que el con 0,45 % de C y sin alear, representa la unidad (Skalki; Ronda, 1988).



Cromo: El Cr dificulta la soldadura porque acelera la oxidación del metal, forma uniones químicas con el carbono, aumenta la dureza del metal en las zonas de transición. Cuando existe una correcta selección del régimen de soldadura, de los materiales de aporte y también con la observación del proceso tecnológico, no influye en la soldabilidad (Dogan *et al.*, 1997; Callister, 1999).

Níquel: En contenidos de 3 a 5 %, aumenta la resistencia sin aumentar la fragilidad de la unión soldada, sin embargo al superar estos valores, tiene tendencia al aumento de la templabilidad de la misma. Se plantea que afina el grano, aumenta la plasticidad y no empeora la soldabilidad (Ott, 2000).

Manganeso: Este no empeora la soldabilidad si su contenido no sobrepasa el rango de 0,3 a 0,8 %. En los aceros de mediano contenido de manganeso (1,8 a 2,5 %), aumenta la templabilidad y la tendencia a la formación de grietas.

Cuando se emplea como elemento de aleación aumenta la tenacidad y resistencia mecánica sin disminuir la ductilidad, además reduce los efectos desfavorables del Si (Manganese Centre, 1998).

Silicio: En las uniones soldadas, la cantidad de este elemento debe limitarse por el aumento de la fragilidad (debido a que los cristales mixtos de hierro y siliciuro de hierro FeSi son de poca plasticidad); no influyendo negativamente si no sobrepasa del 0,3 al 0,4. Es un elemento reductor (Davis, 1999).

Molibdeno: En general, para contenidos superiores de 0.15 a 0.8 % dificulta la soldadura, sirve de causa a la formación de grietas en la costura y en la zona de transición, se oxida fuertemente y arde al soldar.

Este elemento aumenta la templabilidad del acero durante los procesos de soldadura, generalmente su contenido está limitado a pequeños valores. En caso de los aceros de mediana aleación, la adición de una pequeña cantidad eleva la temperatura de recristalización de la ferrita por lo cual aumenta la resistencia a elevadas temperaturas (Luffe, 1994).

Azufre: Este mejora la maquinabilidad y comúnmente se encuentra en los aceros automáticos de 0,08 – 0,3 %, ya que forma unas fibras de sulfuro (por efecto de

laminado), que disturban la cohesión metálica y hace que bajo las aristas de la cuchilla se rompa fácilmente la viruta (Belzunce, 2001).

Bajo determinadas condiciones empeora la soldabilidad y provoca el surgimiento de grietas en calientes.

Cobre: En aceros especiales este se encuentra de 0,3 a 0,8 %), y mejora la resistencia, plasticidad, resiliencia, sin empeorar la soldabilidad. En este caso, actúa como gammágeno y se añade a los aceros inoxidables, con el objetivo de dar cierta resistencia frente a los ácidos (Pero-Sanz, 2000).

3.3. Análisis de los regímenes de maquinado

Del capítulo 2, epígrafe 2.5, se abordó sobre los requerimientos para el proceso de maquinado de los diferentes elementos que componen el torno y que por presentar desgaste, rotura o por no existir fue necesario fabricar para reponer e integrar de nuevo a su correcto funcionamiento. En la figura 3.1 aparece el vástago de la manigueta del nonio numérico del portaherramienta y en el anexo 1 la tecnología de maquinado.

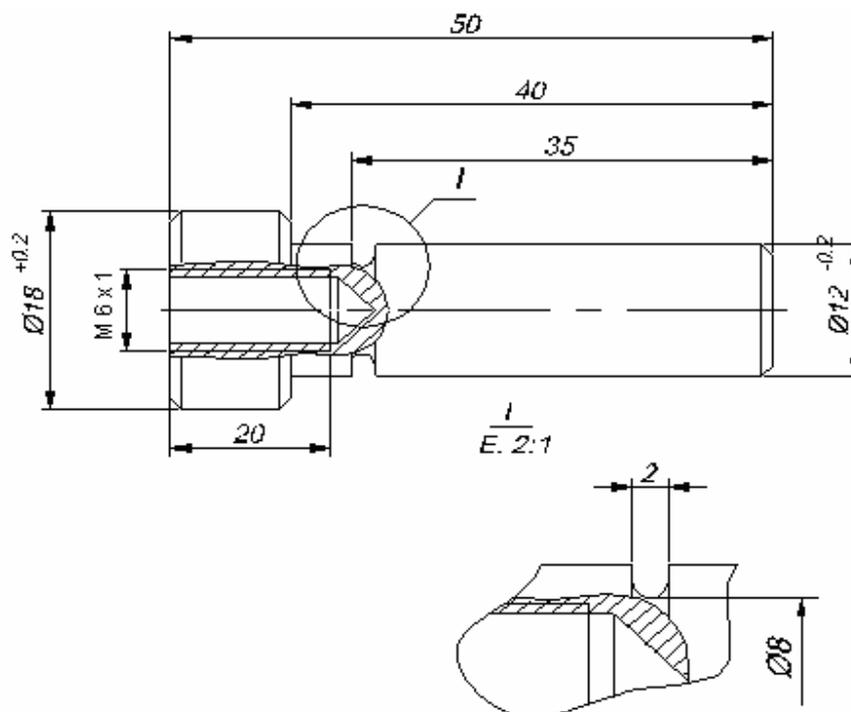


Figura 3.1. Vástago de la manigueta del nonio numérico del porta herramienta.

El vástago de la manigueta del nonio fue fabricado de acero AISI 1045, para su elaboración se empleó una cuchilla SANDVIK.

Para la operación de refrentado se empleó una plaquita CNMG 150 608 GC 4025 (figura 3.2), con un Soporte PSSNR 2525 P15.

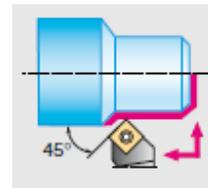
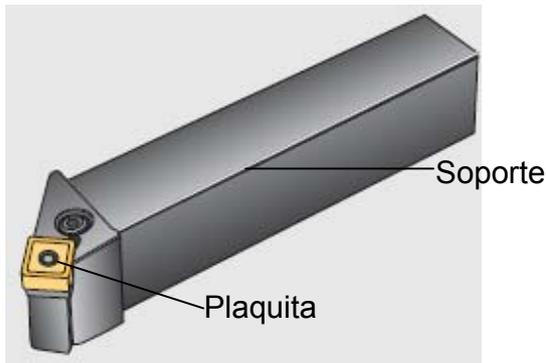


Figura 3.2. Herramienta empleada en el torneado.

Figura 3.2a. Planos de corte.

En la figura 3.2 se muestra las características de la plaquita T – MAX P, la cual se emplea en el mecanizado medio.

CNMG 150 608 GC 4025
 $a_p = 0,5 - 5,0 \text{ mm}$
 $f_n = 0,17 - 0,5 \text{ mm/rev}$

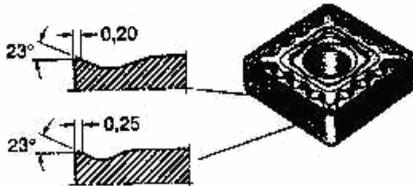


Figura. 2.2. Plaquita para el refrentado T – MAX P.

Se utilizó esta plaquita por que la misma presenta un filo robusto con borde fiable, además un buen rendimiento en superficies con cascarilla y cortes discontinuos, generando un buen control de la viruta.

3.3.1. Análisis de la tecnología de elaboración del vástago del punto giratorio

Para elaborar el vástago del punto giratorio como se muestra en la figura 3.3, se maquinó entre plato y punto, ya que se requirió considerar su longitud y que el mismo presenta una rosca cuadrada en casi toda la longitud. Se le realizó en uno de sus extremos, en el centro del mismo un pequeño taladrado para poderlos sujetar entre el punto cónico que hay situados en el eje motriz y en el contrapunto, para asegurar la rotación del árbol, no fue necesario emplear plato de arrastre. Los

biseles que se realizaron según lo establecidos fueron de 1 X 45° y 4 en los radios no indicados.

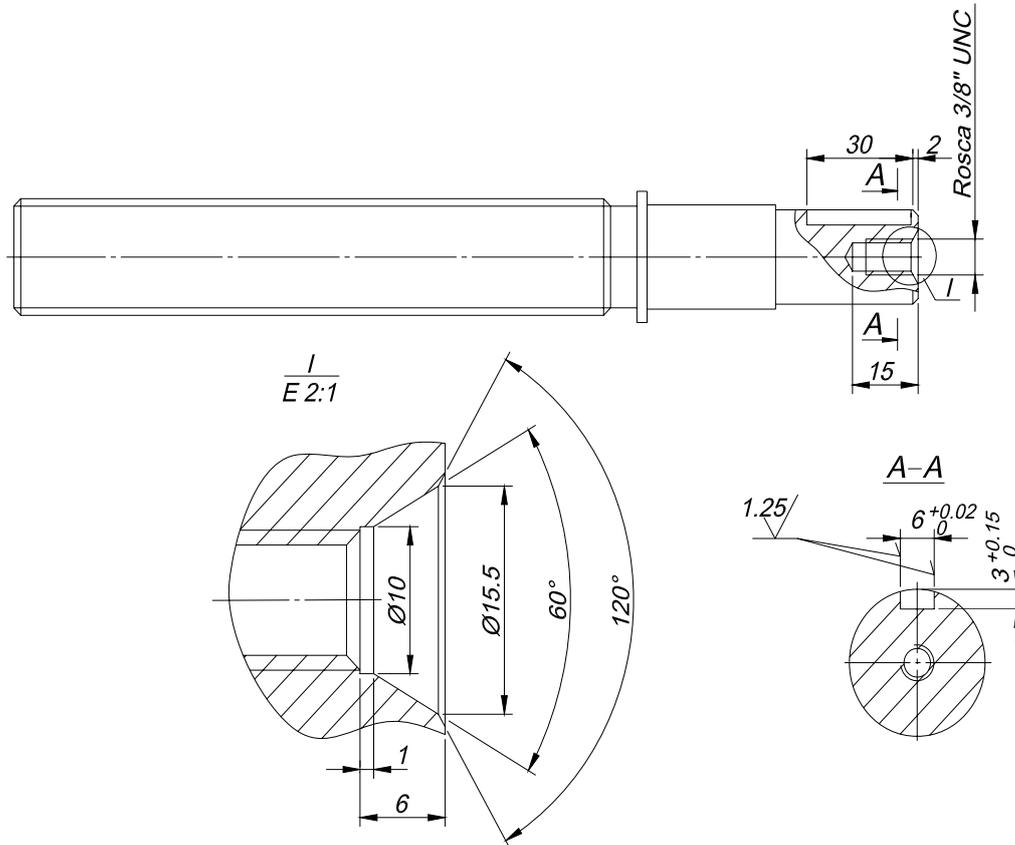


Figura 3.3. Vástago del punto giratorio.

El acero empleado para la fabricación del vástago del punto giratorio fue el acero AISI 1045, en el proceso de maquinado se utilizó la cuchilla empleada en la elaboración del vástago de la manivela del nonio numérico del portaherramienta.

Para el fresado de la estría se empleó el cabezal divisor de la fresadora vertical, la sujeción también fue entre plato y punto, la fresa empleada fue de disco con ejecución de un fresado paralelo, se consideró así porque la rotación de la herramienta coincidió con la dirección del avance de la pieza. El fresado paralelo tiene la ventaja de ofrecerle mayor precisión al operario de la máquina, además facilita el proceso de mecanizado.

La cantidad de diente o estría a fresar fue una, 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.

$$n = \frac{40}{1} = 40$$

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:

1 vuelta en el círculo 54.

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

3.3.2. Análisis del proceso de maquinado del tornillo de la tapa trasera

El tornillo de la tapa trasera como se muestra en la figura 3.4 se fabricó de bronce fosforoso, la selección del material está fundamentada en que este tornillo está expuesto a constantes afectaciones del fluido de corte.

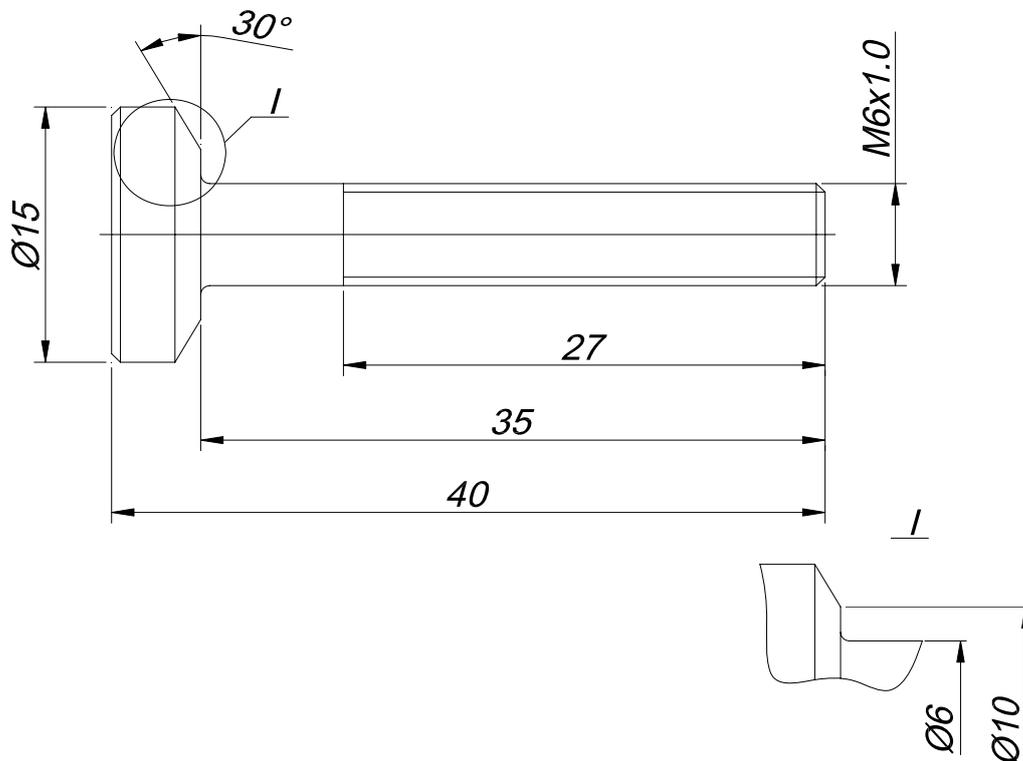


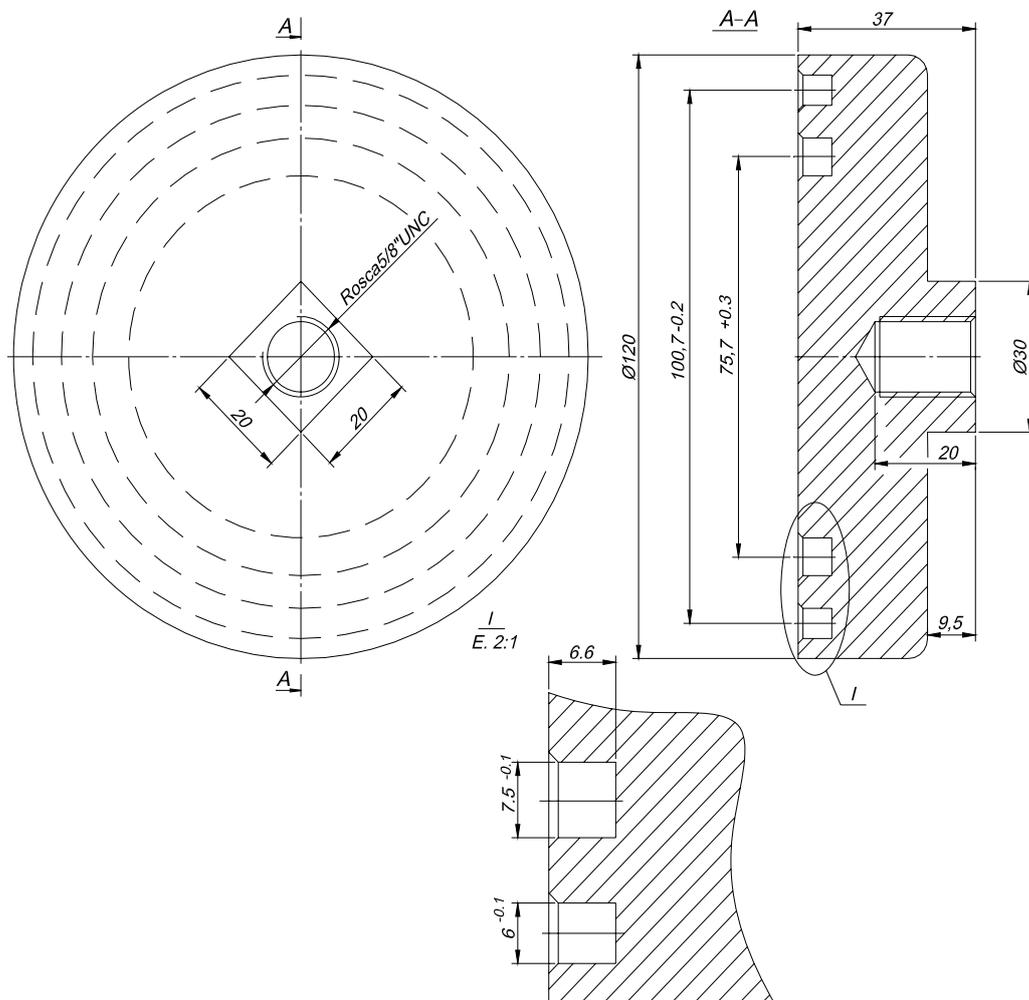
Figura 3.4. Tornillo de la tapa trasera.

Como requisitos técnicos se especifican: biselar cantos vivos $1 \times 45^\circ$ y los radios no indicados, 0,5.

La elaboración del tornillo se realizó en el plato autocentrante, al que luego de realizar el proceso de cilindrado exterior, se elaboró con terraja, ya que es una rosca métrica derecha con un ángulo de 60° y un milímetro de paso (estándar). En el anexo 3 aparece la tecnología de maquinado.

3.3.3. Análisis del proceso de maquinado del inserto de los calzos

Constituyen el inserto metálico de los calzos (figura 3.5), los cuales se fabrican de acero AISI 1045, luego en la prensa vulcanizadora se le inserta la goma.



Figura

3.5. Inserto de los calzos.

UNC - estilo de la rosca (en este caso Nacional Unificada Gruesa).

Los calzos son los elementos de apoyo del torno (ocho en total), los cuales tienen como función la nivelación de la máquina, se colocaron fundamentalmente en la parte del cabezal fijo, donde tiene mayor carga el torno. El maquinado de las ranuras se realizó ubicando la cuchilla de frente, con ángulo de 90° . Los requisitos técnicos de elaboración exigidos son: biselar cantos vivos $1,5 \times 45^{\circ}$ y radios no indicados 4 (ver anexo 4).

3.3.4. Análisis del proceso de maquinado de las juntas de los calzos

Para la fabricación de piezas de goma en una prensa, debe estar delimitada por un molde modelo. Para eliminar los dos tipos de moldes durante el proceso de fabricación de las juntas y de esta forma no encarecer el proceso productivo, las juntas de goma para los calzos (figura 3.6) se fabricaron en el mismo torno.

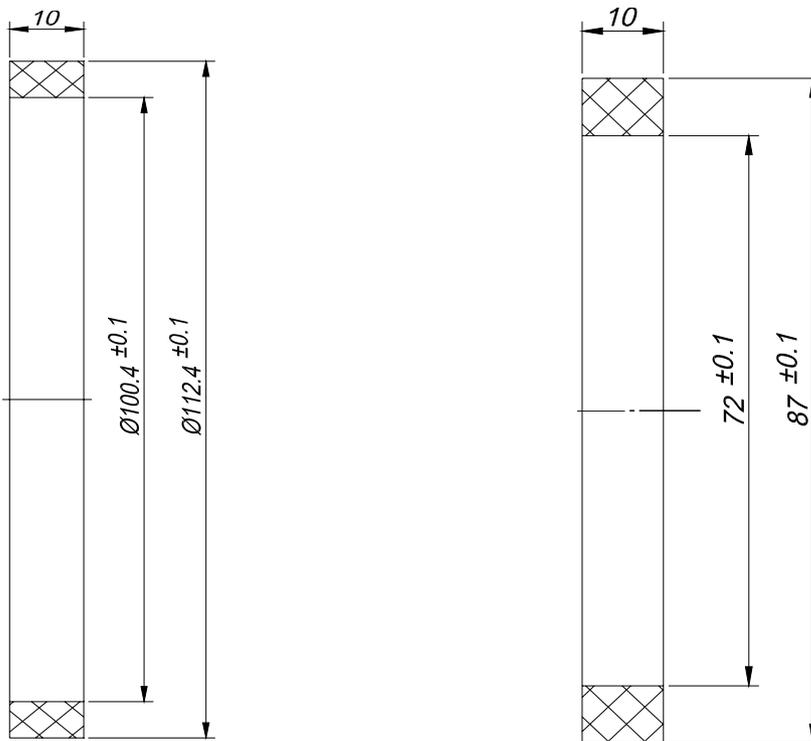


Figura 3.6. Junta de goma para los calzos. Figura 3.6a. Junta de goma para los calzos.

La fabricación de la junta de goma para elaborarla por vulcanizado, requería de un molde con dos tapas, con geometría parcialmente cerrado, lo que conllevaba a realizar proceso de maquinado, sin embargo la misma se elaboró en el torno, con una cuchilla de acero rápido P 6 M 5, con características especiales, con forma de cuchillo. En los anexos 5 y 6 aparece la carta tecnológica y la cuchilla.

3.3.5. Análisis del proceso de maquinado del cuerpo de la manigueta

La pieza denominada **cuerpo de la manigueta** del nonio del portaherramientas que aparece en la figura 3.7, era una pieza no existente en la máquina, se fabricó por proceso de torneado.

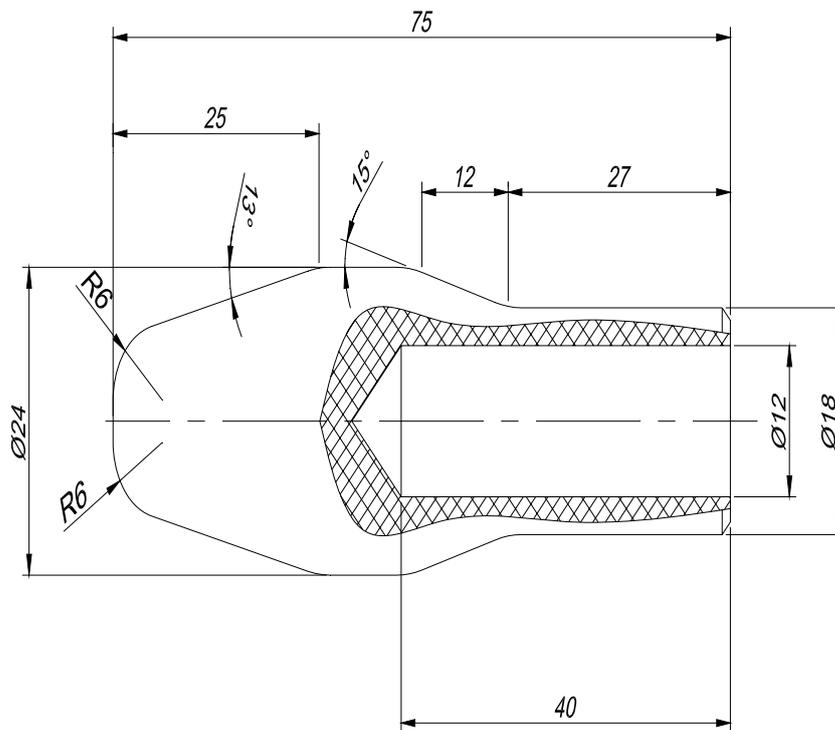


Figura 3.7. Cuerpo de la manigueta del nonio del portaherramientas.

Estas piezas diseñadas de plásticos o acrílicos protegen la mano del operario durante el manejo de la máquina, el torno objeto de estudio carecía de la misma, como sustituto se empleó teflón grafitado, ya que el mismo se adapta a las características del material empleado, aunque con un costo relativamente más alto. Los requisitos técnicos exigidos en la fabricación de la pieza son: biselar los cantos vivos $1,5 \times 45^\circ$ y elaborar los radios no indicados, 12. En el anexo 7 aparece la tecnología de maquinado.

3.4. Análisis de la reparación del plato autocentrante

En el proceso de inspección visual a la máquina se determinó que una de los accesorios necesario en él, era el plato autocentrante (figura 3.8), el cual había

presentado afectaciones severas y hubo que retirarlo del servicio, esta es una de las piezas más importante que presentan los tornos paralelos.

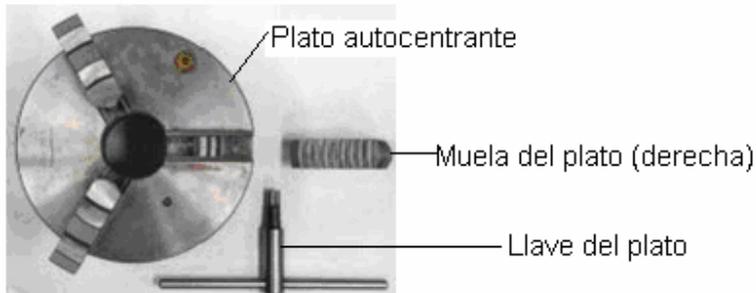


Figura 3.8. Plato autocentrante.

La recuperación del plato se realizó a partir de dos platos, ya que uno poseía sus muelas derechas, pero presentaba dificultad en el espiral de Arquímedes, el otro no tenía muela, pero la espiral se encontraba en buenas condiciones, intercambiando las piezas se logró recuperar un plato autocentrante de 250 mm de tres muelas. En la figura 3.9 se muestra el plato recuperado.



Figura 3.9. Plato recuperado.

Se comprobó el funcionamiento del plato verificando que en las ranuras radiales del cuerpo del plato se desplazaran las muelas, estas últimas, con sus salientes espirales de la parte inferior, se fueron introduciendo en la ranura según el número de las mismas (1,2 y 3). Se verificó además que la llave del plato se introdujera sin ningún problema en el orificio cuadrado de los piñones cónicos y que esto a su vez accionara la espiral de Arquímedes. Con este desplazamiento se logró el



desplazamiento simultáneo hacia el centro y luego hacia fuera, quedando un buen ajuste. El accesorio quedó en perfectas condiciones.

3.5. 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 – 110⁰C.

El tiempo de secado fue de ocho horas a una temperatura de 120⁰. 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.

La sustitución de los rodamientos del motor por encontrarse en malas condiciones se corresponde a los tipos 8 Г П 3 307 – 1 – 1, con dimensiones de:

d = 35 mm

D = 80 mm

B = 21 mm

La capacidad de carga dinámica que admiten los mismos son de 33,2 kN, con una masa de 0, 46 kg, los mismos son de la designación SKF.

3.6. Prueba del torno

Se desarrolló una prueba en vacío, donde se pudo apreciar el régimen de trabajo del torno C 11 MT reparado (figura 3.10 y 3.11) 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 3.10. Vista general del torno C 11 MT reparado.



Figura 3.11. Vista frontal del torno C 11 MT recuperado.

3.7. Valoración económica

Al abordar la parte económica se tuvo en cuenta los gastos por conceptos de mano de obra, materiales, 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: \$ 194,07.

Por concepto de CUC: 2132,03.



3.8. Valoración del impacto medio ambiental

El interés por salvaguardar el medio ambiente donde nos movemos, trabajamos, alimentamos y vivimos es cada vez de mayor intensidad, aún más si conocemos que su contaminación podría traer como consecuencia nuestra propia destrucción. El conocimiento de la salud del medio ambiente es un factor esencial para la protección que cada hombre debe establecer sobre su entorno. El desarrollo impetuoso de las fuerzas productivas ha implicado el incremento de los riesgos de contaminación atmosférica, de la misma manera el desarrollo vertiginoso de la industria ha creado desechos, que durante un tiempo se pensó que se podrían depositar en basureros, bien en tierra o en mar sin causar ningún perjuicio. En la actualidad comprendemos que estas acumulaciones no son más que el legado que preparamos para el futuro, que no tienen culpa alguna de la inmadurez del hombre para prever lo que podría pasar si continuáramos contaminando el entorno.

El término "contaminación atmosférica" hace referencia a fenómenos en la atmósfera que ocasionan daños, directa o indirectamente, a la salud humana, a los animales, a las plantas o a los materiales. Dado que el aire es el recurso natural que necesitamos de una manera más inmediata, los fenómenos de contaminación atmosférica tienen una enorme trascendencia. La peligrosidad de estos fenómenos explica la necesidad de un control estricto de las emisiones de sustancias que puedan ser responsables de los mismos, de sus niveles en el medio ambiente atmosférico, y de la vigilancia de su evolución en el entorno.

3.8.1. Afectaciones de los procesos de maquinado

El impacto que producen al medio ambiente los procesos tecnológicos de fabricación que se ejecutan en las grandes y pequeñas industrias, así como, en talleres estatales y particulares, en muchos casos no es perceptible para el hombre común, y a veces no lo es ni para aquel que trabaja en los mismos, a pesar del trabajo de divulgación que se hace de los problemas medioambientales que éstos generan y las causas que los ocasionan.



Hoy la mayoría de los obreros calificados y técnicos medio que laboran en los establecimientos fabriles, son graduados en las instituciones de la Educación Técnica y Profesional. Por tanto, le corresponde a nuestro subsistema, jugar un papel decisivo en la formación de generaciones con una conciencia ambiental que propicie acciones que contribuyan al mejoramiento del entorno y es en la escuela y a través de la clase, como célula básica del proceso docente educativo, la vía fundamental para lograr cambios en ese sentido.

Durante el proceso de maquinado se produce gran cantidad de desechos sólidos, estos desechos en forma de virutas al ser depositados en un lugar específico alteran el equilibrio de ese pequeño ecosistema, ya que en su composición poseen elementos que pueden ser lixiviables, bajo la acción de las temperaturas altas y las lluvias, pasan a las aguas subterráneas contaminándolas. Además en el taller se consume una gran cantidad de energía eléctrica, la cual se toma de la red nacional convirtiéndose en gasto de combustible y contaminación atmosférica debido al proceso de combustión para generar energía.

3.8.2. Efectos negativos sobre el medio ambiente de un proceso tecnológico

Algunos de los procesos tecnológicos de producción que se deben estudiar y valorar cuidadosamente son los de elaboración de los metales por corte, mediante el torneado, fresado, taladrado, rectificado y acepillado. Operaciones que se ejecutan en casi todas las fábricas y talleres del país, y cuya influencia sobre el consumo energético y gasto de materiales es elevado.

En estas operaciones la productividad y calidad de las piezas que se elaboran, dependen, entre otros parámetros, del correcto cálculo y establecimiento de los elementos del régimen de corte. Teniendo en cuenta que existen miles de máquinas herramienta en las fábricas y talleres de todo el país, los errores tecnológicos que se cometen diariamente multiplican innecesariamente el consumo energético, aumentando al mismo tiempo su efecto negativo sobre el medio ambiente.



3.9. Conclusiones del capítulo 3

- Quedaron establecidas las tecnologías de maquinado de los diferentes elementos que se fabricaron para la reparación del torno C 11 MT, 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 C 11 MT, por concepto de materiales, mano de obra, transportación de equipos y materiales incurre en un gasto de 194,07 CUP y 2132,03 CUC.
- 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

- El torno C 11 MT presentaba afectaciones en el sistema de transmisión, la bomba de refrigeración, la bandeja de depósito de virutas y en el motor eléctrico principal, los cuales fueron recuperados y están en perfectas condiciones.
- En la prueba de marcha efectuada al torno C 11 MT, se determinó que el mismo cumple con todos los parámetros de operacionalidad y puede ser incorporado nuevamente al desarrollo de las actividades docentes.
- Por concepto de materiales, mano de obra, transportación y herramientas, la recuperación del torno C 11 MT incurrió en un costo por concepto de CUP: 194,07 y por concepto de CUC: 2132,03.
- Los procesos de maquinado y soldadura incurren en afectaciones al hombre y el medio ambiente que dañan el ecosistema por la emanación de virutas lixibibles y de gases y humos contaminantes.



Recomendaciones

- Proponer al Instituto Minero Metalúrgico de Moa la reparación de otras máquinas que se encuentran en el taller de maquinado y presentan problemas, someterlas a un proceso de recuperación.
- Establecer en las máquinas herramienta 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

1. Astakhov, V., Metal cutting mechanics CRC Pres LCC, corporate Blvd., N.W. Boca Ratón. Florida. 2000.
2. Bae, B. y Kim, K., A Hilbert transform approach in source identification via multiple-input, single-output modelling for correlated inputs. Mechanical Systems and Signal Processing. 12 (4) 501 – 513, 1998.
3. Boon, G.K.; Mercado, A.; Automatización Flexible en la Industria ; Ed. LIMUSA-Noriega, México, 1991.
4. Boyes, J. Reciprocating machinery analysis with FFT analyser. Brüel & Kjaer application notes.(1981), N° 105, 6 pp.
5. Braun, S., Mechanical signature analysis of sonic bearing vibrations. IEEE transactional on sonic and ultrasonic. 27 (6) 317 - 328, 1980.
6. Brown, D. Machine-condition monitoring using vibration analysis: a case study from a nuclear power-plant. Brüel & Kjaer application notes. 1985 N° 209.
7. Byrne, G.; Dornfeld, D., y Denkena, B. "Advancing cutting technology," CIRP Annals- Manufacturing Technology, vol. 52, pp. 483-507, 2003.
8. Cao, Y., A general method for the modeling of spindle-bearing systems. Journal of Mechanical Design, 126, (2004), pp. 1089 – 1104.
9. Denezhni, P.; Stiskin, G.; Etjor, I., Manual del tornero. Editorial Mir. 1978.
10. Streeter, J., Curso sobre recuperación de partes y piezas. Chile: PNUD/ONUDI, 1984. 208pp.
11. Duffua. S.; Dixon J.; Raouf A., Sistemas de Mantenimiento Planeación y Control. Primera Edición. Editorial Limusa-Wiley. México. (2000).
12. DYTRAN. Instrumentation catalog.1997
13. Escaño, J.; Bordons, M.; García, C.; Vilas, C. y Alonso, A., Control Predictivo basado en Modelo Neuroborroso de un Autoclave Industrial," in Jornadas de Automática, 2007.
14. González, A.; García, D.; Moreno, B.; Pascual, J. y Zapatero, J., Simulación de la estela plástica mediante elementos finitos en el crecimiento de grieta en fatiga, V Congreso de Métodos Numéricos en la Ingeniería, 2002.
15. Gotz, I., Conferencias sobre la fiabilidad en máquinas agrícolas. ISTH.



- Holguín, Cuba, 1988.
16. Jong-Eok, B.; Byoung-Hoo, R., Kyung-Woong. A study on the sound of roller bearings operating under radial load. *Tribology International*. 2006
 17. Keith, D., *Seguridad industrial Administración y Métodos* 1° Edición 1998 Pág. 20 – 23.
 18. Landers, R.; Ulsoy, G. y Ma, Y., A comparison of model-based machining force control approaches," *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, vol. 44, pp. 733-748, 2004.
 19. Lobjois, C., *Conformado de las piezas técnicas Equipos, Aplicaciones*. Barcelona España: Ceac, 2004. pp: 243 – 257.
 20. Loparo, K., y Adams, M., Fault detection and diagnosis of rotating machinery. *IEEE Transactions on Industrial Electronic*.47 (5) 2000.
 21. Martino, R., *Sistemas Integrados de Fabricación*; Ed. LIMUSA-Noriega, México, 1990.
 22. Mikaelian, S., *La fiabilidad de las máquinas. Tipo de desgaste. Curso de posgrado*. Holguín-Cuba. 1988.
 23. Montes de Oca, M.; Pérez L., *Manual de Prácticas para la asignatura MANUFACTURA INDUSTRIAL II*" Ingeniería Industrial, Editorial: UPIICSA – IPN, Enero del 2002.
 24. Mukherjee, I. y Ray, P., A review of optimization techniques in metal cutting processes, *Computers and Industrial Engineering*, vol. 50, pp. 15-34, 2006.
 25. Oh, Y.; Kim, G., y Chu, C., Design of a Drilling Torque Controller for a Machining Center," *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 22, pp. 329-335, 2003.
 26. Orhan, S., Aktürk, N.; Celik, V., Vibration monitoring for defect diagnosis of rolling element bearings as a predictive maintenance tool. *Comprehensive case studies NDT&E International*. 39 (2006) 293 – 298.
 27. Peng, Z., A comparison study of improved Hilbert-Huang transform and wavelet transform: Application to fault diagnosis for rolling bearing. *Mechanical Systems and Processing* 19 (2005) 974-988.
 28. Purushothama, V. y Narayanana, S., Multi-fault diagnosis of rolling bearing



- elements using wavelet analysis and hidden Markov model based fault recognition. *NDT&E International* 38 (2005) 654 – 664.
29. Prada, D., Análisis y cálculo de tensiones en rodamientos angulares mediante el método de los elementos finitos. PFC. Biblioteca UC3M 2007.
30. Reshetov, D., Elementos de Máquinas Editorial Pueblo y Educación, 1975.
31. Rodríguez, M.; Goytisoló, J.; Espinosa, R., Correcciones en las Transmisiones por Engranajes Cilíndricos de Dientes Rectos. Universidad Central de Las Villas. 2000.
32. Song, Q. y Kasabov, N., TWNFI - a transductive neuro-fuzzy inference system with weighted data normalization for personalized modeling, *Neural Networks*, vol. 19, pp. 1591-1596, 2006.
33. Xu, S.; y Weinmann, K., Effect of deformation-dependent material parameters on forming limits of thin sheets. *Int. J. Mech. Sci.* 42, 677 - 92, 2000.
34. Vilches, A., Análisis de vibraciones de un rodamiento con elementos de fase PFC. Biblioteca UC3M. dinámica bajo la acción de una fuerza de desbalance. 2006.
35. Zaldívar, M., El Mantenimiento Técnico un reto histórico-lógico en el perfeccionamiento de la actividad gerencial. *Revista Tecnología en Marcha* vol 19-1, pp 24-30. 2006.

ANEXOS



ANEXO 1

| | | | | | | |
|--|--|-------------------------------------|------------------------|---------------|---------------|-----------------------|
| | | CARTA DE RUTA PARA MAQUINADO | | | | |
| No. PLANO: | | DENOMINACION: | | MATERIAL: | HOJA: | No. HOJAS: |
| ORDEN DE TRABAJO: | | Vastago de la manigueta | | AISI 1045 | 1 | 1 |
| FECHA: | | OPERACIÓN TECNOLÓGICA | | SEMIPRODUCTO: | | MASA: |
| 25/05/2012 | | | | Ø21 L =55 | | 0.13 kg |
| G. HOMOGÉNEO: | Tronzar semiproducto: | | HERRAMIENTAS: | | N | S |
| 8A240 | Cortar Ø21 L = 55 | | Disco abrasivo | | -- | -- |
| CAT. SAL.: IV | | | 400 x 4 x 32 | | | |
| 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 Ø18 hasta próximo al plato. Cilindrar Ø12 ₋₀₂ x 40mm de long. Elaborar <u>detalle I.</u> elaborar bisel de 1 x 45° y radios no indicados, 1. | | PSSNR 2525 P15 | | 140 | |
| 16k20 | | | GC 4025 | | | |
| CAT. SAL.: VII | | | Broca comb. HSS | | 140 | 0,3 |
| TPC: 0,15 | | | Ø1,5 a 60°. | | 200 | M |
| EFECTIVO T.: 4,25 | | | DTJNR 2525M16 | | 250 | |
| | | | MR 4225 | | 140 | 0,4 |
| | | | HSS B=2mm | | | 0,2 |
| | | | Cuchilla de roscar | | | 1,0 |
| | | | HSS φ = 60° | | | |
| Elaboro: Emilio | Firma: | Fecha: 25/05/12 | Aprobó: Toma | Firma: | Fecha: | Tecnología No: |
| <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 2

| | | | | | | | |
|---|--------|--|---------|--|--------|----------------|-----------|
| | | CARTA DE RUTA PARA MAQUINADO | | | | | |
| No. PLANO: | | DENOMINACION: | | MATERIAL: | HOJA: | No. HOJAS: | |
| ORDEN DE TRABAJO: | | Vástago del punto giratorio | | AISI 1045 | 1 | 1 | |
| FECHA: | | OPERACIÓN TECNOLÓGICA | | HERRAMIENTAS: | | MASA: | |
| 25/05/2012 | | | | | | -- kg | |
| G. HOMOGÉNEO: | | Instalar en plato universal. Centrar de cara diámetro con reloj indicador de carátula en la zona roscada protegiendo la rosca. Taladrar Ø8x15mm de long. Tallar rosca 3/8" X14mm de longitud UNC 16 H/P y d ₂ = 8,49mm. Elaborar <u>detalle I</u> . | | Broca HSS Ø8 Cuchilla de roscar HSS φ = 60 ° | | N | S |
| CAT. SAL.: IV | | | | | | 140 | M |
| TPC: 0,05 | | | | | | 140 | 16H/ P |
| T. EFECTIVO: 0,13 | | | | | | 140 | 0.2 |
| G. HOMOGÉNEO: 16k20 | | Instalar en plato universal. Centrar de cara diámetro con reloj indicador de carátula. Elaborar chavetero 6mm x 30mm de longitud garantizando 2mm del borde. Nota: Biselar filos cortantes 0,5x45° a lima. | | Fresa 6mm 2 labios Lima plana paralela, fina 10". | | 200 | 0.4 |
| CAT. SAL.: VII | | | | | | ----- | M |
| TPC: 0,15 | | | | | | | |
| EFECTIVO T.: 4,25 | | | | | | | |
| Elaboro: | Firma: | Fecha: | Aprobó: | Firma: | Fecha: | Tecnología No: | |
| Emilio | | 25/05/12 | Toma | | | | |
| 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. | | | | | | | |



ANEXO 3

| | | | | | | |
|--|--|--|------------------------------------|---------------|-----------------------------------|-----------------------|
| | | CARTA DE RUTA PARA MAQUINADO | | | | |
| No. PLANO: | | DENOMINACION: Tornillo de la tapa tracera | MATERIAL: Bronce | HOJA: 1 | No. HOJAS: 1 | |
| ORDEN DE TRABAJO: | | | SEMIPRODUCTO: Ø16 L =43 | | MASA: 0.01 kg | |
| FECHA: 25/05/2012 | OPERACIÓN TECNOLÒGICA | | HERRAMIENTAS: | N | S | |
| G. HOMOGÉNEO: 8G661 | Cortar Ø16 L = 43 | | Sierra de disco | -- | -- | |
| CAT. SAL.: IV | | | | | | |
| TPC: 0,05 | | | | | | |
| T. EFECTIVO: 0,13 | | | | | | |
| G. HOMOGÉNEO: 16k20 | <p>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 Ø15 hasta próximo al plato. Cilindrar Ø6 x 35mm de long. Elaborar <u>detalle I</u>. Tallar rosca M6 x 27 long, paso 1,0 mm y d₂=5,35 mm.</p> <p>Invertir</p> <p>Instalar en plato universal. Centrar de cara diámetro con reloj indicador de carátula por Ø15 y protegiendo la rosca. Refrentar a dar long. total 40mm. Elaborar bisel de 1 x 45 °.</p> | | DTTNR 2525 M16 MR 4225 | 140 | 0,3 M 0,4 0,2 1,0 | |
| CAT. SAL.: VII | | | Broca comb. HSS Ø1,5 a 60 ° | 140 | | |
| TPC: 0,15 | | | DTJNR 2525M16 MR 4225 | 200 250 | | |
| EFFECTIVO T.: 4,25 | | | Cuchilla de roscar HSS φ = 60 ° | 140 | | |
| Elaboro: Emilio | Firma: | Fecha: 25/05/12 | Aprobó: Toma | Firma: | Fecha: | Tecnología No: |
| <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> | | | | | | |



|  CARTA DE RUTA PARA MAQUINADO | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|---------------|---|----------------|-----|-----------------------|--|
| No. PLANO: | | DENOMINACION: | | MATERIAL: | HOJA: | No. HOJAS: | | | |
| ORDEN DE TRABAJO: | | Inserto de los calzo | | AISI 1045 | 2 | 1 | | | |
| E35-0001 | | | | SEMIPRODUCTO: | | MASA: | | | |
| FECHA: | | OPERACIÓN TECNOLÓGICA | | | HERRAMIENTAS: | N | S | | |
| 25/05/2012 | | Cortar Ø123 L = 42mm Tronzar semiproducto: | | | Disco abrasivo 400 x 4 x 32 | | -- | -- | |
| G. HOMOGÉNEO: | | | | | | | | | |
| 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 Ø120 hasta próximo al plato. Cilindrar Ø30x9,5 mm de long. Taladrar Ø13.5x20mm de long. Tallar rosca 5/8" UNC 11 H/P. Elaborar biseles 1x45°. | | | DTTNR 2525 M16 MR 4225 Broca comb. HSS Ø1,5 a 60 ° DTJNR 2525M16 MR 4225 HSS B=7.5mm HSS B=5mm Cuchilla de roscar HSS φ = 60 ° | | 140 | 0,3 | |
| 16K20 | | | | | | | | | |
| CAT. SAL.: | | | | | | | | | |
| VII | | | | | | | | | |
| TPC: | | | | | | | | | |
| 0,15 | | | | | | | 140 | M | |
| EFECTIVO T.: | | | | | | | 200 | 0,4 | |
| 4,25 | | | | | | | 250 | 0,2 | |
| | | | | | | | 140 | 0,2 | |
| | | | | | | | 140 | 11H/ P | |
| | | | | | | | | | |
| Elaboro: | | Firma: | | Fecha: | | Aprobó: | | Firma: | |
| Emilio | | | | 25/05/12 | | Toma | | | |
| | | | | | | | | Fecha: | |
| | | | | | | | | Tecnología No: | |
| <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> | | | | | | | | | |

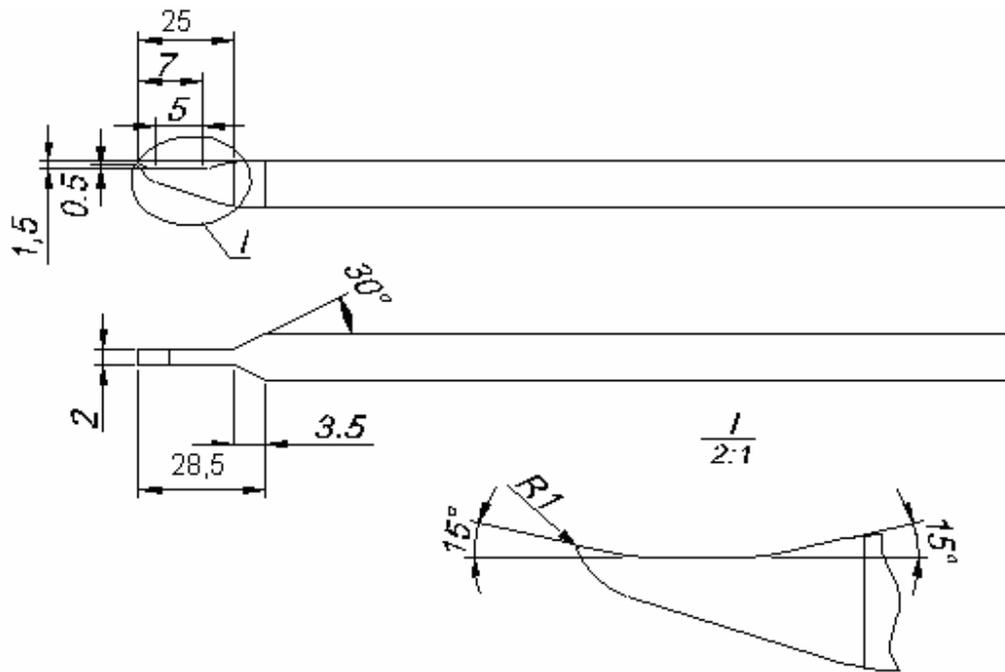
ANEXO 4



ANEXO 5

| | | | | | | |
|--|---|---|----------------------------------|---------------|------------------|-----------------------|
| | | CARTA DE RUTA PARA MAQUINADO | | | | |
| No. PLANO: | | DENOMINACION: Aro de chico y grande del calzo. | MATERIAL: De rechazo (Goma) | HOJA: 1 | No. HOJAS: 2 | |
| ORDEN DE TRABAJO: | | | SEMIPRODUCTO: Ø115 ; L = 40mm | | MASA: 0,47 kg | |
| FECHA: 25/05/2012 | OPERACIÓN TECNOLÒGICA | | | HERRAMIENTAS: | N | S |
| G. HOMOGÉNEO: | Tronzar semiproducto: Cortar Ø115; L =40mm | | | | -- | -- |
| 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 Ø112,4 hasta próximo al plato. Retirar punto. Mandrinar a distancia Ø100,4x10mm de long. Tronzar a distancia 10mm de long. Instalar entre plato y punto. Cilindrar Ø87x10mm de long. Mandrinar Ø72x10mm de longitud. Tronzar a distancia 10mm de longitud. | | | HSS B=2mm | 350 | 0.2 |
| CAT. SAL.: VII | | | | | | |
| TPC: 0,15 | | | | | | |
| EFECTIVO T.: 0,5 | | | | | | |
| Elaboro: Emilio | Firma: | Fecha: 25/05/12 | Aprobó: Toma | Firma: | Fecha: | Tecnología No: |
| <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 6





ANEXO 7

| | | | | | | | |
|--|--------|---|---------|------------------|--------------------------------|----------------|-----|
| | | CARTA DE RUTA PARA MAQUINADO | | | | | |
| No. PLANO: | | DENOMINACION: | | MATERIAL: | HOJA: | No. HOJAS: | |
| ORDEN DE TRABAJO: | | Cuerpo de la manigueta | | Teflón grafitado | 1 | 1 | |
| FECHA: | | OPERACIÓN TECNOLÓGICA | | | HERRAMIENTAS: | N | S |
| 25/05/2012 | | | | | | | |
| G. HOMOGÉNEO: | | Tronzar semiproducto: Cortar Ø26; L = 80 | | | Disco abrasivo 400 x 4 x 32 | -- | -- |
| 8A240 | | | | | | | |
| CAT. SAL.: IV | | | | | | | |
| TPC: 0,05 | | | | | | | |
| T. EFECTIVO: | | <p>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 Ø24 hasta próximo al plato. Cilindrar Ø18 x 27 de long. A continuación elaborar ángulo de 15°x12mm de long. saliendo al Ø24. Elaborar radios no indicados, 12 y bisel 1.5x45°.</p> <p>Invertir</p> <p>Instalar en plato universal. Centrar de cara diámetro con reloj indicador de carátula por Ø18 cuidando el diámetro. Refrentar a dar long. total 75mm. Elaborar ángulo 13° terminando con radios 6</p> <p>Invertir</p> <p>Instalar en plato universal. Centrar de cara diámetro con reloj indicador de carátula. Taladrar Ø12x40mm de long.</p> | | | DTTNR 2525 M16 MR 4225 | 180 | 0,3 |
| G. HOMOGÉNEO: | | | | | | | |
| 16k20 | | | | | | | |
| CAT. SAL.: VII | | | | | | | |
| TPC: 0,15 | | | | | | | |
| EFECTIVO T.: 4,25 | | | | | Broca comb. HSS Ø1,5 a 60° | 180 | M |
| | | | | | DTJNR 2525M12 | 200 | 0,4 |
| | | | | | MR 4225 | 250 | 0,2 |
| | | | | | Broca HSS Ø12 | 140 | M |
| | | | | | | 200 | |
| Elaboro: | Firma: | Fecha: | Aprobó: | Firma: | Fecha: | Tecnología No: | |
| Emilio | | 25/05/12 | Toma | | | | |
| <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 8

| | | Orden de Trabajo | | Orden de Producción: | | |
|------------------------------------|---|------------------|------------|---|--------------------|-------------------|
| | | | | Cantidad: | No. de Consecutivo | |
| | | | | Plan: X | Real: | |
| Solicitada por: | ISMMMM | Fecha inicio | XX/XX/2011 | Elaborado por: | Firma: | |
| Turno de trabajo | | Fecha fin | 25/05/2012 | Aceptada por: | Firma: | |
| No. Plano: HC – 0020310A | XXX | Ejecutante | | UEB Maquinado | | |
| Tipo de Fabric. | M | X | C | Denominación de la Produc: - Vástago de la manigueta. -Vástago del punto giratorio -Tornillo de la tapa tracera - Inserto de los calzo -Aro de chico y grande del calzo. - Tornillo de sujeción del plato. - Cuerpo de la manigueta | | |
| Observación: | Tiempo Planificado | | Brigada | | | |
| | Operador | | | | | |
| | J' brigada | | | | | |
| | Ayudante | | | | | |
| | Gruero | | | | | |
| | Afilador | | | | | |
| Gastos de Fuerza de Trabajo | | | | | | |
| Chapa | Calificación | Tarifa | | | Total Horas | Importe |
| | Cortador | 2,23 | | | 0,2 | 0,446 CUP |
| | Tornero A | 2,57 | | | 2,07 | 19,5 CUP |
| | Fresado B | 2,41 | | | 0,16 | 2,41 CUP |
| | Mec. Taller A | 2,57 | | | 14 | 36 CUP |
| | Eléctrico A | 2,57 | | | 24 | 61,18 CUP |
| | Elec. Enroll.A | 2,57 | | | 8 | 20,56 CUP |
| | Pailero A | 2,57 | | | 4 | 10,28 CUP |
| | Soldador A | 2,57 | | | 1 | 2,57 CUP |
| | Mec.Maq.HerA | 2,57 | | | 16 | 41,12 CUP |
| Total | | | | | 69,43 h | 194,07 CUP |
| Gastos energéticos. | | | | | | |
| Denominación maq. | consumo | Tarifa | | | Total Horas | Importe |
| 8 A 240 | 1,5 Kw/h | 0,21 | | | 0,2 | 0,063 CUC |
| 16 K 20 | 6 kW/h | 0,21 | | | 1,80 | 2,27 CUC |
| 6 M 83 | 8 kW/h | 0,21 | | | 0,09 | 0,15 CUC |
| S 6 25 | 8,05Kw/h | 0,21 | | | 0,16 | 0,27 CUC |
| KC 122 FC | 2,75 kW /h | 0,21 | | | 0,08 | 0,22 CUC |
| 2 M 55 | 4 kW / h | 0,21 | | | 0,33 | 1,33 CUC |
| Total | | | | | 2,66 h | 4,3 CUC |
| Códigos | Denominación de los materiales | Precio | Cantid | U/M | Importe | |
| 27242000042 | Barra red. Ø0,034mx1m AISI 1045 | 33,97 CUC | 1 | 0,04 kg | 0,33 CUC | |
| 31991400010 | Barra red. Ø0,021mx1m AISI 1045. | 20,98 CUC | 1 | 0.13kg | 1,5 CUC | |
| 27331100050 | Plancha1m ² x 0,0031m ASTMA36 | 16,768 CUC | 1 | | 18,43 CUC | |
| | Plancha1m ² x 0,0015m Aluminio | 17,49 CUC | 1 | | | |
| 27242000148 | Barra red. Ø0,026m x 0.1m Teflón grafit. | 32,781 CUC | 1 | 0,05kg | 26,24 CUC | |
| 28271000020 | Barra red. Ø0,016mx1m. bronce | 76,82 CUC | 4 | 0,01KG | 13,21 CUC | |
| 27352000029 | Barra red. Ø0,017mx1m AISI 1045 | 16,98 CUC | 1 | 0,06KG | 0,39 CUC | |
| 27242000040 | Barra red. Ø0,030mx1m AISI 1045 | 29,98 CUC | 4 | 0,3 KG | 10,79 CUC | |
| 31991402054 | Barra red. Ø0,215m x 1m H. AISI 1045 | 2140,81 CUC | 1 | 16,91 KG | 134,87 CUC | |
| XXXXXXXXX | Pieza recuperada AISI 1045 | ----- | 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 | |
| 31511400140 | CNMG 150 608 GC 4025 | 12,67 CUC | 1 | ----- | 12,67 CUC | |
| 65420801170 | Cuchilla de roscar HSS φ = 60 ° | 31,9838 CUC | 2 | ----- | 63,97 CUC | |
| 65420892590 | Broca comb. HSS Ø1,5 a 60 °. | 7,7365 CUC | 2 | ----- | 15,47 CUC | |
| 65420800020 | 6mm ² x100mm HSS | 12,59 CUC | 2 | ----- | 25,18 CUC | |
| 65420800030 | 8mm ² x 160mm HSS | 26,95 CUC | 1 | ----- | 26,95 CUC | |
| 65420600140 | Broca HSS Ø8. | 8,23 CUC | 1 | ----- | 8,23 CUC | |
| 68715156320 | Broca HSS Ø10. | 11,92 CUC | 1 | ----- | 11,92 CUC | |



Continuación del anexo 8

| | | | | | |
|-------------|----------------------------------|-------------|---|-------|------------|
| 68715156320 | Broca HSS. Ø12 | 11,92 CUC | 1 | ----- | 11,92 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 |
| 68715156200 | Broca HSS. Ø13 | 14,0866 CUC | 1 | ----- | 14,08CUC |
| 65420650770 | Broca espiga cónica, HSS, Ø19 | 71,79 CUC | 1 | ----- | 71,79 CUC |
| 65420602100 | Broca espiga cónica, HSS, Ø24 | 110,96 CUC | 1 | ----- | 110,96 CUC |
| 65420500080 | Macho manual, HSS, 5/8" | 162,98 CUC | 1 | ----- | 162,98 CUC |
| 68710100050 | Macho manual, HSS, M12 | 90,30 CUC | 1 | ----- | 90,30 CUC |
| 65420600670 | Broca espiga cónica, HSS, Ø56 | 1070,37 CUC | 1 | ----- | 1070,37CUC |
| 31120354420 | Lima plana paralela, fina 10". | 12,4024 CUC | 1 | ----- | 12,40 CUC |
| 65420360978 | Fresa espiga cilíndrica HSS 30mm | 87,77 CUC | 1 | ----- | 87,77 CUC |
| 65420300340 | Fresa 6mm 2 labios | 24,8645 CUC | 1 | ----- | 24,86 CUC |
| XXXXXXXXX | Pintura aceite (verde) litros. | 10,35 CUC | 4 | ----- | 41,4 CUC |
| | | | | Total | 2127,73CUC |