



UNIVERSIDAD DE HOLGUÍN
“OSCAR LUCERO MOYA”
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO DE DIPLOMA

**TÍTULO: RECUPERACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE LA FRESADORA
MODELO 6P82**

AUTOR: DIUNIS CÉSPEDES CRUZ

TUTOR: ESP. ING. RAÚL REYES CAMARENO

TIPO DE CURSO: CRPE

AÑO 2009

PENSAMIENTO:

No se debe perder ni un minuto entre la obtención de un logro y su aplicación.

Fidel Castro Ruz.

AGRADECIMIENTO:

Agradezco profundamente el apoyo brindado por todos los profesores que han desempeñado su labor en la formación como Ingeniero Mecánicos en su trabajo docente educativo dándonos todos los conocimientos adquiridos. A mis familiares y amigos, que me apoyaron en estos años de estudios.

Un agradecimiento especial al compañero Ingeniero Especialista Raúl Reyes Camareno, por su esfuerzo y dedicación para la realización y culminación de este trabajo.

DEDICATORIA:

Le dedico a la Revolución Cubana por brindarme el privilegio de mi formación y realizar mis sueños.

En especial dedicación a mis padres, que con su ejemplo diario me han educado para ser útil a la Revolución.

RESUMEN

El presente trabajo de Diploma está basado en la recuperación y puesta en marcha de la Fresadora Universal 6P82, ubicada en el laboratorio de corte de metales de la Universidad de Holguín, en el mismo se encuentra detallado el trabajo realizado a las piezas que fueron recuperada por el proceso de soldadura y maquinado, también trata sobre la metodología de recuperación de los elementos recuperados el manejo y mantenimiento de la fresadora para alargar su vida útil y el funcionamiento en optimas condiciones de trabajo.

ÍNDICE

Contenido		Páginas
Introducción		1
CAPÍTULO I: CAPITULO I: GENERALIDADES DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN Y RECUPERACIÓN DE PIEZAS.		5
1.1	Particularidades del Proceso de fresado	5
1.1.2	Designación y campo de aplicación	6
1.1.3	Tipos de fresadora y sus campos de empleo.	7
1.2.	Generalidades de los hierros fundidos.	9
1.2.1	Composición química	10
1.2.2	Relación entre el contenido de carbono, silicio, espesor de la pieza y estructura de los hierros fundidos.	12
1.2.3	Principios del precalentamiento en la soldadura de los hierros fundidos	16
1.2.4	Electrodos para la soldadura, recuperación y corte de los hierros fundidos	19
1.3	Generalidades del mantenimiento.	24
1.3.1	Evaluación	25
1.3.2	Mantenimiento Preventivo	25
1.3.3	Ventajas del Mantenimiento Preventivo	26
1.3.4	Mantenimiento Predictivo	26
1.3.5	Prevención para el mantenimiento	28
1.3.6	Definición de Mantenimiento Correctivo	29
CAPÍTULO II: RECUPERACIÓN, REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA FRESADORA UNIVERSAL 6P82		30
2.1	Recuperación, Reparación y Fabricación por el Método de Soldadura	30
2.2	Cálculos de parámetros tecnológicos para los procesos de maquinado de las piezas de los “Soportes del movimiento vertical, transversal y longitudinal”	31
2.3	Cálculo de los parámetros tecnológicos de soldadura	35

2.4	Proceso tecnológico del soporte del Movimiento Transversal y Longitudinal.	40
2.5	Reparación Media De La Fresadora 6p82	40
2.6	Defectado y solución para los problemas de la máquina	41
2.7	Características técnicas generales y normativas de explotación de la Fresadora 6P82.	51
2.8	Aplicación de las políticas de mantenimiento para la fresadora 6P82	51
2.9	Trabajo realizado a la fresadora 6p82, reparación media	52
2.10	Ciclo de reparaciones y plan MPP	53
2.11	Valoración Económica	54
Conclusiones		56
Recomendaciones		57
Bibliografía		58
Anexos		61

INTRODUCCIÓN

El perfeccionamiento del sistema de Educación Superior, tiene como prioridad la introducción y desarrollo de aplicaciones de los conocimientos que permitan nuevas formas de mejoramientos de la calidad de la preparación del estudiante. Nuestra Universidad “Oscar Lucero Moya” tiene dentro un local destinado a las operaciones tecnológicas de diferentes máquinas herramientas con el objetivo de que los estudiantes alcancen conocimiento y habilidades teórico práctico en las operaciones de maquinado y ajuste.

Cuba es un país bloqueado y subdesarrollado, motivos por los cuales se le dificulta la compra de piezas de repuesto en el exterior, una de las tareas más importantes que el país se traza es lograr la máxima vida útil de piezas y equipos, por lo cual se lucha incansablemente en la búsqueda de nuevas tecnologías y métodos para recuperar piezas y que estas puedan seguir ejerciendo eficazmente su funcionamiento.

La recuperación de piezas es un proceso de gran importancia en estos momentos, debido a que contribuye a la solución de problemas que hace que determinado equipo tenga que parar su producción, además de incentivar la creatividad y el espíritu renovador e innovador, prestando especial atención al aspecto social y económico. Por otro lado, aprovechando el potencial científico-técnico con que cuenta la Facultad de Ingeniería se realizan numerosos trabajos investigativos y proyectos que conducen a la solución de problemas reales surgidos en diferentes procesos productivos.

Las grandes dificultades económicas por las que ha atravesado el país a lo largo de más de cuatro décadas de bloqueo, ha incidido de manera negativa en el equipamiento tecnológico. Ejemplo de ello es el taller de maquinado de la Universidad de Holguín y sus correspondientes máquinas herramientas procedentes de los países de Europa oriental.

Durante la década del noventa del pasado siglo se agudizó el embargo económico. El taller de maquinado, en esta etapa, sufrió una degradación en el estado técnico de las máquinas herramienta, ya que estas están compuestas por piezas complejas y elementos normalizados que garantizan una alta precisión de las operaciones que

se realizan y no se cuenta con la reposición de las que se desgastan o que sufren roturas. Entre ellas, la Fresadora Universal 6P82, que desde hace cuatro años se encuentra paralizada, afectando el proceso de enseñanza a los estudiantes de la carrera Ingeniería Mecánica, en especial las Clases del Taller de la asignatura Introducción a la Ingeniería Mecánica, esta máquina estuvo en explotación desde 1976 en la fábrica "LX Aniversario De La Revolución de Octubre", culminando su tiempo de explotación en el 1994, donde iba a ser trasladada para Materias Primas por la condiciones de la misma, luego a través de los profesores del laboratorio de corte de metales de la Universidad fue conveniada con el Director de dicha fábrica el traslado de la máquina herramienta para el laboratorio de corte de metales de la Universidad de Holguín donde trabajó en dicho laboratorio hasta el año 2005 y a causa de roturas de varias piezas del mecanismo de avance fue paralizada. Desde entonces no se registraba mantenimiento alguno, ni existía control de las roturas.

La falta de un mantenimiento planificado provocó la falla de varias piezas de la máquina herramienta, las cuales en su mayoría son fabricadas de hierro fundido gris.

Dichas piezas presentan problemas en su soldabilidad ya que debido a la baja plasticidad que presentan propician la aparición de grietas durante los procesos de recuperación por soldadura, por tanto se hace necesario la recuperación de las mismas, constituyendo la **situación problémica** del presente trabajo.

La recuperación de los soportes, árbol estriado, y el fusible que va acoplado al tornillo sin fin del movimiento vertical de la Fresadora Universal 6P82 constituye el **tema de investigación** del presente trabajo.

Problema científico: ¿Cómo recuperar por el método de soldadura los elementos dañados de La Fresadora Universal 6P82 para su puesta en funcionamiento?

Objeto de estudio lo constituye La Fresadora Universal 6P82.

Campo de acción: Se centra en la consola, se encuentran los mecanismo que suministran los diferentes movimientos, en el funcionamiento de avance está acoplada la bomba de aceite, que garantiza el líquido a los diferentes órganos de trabajo de la máquina; así como, el mecanismo de engrane que trabaja automático o semiautomático con los desplazamiento vertical, longitudinal y transversal, las piezas fundamentales que presenta dificultades para el accionamiento de los movimientos son los soporte tanto vertical como transversal y longitudinal, y de forma general los

desajustes en los demás mecanismos y mando, asociados al poco mantenimiento efectuado durante el último periodo de explotación de la máquina.

Hipótesis sí se logra recuperar por el método de soldadura, el soporte y fabricar por maquinado la pieza del casquillo y el fusible del vertical, y establecer un correcto sistema de mantenimiento planificado, entonces se podrá poner nuevamente en explotación La Fresadora Universal 6P82.

Objetivo general de la investigación:

Establecer la tecnología de recuperación por soldadura para diferentes elementos mecánicos de La Fresadora Universal 6P82 del Taller de Maquinado de La Universidad de Holguín y establecer un sistema de mantenimiento planificado para su correcta explotación.

Para llevar a cabo la investigación se proponen las siguientes **tareas**:

1. Revisión bibliográfica sobre el proceso de fresado, de recuperación de piezas y métodos de reparación de piezas.
2. Desarme de los órganos, mecanismos y sistemas de la máquina para su defectado.
3. Analizar los factores que influyeron en la paralización del equipo.
4. Definir las tecnologías para la recuperación o reparación de los componentes afectados.
5. Establecer el sistema de mantenimiento de la fresadora.
6. Realizar el costo de la recuperación de La Fresadora Universal 6P82

Métodos teóricos y empíricos empleados en la investigación

Teóricos:

- 1. Histórico-lógico:** Se aplicó para definir el tema de investigación, como marco teórico de referencia, el cual permite conocer los antecedentes del mismo.
- 2. Análisis y síntesis:** Se empleó para identificar los principales factores que influyeron en el deterioro de los componentes de la máquina así como la vía de solución y para prevenir la ocurrencia de roturas.
- 3. Hipotético-deductivo:** Se formuló una hipótesis que define el objetivo para la solución al problema científico planteado.

Empíricos:

1. Entrevista: De operarios y al personal del taller para conocer los antecedentes que dieron origen a la rotura de la máquina.

2. Criterio de experto: Se consultó con profesionales de experiencia en el trabajo y reparación de las máquinas fresadoras para el aporte de nuevos elementos durante la recuperación y el mantenimiento de la máquina.

3. Observación: Se pudo determinar la magnitud del deterioro de los componentes afectados en la rotura.

Resultados esperados:

1. Puesta en funcionamiento de La Fresadora Universal 6P82.
2. Establecimiento de la tecnología de recuperación y fabricación de diferentes partes y piezas de La Fresadora Universal 6P82.
3. Establecimiento de un correcto mantenimiento planificado de La Fresadora Universal 6P82 que posibilite una adecuada explotación.

CAPITULO I: GENERALIDADES DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN Y RECUPERACIÓN DE PIEZAS.

El fresado es un mecanizado con desprendimiento de virutas que permite, por procedimientos sencillos, generalmente con personal especializado, la producción de piezas de gran precisión en sus medidas y con una rugosidad superficial de calidad.

En materiales templados o endurecido por otros métodos, el rectificado es la única operación que permite, después de realizado el tratamiento, mecanizar las piezas. Uno de los proceso radica en hallar, para cada operación, la fresa más adecuada y en seleccionar el régimen de corte óptimo según las características de la pieza., para lograr esto, es posible la aplicación de fórmulas, el establecimiento de sus características de trabajo deben basarse en el conocimiento del proceso de corte según determinadas reglas prácticas, aplicadas independientemente para cada caso; frecuentemente son necesarios ensayos tecnológicos para alcanzar resultados racionales.

La viruta es empujada por el filo cortante y debe ser depositada, hasta que el corte haya terminado. Al dejar de hacer contacto la fresa con la pieza, la viruta es desprendida por la fuerza centrífuga, de manera que en los espacios libres entre filos cortantes quedan vacíos para recibir la viruta que proviene del próximo corte; la viruta del material, se calienta en dependencia de las características del material. Véase biblio.- 40

1.1- Particularidades del Proceso de fresado

El proceso de fresado, comparado con otros tipos de elaboración de metales, por medio de corte, tiene las siguientes particularidades:

1. El fresado se realiza a velocidades medias de corte, estos generalmente oscilan entre 2 y 5 m/s.
2. A pesar de las pequeñas dimensiones de la capa cortada, durante el fresado la viruta no tiene la misma estructura y forma que en los otros tipos de elaboración.
3. La fresa es un instrumento de cuchillas que se constituye, que tienen una forma multifacético con vértices, los que les da la resistencia dinámica necesaria. Los elementos cortantes trabajan generalmente con ángulo de ataque positivo.

4. A causa del espesor pequeño de corte, la presencia del radio de del vértice y los valores positivo del ángulo de ataque, tiene lugar un gran deslizamiento por la superficie cortada durante el avance.
5. Debido a las velocidades y el ángulo de corte, en el fresado se incrementa la temperatura, alcanzando valores entre 50 a 80°C en dependencia del material.
6. A diferencia del trabajo con otras herramientas en las que es posible dirigir el proceso de corte combinando los elementos del régimen y la geometría del instrumento.
7. El instrumento no tiene la capacidad de auto afilarse parcialmente durante el trabajo.
8. El proceso de eliminación de la viruta por parte de la herramienta se ejecuta muy rápido (entre 10^{-4} y $5 \cdot 10^{-5}$ segundos).
9. El enfriamiento ejerce mucha influencia sobre la elevación de la temperatura en el corte. La importancia práctica del enfriamiento consiste en la evacuación del calor de la pieza, y la disminución de la temperatura de la capa superficial de la pieza.
10. Estas particularidades hacen más complejo el proceso de corte durante el fresado, en comparación con otros tipos de elaboración, y provocan dificultades. Véase biblio. 41

1.1.2 Designación y campo de aplicación

El proceso de fresado de los metales se aplica ampliamente en la construcción de maquinarias, tanto en la elaboración de las piezas e instrumentos como en la de desbaste.

Las perspectivas de aplicación del fresado se amplían gracias a la posibilidad de utilizarlo durante el desbaste (eliminación de una capa de 0,5 mm y más). Esto permite, a partir de pequeñas sobre medidas asignadas para el tratamiento mecánico (después de estampado, fundición a presión,, elaboración de ranuras, etc.), , Véase biblio. 42

El fresado asegura una alta exactitud de elaboración, , y una rugosidad superficial, según las Normas Cubanas.

Las fresadoras son máquinas herramienta que no hallan con cierta frecuencia en los talleres, como son máquinas más complejas como las fresadoras talladoras de dientes de engranajes. Las herramientas de corte en estas máquinas se utilizan las fresas madres. Podemos considerar que las fresadoras son máquinas herramienta no frecuentes en los talleres.

1.1.3 Tipos de fresadora y sus campos de empleo.

Clasificación de las fresadoras.

Según la tarea:

1. Fresadora Vertical.
2. Fresadora Horizontal.
3. Fresadora de Múltiples Husillo.
4. Fresadora Universal.



Fig. 1 Fresadora vertical



Fig. 3 Fresadora horizontal

- Fresadoras Horizontales.

Estas máquinas se caracterizan por la disposición horizontal del husillo y la existencias de tres movimientos perpendiculares que son: longitudinal, vertical y transversal, la mesa de trabajo se puede girar en torno al eje vertical describiendo un ángulo de 45° a cada lado, para fijar la mesa existe una parte giratoria, en cuya parte periférica se encuentra una escala graduada, generalmente esta máquina realiza operaciones de formas planas.



Fig. 5 Fresadoras Universales 6P82.



Fig. 6 fresadoras Universales.

- Fresadoras Universales.

Estas máquinas se caracterizan por la posición del husillo y la existencia de tres movimientos perpendiculares: longitudinal, transversal y vertical. Ellas se dividen en ordinaria y universales, en esta última la mesa de trabajo, además de los desplazamientos mencionados, puede también girar en torno al eje vertical, describiendo un ángulo hasta 45° a cada lado. Para fijar la mesa en el ángulo requerido respecto al eje del husillo, entre el carro y la mesa existe una parte giratoria, en cuya parte periférica se encuentra una escala graduada.

La máquina como tal proporciona una capacidad y calidad en el trabajo por lo que es rápido de preparar, lo que realiza operaciones tanto horizontales como verticales (Véase en fig.5).

Estas máquinas se caracterizan por su diversas operaciones que ella realiza durante su trabajo adicionándole el cabezal porta husillo donde el mismo tiene un giro de 360° , así realizando diferentes procesos con los movimientos de avances con inclinación de la mesa.

Conjuntos del cabezal divisor, la mesa giratoria o la mordaza para la elaboración de dientes helicoidales y engranes y pieza de diferentes formas.

1.2 Generalidades de los hierros fundidos.

En el capítulo se analizan las propiedades de los diferentes tipos de hierros fundidos, los problemas de su soldabilidad, principios del precalentamiento y se dan las recomendaciones para la soldadura en frío y en caliente para los diferentes tipos de hierros fundidos y también los pasos tecnológicos para la recuperación de piezas de acuerdo al tipo de rotura, o sea: defectos de fundición, fracturas, roturas con huecos, etc.

- Definición y propiedades de los hierros fundidos.

Los hierros fundidos son aleaciones de hierro y carbono, en los cuales el contenido de este último varía teóricamente entre 2 y 6,7 %, aunque en la práctica es de 2,6 y 3,7 %. Los elementos que siempre se encuentran presentes en los hierros fundidos son: C, Mn, Si, P y S, aunque en algunos tipos se pueden encontrar: Ni, Cr, Cu, etc.

Al igual que los aceros, los hierros fundidos son aleaciones de hierro y carbono, pero se diferencian de éstos en los siguientes aspectos:

- mayor contenido de carbono.

- en su estructura puede aparecer la ledeburita, perlita, ferrita y grafito.
- mayor contenido de Si, Mn, P y S.
- menor punto de fusión 1 150 °C, lo que provoca una mayor fluidez.
- poca capacidad a la deformación.

Existen diferentes tipos de hierros fundidos de acuerdo con el método de obtención de los mismos y a la forma en que se encuentre el carbono en ellos, éstos son: hierros fundidos grises, de alta resistencia (nodular), blancos, maleables, con grafito compactado y aleados con cromo, níquel, etc. para buscar características específicas tales como resistencia al calor, corrosión, etc.

En función de la cantidad de carbono combinado en forma de cementita (la cual es dura, frágil y de color blanco) del total que entra en la aleación, la estructura de los hierros fundidos puede ser de acuerdo a lo planteado.

- Estructura de los hierros fundidos de acuerdo a la cantidad de carbono combinado.

La estructura y propiedades de los hierros fundidos dependen fundamentalmente de los siguientes factores: composición química, velocidad de enfriamiento y tratamiento térmico, los cuales serán estudiados a continuación.

1.2.1 Composición química.

La composición química tiene una influencia determinante sobre la estructura y propiedades de los hierros fundidos, la presencia de los elementos tales como: C, Si y Ni, favorecen la grafitización de éstos, mientras en el Mn y el Cr da lugar a la formación de la cementita. Al aumentar el contenido de Si en valores iguales o superiores al 2 %, comienza a formarse una cantidad de grafito a expensas del carbono combinado en forma de cementita. Este efecto conjunto entre el C y el Si sobre la estructura de los hierros fundidos.

I- Hierro fundido blanco.

II- Hierro fundido gris perlítico.

III- Hierro fundido gris ferrítico.

El contenido de **silicio** en los hierros fundidos generalmente se encuentra entre (0,5 - 3) %, lo que da la posibilidad de obtener diferentes estructuras en los mismos. Si el contenido de este elemento es superior al 2 %, se forman vetas muy grandes y se corre el peligro de obtener poros si se suelda en frío.

El **manganeso** favorece la formación del carburo de hierro (Fe_3C) o el carburo complejo de cementita $(\text{MnFe})_3\text{C}$, el cual es de mayor estabilidad. Este efecto del manganeso se nota para bajos por cientos del mismo, no sobrepasando por lo general el 1 % en los hierros fundidos normales.

El **azufre** favorece la formación de la cementita, pero esta influencia es poco notable cuando existen cantidades apreciables de carbono y silicio. Este elemento disminuye la fluidez del hierro fundido, por lo cual se limita su máximo contenido en el 0,2 %.

El **fósforo** es un elemento que se encuentra en valores entre 0,1 y 0,8 %, el mismo se introduce a los hierros fundidos, con el objetivo de aumentar la fluidez de estos materiales debido a la formación de la eutéctica fosfórica $\text{Fe-Fe}_3\text{C-Fe}_3\text{P}$, la cual tiene bajo punto de fusión (950°C).

La influencia de este elemento en la grafitización o formación de carburos de hierro es nula. Se puede adicionar níquel, cromo, molibdeno y cobre para producir hierros fundidos aleados.

- **Velocidad de enfriamiento**

La cantidad de carbono en forma de grafito o de cementita depende de la velocidad de enfriamiento, de manera tal que con velocidades lentas se obtiene el carbono en forma libre y si se enfría rápidamente el carbono sigue combinado y se obtiene la cementita. En el primer caso se obtiene el hierro gris y en el segundo el blanco.

La velocidad de enfriamiento está relacionada con el espesor de la pieza en cuestión, de manera que mientras mayor sea el espesor de la pieza, menor será la velocidad de enfriamiento. Ya que da la estructura de los hierros fundidos no sólo en función del contenido de carbono y silicio, sino también del espesor de la pieza, o sea, de la velocidad de enfriamiento.

En el caso de la soldadura en frío, las características mecánicas van a estar influenciadas por el espesor de la pieza, la masa calentada, la zona de influencia térmica y la cantidad de calor que aporta el electrodo.

1.2.2- Relación entre el contenido de carbono, silicio, espesor de la pieza y estructura de los hierros fundidos.

- Propiedades de los hierros fundidos.

Los hierros fundidos están compuestos por la base metálica y el grafito, los valores de las propiedades mecánicas de los hierros fundidos están dados fundamentalmente por la base metálica aunque la forma, tamaño, cantidad y distribución del grafito tienen influencia en los valores de tales propiedades.

La base metálica de los hierros fundidos puede ser: ledeburíticos, atruchados (intermedios), perlíticos, perlítico-ferríticos y ferríticos. Estas bases metálicas en los hierros fundidos dan valores diferentes en las propiedades mecánicas de los mismos.

- Propiedades mecánicas de los hierros fundidos.

El grafito se puede presentar bajo tres formas diferentes que son: laminar, cuando se presenta en forma de láminas dispersas por la base metálica; esferoidal, que se obtiene con la adición de magnesio o cerio al hierro fundido, con lo cual se mejoran las propiedades mecánicas grandemente y de roseta, que se obtiene mediante el recocido del hierro fundido blanco y que es típico de los hierros fundidos maleables.

El grafito disminuye las propiedades mecánicas de los hierros fundidos debido a que reduce la sección de la pieza, pues se considera como una cavidad dentro del mismo, ya que éste no tiene ninguna resistencia y además porque constituye un centro de concentración de tensiones. Sin embargo el grafito da algunas ventajas al hierro fundido en comparación con el acero, como por ejemplo; facilita la elaboración al corte, imprime acción lubricante y aumenta la resistencia a la vibración.

A continuación se estudian las características de los diferentes tipos de hierros fundidos existentes.

- Hierros fundidos grises

Los elementos esenciales del hierro fundido gris son: carbono, silicio, fósforo, manganeso y azufre; la base metálica de los mismos puede ser: ferríticos, ferríticos-perlíticos, perlíticos, atruchados y ledeburíticos. El grafito puede encontrarse en forma de láminas gruesas o de pequeñas escamas. El nombre de hierro fundido gris se debe a que su fractura es de color grisáceo y al ser frotado ocasiona tizne en los dedos, debido al grafito

en su estructura. Es el más empleado y aproximadamente el 70 % de los hierros fundidos son grises.

Mientras más uniforme se encuentre el grafito en la estructura, mejores propiedades tendrá.

En los hierros fundidos grises los límites de tracción y fluencia manifiestan valores cercanos; es decir, en ellos la deformación plástica es muy pequeña, por lo tanto el material de aporte se encarga de absorber las tensiones originadas.

Los hierros fundidos grises de acuerdo con sus propiedades mecánicas, la forma de obtención de los mismos y la forma en que aparece el grafito se clasifican en dos grandes grupos.

- Hierros fundidos de alta resistencia (nodulares)

El hierro fundido de alta resistencia se obtiene añadiendo magnesio en una cantidad de 0,3 a 1,2 % del peso de la carga del hierro, cuando la temperatura de éste se encuentre entre 1 400 - 1 450°C, de esta manera se obtiene un grafito en forma de nódulos o esferoidal, lo que conlleva un aumento en las propiedades mecánicas. La base metálica de estos hierros puede ser: ferrítica, ferrítica-perlítica o perlítica.

Los hierros fundidos de alta resistencia se pueden obtener también por adición de cerio en la colada.

- Problemas en la soldabilidad de los hierros fundidos.

La aplicación del proceso de soldadura a los hierros fundidos es un caso especial, debido a que en la generalidad de los casos es un método de reparación de piezas y en muy pocos de fabricación de las mismas, por esta razón no solamente será necesario analizar los problemas en la soldabilidad de los hierros fundidos como material en sí, sino también las condiciones de trabajo previas a la reparación de la pieza, las cuales dificultan su recuperación mediante los procesos de soldadura. Exceptuando los hierros fundidos blancos que prácticamente no son soldables, se presentan problemas fundamentales y secundarios en la soldabilidad de los hierros fundidos.

- Relación entre el calentamiento y el enfriamiento y las propiedades mecánicas en los hierros fundidos

Los hierros fundidos tienen baja resistencia a la flexión, la deformación unitaria es nula con excepción de los hierros fundidos maleables, la forjabilidad sólo es posible a elevadas temperaturas y la gran fragilidad, especialmente del hierro fundido laminar perlítico, constituyen dificultades en la soldadura de los hierros fundidos, pero por ser la plasticidad la propiedad que más problemas presenta en la soldadura de los hierros fundidos, especialmente en los grises, es que se analiza con mayor detenimiento.

La plasticidad es tan baja que en algunas ocasiones es casi nula a temperatura ambiente y la misma provoca el desarrollo de tensiones internas en el material y, por lo tanto, el agrietamiento durante el proceso de soldadura.

Con el calentamiento local en una pequeña masa de material tal y como ocurre en los procesos de soldadura con calor (fusión) (Figura 8.3), se producen dilataciones en todas las direcciones y las fibras del material adyacente a esa masa calentada o fundida se encuentran sometidas a tensiones de compresión. Durante el enfriamiento se producen contracciones y entonces las tensiones a que está sometida dicha masa son de tracción.

- Proceso de calentamiento y enfriamiento del material base.

En la soldadura sin precalentamiento, el material tiende a aumentar de volumen uniformemente en el punto caliente, la masa del material alrededor de este punto caliente evita este aumento de volumen debido a su resistencia y se crean de esta forma tensiones de compresión (σ_c), que actúan en todas las direcciones. Durante todo este proceso aún no existe problema, porque los hierros fundidos tienen una cierta resistencia a la compresión y además con el aumento de la temperatura, aumenta la plasticidad de los mismos, pero durante el enfriamiento el material que se calentó, ahora se enfría y las fibras que anteriormente se encontraban a compresión, ahora se encuentran a tracción (σ_t), conjugándose entonces dos cuestiones críticas de los hierros fundidos, una que el hierro fundido tiene una baja resistencia a la tracción y otra que con la disminución de la temperatura disminuye la plasticidad de estos materiales, ocasionando esto el surgimiento de grietas, tanto en la zona fundida como en la zona de influencia térmica, lo cual constituye la problemática fundamental en la soldadura de los hierros fundidos.

Si se efectúa un determinado precalentamiento total a toda la zona adyacente de la masa calentada, las magnitudes de las tensiones disminuyen debido a que entonces la misma y su zona adyacente aumentan y disminuyen de dimensiones de una manera más uniforme. Este es el principio en el cual se fundamentan los métodos de "soldadura en caliente" de los hierros fundidos.

- Problemas secundarios en la soldabilidad de los hierros fundidos.

- a) La formación de poros en la zona fundida, debido a que por el alto contenido de carbono en estos materiales, se forman óxidos de carbono (CO , CO_2), que no tienen tiempo de escapar del baño fundido por su rápido enfriamiento.
- b) La formación de una película refractaria de óxidos de silicio y manganeso durante el proceso de soldadura, la cual tiene un alto punto de fusión con respecto al metal base.
- c) La alta fluidez de los hierros fundidos que es necesaria desde el punto de vista de fabricación de los mismos, provoca la dificultad de soldar estos materiales en posiciones inclinadas, verticales y sobre cabeza.

- Condiciones previas a la reparación por soldadura en piezas de hierros fundidos.

En algunas ocasiones las condiciones de trabajo de la pieza, previas al proceso de recuperación mediante soldadura ocasionan problemas que dificultan la reparación de éstas, las cuales se estudian a continuación.

- Crecimiento del hierro fundido.

El fenómeno del crecimiento de estos materiales se presenta cuando la pieza trabaja durante largos períodos de tiempo por encima de los 400°C o sufre calentamientos reiterados por encima de esta temperatura y muy especialmente por sobre 800°C , lo cual provoca un aumento del volumen y un gran desarrollo de tensiones internas en la pieza, como por ejemplo sucede en las puertas de hornos, turbinas de vapor, motores de combustión interna, etc.

La causa del crecimiento de estos materiales es la descomposición de la cementita (Fe_3C) en hierro (Fe) y carbono (C), lo cual provoca el aumento de volumen en el material. Este aumento de volumen y el subsiguiente desarrollo de tensiones internas provocan la insoldabilidad de estas piezas, ya que las mismas se agrietan durante el proceso de soldadura.

- Infundibilidad.

Este fenómeno se presenta en piezas que han estado en contacto con aceites, grasas y agua de mar durante largo tiempo, debido a que las mismas se embeben o empapan con estas sustancias y luego con el calor localizado del proceso de soldadura, ellas salen a la superficie para evitar fundir el metal y ocasionar la infundibilidad del mismo. De esta

forma no se logra un baño de soldadura correcto y las gotas del metal de aporte se disgregan o resbalan por la superficie de la pieza o bordes de soldadura.

La soldadura de estas piezas se realiza precalentando con llama oxiacetilénica el lugar donde se va a soldar durante determinado período, para facilitar la salida de estas sustancias de los bordes de soldadura, luego se suelda sin que se presente el fenómeno de infundibilidad, mas adelante se brindan otras formas de solucionar este problema.

- Quemado.

El quemado de las piezas de hierro fundido consiste en la oxidación tanto superficial como interna en el material y ocurre cuando éstas trabajan a altas temperaturas (400°C).

Los hierros fundidos quemados se caracterizan por una superficie con óxidos visibles (Fe_2O_3 , Fe_3O_4 y FeO) y una oxidación interna. El óxido de hierro tiene mayor volumen que el hierro puro y entonces se aumenta la dureza del material. Todo lo anteriormente expuesto sumado a la suciedad y rugosidad superficial traen como consecuencia que la soldadura de estas piezas sea difícil.

1.2.3 Principios del precalentamiento en la soldadura de los hierros fundidos.

En el dominio de la tecnología de soldadura de los hierros fundidos no es necesario sólo conocer el proceso de fusión del metal base y metal de aporte, la forma correcta del cordón, etc. sino también determinar el proceso tecnológico más adecuado para obtener una unión soldada de calidad, donde el precalentamiento juega un papel fundamental. Por esta razón se estudian a continuación los principios del precalentamiento, sus formas y la selección de la temperatura de precalentamiento.

- Principios del precalentamiento.

El precalentamiento de los hierros fundidos se define por los siguientes principios:

- a) Se soldará con o sin precalentamiento?
- b) Si se precalienta, de qué forma, local o total?
- c) El precalentamiento se utiliza sólo cuando es indispensable y hasta la temperatura a que es necesario.

En la selección del precalentamiento de una forma local o total será necesario analizar si durante el calentamiento existe la libre dilatación, es decir, la no aparición de las tensiones de compresión (σ_c) y de tracción (σ_t).

- Libre dilatación.

Desde el punto de vista de las propiedades mecánicas de los hierros fundidos no será necesario el precalentamiento de las piezas cuando existe la libre dilatación, pero sin embargo, para evitar la formación de la cementita se le aplica un ligero precalentamiento local. En piezas de hierros fundidos rígidas, es decir, cuerpos huecos reforzados, con nervios, etc. el calentamiento local es inútil y entonces es indispensable el calentamiento total, el cual debe ser uniforme en todas las dimensiones y secciones.

En la soldadura de piezas grandes se aplica un precalentamiento local, mantenido durante el proceso de soldadura para lograr la libre dilatación de la pieza, sin embargo, este precalentamiento debe darse de acuerdo con la forma de la pieza y el lugar de la rotura para poder obtener la libre dilatación.

- Precalentamiento en puntos necesarios.

Es necesario que el precalentamiento se aplique sólo cuando hace falta, ya que esto ocasiona ciertas desventajas, tales como:

- a) Manipulación difícil de la pieza a reparar y mayor riesgo de accidentes.
- b) Dificultad de operación por el calor de radiación.
- c) Costos en el calentamiento.

- Formas de precalentamiento.

Entre las diferentes formas para efectuar el precalentamiento de los hierros fundidos se tienen:

a) Precalentamiento local

- Llama oxiacetilénica.
- Hornos de llama.
- Calentamiento por inducción.

b) Precalentamiento total

- Hornos de resistencia eléctrica.
- Hornos de fragua o forja.
- Pozos de calentamiento.

- Selección de la temperatura de precalentamiento.

La temperatura de precalentamiento debe ser la mínima posible, para evitar gastos innecesarios y malas condiciones de operación, no obstante el establecimiento de esta temperatura se rige aún por recomendaciones prácticas. A continuación se recomiendan algunas de estas temperaturas para el calentamiento local o total.

a) Precalentamiento local.

La temperatura de precalentamiento necesaria se da en función de la deformación localizada requerida, para una separación tal que libere el empotramiento. Esto puede calcularse en algunos casos por las ecuaciones de dilatación lineal correspondientes, generalmente no sobrepasa los 300°C.

b) Precalentamiento total.

La temperatura de precalentamiento depende de la rigidez de la pieza, del método de reparación y de la posición y dimensiones del defecto. Sin embargo, en algunos casos se procede al contrario, es decir, que se selecciona el método de reparación de acuerdo con la posibilidad de calentamiento, tal como sucede en el caso de piezas de grandes dimensiones.

En piezas de menor rigidez, es decir, cuando se trata de piezas que no están completamente cerradas, con paredes que no estén reforzadas o donde admita cierta deformación en flexión, se recomienda una temperatura de precalentamiento entre 300 y 400°C, como por ejemplo en cajas de reductores de velocidad, cárter de motores, etc.

En piezas de mayor rigidez, como en el caso de los block de motores, cuerpos de bomba, etc., la temperatura de precalentamiento que se recomienda está entre 600 y 800°C.

- Procesos de soldadura

Para efectuar uniones soldadas se deben de realizar diferentes procesos los cuales señalaremos a continuación:

1. Se debe aplicar un pequeño precalentamiento para lograr una temperatura en la pieza aproximadamente de 60°C. Esta debe mantenerse tibia durante el desarrollo del proceso de manera tal que se pueda tocar por la mano del operario.
2. Se debe soldar en posición plana aunque en los casos que esto no sea posible, la soldadura en frío permite otras posiciones.
3. Se debe soldar con electrodos de pequeño diámetro y con las menores intensidades de corriente eléctrica posibles.

4. Se debe emplear la corriente directa con polaridad invertida (CDPI).
5. Los cordones se depositan con una longitud máxima de 10 veces el diámetro y un ancho de 2 veces y depositar de forma alterna (salteada).
6. Los cordones se deben martillar en caliente.
7. Se deben seleccionar electrodos a base de níquel, níquel-hierro, níquel-cobre y acero inoxidable.
8. La combinación de electrodos basándose en níquel puro y níquel-hierro, aumenta las propiedades mecánicas.
9. La soldadura en frío se puede realizar en posiciones en los casos en que no sea posible colocar la pieza horizontalmente.

1.2.4 Electrodo para la soldadura, recuperación y corte de los hierros fundidos.

Los electrodos utilizados en la soldadura manual por arco eléctrico de los hierros fundidos se pueden clasificar en varios grupos de acuerdo a la composición química de los mismos: electrodos a base de hierro, níquel y cobre. Se brindan la clasificación, propiedades mecánicas, equivalencias, forma de empleo y campo de aplicación de diferentes normas y fabricantes de las más prestigiosas firmas en el mundo.

En piezas de pequeños espesores se deben soldar con electrodos de níquel-hierro que depositan el material con grafito esferoidal; las mejores propiedades y la mejor distribución de inclusiones de grafito se obtienen con contenidos de níquel de (35-65) % y de (25-55) % de hierro.

Electrodo Hierro fundido

- Descripción:

Este es un electrodo para soldadura manual al arco metálico revestido de fundente, que ha sido diseñado para unir toda clase de hierro fundido soldable y para producir juntas soldadas entre estos productos y el acero suave.

Tiene la característica especial de poseer un núcleo aglomerado que le hace excepcionalmente interesante para el operador.

- Características

Electrodo único de núcleo aglomerado, lo que significa:

- a) Asombrosa capacidad funcional, es decir, un electrodo para hierro fundido que actúa más como un producto de acero suave revestido de rutilo.
- b) No se sobrecalienta.

Puede usarse en todas las posiciones. Reduce la necesidad de manipular componentes grandes en piezas fundidas. Ideal para el departamento de mantenimiento.

Tiene una resistencia a la tracción más alta que los electrodos normales para este mismo fin, ideal para unir hierro fundido de mayor resistencia, por ejemplo, grafito esferoidal.

Puede utilizarse para hacer depósitos maquinales (véase la nota que sigue).

- Aplicaciones (Típicas)

Carcasas de motor. Dientes de engranajes. Camisas de agua. Bastidores de máquinas.

* Ideal para hacer uniones en hierros fundidos de alta resistencia a la tracción, por ejemplo, grafito esferoidal, etc., de análogas propiedades.

- Procedimiento

Recomendaríamos llevar a cabo el siguiente procedimiento en todos los casos posibles:

Quite la contaminación de las superficies a unir. En las piezas de más de 3,2 mm de espesor, bisele la unión para producir una "V" de 75-90°.

Utilice siempre el menor amperaje posible. (Pruebe el valor del amperaje en una pieza inútil antes de seguir.)

Emplee un arco próximo y utilice un cordón de refuerzo corto, o una técnica de pasadas pendulares estrechas. Se recomienda eliminar los esfuerzos residuales por martillado.

Cuando intente hacer juntas mecanizables, precaliente a un valor entre 200 y 250°C según el tamaño del componente. Terminada la soldadura, deje que se enfríe la junta lentamente.

Se recomienda usar mantas térmicas o arena caliente para retardar la velocidad de enfriamiento.

Nota:

Cuando intente hacer juntas mecanizables, es muy importante adherirse estrictamente a la información que se acaba de indicar. Recomendaríamos el uso de 331 CL cuando sea de importancia fundamental la capacidad de mecanizado.

- **Sugerencias cuando se reparen grietas**

Además de las recomendaciones dadas antes, cuando se reparen grietas es aconsejable practicar un orificio de aproximadamente 6 mm en el extremo de la grieta para evitar que ésta emigre al realizar la operación de soldadura.

- **Características operacionales**

El 331 CL se puede usar con CA y CC+. Sin embargo, se consiguen unos resultados extraordinarios cuando se utiliza con corriente alterna, pinza al polo negativo.

Corrientes recomendadas

Diámetro	2,5	3,2	4,0
Amperios mínimos	50	80	110
Amperios máximos	100	130	190

- Transformaciones de fase en los hierros fundidos

Las fundiciones o hierros fundidos son aleaciones hierro-carbono-silicio que típicamente contiene de 2% a 4% de C y de 0.5% a 3% de Si y que durante su solidificación experimentan la reacción eutéctica.

Existen 5 tipos de fundiciones:

Fundición gris

Fundición blanca

Fundición maleable

Fundición dúctil o esferoidal

Fundición de grafito compacto

La reacción eutéctica en los hierros fundidos Fe-C A 1140°C es:

L y + Fe₃C

Si se produce un hierro fundido utilizando solo aleaciones H-C esta reacción produce hierro fundido blanco.

Cuando ocurre la reacción eutéctica estable L y + Grafito A 1146°C se forma la fundición gris, la dúctil o de grafito.

En las aleaciones Fe-C el líquido se sobreenfría fácilmente 6°C formándose hierro blanco. Al agregar aproximadamente 2% de silicio, el grafito eutéctico se núcleo y crece. Elementos como el cromo y el bismuto tienen un efecto opuesto y promueven la fundición blanca.

El silicio también reduce la cantidad de carbono contenido en el eutéctico.

La reacción eutectoide en los hierros fundidos.

Durante la reacción la austenita se transforma, esto determina la estructura de la matriz y las propiedades de cada tipo de hierro fundido, la austenita se transforma en ferrita y cementita, con frecuencia se forma en modo de perlita.

El silicio promueve la reacción eutectoide estable.

Características y producción de las fundiciones.

Fundición gris: Tiene celdas eutécticas de grafito en hojuelas interconectadas. La inoculación coopera a crear celdas eutécticas más chicas, para mejorar la resistencia.

Se produce resistencia a la tensión baja, esto es por las grandes hojuelas de grafito. Se pueden conseguir la resistencia mayor reduciendo el equivalente de carbono por medio de la aleación o tratamiento térmico.

Sus propiedades son: alta resistencia a la compresión, resistencia a la fatiga térmica y amortiguamiento contra la vibración.

Fundición blanca: Se utilizan hierros fundidos blancos por su dureza y resistencia al desgaste por abrasión. Se puede producir martensita durante el tratamiento térmico.

Fundición maleable: Se crea al intentar térmicamente la fundición blanca no aleada, a partir de la fundición blanca se producen dos tipos de fundición maleable: Fundición maleable férrica se consigue enfriando la pieza fundida y así se llega a la segunda etapa de grafitización, esta fundición tiene buena tenacidad, la fundición maleable perlita se crea al enfriar la austenita al aire o en aceite para así formar perlita o martensita.

Fundición dúctil o nodular: Para esta fundición se requiere grafito esferoidal, para crear este metal se siguen los siguientes pasos:

Desulfurización: El azufre provoca que el grafito crezca en forma de hojuelas, al fundir en hornos que en la fusión eliminen el azufre del hierro.

Nodulación: Se aplica magnesio, este elimina cualquier azufre y oxígeno que haya quedado en el metal. De no ser vaciado el hierro después de la nodulación, el hierro se convierte en fundición gris.

Inoculación: Un estabilizador eficaz de carburos es el magnesio y hace que en la solidificación se forme la fundición blanca. Después de la nodulación se debe inocular el hierro.

Hierro de grafito compacto. La forma de grafito es intermedia entre hojuelas y esferoidal. El grafito compacto da resistencia mecánica y ductilidad y el metal conserva una buena conductividad térmica y propiedades de absorción de la vibración.

1.3 Generalidades del mantenimiento.

El mantenimiento se realiza a todo aquellos que posea objetos o cosas sujeta a desgaste o rotura o vida útil limitada y que sea factible, ver, medir, observar, inspeccionar, predecir, el deterioro, averías con el único fin de su desarrollo para que pueda seguir cumpliendo satisfactoriamente a lo largo de su vida útil.

El mantenimiento es: Asegurar que todo activo continúe desempeñando las funciones deseadas. Asimismo es necesario precisar cual es el objetivo del mantenimiento. El mantenimiento tiene como función:

- Asegurar la disponibilidad y confiabilidad planeadas.
- Cumpliendo con todos los parámetros de seguridad y medio ambiente.
- Cumpliendo con las normas y requerimiento del sistema de calidad.

Aquellos que por su mal uso y una explotación el equipo no puede seguir su funcionamiento se debe tomarse a la tarea de su reparación, con esto debemos detener este círculo de rotura y reparaciones y aplicar la inversión necesaria para restablecer las condiciones lo mas cercana a la prestación que esté se requiere.

Es necesario contar con algunos elementos muy importantes como son:

1. Datos del fabricante del objeto y si hubo mejoras en series.

2. Manual.
3. Estándares de tasa del fabricante.
4. Planos
5. Experiencia acumulada sea escrita o bien transmitida por el personal calificado.
6. Sugerencias aportadas por los mismos especialistas.

Lo importante es evaluar el gasto que esta restauración significa para luego contar con el capital a invertir.

Finalmente esta por convencer el encargado de poner el capital del beneficio técnico económico que esta inversión producirá.

- Beneficio técnico, dado que el objeto restablecido brindará los beneficios que inicialmente contaba cuando era nuevo, ya sea en calidad por estar dentro de las tolerancias de calidad, estándares de producción, o por las presentaciones establecidas y que había perdido la causa de su deterioro.
- Beneficios económicos ya que al mantener el equipo restaurado será de menor costo que el correspondiente a su reparaciones continuas más el lucro cesante por su falta de servicio cuando se detiene este arbitrariamente, sin previo aviso y lo más probable en el momento menos oportuno.

1.3.1 Evaluación

Cuando hablamos de este concepto, evaluación el mismo se refiere a que maquina, objeto, o equipamiento es al que le vamos aplicar algún tipo específico de mantenimiento. O sea debemos contar con algún método que nos permita determinar si le aplicaremos:

1. Mantenimiento preventivo.
2. Mantenimiento predictivo.
3. Mantenimiento correctivo.

1.3.2 Mantenimiento Preventivo.

La programación de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza , lubricación, calibración, que deben llevarse

a cabo en forma periódica en base a un plan establecido y no a una demanda del operario o usuario; también es conocido como **Mantenimiento Preventivo Planificado – MPP**. Su propósito es prever las fallas de mantenimiento de los niveles y eficiencia óptimos.

La característica principal de este tipo de mantenimiento es la de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno. Con un buen mantenimiento preventivo, se obtiene experiencias en la determinación de causas de las fallas repetitivas o del tiempo de operación seguro de un equipo, así como a definir puntos débiles de instalaciones, máquinas, etc.

1.3.3 Ventajas del Mantenimiento Preventivo:

- Confiabilidad, los equipo operan en mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado, y sus condiciones de funcionamiento.
- Disminución del tiempo murto, tiempo de para equipo/máquinas.
- Mayor duración de los equipos e instalaciones.
- Disminución de existencias en Almacén y por lo tanto sus costo sus, puesto que se ajustan los reexpuesto de mayor y menor consumo.
- Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de mantenimiento debido a una programación de actividades.
- Menor costo de las reparaciones.

a) Fases del Mantenimiento preventivo:

- Inventario técnico, con manuales, planos, características de cada equipo.
- Procedimientos Técnicos, Listados a efectuar periódicamente.
- Control de frecuencias, indicación exacta de la fecha a efectuar el trabajo.
- Registro de reparación.

1.3.4 Mantenimiento Predictivo:

Se trata de un mantenimiento profiláctico, pero no a través de una programación rígida de acciones como en el mantenimiento preventivo. Aquí lo que se programa y cumple con obligación son “Las inspecciones” cuyo objeto es la detección del estado técnico del sistema y la indicación sobre la conveniencia o no de realización

de alguna acción correcta. También nos puede indicar el recurso remanente que le queda al sistema para llegar a su estado límite.

a) Las inspecciones pueden ser de dos tipos:

1. Monitoreo discreto, en el cual las inspecciones se realizan con cierta periodicidad, en forma programada.
2. Monitoreo continuo, se ejerce en forma constante, con aparatos montados sobre las máquinas Este tiene la ventaja de indicar la ejecución de la acción correctora, lo más cerca posible al fin de su vida útil.

Este sistema es el que mejor garantiza el mejor cumplimiento de las exigencias de mantenimiento de los últimos años dados que se logra:

1. Menores paradas de máquinas, ya sea por programa de paradas preventivas o por roturas aleatorias.
2. Mayor calidad y eficiencia de las máquinas instalaciones.
3. Garantiza la seguridad y la protección del medio ambiente.
4. Reduce el tiempo de las acciones de mantenimiento.

b) Como aspectos negativos se señalan:

- La necesidad de un personal más calificado para las revisiones e investigaciones.
- Elevado costo de los equipo de monitoreo continuo.

c) Sistema alterno o combinado:

No se trata de un sistema nuevo sino de la combinación de cada uno de los anteriores, en la industria, en las instalaciones y hasta en la máquina en la dosificación que resulte más conveniente desde el punto de vista técnico-económico y de seguridad hacia las personas y el ambiente. En este caso se requiere de personal mas para las inspecciones.

1.3.5 Prevención para el mantenimiento:

En ocasiones, cada área de producción requiere su propio programa preventivo, por ejemplo: de lubricación de pieza, limpieza de maquinaria, comprobación de desgastes, etc., que depende del diseño correcto de las actividades y del tipo de trabajo.

Por otra parte, algunos tipos de piezas de maquinarias requieren programar especiales de mantenimiento, por ejemplo: provisión de defensa, funcionamiento del enclavamiento, vibraciones, velocidad de giro de ciertas maquinarias, revisión de muelas usadas en el rectificado y pulido, etc.

Es muy importante la organización y planificación de las actividades y funciones del personal, y la información a los trabajadores: mediante procedimientos escritos en un panel, o tipo de tarjeta, u otros medios.

- Deben suministrarse herramientas y maquinarias en correcto estado.
- Las condiciones de los accesos y los equipos para los mismos también requieren su propio mantenimiento.
- En ocasiones es necesario el uso de sistema de “autorización para trabajar” de forma que el jefe/a o persona responsable se asegure de que la máquina no arrancará durante las actividades de mantenimiento, o bien mediante otros medios como por ejemplo: el propio trabajador/a aplica un sistema de cierre o candados al interruptor, etc.

Nota: El objetivo del trabajo consiste en realizar un completo estudio de la maquina fresadora con el fin de detectar fallas o inconvenientes que están presente, para poder así ponerlas en condiciones optimas y emplearle un plan específico de mantenimiento.

Esto nos permitirá, no solo prevenir futuras fallas, sino también, evitar detener la producción en caso de que la maquina no funcione adecuadamente.

1.3.6 Definición de Mantenimiento Correctivo:

Corrección de las avería o fallas, cuando estas se presentan y no planificadamente, al contrario del caso de **Mantenimiento Preventivo**.

Esta forma de Mantenimiento impide el diagnostico fiable de las causas que provocan la fallas, pues se ignora si falló por mal trato, por abandono, por desconocimiento del manejo, por desgaste natural, etc.

El ejemplo de este tipo de Mantenimiento Correctivo. No planificado es la habitual reparación urgente tras una avería que obligo a detener el equipo o máquina dañada.

a) El Mantenimiento Correctivo:

consiste en la reparación de un equipo o máquina cuando se dispone del personal, repuesto, y documentos técnicos necesario para efectuarlo y costos que ayuden a planificar.

CAPÍTULO II. RECUPERACIÓN, REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA FRESADORA UNIVERSAL 6P82

Este capítulo se abordará todos los procesos tecnológicos de las recuperaciones que se realizaron en las piezas fundamentales, para el funcionamiento y la puesta en marcha de la fresadora 6P82, la misma se encuentra paralizada hace 5 años por las piezas antes mencionadas, en este capítulo se relaciona con varias asignaturas aplicadas en la carrera de Ingeniería Mecánica como son: Metodología De La Investigación, Resistencias De Los Materiales y la asignatura de Soldadura.

2.1 Recuperación, Reparación y Fabricación por el Método de Soldadura.

El electrodo seleccionado para soldar Hierro Fundido Gris es el UTP8.

-Campo de Aplicación.

Este es un excelente electrodo con revestimiento básico para la soldadura en frío y caliente el hierro fundido gris, maleable y acero fundido, así como para unir estos materiales con acero, cobre y aleaciones de cobre, indicando especialmente para reparaciones y mantenimientos.

- Característica de la soldadura.

El electrodo UTP8 se destaca por sus extraordinarias características de soldabilidad. El arco, preferentemente estable, permite depósitos sin porosidad, salpicadura ni socavaciones. Se utiliza con un mínimo de corriente. Suelda en todas las posiciones. Tanto el metal depositado como la zona de transición se encuentra limable, la escoria se queda fácilmente muy adecuada para la soldadura de combinación con los tipos de hierro – níquel UTP84FN y 8FN.

Propiedades Mecánicas del depósito

Limite de elasticidad MPa	Dureza Brinell
~220	~180

Tipos de corriente: Alterna y continúa (~ y -).

Electrodo	Ø x L (mm)	3.2 x 300	4.0 x 400
Amperaje	A	80 -100	110 - 140

2.2 Cálculos de parámetros tecnológicos para los procesos de maquinado de las piezas de los “Soportes del movimiento vertical, transversal y longitudinal”

Proceso Tecnológico de Maquinado.

De Soporte Vertical.

C U C H I L L A

Material de la Cuchilla : Aleación dura.

Marcado : T15K6

Sección : 8x8

Tiempo de Vida Útil (min) : 60,0

T O R N O

Nombre de la Máquina : Torno de Cilindrar y Roscar 16K20

Potencia (Kw.) : 10,0

D A T O S

Paso tecnológico : Cilindrado Exterior

Profundidad de Corte (mm) : 02,5

Longitud de Trabajo (mm) : 40,0

Diámetro de la pieza en bruto : 110,0

Rugosidad superficial (Ra) : 25

REGIMENES DE CORTE.

Avance (mm/rev)	: 0,8
Frec. De Rotac. Del Husillo (r.p.m)	: 400,0
Velocidad de Corte (m/min)	: 138,2
Fuerza de Corte (N)	: 2831,7
Momento de corte (Nm)	: 155,7
Momento del husillo (Nm)	: 155,7
Potencia de Corte (Kw.)	: 6,4
Potencia del motor (Kw.)	: 7,5
Tiempo Principal (min)	: 0,1

MATERIAL A ELABORAR

Material	: Aceros al Carbono.
Marcado	: Acero 35
Tensión de Rotura (Kgf/mm ²)	: 54,0
Dureza	: 182,0

PROCESO DE TECNOLÓGICO DE FRESADO DEL SOPORTE TRANSVERSAL LONGITUDINAL.

FRESA

Material de la Fresa	: Aleaciones Duras
Tipo de Fresa	: Frontal
Diámetro (mm)	: 63
Número de Dientes	: 8
Tiempo de Vida Útil (hrs.)	: 60

FRESADORA

Nombre de la Máquina : **Fresadora Universal**
Modelo : **6p82**
Potencia (Kw.) : **7,0**

SUPERFICIE A ELABORAR

Ancho del Fresado (mm) : **5**
Profundidad de Corte (mm) : **3**
Longitud de Trabajo (mm) : **120**
Número de Pasadas : **1**
Tipo de Operación : **Desbaste**
Fuerza de Corte (N) : **503,67**
Potencia de Corte (Kw.) : **0,01**
Tiempo Principal (min.) : **0,11**

CARACTERISTICAS TECNICAS

Avance por Minuto (mm/min.) : **1250**
FREC. De Rotac. Del Husillo (r.p.m) : **1600**
Avance por Diente (mm/dte) : **0,1**
Tipo de Avance : **Longitudinal**
Velocidad de Corte (m/min.) : **317**

MATERIAL A ELABORAR

Material	: Fundiciones Grises
Marcado	: CY12-28
Tensión de Rotura	: 12
Dureza	: 229

PROCESO TECNOLÓGICO DEL FUSIBLE.

C U C H I L L A

Material de la Cuchilla	: Aleación dura.
Marcado	: T15K6
Sección	: 8x8
Tiempo de Vida Útil (min)	: 60,0

T O R N O

Nombre de la Máquina	: Torno de Cilindrar y Roscar 16K20
Potencia (Kw.)	: 10,0

D A T O S

Paso tecnológico	: Cilindrado Exterior
Profundidad de Corte (mm)	: 03,0
Longitud de Trabajo (mm)	: 40,0
Diámetro de la pieza en bruto	: 70,0
Rugosidad superficial (Ra)	: 25

R E G I M E N E S D E C O R T E.

Avance (mm/rev)	: 0,8
Frec. De Rotac. Del Husillo (r.p.m)	: 500,0
Velocidad de Corte (m/min)	: 110,0
Fuerza de Corte (N)	: 3516,8

Momento de corte (Nm)	: 123,0
Momento del husillo (Nm)	: 123,1
Potencia de Corte (Kw.)	: 6,3
Potencia del motor (Kw.)	: 7,5
Tiempo Principal (min)	: 0,1

MATERIAL A ELABORAR

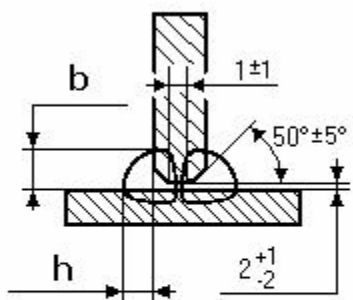
Material	: Aceros al Carbono.
Marcado	: Acero 35
Tensión de Rotura (Kgf/mm ²)	: 54,0
Dureza	: 182,0

2.3 Cálculo de los parámetros tecnológicos de soldadura.

Preparación de bordes para el diseño de uniones soldadas de acuerdo a la NC: 08 – 06: 82

Teniendo en cuenta el espesor de la pieza a soldar se selecciona una unión en T con bisel en K simétrica apropiada para espesores desde 12mm hasta 60mm.

Tabla 2.1 Preparación de bordes para junta en T con bisel en K simétrico



s	h	b (no mayor que)
12...14	3	16
16...18		18
20...22	5	20
24...26		24
28...30	6	26
32...34		30
36...38	9	32
40...42		36
44...46		38
48...50	11	42
52...54		44
56...58	13	46
60		48

Electrodo utilizado: UTP 8, UTP 8FN

Características del electrodo:

Diámetro del electrodo: $d = 3.2 \text{ mm}$

Intensidad de Corriente: Seleccionada por tabla.

Tensión eléctrica en el arco. (U)

$$V = K + \frac{ld}{10}i$$

$K = 12$ para aceros al carbono

l : longitud del arco

d : diámetro del electrodo

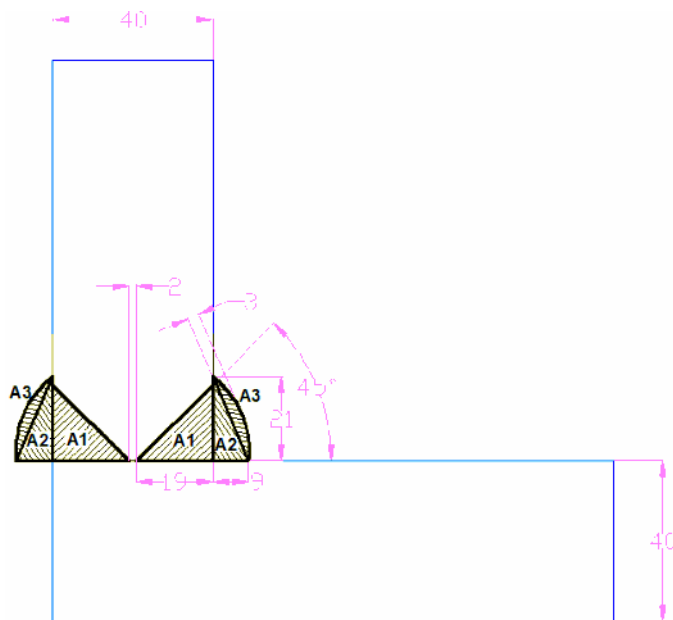
$$V = 12 + \frac{3 \cdot 3,2}{10} 13$$

i : densidad de corriente, para $d = 3$ $i = (12-15) \frac{A}{\text{mm}^2}$

$$V = 24,48 \text{ volts.}$$

Calculo del área de deposito (A_d)

División de áreas conocidas para el cálculo del área de depósito



El cálculo de las tres áreas fueron realizadas con el software Autocad

$$A_1 = \frac{19 \cdot 19}{2}$$

$$A_1 = 180,5 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = \frac{21 \cdot 9}{2}$$

$$A_2 = 94.5 \text{ mm}^2$$

$$A_3 = 45.7 \text{ mm}^2$$

$$A_d = A_1 + A_2 + A_3$$

$$A_d = 320.7 \text{ mm}^2$$

Número de cordones (N)

$$N = \frac{A_d - A_1}{A_n} + 1$$

$$A_1 = 7 \cdot d$$

$$A_1 = 7 \cdot 3,2$$

$$A_1 = 22,4 \text{ mm}^2$$

$$A_n = 10 \cdot 3,2$$

$$A_n = 32 \text{ mm}^2$$

$$N = \frac{320,7 - 22,4}{32} + 1$$

$$N = \frac{320.7 - 22,4}{32} + 1$$

$$N = 10,32 \approx 11 \text{ Cordones}$$

Donde:

A_d : Área de deposito (mm^2)

A_1 : Área del cordón de la raíz (mm^2)

A_n : Área de un cordón de relleno (mm^2)

Velocidad de la soldadura

$$V_{s \text{ raíz}} = \frac{\alpha_d \cdot I}{\delta \cdot A_1}$$

$$V_{s \text{ raíz}} = \frac{9 \cdot 90}{7,8 \cdot 22,4}$$

$$V_{s \text{ raíz}} = \frac{9 \cdot 90}{7,8 \cdot 22,4}$$

$$V_{s \text{ raíz}} = 4.63 \text{ m/h}$$

$$V_{s\text{relleno}} = \frac{\alpha_d * I}{\delta * A_n}$$

$$V_{s\text{relleno}} = \frac{9 * 90}{7,8 * 32}$$

$$V_{s\text{relleno}} = 2,23 \text{ m/h}$$

Consumo de electrodos. (P_E)

$$P_e = \frac{G_d}{\eta_t} F_l F_p$$

$$G_d = A_d L \delta$$

$$G_d = 3,2 * 12 * 7,8$$

$$G_d = 299,5 \text{ g}$$

$$P_e = \frac{299,5}{0,60} * 1 * 1$$

$$P_e = 499,2 \text{ g}$$

Donde:

P_e: Consumo de electrodos (g)

G_d: Metal depositado (g)

A_d: Área de depósito (cm²)

L: Longitud de soldadura (cm.)

η_t: Eficiencia total

F_l: Factor de lugar

F_p: Factor de posición

Número de electrodos

$$\eta = \frac{G_d}{G'_d}$$

$$G'_d = \frac{\pi d^2 (l - \text{residuo})}{4 * 1000} \delta \eta_p$$

$$G'_d = \frac{3,14 * 3,2^2 (350 - 45)}{4 * 1000} * 7,8 * 1,3$$

$$G'_d = 24,86 \text{ g}$$

$$\eta = \frac{299,5}{24,86}$$

$$\eta = 12,07 \approx 12 \text{ Electrodo}$$

Donde:

η: Número de electrodos

G_d: Metal depositado (g)

G'_d: Metal depositado por un electrodo (g)

l: Longitud del electrodo (mm)

d: Diámetro del electrodo

η_p: Eficiencia parcial del electrodo (η_p = 130%)

Tiempo para ejecutar un metro de soldadura

$$t = \frac{\rho A_d}{I \alpha_d \varepsilon}$$

Donde:

t: Tiempo para ejecutar un metro de h/m

α_d: coeficiente de depósito. (g/Ah)

I: intensidad de corriente. (A)

ρ: peso específico. (g/cm³)

A_n (A₁): área de sección transversal. (mm²)

ε: Rendimiento del taller ε = (25-30) %

$$t = \frac{7,8 * 320}{90 * 9 * 0,30}$$

$$t = 10.2h / m$$

Tiempo total para ejecutar la soldadura

$$T = t * l_{soldadura}$$

$$T = 10.2 * 0,12$$

$$T = 1,224h$$

Donde:

T: Tiempo total de la soldadura (h)

t: Tiempo para ejecutar un metro de h/m

l_{soldadura}: Longitud del escalón a rellenar (m)

Los cálculos realizados del proceso de soldadura de la pieza corresponden solamente a una parte del área, ya que el lado opuesto es simétrico. Esto sugiere que a la hora de analizar estos cálculos, cada resultado sea multiplicado por 2, para así obtener el resultado total del proceso de soldadura de la pieza completa.

El electrodo básico para hierro fundido gris.

- Campo de aplicación:

Excelente electrodo con revestimiento básico para la soldadura en frío de hierro colado gris, maleable, acero fundido, así como para unir estos materiales con aceros, cobre y aleaciones de cobre indicado especialmente para reparaciones y mantenimientos.

- Característica de la Soldadura.

El electrodo UTP 8 se destaca por sus extraordinarias características de soldabilidad, el arco, perfectamente estable, permite depósito sin porosidad, salpicadura ni socavaciones. Se utiliza con un mínimo de corriente. Suelda en todas las posiciones.

Tanto el material depositado como la zona de transición se encuentran limable, la escoria se quita fácilmente, muy adecuado para la soldadura de combinación con los tipos de ferro – níquel UTP 8.

Propiedades Mecánicas del depósito.

Limite de elasticidad MPa	Dureza Brinell
~ 220	~ 180

Análisis estándar del depósito.

> 98% Ni

Máquina Utilizada para la soldadura.

Modelo: BDU – 505 de procedencia rusa

2.4 Proceso tecnológico del soporte del Movimiento Transversal y Longitudinal.

I. Preparación de la pieza.

05. Rebajar parte defectuosa del soporte según croquis y elaborar bisel 5 x 45°.

010. Elaborar 2 agujeros para tornillos M8.

015. Elaborar suplemento de 120 x 95 x 40 y elaborar bisel 5 x 45°.

020. Presentar suplemento en el soporte.

025. Soldar con electrodo UTP – 8 Ferro Níquel.

030. Limpiar soldadura.

035. Enfriamiento lento.

Proceso Tecnológico del Soporte Vertical.

I. Preparación de la pieza.

05. Realizar cilindrado al soporte vertical según el croquis.

010. Elaborar suplemento de acero 35 de 100 x 90 x 40 y hacer bisel 5 x 45°.

015. Taladrar 2 agujeros de Ø 8.

020. Presentar suplemento en el soporte.

025. Soldar con electrodo UTP – 8 Ferro Níquel.

030. Limpiar soldadura.

2.5 Reparación Media De La Fresadora 6p82.

Para cumplir con los objetivos de la investigación se realizaron las siguientes tareas:

1. Desarme de los órganos, mecanismos y sistemas de la máquina.
2. Lavado y limpieza general.
3. Defectado.
4. Analizar los factores que influyeron en la paralización del equipo.
5. Definir las vías de solución para la recuperación o reparación de los componentes afectados.

6. Fabricación de la palanca del mecanismo de accionamiento hidráulico y la manivela de accionamiento manual de la mesa para el desplazamiento horizontal y longitudinal.
7. Realizar el mantenimiento.
8. Pintura y conservación de la máquina.

La fresadora 6P82, para su estudio se divide en cuatro partes fundamentales y dos sistemas que accionan los movimientos que ejecuta durante el rectificado o elaboración de piezas.

Partes:

- 1- abrasiva.

Sistemas:

- 1- Sistema hidráulico.

2- Sistema eléctrico.

Para efectuar la recuperación de la rectificadora, comenzamos por el lavado y limpieza general de la máquina. Posteriormente se realizó el defectado, donde se determinaron los problemas que imposibilitan el funcionamiento de la misma.

Los movimientos fundamentales que se realizan en la fresadora los desarrollan los mecanismo acoplado a mandos automático y semiautomático eléctricos, prescindiendo de este último, donde 2 motores fundamentales ejecutan las diferentes funciones y un tercero es el motor de la bomba, ellos son:

- Motor 1: Acciona la Caja de Velocidad.
- Motor 2: Acciona la Caja de Avance con sus movimientos.
- Motor 3: Acciona la Bamba de Refrigerante.

2.6 Defectado y solución para los problemas de la máquina

a) Sistema eléctrico:

Motores eléctricos.

a)- El motor 1, funciona como el interruptor general, o sea, si no se pone en funcionamiento los demás no trabajan. En este motor se detectó problemas, por lo que se desmontó y se desarmó, determinando de forma visual que estaba los rodamientos en mal estado. Inmediatamente investigamos las causas, las que se le atribuyen al deterioro de los rodamientos (6204 y 6205), que generaba ruido, y con ello el aumento de la temperatura, provocando el aumento de la carga en el motor.fig. 1



Fig.1 Motor principal.

El motor 2, Que transmite a la caja de avance y trabajaba en la misma situación que el motor 1 se le hizo una revisión donde se le cambiaron los rodamientos 6306, teniendo el mismo grado de deterioro en los rodamientos. Fig.2

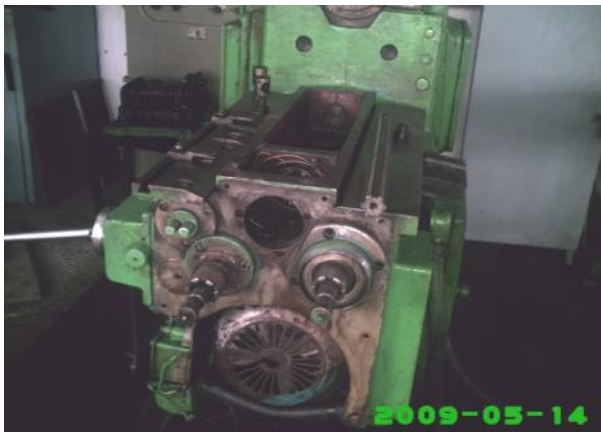


Fig.2 Motor de la caja de avance.

b)- El motor 3 (acciona el sistema de refrigerante fue desmontado, y se comprobó el funcionamiento y también se detectó fallos, por lo que se procedió al desarme; detectando de forma visual que los rodamientos se encontraba en mal estado., ya que la frecuencia de trabajo es inferior, por lo que se le aplicó mantenimiento. Fig.3



Fig.3 Motor de la bomba de refrigerante.

Revisión del sistema eléctrico. Como se ha descrito en el transcurso del capítulo, este sistema está relacionado con la mayoría de las funciones de la máquina. El mismo fue verificado de forma general apoyándonos en el catálogo, donde el fabricante establece la ruta y las funciones de cada componente.

Trabajos realizados:

b) Sistema Eléctrico.

- Se calibraron y se revisaron todos los fusibles de entrada de corriente a la máquina.
- Se revisó el funcionamiento de los límites de recorrido, porque estaba deteriorado.
- Se revisó y comprobó el funcionamiento de las protecciones eléctrica.
- Se restableció la lámpara de alumbrado.(véase, fig.4



Fig.4 Sistema Eléctrico.

c) Sistema hidráulico:

Una de las medidas fundamentales para disminuir el desgaste de las piezas de la máquina, lo que a su vez alarga la vida de la maquinaria, consiste en lubricar a su debido tiempo las superficies de rozamientos de las piezas, con la ayuda de

dispositivos engrasadores, creando entre esas superficies unas películas líquidas, que disminuye el área de contacto metálico inmediato de las dos superficies rozantes o lo excluyen por completo y de esa manera reducen el coeficiente de rozamiento y, por consiguiente, fluyendo entre las superficies con roce, aumenta la evacuación del calor creando en las partes con roce las condiciones normales de trabajo.

El coeficiente de rozamiento de las superficies no lubricadas es aproximadamente igual a 0.1- 0.5, cuando las superficies están separadas por un medio de una capa de lubricante ininterrumpida, el coeficiente de rozamiento no sobrepasa a 0.002 – 0.01. En el último caso las pérdidas de trabajo o de potencia de la máquina son aproximadamente 50 veces menor.

Los lubricantes se subdividen en aceite minerales, vegetales y animales.

En la actualidad, como lubricantes fundamentales son utilizados ampliamente los aceites minerales.

Estos son productos de la destilación del petróleo empleándose ampliamente como lubricantes para automóviles, aviones, máquinas herramienta de cortar metales y otros equipos.

En la industria de construcción de máquinas los aceites lubricantes minerales para lubricar las guías de las máquinas que trabajan a grandes velocidades y a pequeñas y grandes cargas, este aceite tiene una viscosidad de 2.8 -3.2 peso específico 0.881-0.901, temperatura de inflamación de 170°C y una temperatura de solidificación de -15°C

En el sistema hidráulico, se detectó que el aceite de trabajo (aceite hidráulico) de la máquina estaba contaminado con polvo y partículas extrañas, por lo que se limpió el depósito y cambió el mismo. El filtro situado en el conducto de succión de la bomba se limpió, eliminando las incrustaciones. (Véase, fig.5)



Fig. 5 Sistema Hidráulico.

d) Mesa de desplazamiento horizontal longitudinal y transversal

Con la grúa de accionamiento manual del taller se desmontó la mesa de desplazamiento horizontal longitudinal y luego la transversal, para revisar el estado de los rodamientos; detectando que la grasa de los rodamientos axiales, tenían la grasa contaminada y endurecida por la falta de mantenimiento. Estos rodamientos se lavaron y se engrasaron. Además se revisó y ajustó el mecanismo.

Concluida las operaciones se montó la mesa y se ajustó el juego libre mediante la cuña. Este juego, ocasiona imprecisiones al proceso de fresado, generando movimientos en la pieza que se trabaja e influye en la exactitud y rugosidad de la superficie a obtener. .(Véase, fig.6)



Fig. 6 Mesa de los Movimientos Transversal y Longitudinal.

e) Árbol estriado

Se reparo el árbol estriado donde sufrió modificaciones por producto de una mala manipulación del mecánico. Realizando la siguiente operación en un torno tomando la pieza entre plato y punto asiendo contacto con la herramienta para determinar donde se encontraba la deformación, logrando el objetivo deseado la pieza quedo en perfecto estado. .(Véase, fig.7



Fig. 7 Árbol Estriado.

f) Soporte del movimiento vertical.

Este soporte fue dañado por causa de los limitadores del vertical, al no funcionar la consola se fue de los limite hacia abajo provocando rotura en el soporte, partiendo el mismo, el tornillo que transmite el movimiento se tranco el prisionero de la tuerca al trancarse giro y partió la parte superior del soporte, donde se recupero maquinando el soporte dejándolo en una medida interior de 85 mm con alto de 40 mm y una medida exterior de 100 mm. Logrando el objetivo deseado con el funcionamiento de la pieza. (Véase, fig.8



Fig. 8 Soporte Vertical.

g) Soporte De Los movimientos Longitudinal y Vertical

Este soporte se partió por una mala manipulación del mecánico al no tener los suficiente conocimiento de la máquina y no tener el catalogo de el equipo, se le aplico una fuerza brusca con un gato hidráulico al soporte que esta fabricado de hierro fundido, el mismo se partió provocando daños al árbol estriado, donde se recupero por el método de soldadura, con un precalentamiento de 250°C y la varilla de Hierro – Níquel de un diámetro de 4 mm y con un refuerzo de tornillos por la parte inferior de la pieza, quedando la pieza acta para la explotación. . (Véase, fig.9



Fig. 9 Soporte de Transmisión de la Mesa.

h) Fusible de Seguridad.

El fusible fue fabricado de nuevo por el mal estado que se encontraba, se tomo el material en bruto, en el torno realizándole las operaciones de torneado y taladrado quedando la pieza acta para el trabajo. .(Véase, fig.10



Fig. 10 Fusible de Seguridad del Movimiento Vertical.

j) Cloche:

El cloche se reviso por el tiempo que no estaba trabajando por la paralización de la máquina, se le realizo mantenimiento y ajuste a dicho mecanismo logrando alargarle la vida útil al mecanismo.

k) Sistema de engrane y árboles:

Se le reviso todos los engranes y árboles donde se le realizo un mantenimiento minucioso, eliminando todas las partículas y rebaba que se encontraba en las piezas del sistema.

l) Pintura y conservación de la máquina.

- Se le aplicó lija a los diferentes elementos de la fresadora.
- Limpieza con keroseno.
- Por último, se pintó la máquina para conservar y mejorar su aspecto.

Nombre de equipo:

Fresadora Universal 6P82.

Tipo de trabajo:

Rep. Mediana (mec).

Puntos a ejecutar:

- 1- Se prueba la maquina en todas las velocidades y avances en forma ascendente que den una orientación del lugar de los defectos.
- 2- Medición del desgaste de las superficies friccionantes antes de la reparación de las superficies básicas.
- 3- Lavado de la piezas de los conjuntos y mecanismo desarmado .limpieza de las partes no desarmadas.
- 4- Cambio de rodamientos, bujes, separadores, juntas, anillos y elementos de fijación defectuosa.
- 5- Revisión de los elementos que componen el sistema de lubricación.
- 6- Revisión de los elementos de sistema hidráulico.
- 7- Revisión del sistema de refrigeración.
- 8- Comprobar que todas las regulaciones estén correctas.
- 9- Restablecimientos de todas las chapillas e inscripciones en la maquina.
- 10-Comprobar el funcionamiento de los dispositivos de seguridad.
- 11-Hacer las comprobaciones en correspondencia con las normas de seguridad.

Aplicación de la política de mantenimiento correctivo.

Subsistema de la maquina

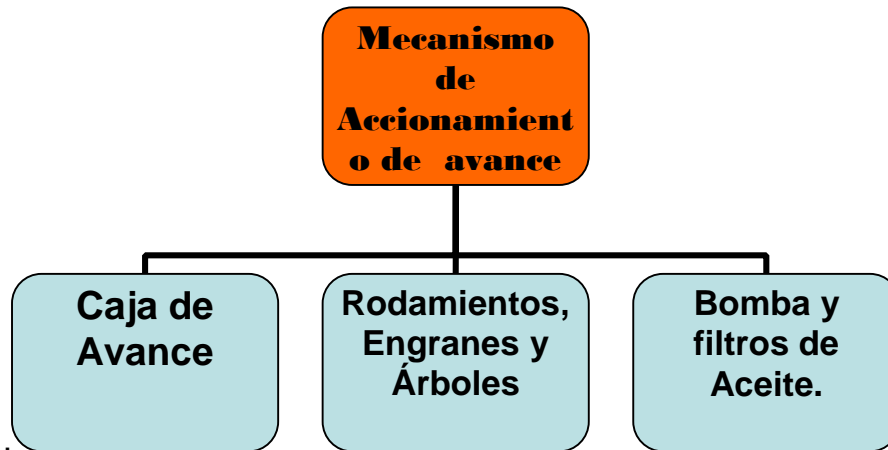


Fig. 11. Esquema que muestra la descomposición de los elementos con fallos que se encuentran en la consola del equipo.

m) Caja de avance: Contiene todos los engranajes para las velocidades y para los avances y así como los controles necesarios para los diferentes movimientos de la máquina. Se puede mover hacia adentro o hacia fuera y sujetar en posición, el husillo de fresar a cualquier distancia de la columna. Este movimiento, combinado con la elevación y descenso, permite fresar a cualquier punto dentro de la capacidad dimensional de la máquina. Véase, fig.12



Fig.12 Caja de Avance.

n) Palanca: Es la encargada de acoplar y accionar los engranajes para el avance deseado.

Función: Se maniobra manualmente y automáticamente para poner en posición el husillo para producir desbaste en la pieza.

Fallo: Al utilizar la palanca de forma manual se aflojan los tornillos que garantizan el apriete de la misma para la bajada del mecanismo de forma automática.

Consecuencia: No permite el avance de los movimientos.

ñ) Rodamientos:

Función: Al realizar el movimiento de rotación permite el funcionamiento del motor para el avance y las revoluciones que alcanza los árboles de transmisión para la operación de corte.

Fallo: Los rodamientos no se le dan los mantenimientos requeridos.

Causa: Falta de mantenimiento, (no se tiene en cuenta para su engrasamiento).

Consecuencia: Al deteriorarse los rodamientos, trae ruidos en los mecanismos acoplados, produciéndose la parada de los mismos.

Función del filtro de aceite: Es que el aceite pase limpio hacia los diferentes elementos que componen la maquina para su funcionamiento.

Fallo: Tupición.

Causa: Suciedad del aceite.

Consecuencia: El equipo se paraliza por la tupición de las tuberías en cargada de lubricar los mecanismos, se puede producir endurecimiento en los sellos y tienden a partirse.

2.7 Características técnicas generales y normativas de explotación de la Fresadora 6P82.

MODELO:	6P82
Dimensiones de la superficie de trabajo de la mesa (anchura X largura), mm	320 x 1250
Desplazamiento Máximo de la mesa, mm.	
Longitudinal	800
Transversal	240
Vertical	360
Frecuencia de rotación del husillo, rpm.	
Mínima	31.5
Máxima	1600
Avance longitudinal, mínimo y máximo de la mesa, mm/min.	8.3 - 416
Avance Vertical, mínimo y máximo de la mesa, mm/min.	8.3 - 416
Potencia del electromotor del husillo, kw.	7.5
Potencia del electromotor de los avance, kw.	2.2
Dimensiones exteriores de la fresadora, mm.	
Largura	2305
Anchura	1950
Altura	1670
Mesa de la fresadora, t	2.90

2.8 Aplicación de las políticas de mantenimiento para la fresadora 6P82

Nombre del equipo:

Fresadora 6P82

Tipo de trabajo:

Revisión (MEC.)

Punto a ejecutar:

1- Inspección exterior sin despiece para localizar los defectos.

- 2- Probar la máquina en todas las velocidades y avances en forma ascendente detectados ruidos, sobrecalentamiento o vibraciones.
- 3- Comprobar el correcto desplazamiento de la mesa por las guías.
- 4 -Comprobar el correcto funcionamiento del mecanismo.
- 5- Cambiar sellos, juntas, rodamiento y anillos.
- 6- Comprobar el ajuste de las palancas y volantes.
- 7- Limpieza de mallas, filtro del retorno del refrigerante.
- 8- Comprobar el correcto funcionamiento.
- 9- Comprobar y reparar cualquier defecto en el sistema de lubricación.
- 10-Comprobar el sistema de refrigeración.
- 11-Comprobar el funcionamiento del mecanismo (dispositivo) de seguridad.
- 12- En cualquiera de los casos anteriores en que la regulaciones estén fuera de los parámetros, y que establecerlo.
- 13- Prueba de la máquina.

2.9 Trabajo realizado a la fresadora 6p82, reparación media.

Nombre de equipo:

Fresadora Universal 6P82.

Tipo de trabajo:

Rep.Media (mec).

Puntos a ejecutar:

La reparación pequeña incluye las operaciones de revisión y además:

- 1-Desmontaje y reparación .Cambio de sellos, juntas, rodamientos y elementos de fijación en mal estado.
- 2- Reparación del sistema de refrigeración.
- 3- Reparación de sistema de lubricación.
- 4- Reparación del embrague y freno.
- 5- Eliminar las regularidades que presentan las guías.
- 6- Hacer una relación de las piezas a sustituir en la próxima intervención.
- 7- Hacerle prueba a la maquina.

Aplicación de la política de mantenimiento preventivo.

Después de la reparación media que se le realizó a la Fresadora 6P82, se tomo el acuerdo de establecer el mantenimiento adecuado para dicha máquina. El sistema

de mantenimiento que se le propuso es un mantenimiento preventivo planificado, por el tiempo que lleva dicha máquina en explotación.

2.10 Ciclo de reparaciones y plan MPP

R	P	M	G	Total de operaciones
8	2	1	1	12

Estructura del ciclo:

G-R-R-P-R-R-M-R-R-P-R-R-G

- **Revisiones: 8.**
- Reparaciones Pequeñas: 2
- Reparaciones Medianas: 1
- Reparaciones Generales: 1

El tiempo en horas promedio para hacer la reparación general desde su puesta en marcha oscila entre (11520 ÷ 14000). Para esta máquina proponemos 13000 horas

Donde:

Ts: Tiempo entre dos servicios de mantenimiento (cualesquiera que sean)

Tr: Tiempo entre dos reparaciones

T: Duración del ciclo en horas

R: Cantidad de revisiones

P: Cantidad de reparaciones pequeñas

M: Cantidad de reparaciones medianas

Datos.

T=13000

R=8

P=2

M=1

$$T_s = \frac{T}{R + P + M + 1}$$

$$T_s = \frac{13000}{8 + 2 + 1 + 1}$$

$$T_s = \frac{13000}{12}$$

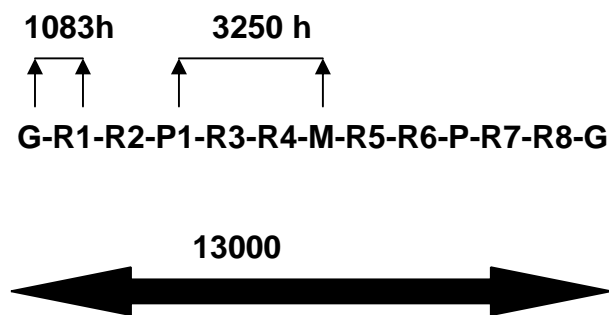
$$T_s = 1083$$

$$T_r = \frac{T}{P + M + 1}$$

$$T_r = \frac{13000}{2 + 1 + 1}$$

$$T_r = \frac{13000}{4}$$

$$T_r = 3250$$



2.11 Valoración Económica

Hora de trabajo de la fresadora en el plan de estudio.

Introducción a la Ingeniería Mecánica No 3

Estudiante de curso Diurno – 116 h.

Estudiante de CRPE - 60 h

Plan de trabajo.

Trabajo que se le realizan a MTTO y transporte de la Universidad es de 20h semanal.

Realiza 80 horas al mes.

Realiza 960 horas al año.

Dejo de producir en su paralización en 4 años un promedio de 3840 horas.

CONCEPTOS DE GASTOS	MN	CUC
Materias Primas y Materiales	68.49	56.47
Gastos de Elaboración	64.41	1.01
Gasto de Fuerza de Trabajo	16.51	0.20
Gastos Indirectos de Producción	34.68	0.00
Gastos Generales de Administración	12.55	0.81
Gastos de Distribución y Ventas	0.67	0.00
Gastos Bancarios	0.00	0.00
Gastos Totales	132.90	57.48
Margen de Utilidad	12.80	0.00
Precio Total	145.80	0.00
10.00% Sobre Gastos en Divisas	0	5.75
Componente en Pesos Convertibles	0	63.23

CONCLUSIONES

- Se realizó una amplia revisión bibliográfica sobre el proceso de fresado, la recuperación y reparación de piezas.

Fueron recuperadas por soldadura los Soportes Vertical y Transversal y fabricados por maquinado el fusible y casquillo del Soporte Vertical.

Se le aplicó el mantenimiento preventivo planificado, lo que permitirá alargar la vida útil de la Fresadora 6P82 lo que hará posible mejorar la calidad de las actividades docentes en el laboratorio de corte de metales de la Universidad de Holguín.

Se realizó el asentamiento de la máquina por varias horas y se comprobó la calidad de la reparación.

RECOMENDACIONES

1. Que se ponga en práctica la política de mantenimiento que proponemos en este trabajo para esta máquina.
2. Que este trabajo sea un material de consulta para los especialistas y estudiantes.

BIBLIOGRAFÍA


1. [Boada, O. y Carrazana, 1985] Teoría del Corte de Metales. Tomo I. Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de la Habana. 338p.
2. [Casillas. A.L., 1989] Cálculos de Taller. Edición Revolucionaria. Ciudad de la Habana. 609p.
3. [Ceballos García, G. *et al.*, 2000] Manual de Recuperación de Piezas. Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de la Habana. 273 p.
4. [Chernov, N., 1974] Máquinas Herramientas para Metales. Editorial MIR. Moscú. 447p.
5. [Egorov. M.E., *et al.*, 1985] Egorov. M.E; Dementiev. V.I; Dementiev. V.I. Tecnología de Construcción de Maquinaria. Parte I. Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de la Habana. pp. 241 – 252.
6. [Guellberg B. y Pekelis G., 1983] Reparación de máquinas Herramientas. Editorial Pueblo y Educación. 479 p.
7. [Padrón Soroa S. y S. Díaz Rojas, 2007] Máquinas Herramienta y Datos de Corte. Universidad Central de las Villas. Santa Clara. 2007 p.
8. [Rossi, M., 1985] Máquinas Herramientas Modernas. Parte I. Editorial Científico Médica, Madrid. pp. 305 – 340.
9. Arshinov, V. Metal cutting theory and cutting tool desing / V. Arshinov, G. Alekseev.-- Moscú: Editorial Mir, 1976.-- 518 p.
10. Barbashov F, A. Manual del fresador / A. Barbashov F.-- 2. ed.-- Moscú: Ed. Mir, 1981.-- 327 p.
11. Boothoyd, Geoffrey. Fundamento de corte de los metales y las máquinas herramientas / Geoffrey Boothoyd, Tr. Gonzalo Ferro y otros .-- México: Editorial Mcgraw-Hill Latinoamérica, 1978 .-- 352 p.
12. Cerling, Heinrich. Alrededor de las máquinas-herramientas / Heinrich Cerling .-- 3. ed.-- Barcelona: Editorial Reverté, 1978.-- 269 p.
13. Infante Pérez, Inés. Metodología para la confección de asientos bibliográficos / Inés Infante Pérez, Marlenes Seisdodos Rico.-- Holguín: Editorial I.S.T.H, 1991 .-- 10 p.

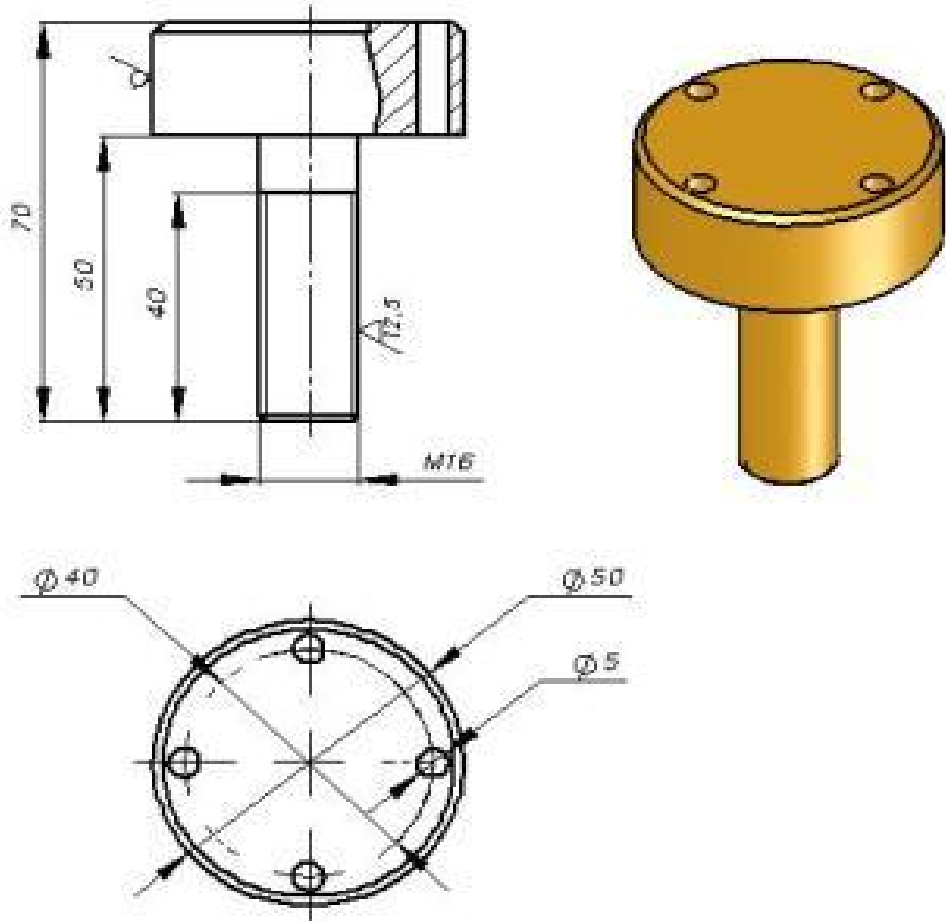
14. Luchessi, D. Fresado, planeado y taladrado / D. Luchessi .-- Barcelona: Ed. Labor, 1973.--165 p.
15. Nadreau, Robert. El torno y la fresadora / Robert Nadreau, Tr. Enrique Lorenz Meler.-- 8. ed.-- México: Ediciones Gustavo Gili, 1984.-- 631 p.
16. Pedrós J. María. El corte en el torneado y fresado de los metales / J. María Pedrós, J. Celades.-- La Habana: Inst. del libro, 1969.-- 242 p.
17. Peláez Vara, Jesús. La Fresadora / Jesús Peláez Vara.-- Barcelona: Ediciones CEDEL, 1991.-- 96 p.
18. Piloto Díaz, Nelson. Teoría del corte de los metales / Nelson Piloto Díaz.-- La Habana: Ed. Pueblo y Educación, 1980 .-- 241 p.
19. Rossi, Mario. Máquinas - herramientas modernas / Mario Rossi, Tr. y adop. Ramón Fortet Gay.--7. ed.-- Barcelona: Ed. Científico - Médica, 1971.-- Vol 2.
20. Quesada Estrada, Ana María. Guía metodológica para el cálculo de los Regímenes Corte para proyectos de curso y trabajos de diploma / Ana María Quesada Estrada, Yuri Ivatsevich .-- Holguín: Editorial I.S.T.H, 1984 .-- t I.
21. Quesada Estrada, Ana María. Guía metodológica para el cálculo de las normas de Tiempo de los procesos tecnológicos / Ana María Quesada Estrada, Yuri Ivatsevich, Jorge Gutiérrez H.-- Holguín: Editorial I.S.T.H, 1988.-- 89 p.
22. Quesada, Ana María. V Conferencia científico metodológica de los C.E.S. de la provincia / Ana María Quesada Estrada, Roberto Pérez Rodríguez.--Holguín: Editorial U.H.O.L.M, 1998 .-- 10 p.
23. Iturriez. D "Informes sobre diversas clases de fresadoras que se emplean actualmente en la industria mecánica" -- p. 86 – 103.-- En Metalurgia y Electricidad.-- España.-- nr. 420 (Sep. 1972).
24. Campaña Pérez, Joel. Paquetes de programas para el cálculo del régimen de corte / Joel Campaña Pérez y Aramiz Leyva Rodríguez.-- Holguín: I.S.T.H, 1990 . -- 54 p.
25. ANAYAK. Fresadoras Verticales.-- España: [s.a].
26. Catálogo industrial que contiene fresadoras verticales con sus certificados técnicos.
27. . BALZERS - ELAY. Metodología de las Capas Finas .-- España.
28. Catálogo industrial que contiene el recubrimiento BALINIT para diferentes herramientas.
29. KENDU. Catálogo General.-- España.-- 59 p.

30. Catálogo industrial que contiene variados tipos de fresas y sus parámetros geométricos.
31. LAGUN. Programa de Fabricación.-- España: [s.a].
32. Catálogo industrial que contiene fresadoras universales con sus certificados técnicos.
33. . METBA. Fresadoras de Precisión de Avances Progresivos.-- España: [s.a].
34. [Boada, O. y Carrazana, 1985], [Bruheins, G., 1983], [Cruz Alpizar, H., 1983].
35. [Boada, O. y Carrazana, 1985]
36. [Boada, O. y Carrazana, 1985], [Bruheins, G., 1983], [Crúz Alpizar, H., 1983].
37. [Chernov, N., 1974].
38. (<http://www.ToolingU.com>)
39. [<http://www.toolingu.com>] Tooling University. "Grinding Course". Disponible en: <http://www.toolingu.com/Grinding.pdf> [consultado 6 de abril 2008]
40. <http://es.wikipedia.org/wiki/Fresadora>
41. Manual de mantenimiento Industrial.
42. Enciclopedia Encarta.
43. Manual del fresador.

ANEXOS

3781501J





1. Las desviaciones límite de las dimensiones sin especificación de tolerancias tomarlas según 1-16 NC 16-JJ:80.

Dibujos:		Crea y Actualiza		Revisión:		Crea y Actualiza	
Dibujó	Dibujó	Dibujó	Dibujó	Dibujó	Dibujó	Dibujó	Dibujó
Revisó	Revisó	Revisó	Revisó	Revisó	Revisó	Revisó	Revisó
Crea	Crea	Crea	Crea	Crea	Crea	Crea	Crea
Actualiza	Actualiza	Actualiza	Actualiza	Actualiza	Actualiza	Actualiza	Actualiza

FORMA: Descripción (Plano de 3781501J) Weight 15,3711

Forma Real: 30 L/Y

An. 15

E.E.A. "Héroes del 26 de Julio"
Ingeniería y Desarrollo

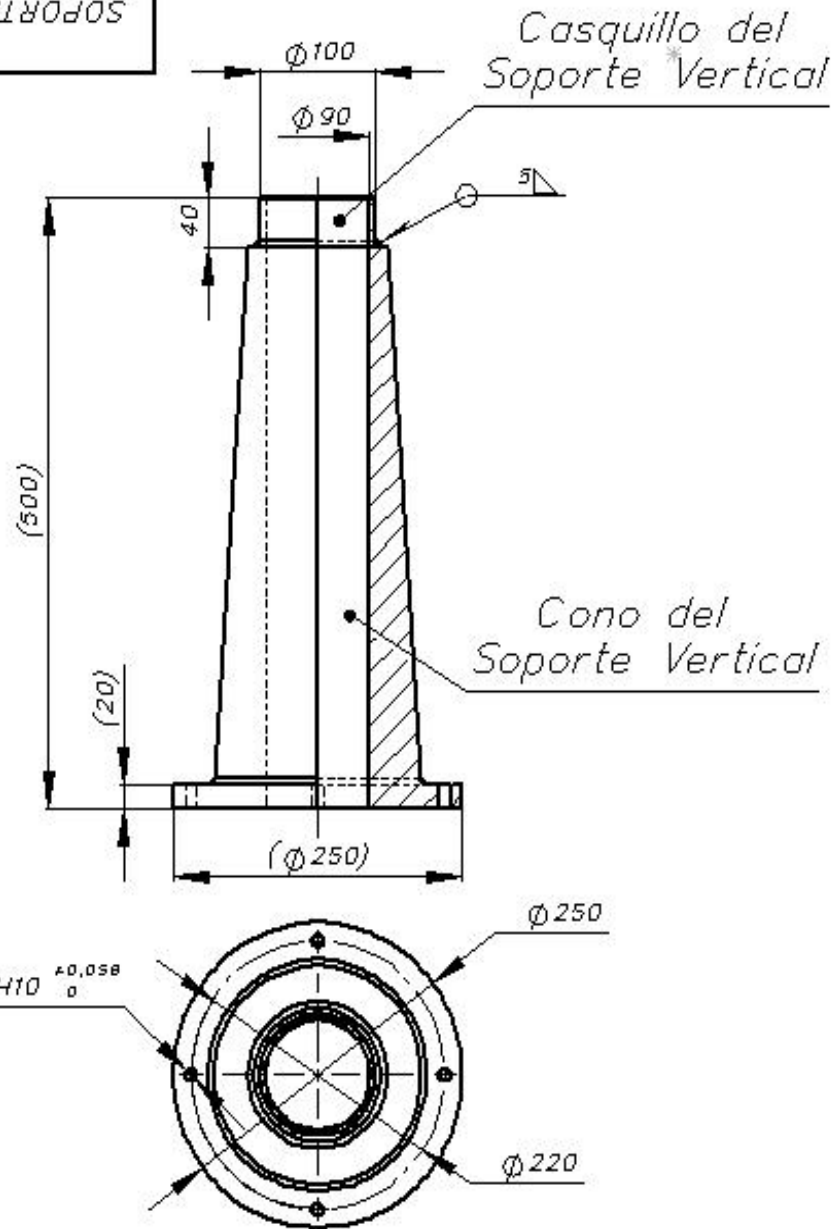
Etapas de elaboración

Masa	Aluminio	Niquelado	Cant. de piezas
			1

FUSIBLE

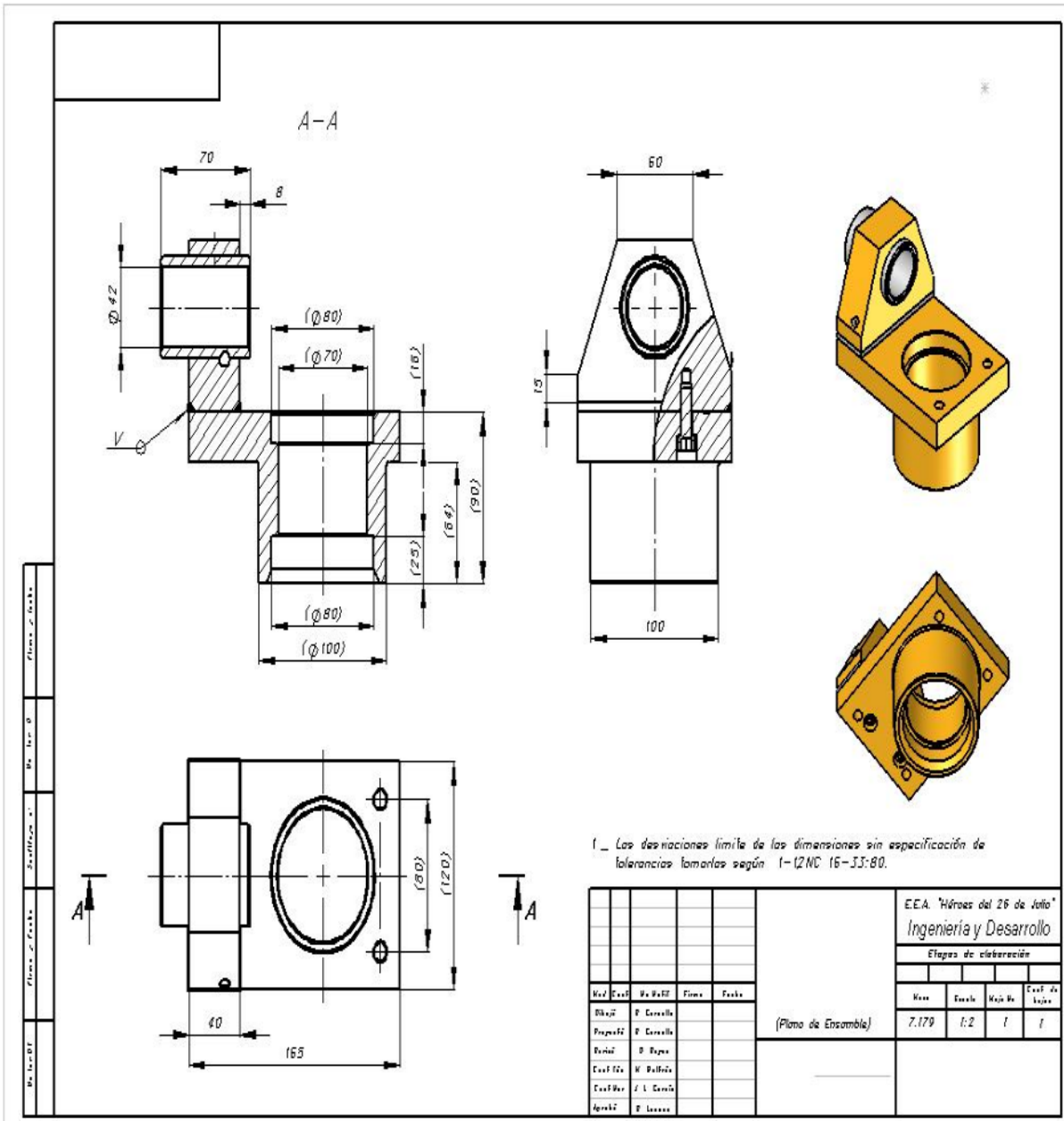
61

SOPORTE VERTICAL



1 - Las desviaciones límite de las dimensiones sin especificación de tolerancias tomarlas según 1-16 NC 16-33:80.

Forma y fecha						E.E.A. "Héroes del 26 de Julio"				
						Ingeniería y Desarrollo				
No. Inv. D.						Etapas de elaboración				
Suaviluz a:						Masa	Escala	Hoja.No.	Cant. de Hojas	
						15.785		1	1	
Forma y fecha						SOPORTE VERTICAL				
Número OT	Mod.	Coel.	No. del OT	Firma	Fecha	(ERROR: Description (Plano de 898880) High 145.785)				
	Dibujó	Díuma C.								
	Revisó	D. Reyca								
	Conf. E.C.	M. Beltrán								
	Conf. Mar.	J. L. Corcía								
Aprobó	R. Luaces									



f _ Las desviaciones límite de las dimensiones sin especificación de tolerancias tomarlas según 1-(2NC 16-33:80.

Plano de Ensamble
Mo. No. 0
Sección
Plano de Ensamble
Mo. No. 01

E.E.A. "Héroes del 26 de Julio"			
Ingeniería y Desarrollo			
Etapas de elaboración			
Mo. No.	Escala	Mo. No.	Esc. de lista
7.179	1:2	1	1

No. de	Esc. de	Mo. No. de	Plano	Fecha
Diseño	F. Carrillo			
Proyecto	F. Carrillo			
Dibujo	D. Rojas			
Control	M. Padilla			
Control	J. L. Carrillo			
Aprobación	F. Carrillo			

(Plano de Ensamble)