

11126
92



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**

**"METODOLOGIA DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO
PARA UNA MAQUINA DE MOLDEO DE PET POR
INYECCION-VIOLENTADO-SOPLO DE LA MARCA AOKI"**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A :

EDGAR VILLAFUERTE MARTINEZ

ASESOR: M. en I. FELIPE DIAZ DEL CASTILLO RODRIGUEZ

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

2003

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

1



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

ASUNTO: VOTOS **APROBATORIOS**



DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Metodología del mantenimiento preventivo para una máquina de moldeo
de PET por inyección-violentado-soplo de la marca AOKI".

que presenta el pasante: Edgar Villafuerte Martínez
con número de cuenta: 09318203-8 para obtener el título de :
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 28 de marzo de 2003

PRESIDENTE	<u>Ing. Alejandro Martínez Moncada</u>	
VOCAL	<u>Ing. Bernardo Muñoz Martínez</u>	
SECRETARIO	<u>M.I. Felipe Díaz del Castillo Rodríguez</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>Ing. Juan Manuel Torres Merino</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>Ing. Héctor Hernández Guzmán</u>	

**GRACIAS
DIOS MÍO:**

Por esta bella experiencia de vivir.

Por colocarme en el sendero que tú has destinado para mí.

Por tener el gran amor de papá, mamá y el de mis hermanos.

Por concederme la fortuna de pertenecer a una gran familia.

Por darme la oportunidad de encontrar el verdadero amor.

Porque sin ellos jamás lo habría logrado.

Por otorgarme la fuerza que necesito para nunca decepcionarlos.

Por los profesores que se preocuparon por mi formación.

Porque tengo grandes amigos.

Porque he aprendido un poco de cada persona que he conocido en este mundo,
sea de buenos o de malos sentimientos.

Por regalarme tantas cosas bellas en esta vida.

Por aquellas malas experiencias.

Por someterme a grandes pruebas.

Por otorgarme la alegría de dar un paso más en mi camino.

Porque considero que soy un hombre de bien.

Por tu gran misericordia.

Por todo esto, y por las innumerables sorpresas que pondrás en esta senda.

Te agradezco Señor.

Edgar.

ÍNDICE

Introducción.....1
 Objetivos.....3

**CAPITULO I.
 DEFINICIÓN Y FUNCIONES DEL MANTENIMIENTO.**

1.1 Historia del mantenimiento.....4
 1.2 Bases generales5
 1.3 Definición del mantenimiento.....5
 1.4 Objetivos del mantenimiento.....6
 1.5 Tipos de mantenimiento.....9
 1.5.1 Mantenimiento correctivo.....9
 1.5.2 Mantenimiento preventivo.....12
 1.5.3 Mantenimiento predictivo.....15
 1.5.4 Mantenimiento periódico.....17
 1.5.5 Mantenimiento analítico.....18
 1.5.6 Mantenimiento progresivo.....19
 1.5.7 Mantenimiento técnico.....19
 1.6 Sistema de órdenes de trabajo.....21
 1.6.1 Órdenes de trabajo rutinarias.....23
 1.6.2 Órdenes de trabajo específicas.....23
 1.6.3 Reportes de anomalías.....24
 1.7 Principales tareas del mantenimiento.....24
 1.8 Programas de mantenimiento preventivo.....27
 1.9 El control de resultados.....31
 1.10 Costos del mantenimiento.....32

CAPITULO II.

SEGURIDAD.

2.1	Precauciones de seguridad.....	36
	2.1.1 Advertencias generales.....	36
	2.1.2 Equipo de seguridad para dispositivo de cierre de molde.....	37
	2.1.3 Dispositivo de seguridad mecánico de cierre de molde.....	38
	2.1.4 Botones de paro de emergencia.....	40
	2.1.5 Cubierta del cilindro.....	41
	2.1.6 Otras medidas de seguridad.....	41
	2.1.7 Enclavamiento de la puerta del armario eléctrico.....	42
2.2	Inspección antes de poner en marcha la máquina.....	43
	2.2.1 Desconexión de la alimentación eléctrica.....	44
	2.2.2 Comprobación de los dispositivos de seguridad (tras conectar la alimentación y arrancar el motor de la bomba).....	44
2.3	Precauciones relativas al funcionamiento de la máquina.....	46
	2.3.1 Emergencias.....	46
	2.3.2 Inicio del moldeo.....	46
	2.3.3 Ajuste de posiciones.....	46
2.4	Comprobaciones relativas al funcionamiento automático.....	47
2.5	Comprobaciones relativas a reparaciones de la máquina.....	47
2.6	Ajuste del dispositivo de seguridad para el montaje y desmontaje de Moldes.....	49
2.7	Precauciones y comprobaciones relativas al equipo eléctrico, hidráulico y de aire comprimido y a la máquina en conjunto.....	50
	2.7.1 Equipo eléctrico.....	50
	2.7.2 Equipo hidráulico.....	52
	2.7.3 Equipo neumático.....	52
	2.7.4 La máquina.....	53
	2.7.5 Moldes.....	54
	2.7.6 Otras precauciones.....	55

CAPITULO III.

ESPECIFICACIONES Y COMPONENTES DE LA MÁQUINA.

3.1	Especificaciones.....	57
3.2	Panel de control eléctrico.....	60
3.3	Conmutadores o sensores de proximidad.....	62
3.4	Situación de partes hidráulicas y neumáticas.....	64
3.5	Funcionamiento de la máquina.....	66
	3.5.1 Condiciones de proximidad.....	66
	3.5.2 Tabla de tiempos.....	68

CAPITULO IV.

DETECCIÓN E INVESTIGACIÓN DE AVERÍAS.

4.1	El motor de la bomba no arranca.....	71
4.2	El avance de la rotación de la mesa giratoria no tiene lugar.....	71
4.3	El molde inferior no cierra.....	72
4.4	El molde superior no cierra.....	72
4.5	La unidad de inyección no avanza.....	73
4.6	Falla la inyección.....	73
4.7	Falla el cierre del molde de soplado.....	73
4.8	No entra la alta presión de cierre del molde de soplado.....	73
4.9	Falla el estirado.....	74
4.10	El aire de soplado no sale.....	74
4.11	Falla la rotación del husillo.....	74
4.12	Falla en la temperatura del cilindro.....	74
4.13	Los pines de obturación no funcionan correctamente.....	75
4.14	Falla la apertura del molde superior.....	75
4.15	Falla la apertura del molde inferior.....	75
4.16	Falla en la expulsión.....	75

**CAPITULO V.
MANTENIMIENTO E INSPECCIÓN.**

5.1	Conservación y mantenimiento del equipo.....	76
5.1.1	Intercambiador de calor (refrigerador de aceite).....	76
5.1.2	Filtro de aspiración.....	78
5.2.3	Husillo y cilindro calefactor – desmontaje.....	79
5.2.4	Husillo y cilindro calefactor – limpieza.....	81
5.2.5	Generalidades del aceite hidráulico.....	82
5.2.6	Parámetros para la selección del aceite hidráulico.....	86
5.2.7	Mantenimiento del aceite hidráulico.....	88
5.2	Programa de inspecciones.....	92
5.2.1	Inspección diaria.....	93
5.2.2	Inspección periódica.....	95
	Conclusiones.....	97
	Bibliografía.....	99
	Anexos.....	101

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, en un mundo en plena globalización, donde la competencia es cada vez mayor, las empresas se ven obligadas a ser en la medida de lo posible lo más eficientes, esto solo se logra conjuntando los esfuerzos de todos los departamentos que las integran y en el caso de las industrias de la transformación, es obvio que una parte importante para entrar en competencia es el buen funcionamiento de sus equipos, puesto que si esos equipos funcionan correctamente se podrá producir más y con mejor calidad; es de ahí que el correcto mantenimiento a estas máquinas cobra gran importancia dentro de la industria.

El presente trabajo surge de la necesidad de contar con una fuente bibliográfica confiable donde se trate el tema del mantenimiento que es requerido por este tipo de máquinas, a causa de que en el momento que se produce una avería en el equipo o simplemente se requería dar algún tipo de servicio a este es necesario contactar al personal técnico del proveedor para que lo realice y en muchas ocasiones nos hemos dado cuenta de que el trabajo podía ser realizado por el propio personal de mantenimiento con que cuentan las empresas que poseen estas máquinas, siempre y cuando posean el conocimiento suficiente acerca de la estructuración de los sistemas y del correcto procedimiento de realización. Cabe hacer aquí el señalamiento de que los técnicos de AOKI, japoneses en su mayoría, son excesivamente celosos del conocimiento que tienen acerca de estos equipos y es muy difícil que compartan estos conocimientos con otras empresas, es por esto que se vuelve necesario buscarlos cuando se desea dar servicio a las máquinas provocando tiempos muertos y costos excesivos en las empresas que pensamos, se pueden reducir con un trabajo como este.

Así, en este trabajo se exponen los métodos adecuados para la realización del mantenimiento preventivo y correctivo a un equipo de moldeo de PET (Tereftalato de polietileno) por inyección-violentado-soplo de la marca AOKI de fabricación japonesa.

Se comenzará mencionando en el capítulo 1 la definición, los tipos, objetivos y la importancia que tiene el mantenimiento industrial en todos sus niveles dentro de las empresas. En el capítulo 2 se detallan de forma muy técnica las condiciones de seguridad que deben imperar cuando se proporcione el servicio a estas máquinas e inclusive las condicionantes que deben existir durante la instalación y la operación de estos equipos al momento de realizar el moldeo del PET, se hablará de la seguridad no sólo para el personal de mantenimiento, sino también la seguridad para el operario y por supuesto, la seguridad para el correcto funcionamiento y operación de la máquina. En el capítulo 3 se proporciona un enfoque general acerca del funcionamiento y la estructuración física de la máquina y de los diferentes sistemas hidráulicos, neumáticos, mecánicos y eléctricos que la componen. Es de suma importancia el saber detectar y localizar una posible avería o falla producida en el equipo así como sus posibles soluciones; estos temas se tratan dentro del capítulo 4 sin introducirse en la forma práctica de resolverlos. Por último, en el capítulo V se detallan los procedimientos adecuados para la realización práctica de los diferentes tipos de trabajo de mantenimiento que la máquina requiera, también hace mención de las inspecciones periódicas que se deberán realizar indicando los tiempos que se recomiendan para estos y se proporcionará la información suficiente acerca un tema esencial para este tipo de máquinas: la selección de los lubricantes y los fluidos hidráulicos adecuados para su correcto funcionamiento. Se incluirán también a manera de anexos, dibujos, esquemas, diagramas y cuadros relacionados con los componentes de la máquina.

OBJETIVOS

- **Establecer la definición, importancia y tipos de mantenimiento industrial que existen dentro de las empresas.**
- **Conocer los aspectos básicos de seguridad al momento de realizar algún tipo de servicio de mantenimiento a máquinas de inyección-violentado-soplo de PET, para la protección del personal y de la propia maquinaria.**
- **Comprender la estructura y características físicas generales de una máquina de moldeo por inyección-violentado-soplo de PET marca AOKI, así como de los distintos sistemas que la componen y conocer además, su funcionamiento en forma general.**
- **Tener un panorama acerca de cómo detectar las posibles fallas y averías que se presenten y establecer las causas y posibles soluciones.**
- **Definir los procedimientos adecuados para el correcto mantenimiento preventivo de los diversos sistemas que componen a una máquina de moldeo por inyección-violentado-soplo de PET marca AOKI, la selección del fluido hidráulico adecuado y que de esta forma se asegure el buen funcionamiento de este equipo.**
- **Establecer en forma general una guía de inspecciones periódicas para máquinas de moldeo de PET por inyección-violentado-soplo marca AOKI.**

CAPITULO I

DEFINICIÓN Y FUNCIONES DEL MANTENIMIENTO

1.1 HISTORIA DEL MANTENIMIENTO.

Desde el principio de la humanidad, hasta fines del siglo XVII, las funciones de preservación y mantenimiento que el hombre aplicaba a las máquinas que utilizaba en la elaboración del producto o servicio que vendía a sus clientes, no tuvieron un gran desarrollo debido a la poca importancia que tenía la máquina con respecto a la mano de obra que se empleaba, pues hasta 1880, se consideraba que el trabajo humano intervenía en un 90% para hacer un producto, y el escaso 10% restante era trabajo de la máquina. Por lo tanto, la conservación (preservación y mantenimiento) que se proporcionaba a los recursos de las empresas, hasta ese momento, era solamente una conservación correctiva, debido a que las máquinas sólo se reparaban en caso de paro o falla importante; es decir, únicamente se proporcionaban acciones correctivas teniendo en mente el arreglo de la máquina y no se pensaba en el servicio que esta suministraba.

Conforme la industria fue evolucionando, debido a la exigencia del público de mayores volúmenes, diversidad y calidad de productos, las máquinas fueron cada vez más numerosas y complejas, por lo que su importancia aumentó con respecto a la mano de obra.

Con la Primer Guerra Mundial, en 1914, las máquinas trabajaron a toda su capacidad y sin interrupciones, no solamente las ocupadas en la industria común de los países beligerantes, sino también las que hacían armas, vehículos y artefactos bélicos, pues su funcionamiento era cuestión de vida o muerte; por este motivo, la máquina tuvo cada vez mayor importancia y aumentaron en cuanto a número y cuidados.

De esta forma nació el concepto de mantenimiento preventivo, el cual en la década de los veinte, se aceptó prácticamente como una labor que, aunque onerosa, resultaba necesaria. Este procedimiento seguía guardando un enfoque máquina y las reparaciones que se le hacían eran con el criterio de si la máquina funcionaba bien, ésta daría el producto o servicio adecuado.

1.2 BASES GENERALES.

Las empresas actualmente enfrentan una fuerte competencia, por lo que requieren ser sumamente eficientes, más productivas a bajo costo y con la mejor calidad, cuidando siempre el costo final del producto. Por lo tanto, debe tomarse muy en cuenta al mantenimiento, por ser una de las áreas más importantes para el buen rendimiento de la productividad de las empresas.

El desarrollo del mantenimiento en cualquier empresa afecta considerablemente el costo final del producto, ya que impacta directamente en la producción, seguridad y calidad, pues maneja una gran cantidad de recursos materiales y humanos.

Por ello, integrar adecuadamente un sistema que nos permita conocer el estado real de los bienes físicos de una empresa, para una adecuada operación; implica en primera instancia una revisión de la empresa, requiere de la participación e involucramiento de todo el personal, recordando que un buen mantenimiento es el fundamento para obtener calidad, productividad y seguridad.

1.3 DEFINICIÓN DEL MANTENIMIENTO.

Mantenimiento es el responsable de los bienes físicos de la empresa y por lo tanto su primer compromiso es el conocimiento de éstos, para operarlos en

óptimas condiciones, logrando así fiabilidad y buen desempeño, por lo que se debe de tomar en cuenta como una inversión en la empresa.

El mantenimiento se define como el conjunto de actividades desarrolladas con el objeto de tener los bienes físicos de una empresa en condiciones de funcionamiento adecuadas.

Es conveniente remarcar que esto representa economía; es decir que, darle mayor importancia al área de mantenimiento, dará como resultado mejores condiciones de seguridad, eficiencia, productividad y calidad, logrando con ello, cumplir con los principales objetivos que tiene el mantenimiento industrial.

1.4 OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO.

Los objetivos generales hacia donde debe tender el área del mantenimiento, se mencionan enseguida:

- 1) Conservar los activos de la empresa en niveles aceptables para la producción, en cantidad, calidad y oportunidad.
- 2) Maximizar el tiempo disponible de equipos e instalaciones tendiendo, en consecuencia, a disminuir las paradas imprevistas y los defectos operativos.
- 3) Mejorar las técnicas operativas para aumentar la eficiencia del servicio que presta el área.
- 4) Asegurar que los primeros dos objetivos mencionados se alcancen al mínimo costo posible.

Estas metas de orden general, encierran conceptualmente, las metas más importantes que debe tender a alcanzar el área de mantenimiento. Algunas

características que no debemos dejar de considerar dentro de estos objetivos generales, son:

- **Calidad.**
Reducción de defectos en los productos.
- **Seguridad.**
Incrementos en los niveles de seguridad de la planta, tomando en cuenta el factor humano y sus condiciones de trabajo.
Mejorar el ambiente de trabajo.
- **Ecología.**
Disminución de la contaminación.

En cuanto a los objetivos del mantenimiento, pueden hacerse las siguientes consideraciones:

- 1) Mantenimiento, como todas las áreas de la empresa y la empresa misma, deben funcionar sobre la base de sus propios objetivos.
- 2) Un objetivo no es más que una meta hacia donde debe tender un grupo de personas.
- 3) Todo objetivo debe ser: posible, claro, conocido por todos los integrantes de la organización y medurable. Es decir, para que sea eficaz la fijación de un objetivo, éste debe ser estable, inamovible; esto da el sentido de seriedad a la organización. también debe ser posible de alcanzarlo, al menos en un buen porcentaje. Por otra parte, exige ser claro, bien definido, a la vez que conocido por todos y cada uno de los integrantes de la organización. Por ultimo, deberá ser posible medir el grado de alcance de cada objetivo. Esto permite saber cual ha sido el grado de aciertos o errores de vigencia del objetivo, para consecuentemente, replantear las metas, políticas y medios para un nuevo período.

DEFINICIÓN Y FUNCIONES DEL MANTENIMIENTO

- 4) Una organización se mueve sobre la base de dos tipos de objetivos: los generales y los particulares. Los objetivos generales se aplican de acuerdo a la gestión de la empresa y pueden tener vigencia durante un lapso de un año o más. En cambio, los objetivos particulares pertenecen a ciertas áreas y/o departamentos.
- 5) En casos muy determinados, la empresa o alguno de sus organismos pueden establecer objetivos de tipo especial. Tal sería el caso de una ampliación de las actividades de la empresa y/o una expansión de sus instalaciones; por ejemplo, en el caso del departamento de mantenimiento, es saludable fijar objetivos especiales, cuando deba encargarse un trabajo no habitual, como sería el caso de grandes reparaciones anuales, que exigen un gran esfuerzo de inversión, financiamiento, colaboración de otros organismos, programación, etc.

En la **figura 1.1**, se resumen las funciones mediante las cuales se pueden alcanzar los objetivos del área de mantenimiento.



Figura 1.1 Funciones y objetivos del mantenimiento.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.5 TIPOS DE MANTENIMIENTO.

Es frecuente encontrar una extensa clasificación en los tipos de mantenimiento y todos podrían ser válidos, pero uno de los más sencillos es el siguiente:

- **Mantenimiento correctivo**, que es la forma desordenada de aplicar los medios y recursos de todo tipo a los trabajos de reparaciones, ajustes y cambios.
- **Mantenimiento preventivo**, que es la forma inversa del anterior; es decir, la aplicación ordenada en el tiempo, sobre la base de un criterio de prioridades, de los medios y recursos que tiene el mantenimiento para cumplir con su papel. Dentro de éste se contemplan algunos otros tipos, resultado en el desarrollo del mismo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.5.1 Mantenimiento correctivo.

Es el mantenimiento que se realiza cuando la falla ya se ha presentado, por lo que el mantenimiento correctivo es la eliminación de las fallas a medida que éstas se presentan o se hacen inminentes, siendo así, una actividad destinada principalmente a reparar desperfectos. Este tipo de mantenimiento se divide en dos ramas:

- **Mantenimiento correctivo contingente**, que se refiere a las actividades que se realizan en forma inmediata, debido a que algún equipo que proporciona servicio vital ha dejado de hacerlo, por cualquier causa, y tenemos que actuar en forma emergente y, en el mejor de los casos, bajo un plan contingente.

Las labores que en este caso deben realizarse, tienen por objeto la recuperación inmediata de la calidad de servicio; es decir, que ésta se

DEFINICIÓN Y FUNCIONES DEL MANTENIMIENTO

coloque dentro de los límites esperados por medio de arreglos provisionales, así, el personal de conservación debe efectuar solamente trabajos indispensables, evitando arreglar otros elementos de la máquina o hacer otro trabajo adicional, que quite tiempo para volverla a poner en funcionamiento con una adecuada fiabilidad, que permiten la atención complementaria cuando el mencionado servicio ya no se requiera o la importancia de éste sea menor y, por lo tanto, al ejecutarlos se reduzcan las pérdidas.

- **Mantenimiento correctivo programable**, que se refiere a las actividades que se desarrollan en ciertos equipos o máquinas que están proporcionando un servicio trivial y éste, aunque necesario, no es indispensable para dar una buena calidad de servicio, por lo que es mejor programar su atención, por cuestiones económicas; de esta forma, pueden compaginarse estos trabajos con los programas de mantenimiento o preservación.

El mantenimiento correctivo por su carácter, no analiza al comportamiento de los bienes físicos de una empresa, ya que se realiza sin programación alguna, sin haber tomado medidas previas y muy frecuentes en forma intempestiva.

Esta forma de hacer mantenimiento no por ser elemental se deja de usar; por el contrario, se le usa con frecuencia ya que en la actualidad no se ha encontrado la manera de eliminarle al 100%.

En la **tabla 1.1**, se relacionan las principales ventajas y desventajas del mantenimiento correctivo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla 1.1 Ventajas y desventajas del mantenimiento correctivo.

VENTAJAS:

- Necesita poco o ningún planteamiento, evitando trabajos previos de infraestructura para su implementación
- No se necesita programa especial para reparaciones o cambios de equipos o instalaciones.
- Este tipo de mantenimiento es aceptable en talleres o fabricas simples o de poca producción.
- Resuelve de inmediato las fallas.
- El operador con mayor capacitación incorpora modificaciones.

DESVENTAJAS:

- Cuando se para una máquina por averías, se detiene la producción, con perdidas a veces considerables en cantidad y calidad.
- A medida que se va reparando el equipo, va alejándose del nivel de operatividad original, siendo a la postre, muy difícil ponerlo en condiciones operativas normales.
- Las reparaciones se van sucediendo cada vez con más frecuencia, aumentando las emergencias y disminuyendo la producción, consecuentemente en calidad y cantidad, disminuyendo la vida útil.
- La información técnica original pierde vigencia inmediatamente, dado que el tipo de reparaciones que se han hecho desvirtúan las condiciones y formas originales del equipo o instalaciones.
- Ocasiona paros imprevistos, que se presentan en cualquier momento.
- Se implementan reparaciones provisionales, que no resuelven de raíz el problema, ya que no se tiene las refacciones originales.
- Altos costos en mano de obra con tiempos extras o por contrato de equipo.
- Refacciones más costosas por la premura en que son adquiridos.
- Accidentes o daños a personal.

1.5.2 Mantenimiento preventivo.

Este tipo de mantenimiento se puede definir como la actividad humana desarrollada en los recursos físicos de una empresa, con el fin de garantizar que la calidad de servicio que éstos proporcionan, continúe dentro de los límites establecidos.

Con esta definición se concluye que toda labor de conservación que se realice con los recursos de la empresa, sin que dejen de ofrecer la calidad de servicio esperada, debe catalogarse como mantenimiento preventivo.

Constituye una herramienta valiosa que contribuye a ser más eficaz la función del mantenimiento programado. Por lo tanto no es un tipo más de mantenimiento, sino es un estilo de realizar mantenimiento, en forma sistematizada, que se basa en la técnica y necesita que, previamente, funcione el mantenimiento programado.

La principal virtud de este sistema es la de determinar anticipadamente las reparaciones o ajustes por realizar en los puntos críticos de equipos e instalaciones, a fin de evitar todos los inconvenientes que provocarían las paradas de emergencia.

Esta forma de mantenimiento se basa en las inspecciones periódicas de cada equipo, a los efectos de detectar síntomas de averías o fallas. Por diferentes medios se puede llegar a conocer con alguna certeza el momento en que se podría llegar a producir la falla. En todo caso se trata de evitar que se produzca un paro que provoque una parada de emergencia o cualquier situación incontrolable.

Otro factor característico de esta modalidad de mantenimiento es el uso del registro sistemático de lo acontecido, lo cual permite llegar a establecer

DEFINICIÓN Y FUNCIONES DEL MANTENIMIENTO

una verdadera historia clínica de cada equipo o máquina importante. Esto permite entrar a realiza tareas en ellos, con suficiente antelación a la avería y, además programar tareas similares en diferentes equipos, o tareas diferentes en un mismo equipo (parada programada). En ambos casos se pueden predeterminar tiempos, mano de obra y elementos necesarios, costos, etc., con el consecuente aprovechamiento del tiempo.

En la **tabla 1.2** se relacionan las principales ventajas y desventajas del mantenimiento preventivo.

En la actualidad existen en el mundo muchos procedimientos para llevar a cabo el mantenimiento preventivo, pero existen cinco tipos bien definidos, los cuales siguen un orden de acuerdo con su grado de fiabilidad, la cual se relaciona en razón directa con su costo. En la **figura 1.2**, se muestran éstos cinco tipos de mantenimiento preventivos.



Figura 1.2 Tipos representativos del mantenimiento preventivo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla 1.2 ventajas y desventajas del mantenimiento preventivo.

VENTAJAS:

- Ordena el trabajo del personal que debe efectuar en las instalaciones, permitiendo el uso racional de los medios y la mano de obra.
- Hay un mejor aprovechamiento del tiempo ya que se reducen los paros de los bienes físicos de la empresa, en tiempos productivos.
- La máquina se mantiene en niveles aceptables de operación y la calidad de los productos mejora, ya que los bienes físicos de la empresa, trabajan dentro de las especificaciones requeridas.
- Es posible trabajar sobre la base de presupuestos de servicios.
- Debido a que se programan los mantenimientos, se pueden tener las refacciones necesarias en inventarios, reduciendo así el costo de las mismas, permitiendo el control en el costo del mantenimiento.
- Eliminación de riesgos de accidentes por condiciones inseguras.

DESVENTAJAS:

- El lapso de puesta en marcha es prolongado, pues requiere una serie importante de tareas de organización y entrenamiento de personal.
- Los resultados surgen en el largo plazo. Lo que puede provocar impaciencia y baja moral en el personal de mantenimiento si los objetivos no están bien claros.
- Los bienes físicos de la empresa tienen que ser sacados de operación de acuerdo al programa sin importar sus condiciones reales.
- La vida útil de las partes de los bienes físicos de la empresa, no se aprovechan al máximo, lo cual puede incrementar los costos.
- Puede en algunos casos, reducir la vida útil de los bienes físicos de la empresa, ya que el constante armado y desarmado del equipo, hace que éste pierda sus ajustes originales.
- Exige mantener al día la información técnica.

1.5.3 Mantenimiento predictivo.

Este procedimiento de mantenimiento preventivo se define como un sistema permanente de diagnóstico que permite detectar con anticipación la posible pérdida de calidad de servicio que esté entregando un equipo. Esto nos da la oportunidad de hacer con el tiempo cualquier clase de mantenimiento preventivo y, si lo atendemos adecuadamente, nunca se pierde la calidad del servicio esperado.

En este tipo de mantenimiento, los trabajos por efectuar proceden de un diagnóstico permanente derivado de inspecciones continuas utilizando transductores (captadores y sensores), que tienen la propiedad de cambiar cualquier tipo de energía (luminica, sonora, ultrasónica, radiante, vibratoria o calorífica), en señales de energía eléctrica, las cuales se transmiten a una unidad electrónica procesadora que analiza e informa del buen o mal estado de funcionamiento de la máquina en cuestión, tal y como se muestra en el esquema de la **figura 1.3**, misma que permite aclarar el concepto.



Figura 1.3 Panorámica del mantenimiento predictivo.

DEFINICIÓN Y FUNCIONES DEL MANTENIMIENTO

Este tipo de mantenimiento requiere, para su aplicación, de un estudio profundo del recurso que se va a mantener para conocer sus partes vitales, su tiempo de vida útil y la calidad de servicio que se espera de cada una de ellas, con objeto de colocar los transductores en los lugares idóneos y ajustarlos a la norma y la tolerancia para que todas las variaciones que éstos registren sean enviadas a la unidad electrónica procesadora, en donde se puede obtener en tiempo real, la siguiente información:

- 1) Información sobre el proceso de la planta.
- 2) Estadística.
- 3) Diagnóstico predictivo de funcionamiento.
- 4) Cambio automático de elementos redundantes para salvaguardar la calidad del servicio.

En esta forma, si el procesador registra un mal funcionamiento en el recurso a mantenimiento predictivo, hace un diagnóstico de fiabilidad y predice la posibilidad de una falla catastrófica, es decir, que el servicio se salga de la calidad esperada. El técnico de conservación a cargo debe analizar la situación y proceder a realizar la labor adecuada para eliminar el mal funcionamiento detectado.

La implantación de este tipo de mantenimiento en la fábrica es costosa, pero su operación es económica y se obtiene el más alto grado de fiabilidad; por lo que su uso es ideal para partes, máquinas y sistemas vitales.

En la **tabla 1.3**, se resumen las principales características del mantenimiento predictivo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla 1.3 Síntesis del mantenimiento predictivo.

CONCEPTO.

- Sistema permanente de diagnóstico, que permite detectar con anticipación el posible funcionamiento defectuoso o cambio de estado de una máquina.

SUS OBJETIVOS.

- Protección efectiva de los recursos físicos vitales de una empresa.
- Maximización de la efectividad de las máquinas.
- Reducción del costo combinado conservación-paros.
- Obtención de información para estadística.

SUS COMPONENTES. En tiempo real y en forma automática son:

- Captadores y sensores (transductores).
- Concentradores de datos.
- Sistema de transmisión.
- Unidad procesadora (ordenador).
- Interfase hombre máquina.

1.5.4 Mantenimiento periódico.

Es un procedimiento de mantenimiento preventivo que, como su nombre lo indica, es de atención periódica, rutinaria, con el fin de aplicar los trabajos después de determinadas horas de funcionamiento del equipo, en que se le hacen pruebas y se cambian algunas partes por término de vida útil o fuera de especificación.

En este sistema, al recurso en etapa de conservación, por principio, se da una atención rutinaria durante largo tiempo; al término de éste, se le somete a un

proceso de revisión a fondo, durante el cual se desarma, se limpian sus partes, se cambian las que han llegado hasta el límite de vida útil acusen o no deficiencias, y las restantes se arman en conjunto y se prueban hasta obtener la seguridad de un buen funcionamiento, entregándose el recurso rehabilitado al usuario para obtener su aceptación. Para lograr esto, es necesario hacer una planeación previa concienzuda, auxiliándose no solamente con la información proporcionada por el fabricante, sino también con la estadística de fallas, los trabajos que le han hecho, el punto de vista del personal de conservación y de operación que conocen el recurso; en fin, toda la información que ayude a tener fiabilidad en el equipo.

1.5.5 Mantenimiento analítico.

Este tipo de mantenimiento se basa en un análisis profundo de la información proporcionada por los captadores y sensores dispuestos en los sitios más convenientes de los recursos vitales e importantes de la empresa, de tal manera que por medio de un programa de visitas, pueden ser inspeccionados con la frecuencia necesaria para anotar los datos y las lecturas resultantes, las cuales revisa combinándolas con la información que, para efecto, tiene el banco relativos al recurso, tal como el tiempo que ha estado trabajando sin que se produzca una falla, la carga de trabajo a que está sujeto, las condiciones del ambiente en donde está instalado, etc. Con esta información está en posibilidad de aplicar sus conocimientos en ingeniería de fiabilidad, para calcular la probabilidad que tiene el recurso de sufrir una falla. Cuando el analista corrobora con estos estudios, que el recurso debe ser atendido, ya que esta próximo a fallar, ordena los trabajos que a su juicio, pueden rehabilitar al recurso hasta su grado de fiabilidad esperado, los cuales deben ser realizados cuando el recurso tiene un tiempo ocioso; por lo que, en repetidas ocasiones debe tenerse a mano una máquina redundante para lograrlo. Es conveniente notar que, en este tipo de mantenimiento, no se interviene al recurso periódicamente, sino hasta el

momento en que el análisis lo indique. Le sigue en calidad de fiabilidad y menor costo al mantenimiento periódico.

1.5.6 Mantenimiento progresivo.

Este tipo de mantenimiento consiste en atender al recurso por partes, progresando en su atención cada vez que se tiene oportunidad de contar con un tiempo ocioso de éste. Es necesario hacer una rutina para dar este tipo de mantenimiento al equipo, el cual se dividirá para su atención progresiva en los subsistemas que lo componen; haciendo para cada uno de ellos los estudios de trabajos necesarios para reponer su fiabilidad, aunque sea de manera superficial. En este caso, los cambios de piezas se harán solamente cuando éstas presenten fallas. Por todo esto, el mantenimiento progresivo, aunque es el menos costoso de todos, también es el que menor fiabilidad proporciona.

1.5.7 Mantenimiento técnico.

Esta es una combinación de los criterios establecidos para el mantenimiento periódico y para el progresivo; es decir, mientras en el mantenimiento periódico tenemos necesidad de contar con que el recurso tenga un tiempo ocioso suficiente para repararlo, o en su defecto, tener un recurso de reserva, y en el mantenimiento progresivo estamos prácticamente a la expectativa de tiempos ociosos, que coincidan aproximadamente con nuestras fechas programadas, en el mantenimiento técnico se atiende al recurso por partes progresando en él cada fecha programada, la cual está calculada por un analista auxiliándose de la información necesaria para conocer el grado de fiabilidad del equipo y poder reducir el tiempo de falla de cada etapa, con lo cual su programación o rutina de atención obligaría a atender al recurso un poco antes del mencionado tiempo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En este caso, también es necesario dividir al equipo en sus diversos subsistemas, analizando sus partes vitales, la fiabilidad de cada una de éstas y de su conjunto, a fin de orientar con la rutina al técnico de conservación. también se calcula la mantenibilidad de cada etapa, de tal forma que estamos en posición de conocer el tiempo que requiere la atención de cada una de ellas (dato muy importante para este tipo de mantenimiento) ya que normalmente se desconoce. además, se debe contar con un manual técnico cuyas paginas informan al técnico los pormenores del trabajo, los cuales para cada etapa tienen las características del mantenimiento periódico, pues consisten en una pequeña revisión al subsistema o parte del recurso que según el programa, debe ser atendido, cambiar las partes que han llegado al fin de su vida útil o que tienen alguna falla. El mantenimiento preventivo técnico sigue en calidad de fiabilidad y costo al mantenimiento analítico.

Por estas causas, podemos decir que la diferencia primordial que existe entre el mantenimiento técnico y el progresivo es que éste está a la espera de tiempos ociosos generalmente cortos y aleatorios, mientras que en el mantenimiento técnico, aunque sus tiempos sean cortos, son programados y es obligatorio para la gente de producción, ceder el equipo según la programación.

Los trabajos de mantenimiento preventivo deben ser aplicados exclusivamente a los recursos vitales e importantes de la empresa, con objeto de obtener resultados eficaces y económicos; para esto es necesario que las rutinas sean elaboradas considerando el grado de fiabilidad que, con respecto al servicio esperamos del recurso analizado. En la **tabla 1.4**, se muestra la sinopsis de los tipos de mantenimiento preventivo.

Tabla 1.4 Síntesis del mantenimiento preventivo.

TIPOS DE MANTENIMIENTO	CARACTERÍSTICAS	REQUISITOS PARA SU APLICACIÓN
PREDICTIVO	<ul style="list-style-type: none"> *Diagnóstico permanente (automático). *Trabajos efectuados solo si se requieren. *Alto costo de implantación. *Económico y altamente fiable. 	<ul style="list-style-type: none"> *Disponer de equipo automático de diagnóstico. *Disponer de equipo redundante, de reserva o de tiempo ocioso suficiente para no afectar el servicio. *Necesita alta confiabilidad y seguridad en la operación.
PERIÓDICO	<ul style="list-style-type: none"> *Periodicidad de rutina establecida por horas trabajadas. *Cambio de partes por términos de vida útil o fuera de especificaciones. *Poco económico, pero fiable. 	<ul style="list-style-type: none"> *Disponer de equipo redundante, de reserva o de tiempo ocioso suficiente para no afectar el servicio. *Necesita alta fiabilidad. *Conocer la vida útil de partes vitales para determinar su cambio.
ANALÍTICO	<ul style="list-style-type: none"> *Diagnóstico permanente (manual). *Cambio de partes por términos de vida útil o fuera de especificaciones. *Fiable y altamente económico. 	<ul style="list-style-type: none"> *Disponer de captadores, sensores y personal, para toma de lecturas y análisis. *Disponer de equipo redundante, de reserva o de tiempo ocioso suficiente para no afectar el servicio. *Necesita mediana fiabilidad. *Contar con estadística que permita análisis seguros.
PROGRESIVO	<ul style="list-style-type: none"> *Periodicidad de rutina establecida por oportunidad de tiempo ocioso. *Cambio de partes solo por fuera de especificaciones. *Económico pero poco fiable. 	<ul style="list-style-type: none"> *Disponer periódicamente de cortos tiempos ociosos del equipo. *Necesita poca fiabilidad. *Contar con relación de fallas y recomendaciones del fabricante, que permitan fijar fechas aproximadas de atención.
TÉCNICO	<ul style="list-style-type: none"> *Periodicidad de rutina establecida por horas trabajadas. *Cambio de partes por términos de vida útil o fuera de especificaciones. *Fiabilidad y economía medianas. 	<ul style="list-style-type: none"> *Disponer de equipo redundante, de reserva o de tiempo ocioso suficiente para no afectar el servicio. *Necesita poca fiabilidad. *Contar con estadística que permita análisis seguros.

1.6 SISTEMA DE ÓRDENES DE TRABAJO.

Todo trabajo de conservación, ya sea programado o contingente, cuyo análisis pueda facilitar la mejora continua de esta función (rutinas, reparaciones

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

DEFINICIÓN Y FUNCIONES DEL MANTENIMIENTO

por anomalías, ajustes de importancia, etc.) debe tener su origen en un documento escrito. Este documento, llamado orden de trabajo y cuyo ejemplo de formato se muestra en la **figura 1.4**, se elabora una o dos semanas antes de que se estime debe empezar la tarea y contener cuando menos los siguientes datos, para ser llenados antes y después de la realización de ésta. A continuación se mencionan los principales datos.

- El numero, tipo y prioridad de la orden, y los anexos que contiene (planos, vales, dibujos, etc.)
- Explicación detallada del trabajo por realizar, su tiempo y costo estimado.
- Explicación detallada del trabajo ejecutado, su tiempo y costo real.
- Lugar para los nombres y firmas del que entregó y recibió el trabajo ejecutado y a satisfacción.
- Lugar para los nombres y firmas del personal que proyectó, revisó y autorizó la orden.

RAZÓN SOCIAL DE LA EMPRESA	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO ORDEN DE TRABAJO DE CONSERVACIÓN	NUM.: _____ PRIORIDAD: A) ALTA. B) BAJA.
TRABAJO A EJECUTAR:		
VALES PARA MATERIAL:		
ANEXOS:		
COSTO ESTIMADO:		
TIEMPO ESTIMADO:		
TRABAJO REALIZADO:		
FECHA:		
COSTO REAL:		
DIFERENCIA (REAL-ESTIMADO):		
TIEMPO REAL:		
DIFERENCIA (REAL-ESTIMADO):		
OBSERVACIONES:		
ENTREGUÉ		RECIBÍ
RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN	REVISÓ	RESPONSABLE DE PRODUCCIÓN AUTORIZÓ
PROYECTO		

Figura 1.4 Ejemplo de formato para una orden de trabajo de conservación.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Existen dos tipos de órdenes de trabajo:

- 1) Rutinarias.
- 2) Específicas.

1.6.1 Órdenes de trabajo rutinarias.

Las órdenes de trabajo rutinarias son las órdenes que se atienden en forma continua, pues éstas forman parte de un plan de conservación predeterminado y generalmente, después de ejecutarlas, vuelven a repetirse con la frecuencia que se les ha asignado en el mencionado plan, y en algunos casos, hasta terminar con el tiempo de vida útil del equipo al cual se refieren.

1.6.2 Órdenes de trabajo específicas.

Éstas órdenes, se elaboran para la atención de alguna acción contingente, o para dar respuesta a alguna solicitud de trabajo o reporte de anomalías elaborados por el personal de producción o de mantenimiento; en este último caso deben ser preparadas por el proyectista de conservación analizando a fondo el problema, es decir, si al operador le llega un reporte de anomalías correspondiente a una máquina vital o importante a la cual se le ha notado un funcionamiento defectuoso, pero sin perder aun la calidad de servicio que se espera de ella, procede a obtener la información que sobre este recurso existe en su tarjeta de registro, la analiza y, si lo considera necesario, irá al lugar en donde está instalada la máquina, la inspeccionará, le hará pruebas y todo lo que estime conveniente, hasta determinar el trabajo que deba ejecutarse para corregir la falla, expidiendo para ello la orden de trabajo específica con la documentación que se estime necesaria. Si el estudio demuestra que la rutina de conservación es inadecuada, corrige el plan de conservación correspondiente.

1.6.3 Reportes de anomalías.

En la **figura 1.5** se muestra un ejemplo de lo que es un reporte de anomalías; este documento es usado en la mayoría de las empresas como si fuera una orden de trabajo, lo que no es recomendable porque da lugar al abuso y perjudica la planeación integral de la conservación. Pero es necesario puntualizar que estos reportes solo deben de emplearse como órdenes de trabajo para fines de control y análisis de resultados.

RAZÓN SOCIAL DE LA EMPRESA	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO SOLICITUD DE REPORTE DE ANOMALÍAS.	FECHA:
UBICACIÓN DE LA MÁQUINA: FECHA DE DISPONIBILIDAD: FECHA DE REQUERIMIENTO: CUENTA DE CARGO: PRIORIDAD:		
TRABAJO SOLICITADO:	TRABAJO EFECTUADO:	
SOLICITÓ	AUTORIZÓ	

Figura 1.5 Ejemplo de un reporte de anomalías.

1.7 PRINCIPALES TAREAS DEL MANTENIMIENTO.

De manera muy general, se mencionan a continuación las principales tareas que debe de llevar a cabo el departamento de mantenimiento:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

DEFINICIÓN Y FUNCIONES DEL MANTENIMIENTO

- 1) **SERVICIO.** Esta tarea consiste en proporcionar la buena apariencia, comodidad, seguridad, higiene y adecuado funcionamiento de los bienes físicos de la empresa, y la seguridad del personal de esta.
- 2) **CAMBIO.** Es reestablecer el adecuado funcionamiento de los bienes físicos de la empresa, al reemplazar los elementos que han fallado, están defectuosos y/o su vida económica ha concluido.
- 3) **REPARACIÓN.** Es establecer el adecuado funcionamiento de los bienes físicos de la empresa, mediante la corrección de las fallas una vez que se han corregido. Esta actividad, es la principal tarea del mantenimiento correctivo, pero no necesariamente la reparación es un mantenimiento correctivo para todos los casos. En un mantenimiento preventivo la reparación es programada, sin haberse presentado la falla. Esta tarea, como reparación mayor previa a su realización, debe ser justificada técnica y económicamente, teniéndose muy presente lo siguiente:
 - planeación de la empresa.
 - Restricciones presupuestales.
 - Condiciones técnicas.
 - Aspectos comerciales del mercado.
- 4) **INSPECCIÓN.** Su objetivo es la detección de las posibles fallas potenciales. Esta es una de las tareas más importantes dentro del mantenimiento, ya que con ésta se puede determinar el comportamiento de los bienes físicos de la empresa, cómo están funcionando y en que momento empiezan a desgastarse más allá de la forma normal prevista estadísticamente, para así poder programar el mantenimiento. La inspección convencional, como tarea, es la actividad física en la que el inspector (personal o medios, a través de los cuales se efectúa la inspección), revisa las condiciones de los bienes físicos de la empresa, conforme a un procedimiento establecido; no aporta mas datos. La inspección como actividad de

ingeniería en la que se pretende, no solamente recopilar datos, sino un análisis del origen de posibles fallas o simplemente desviaciones, afectaciones, trascendencia del efecto de una variación, así como las posibles medidas de evitar o al menos de aminorarlos. La inspección puede ser efectuada a diferentes niveles de detalle, en la **tabla 1.5**.

Tabla 1.5 Niveles de inspección.

- **CHECAR.** Representa la inspección para determinar que los elementos están completos y las tareas se cumplieron, sin evaluación alguna.
- **COMPARAR.** Es la inspección para diferenciar los bienes físicos de la empresa, donde se efectuó una tarea contra algún otro de los bienes físicos de la empresa conforme a sus atributos (especificaciones).
- **COMPROBAR.** Es la inspección para asegurar que uno de los bienes físicos de la empresa cumplió una tarea contra algún otro de los bienes físicos de la empresa que funge como patrón, conforme a sus atributos.
- **MEDIR.** Es la inspección para asegurar que uno de los bienes físicos de la empresa cumplió contra algún otro de los bienes físicos de la empresa base (patrón), conforme a valores preestablecidos.
- **REVISAR.** Es la inspección en la cual se observa el estado de los bienes físicos de la empresa, fuera de servicio y/o en funcionamiento, en forma pasiva sin retirar elementos.
- **VERIFICAR.** Es la inspección de los bienes físicos de la empresa, contra parámetros determinados por las especificaciones de diseño, normas datos contractuales o valores preestablecidos.

- 5) **MODIFICACIÓN.** Consiste en reducir o eliminar las fallas repetitivas mediante la alteración del diseño original, a través de las actividades físicas de la aplicación de medidas diferentes a la condición normal. Esta tarea, frecuente en México, es aplicada por el personal de

mantenimiento en forma intuitiva, con ingenio, pero lamentablemente sin ingeniería, es decir, no profundiza en su análisis y no lo documentan. Podríamos comentar que se basa en la experiencia.

1.8 PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Antes de emprender un programa de mantenimiento es indispensable trazar un plan general de este y despertar un interés de quienes participen en el mismo, e inclusive de quienes le sean ajenos; todo programa que reporte buenos resultados requerirá varios meses o años para quedar bien establecido. En la planeación preliminar deberán tomarse en cuenta los objetivos del programa y un itinerario preciso, a efecto de poder evaluar e informar los beneficios.

Un rasgo esencial del mantenimiento preventivo es la acumulación de datos históricos de reparación de maquinaria y equipo general, la cual se efectúa en formas de solicitud de mantenimiento mediante registros de datos estadísticos, o bien en tarjetas donde se asientan las reparaciones importantes. Todo programa de mantenimiento preventivo necesita iniciarse con un conocimiento de los problemas del equipo. Un estudio de las dificultades en el pasado dirá si es preciso o no un mantenimiento correctivo. También indica la frecuencia con que habrán de efectuarse las inspecciones para reducir al mínimo las composuras.

La información de referencia tendrá como fuente de origen cualquiera de las dos siguientes: 1) revisión de las órdenes de trabajo de mantenimiento correspondientes a los dos últimos años, o antes, y 2) un análisis de los antecedentes del equipo, si es que existen. De las dos fuentes citadas, la que se lleva más quehacer es la revisión de las ordenes de trabajo. Sólo se recurrirá a ello cuando la fabrica no cuente con datos sobre las reparaciones realizadas.

Dichas órdenes se clasificarán por número o descripción del equipo, y por tipos de composturas, abarcando los dos últimos años o mayor anterioridad.

La información obtenida se asentará en una hoja de registro, por número y marca de máquina incluyendo fecha y tipo de la reparación, este registro señalará las situaciones que está exigiendo excesivas intervenciones de reparación. Un estudio minucioso de la hoja de registro descubrirá situaciones de reiteración de intervenciones de mantenimiento, lo que indica que existe un factor determinante para que se cause constantemente la avería y este factor deberá ser investigado y revisado a efecto de aplicar un remedio eficaz.

La otra posibilidad es recurrir, en lugar de la hoja de registro mencionada, a un examen de los registros de maquinaria, si es que se tienen. En el caso de que no los haya, deberán llevarse a medida que avance el programa de mantenimiento preventivo. Es de gran importancia que toda reparación y ajuste que revista alguna seriedad, queden apuntados, a fin de que sea factible hacer una comparación y estudios detallados. Sólo sabiendo lo que ha tenido lugar en el pasado se pueden efectuar estudios para el mejoramiento de las funciones y disminuir los costos de mantenimiento en el futuro.

En dichas tarjetas se anotan dos clases de datos: 1) los de tipo permanente, físico, que se relacionan con la maquinaria y su instalación, y 2) los de reparaciones y ajustes de importancia.

Toda unidad de maquinaria o equipo dentro de un área determinada deberá revisarse para precisar el trabajo que haya de realizarse para un preacondicionamiento, así como sus necesidades de lubricación sobre una base diaria, semanal, mensual, trimestral, etcétera, incluyendo un cálculo de frecuencia con que habrán de realizarse reparaciones totales. En la forma de

examen o inspección de mantenimiento preventivo se agruparán los datos correspondientes a esa función.

Sería muy apropiado contar con un rol ya preparado con las frecuencias de inspección para toda la maquinaria, pero no es posible elaborarlo porque el mismo tipo de máquina puede necesitar una etapa distinta de revisión, según el lugar o fábrica en que se halle instalada y de las circunstancias de uso.

El trabajo para establecer un programa de mantenimiento preventivo, consiste en efectuar revisiones en busca de necesidades de mantenimiento (preacondicionamiento, así como mantenimiento programado), preparar hojas de comprobación para las inspecciones, etc., deberá hacerse de una manera progresiva en varias áreas reducidas, que en conjunto abarcarán la instalación total. Cada una de dichas áreas tendrá los límites indispensables para que el trabajo necesario para instaurar el programa quede terminado antes de atender una nueva zona. Si se avanza de esta manera, el establecimiento del mantenimiento preventivo no se verá perjudicado por haber hecho las cosas a medias en varias jurisdicciones a la vez.

Son dos los sistemas que se practican al hacer las revisiones periódicas: la inspección general y la especializada.

Las inspecciones generales son efectuadas por las fábricas chicas, porque la administración es más sencilla. La inspección de toda la maquinaria existente o de una parte, se lleva a cabo en una sola vez. El equipo base, más los motores, engranes, accionamientos, controles, sistemas hidráulicos, etcétera, se revisan al mismo tiempo, de acuerdo con una lista comprobatoria elaborada con anticipación. Por lo común, esto lo realizará un inspector, aunque éste puede llamar en su auxilio a uno o más expertos que le ayuden en determinados aspectos del trabajo.

DEFINICIÓN Y FUNCIONES DEL MANTENIMIENTO

La inspección especializada contiene un grado más alto de refinamiento que la general. Se emplea en las fábricas grandes y ahorra inspecciones. Las partes de la maquinaria que duran más no necesitan ser examinadas con la misma frecuencia que las que fallan más seguido. Cuando son bastantes las máquinas atendidas por el mantenimiento preventivo, se pueden lograr considerables economías en tiempo dedicado a revisiones, si las periodicidades utilizadas procuran beneficiarse del lapso de funcionamiento libre de problemas de cada una de las partes del equipo.

La fijación de las frecuencias de verificación es asunto de experiencia. La tendencia en las primeras fases de un programa de mantenimiento preventivo es inspeccionar exageradamente, lo cual aumenta los costos más de lo necesario. Sin embargo, en el caso de que dichas frecuencias no fuesen lo bastante reiteradas, las interrupciones por descomposturas, con el consiguiente gasto por paralización, podrían ser más costosas que lo ahorrado en inspecciones.

Las revisiones de maquinaria y equipo se efectuarán por los mejores trabajadores calificados con que se cuente, como son técnicos, mecánicos, etcétera. Al iniciar un programa de mantenimiento preventivo, muchas empresas acostumbran realizar inspecciones con trabajadores procedentes de la fuerza de mantenimiento y que se ponen a las órdenes del coordinador de mantenimiento preventivo. Seleccionar a un inspector de mantenimiento preventivo es un aspecto importante de todo programa exitoso, comúnmente provienen de las filas de trabajadores calificados que laboran en el departamento de mantenimiento. Aun cuando un inspector no se encargará de llevar al cabo personalmente tareas de reparación (a veces sí hará algunos ajustes menores) conviene que sepa como hacerlas, ya que por ello estará más capacitado para establecer su necesidad. Con su experiencia en descubrir fallos podrá diagnosticar con mayor acierto los problemas de las máquinas.

Por lo menos una vez al año será necesario revisar el programa de mantenimiento preventivo para identificar cualquier tendencia o defecto surgidos en el transcurso del mismo. Habrá que precisar si la frecuencia de las inspecciones es la apropiada, que el contenido de las formas sea el necesario sin incurrir en exageraciones, que la maquinaria vital esté incluida en el programa, que las formas de papelería estén bien proyectadas y que los registros estén siendo llevados debidamente para que sean de positiva utilidad, etcétera. Los cambios que imponga la revisión deberán hacerse de inmediato, pero habiéndolos sustentado antes con base en hechos concretos para que no haya que dar marcha atrás posteriormente.

El mantenimiento preventivo tiene por objeto disminuir el costo de mantenimiento, así como reducir el tiempo de paro en la producción por medio de engrases, inspecciones, arreglos y reparaciones controlados, para asegurar un continuo funcionamiento de la maquinaria.

Aun cuando el mantenimiento preventivo no es una panacea, la corrección oportuna de cualquier deficiencia hallada en el curso de las inspecciones servirá para evitar costosas interrupciones y descomposturas, que casi siempre tienen lugar cuando existe un programa de ese tipo.

En cualquier esfuerzo organizado los perfeccionamientos que se logran y los toques finales que se hacen constituyen la diferencia entre mediocridad y excelencia. Esto es aplicable, sobre todo, al "pulimiento" de un buen programa de mantenimiento preventivo.

1.9 EL CONTROL DE RESULTADOS.

Es indispensable verificar el desempeño del personal durante la ejecución de las órdenes de trabajo para corroborar su calidad, así como detectar si los recursos físicos presentan deficiencias de diseño, instalación, funcionamiento, fiabilidad o mantenibilidad. Para esto es indispensable apoyarse en los

DEFINICIÓN Y FUNCIONES DEL MANTENIMIENTO

supervisores, que al estar en la línea de producción tienen la posibilidad de comprobar si se está consiguiendo la calidad y productividad esperadas. Su labor es preponderante táctica debiendo estar alertas para identificar desde su inicio los problemas que puedan suscitarse (ellos deben escoger el personal adecuado al trabajo por realizar, combinar sus destrezas, planificar las variaciones que se originen, corroborar que las refacciones, materiales, herramientas o instructivos, se hayan obtenido con oportunidad u estén siendo correctamente empleados; así como comprobar el avance de los trabajos con respecto al tiempo estimado). Terminado el trabajo, comprobarán que éste haya quedado bien y que el responsable de la operación esté conforme con el mismo, procediendo a liquidar o requerir la orden de trabajo respectiva, anotando en ella las observaciones que estimen puedan ayudar a los altos niveles de planeación para conseguir mejorar ésta.

En el nivel de supervisión es donde se conocen los resultados de la conservación y es necesario que éstos sean anotados lo más rápidamente posible en sus respectivos registros para que contengan información realista y actual, a fin de que sirvan de base a la estadística y la preparación de los diferentes informes de resultados, tanto los estratégicos que sirven a la alta dirección como los tácticos al servicio de la gerencia y del mismo personal de producción y conservación; todo esto con las herramientas y procedimientos de control autorizados por la empresa.

1.10 COSTOS DEL MANTENIMIENTO.

No es posible hacer ingeniería sin considerar siempre las razones y efectos económicos de todas las acciones y alternativas.

El problema fundamental de la mayoría del personal de mantenimiento, consiste en traducir a dinero los beneficios resultantes de sus acciones. Generalmente se expresan en forma conceptual, a veces científicamente y

algunas otras sólo literaria o demagógicamente; pero este lenguaje no sirve de canal funcional cuando se entabla con ejecutivos o dueños de empresas. El lenguaje que los dueños o encargados de empresas e instituciones entienden mejor es el de beneficios contables a corto, mediano y largo plazo, aunque en este último caso es difícil para el profesionalista expresar los beneficios resultantes de la imagen, prestigio, solvencia, etc., con parámetros monetarios.

Existe una incapacidad generalizada para analizar costos, sobre todo los de tipo semidirecto e indirecto. Es fácil, o usual por lo menos, que las acciones se analicen en función inmediata de los costos directos, o cuanto cuesta hacer algo, pero los costos no evidentes a primera vista suelen pasar por alto entre los profesionistas sin experiencia en finanzas.

Inexplicablemente esto es caso típico; por ejemplo en sectores sociales como salud, educación, capacitación, y en los técnicos; como calidad, mantenimiento, entrenamiento, etc., en los que al analizar costos se enfocan los gastos por realizar y no se destacan los costos por no efectuar, mismos que usualmente son mucho más importantes.

Cualquier persona que vende ideas, conocimientos o servicios encuentra una diferente y positiva aceptación a sus puntos de vista cuando logra exponer con cifras el balance de lo que cuesta hacer algo con lo que cuesta no hacerlo.

Para ejemplificar lo anterior se expone a continuación una lista verificable de las consideraciones que sobre costos de mantenimiento deben realizar las personas dedicadas o involucradas en esta actividad.

- Directos por mantenimiento.
 - 1) Materiales usados en mantenimiento; incluye refacciones y materiales gastables.

DEFINICIÓN Y FUNCIONES DEL MANTENIMIENTO

- 2) **Mano de obra empleada.**
 - 3) **Renta de equipo especial.**
 - 4) **Precio total de trabajos contratados en el exterior; incluye desmontaje, embarque y desembarque, transporte, precio pagado por trabajo más impuestos, etc.**
- **Indirectos para poder dar mantenimiento.**
 - 1) **Mano de obra ociosa o no productiva del personal del departamento de mantenimiento.**
 - 2) **Supervisión.**
 - 3) **Mano de obra del personal auxiliar que se requiere, por ejemplo vigilancia.**
 - 4) **Indirectos del equipo principal y auxiliar; incluye amortización, reservas, seguros, etc.**
 - 5) **Administración; incluye local, energía, fluidos, teléfono, área de almacén, muebles, servicios, sindicatos, seguros, etc.**
 - 6) **Refacciones en existencia.**
 - 7) **Materiales gastables en existencia.**
 - **Directos por no dar mantenimiento.**
 - 1) **Producción no hecha por equipo involucrado parado.**
 - 2) **Producción no hecha por equipo asociado al involucrado.**
 - 3) **Transportes parados por no tener producción que entregar.**
 - 4) **Accidentes y salud del personal.**
 - 5) **Litigios, quejas, demandas.**
 - **Indirectos por no dar mantenimiento.**
- Corto plazo.**
- 1) **No facturación o facturación retrasada.**

- 2) **Multas por entrega incompleta.**
- 3) **Sobrepuestos por primas de seguros.**

Mediano plazo.

- 1) **Reducción de ventas.**
- 2) **Desmotivación del personal.**

Largo plazo.

- 1) **Perdidas de penetración en el mercado.**
 - 2) **Mala fama.**
- **Costos de la calidad por no mantenimiento.**
 - 1) **Material dañado no vendible.**
 - 2) **Diferencia en ventas por multas (o calidad de segunda) por no cumplir con la calidad.**
 - 3) **Retrabajos y selección por mala calidad.**

CAPITULO II SEGURIDAD

2.1. PRECAUCIONES DE SEGURIDAD.

Las precauciones de seguridad se toman para impedir posibles daños a operadores u otros trabajadores y a la máquina cuando surge algún problema repentino. Teniendo en cuenta que las distintas unidades de la máquina funcionan por presión hidráulica, por aire comprimido o por acción eléctrica, la potencia es muy alta y de funcionamiento rápido, por lo que cualquier error puede ser peligroso. Las máquinas AOKI están equipadas con dispositivos de seguridad destinados a proteger a los trabajadores. Antes de usar la máquina, se debe comprobar el correcto funcionamiento de dichos dispositivos.

2.1.1. Advertencias generales.

Estas advertencias son especialmente importantes para crear un entorno en el que se prevengan los accidentes y se aumente la productividad.

- Llevar casco.
- Usar calzado de seguridad.
- Asegurarse de llevar mangas y cuello abrochado, además de la ropa adecuada.
- Utilizar guantes de trabajo.
- Comprobar que la máquina esta instalada en un lugar seco, luminoso y limpio en el que todo el material, etc. está ordenado y en su sitio.
- La plataforma de trabajo en torno a la máquina ha de ser robusta y de superficie no resbaladiza.
- No colocar herramientas ni otros objetos sobre la máquina ni sobre ninguna pieza móvil de la misma.

- No subirse a la máquina mientras esté en marcha ni tocar los componentes móviles. Antes de proceder a una inspección o trabajo de mantenimiento de la máquina, desconectar el motor de la bomba y el aire comprimido.
- Cuando se desconecte el aire de maniobra antes de hacer alguna operación en la máquina, asegurarse antes de que los noyos ó corazones de soplado y las varillas de estirado están debajo de todo. Lo mismo es aplicable a la unidad de expulsores.
- Asegurarse de llevar la ropa y el calzado adecuado cuando se trabaje en la máquina, procurar no resbalar. Adoptar una postura que facilite y haga más seguro el trabajo.
- Retirar todos los pellets de plástico que hayan podido caer alrededor de la máquina ya que es muy fácil pisarlos y resbalar.

2.1.2. Equipo de seguridad para dispositivo de cierre de molde.

El dispositivo de cierre de molde tiene diversas cubiertas y puertas de seguridad como se puede apreciar en la **figura 2.1**.

Quando se abre una puerta de seguridad, el motor se detiene y se interrumpe el funcionamiento de la máquina. Si las puertas incorporan conmutadores de final de carrera, al abrirse alguna, se activa uno de estos conmutadores y la máquina se para. Antes de poner en marcha la máquina, debemos comprobar el funcionamiento correcto de los conmutadores de final de carrera y asegurarnos de que no intercepta con alguna parte del cuerpo las áreas de las puertas de seguridad.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

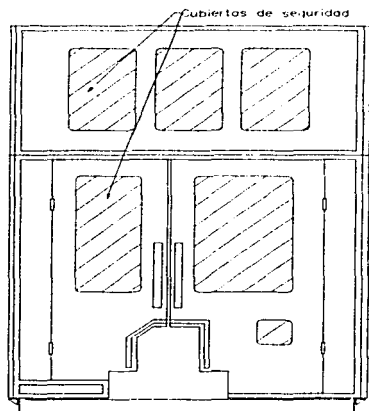


Figura 2.1 Vista orientada hacia la unidad de inyección.

2.1.3 Dispositivo de seguridad mecánico de cierre de molde.

Se debe comprobar que este dispositivo está en la posición correcta cuando se instalen moldes y cuando se inspeccione la máquina. (Hay que detener los moldes inferior y superior en la posición de máxima apertura. Se debe abrir la puerta de seguridad en la posición en la que está instalado este dispositivo, de forma que actúe la placa de retención y no pueda tener lugar el cierre de molde). Este dispositivo se puede apreciar en la **figura 2.2**.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

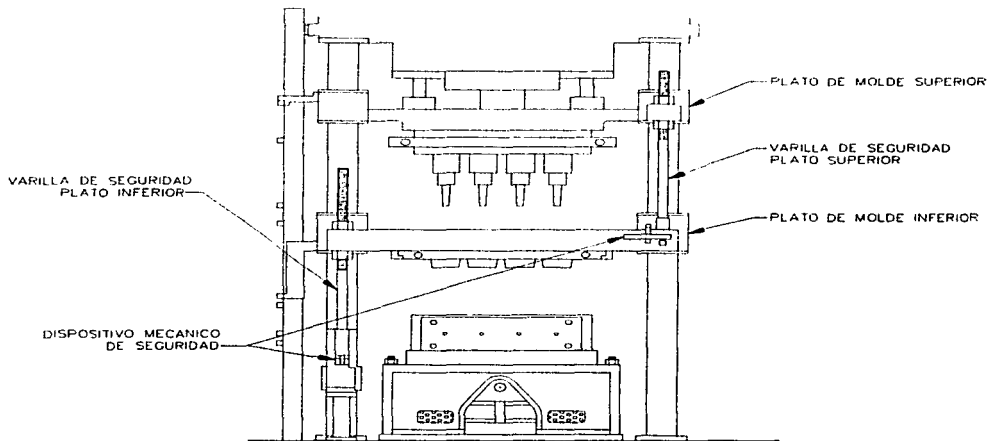


Figura 2.2. Ubicación del dispositivo mecánico de seguridad.

Precauciones:

- 1) Las puertas, cubiertas, conmutadores de final de carrera y los dispositivos mecánicos de seguridad están diseñados para proteger al operador de la máquina y a otros trabajadores y no pueden ser modificados ni retirados bajo ningún concepto.
- 2) Si una puerta de seguridad no abre y cierra bien, o presenta algún daño, se debe inspeccionar inmediatamente y proceder a su reparación.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2.1.4. Botones de paro de emergencia.

En esta máquina hay dos botones de paro de emergencia, existe uno en el lado del operario y otro más en el lado opuesto.

Se utilizan sólo para casos de emergencia.

Cuando se pulsa alguno de estos botones, se desconecta el motor de la bomba, se interrumpe el circuito neumático de maniobra y se detiene la máquina. Ver **figura 2.3**.

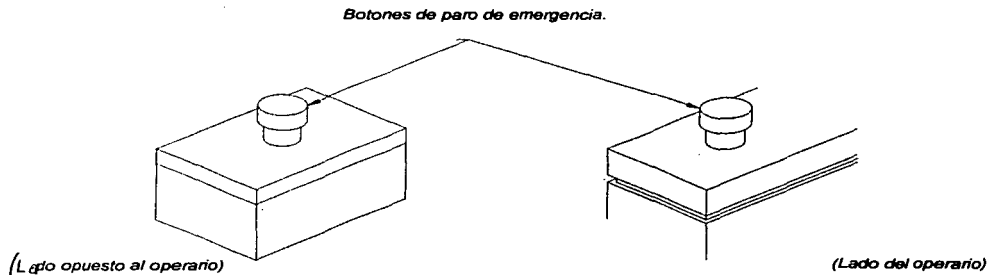


Figura 2.3 Botones de paro de emergencia.

2.1.5 Cubierta del cilindro.

Esta cubierta mantiene el cilindro y protege al operador contra posibles quemaduras y descargas eléctricas. Por esa razón, se recomienda no colocar ningún objeto sobre ella. Se debe evitar aplastarla y no retirarla cuando la máquina esté en marcha.

En la **figura 2.4** se muestra la cubierta del cilindro.

CUBIERTA DEL CILINDRO

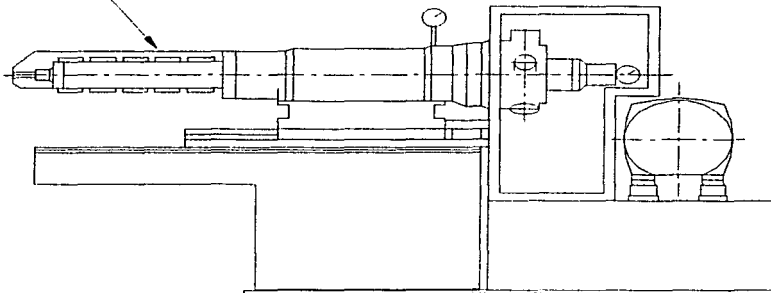


Figura 2.4 Vista lateral de la unidad de inyección.

2.1.6 Otras medidas de seguridad.

- 1) No retirar las cubiertas de la bancada, cableado ni acoplamiento del motor de la bomba antes de poner en marcha la máquina.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- 2) Si se produce un cortocircuito en el cableado que origine una corriente anormal, un disyuntor de fusible o un cortacircuitos interrumpirá el circuito eléctrico para proteger el circuito principal.
- 3) Para controlar la presión de impulsión de la bomba hidráulica, controlar la presión del circuito hidráulico y evitar un aumento de presión excesivo en el circuito, se usan la válvula de descarga y la válvula de reducción de presión a fin de mantener la presión dentro del límite establecido.

Precauciones:

Cualquier modificación de la máquina puede provocar daños o accidentes. Siempre que se necesite hacer algún cambio, es recomendable ponerse en contacto con el fabricante. Sobre todo si se quiere modificar o retirar algún componente de seguridad o de los circuitos eléctrico, hidráulico y de aire comprimido. El fabricante no aceptará responsabilidad alguna en caso de producirse un accidente o daños en la máquina por no haber comprobado el equipo de seguridad antes del funcionamiento, o por negligencia o mal uso de la máquina.

2.1.7 Enclavamiento de la puerta del armario eléctrico.

- 1) En la puerta del armario eléctrico de esta máquina hay una empuñadura de control externo correspondiente al interruptor principal.
- 2) Como hay un enclavamiento entre la puerta del armario y el interruptor, la puerta sólo puede abrirse cuando el interruptor principal (por medio de la empuñadura) se ajusta a "0" (desconectado).

Antes de abrir el armario eléctrico para tareas de inspección o mantenimiento, no se debe olvidar desconectar la alimentación eléctrica.

- 3) Para abrir el armario eléctrico, además de la empuñadura de control, existe un tornillo de cierre especial que sólo se puede aflojar con ayuda de herramientas.

Cuando se cierre la puerta, debemos asegurarnos de apretar a fondo el tornillo. Ver **figura 2.5**.

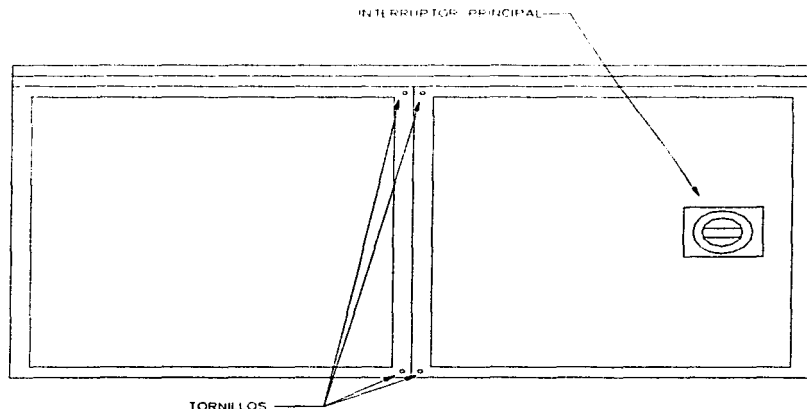


Figura 2.5 Vista frontal del panel de control.

2.2 INSPECCIÓN ANTES DE PONER EN MARCHA LA MÁQUINA.

Antes de poner en marcha la máquina, se debe comprobar visualmente y con detenimiento los siguientes aspectos.

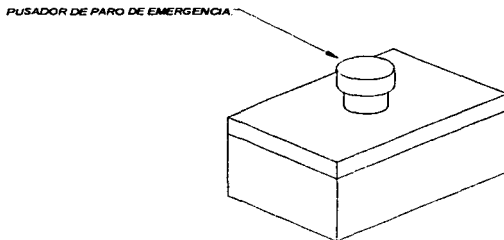
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2.2.1 Desconexión de la alimentación eléctrica.

- 1) Asegurarse de que no hay ninguna conexión suelta en el cableado de conexión a tierra.
- 2) Asegurarse de que no están flojos los tornillos y pernos que sujetan los conmutadores de final de carrera y las levas.
- 3) Asegurarse de que los conmutadores selectores están correctamente alineados en las posiciones indicadas.
- 4) Asegurarse de que no hay ninguna conexión suelta en los tubos neumáticos.
- 5) Asegurarse de que no hay corrientes de fuga.

2.2.2 Comprobación de los dispositivos de seguridad (tras conectar la alimentación y arrancar el motor de la bomba).

- 1) Verificar el funcionamiento correcto de los botones de paro de emergencia. **Figura 2.6.**

**Figura 2.6. Pulsador de paro de emergencia.**

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- 2) Verificar que cuando se abre alguna puerta de seguridad la bomba deje de funcionar y se interrumpen todas las funciones mecánicas alimentadas hidráulicamente. **Figura 2.7.**

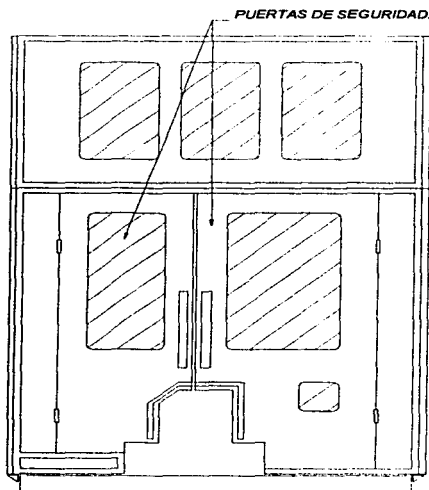


Figura 2.7 Puertas de seguridad.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2.3 PRECAUCIONES RELATIVAS AL FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA.

2.3.1 Emergencias.

Entre los distintos dispositivos de emergencia de esta máquina hay dos botones de emergencia y puertas de seguridad, etc. Cuando se activa alguno de ellos, el cilindro de aire comprimido regresa a su posición y, cuando se interrumpe el suministro de aire, desciende el pistón del interior del cilindro. No se debe poner en marcha la máquina hasta que se hayan comprobado las condiciones de seguridad.

2.3.2 Inicio del moldeo.

- 1) Se deben tomar precauciones especiales durante la purga previa a los ciclos de moldeo regulares. Dada la naturaleza del material moldeado, si permanece en el cilindro calefactor demasiado tiempo, se descompondrá y se carbonizará. Si este material carbonizado se dosifica a alta velocidad y se purga alta presión, la resina puede salir disparada de la punta de la boquilla, con el consiguiente peligro. Por ello, conviene introducir el material a bajas revoluciones y luego, a baja presión, purgarlo gradualmente.
- 2) Si el material se bloquea en la salida del fondo de la tolva, hay que extraerlo con mucho cuidado. Si, estando el cilindro caliente, el material ha estado ahí durante un tiempo considerable, se puede descomponer y salir disparado por la salida de la tolva.

2.3.3 Ajuste de posiciones.

La posición de los conmutadores de proximidad para cierre y apertura de molde, los ajustes del temporizador de frenado y el ajuste de las válvulas de velocidad salen ya preparados de fábrica. Salvo para el cambio de esas piezas, no se debe intentar modificar ninguna de esas posiciones, no reduzca los tiempos establecidos ni ponga en marcha la máquina con las válvulas de

velocidad abiertas. Cualquiera de estas manipulaciones incorrectas de la máquina provocará daños.

- Al menor indicio de que la máquina no funciona bien, hay que detenerla inmediatamente, buscar la causa y solucionarlo.
- No arrancar la máquina hasta cerciorarse de que el problema ha sido solucionado.

2.4 COMPROBACIONES RELATIVAS AL FUNCIONAMIENTO AUTOMÁTICO.

Antes de iniciar el funcionamiento automático, se deben llevar a cabo las seis (6) comprobaciones siguientes:

- 1) Comprobar la seguridad del operador y proceder a una verificación visual y verbal en torno a la máquina para confirmar la seguridad de esa zona.
- 2) Comprobar que todos los dispositivos de seguridad funcionan correctamente.
- 3) Comprobar que todas las posiciones de final de carrera son adecuadas para el moldeo que se va a realizar.
- 4) Comprobar todos los reglajes de los temporizadores.
- 5) Comprobar todos los ajustes de presión.
- 6) Comprobar todos los reglajes de velocidad.

2.5 COMPROBACIONES RELATIVAS A REPARACIONES DE LA MÁQUINA.

Para evitar peligros, se deben considerar la naturaleza del trabajo previsto antes de poner en marcha la máquina.

- 1) Antes de reparar la máquina, se debe desconectar la alimentación principal y colocar la placa de advertencia para que nadie la conecte. Debemos asegurarnos con ayuda de un multímetro de que la

alimentación está desconectada antes de empezar el trabajo. Es apropiado colocar además algún cartel para indicar que la máquina está siendo reparada.

- 2) Antes de hacer cualquier operación dentro de las puertas de seguridad, hay que cerciorarse del funcionamiento correcto del dispositivo mecánico de seguridad abriendo la puerta principal y ajustando el dispositivo de seguridad.
- 3) Si el molde está abierto, se debe insertar dentro de la unidad de cierre de molde un espaciador (taco de madera de 15 x 20 cm aproximadamente y tan largo como la apertura de molde máxima).
- 4) Cuando sea reparado el cilindro o las válvulas de cierre de molde, se debe desconectar el motor de la bomba y hay que hacer descender por completo la presión del interior del cilindro.
- 5) No se debe tocar nunca ningún material eléctrico con las manos húmedas.
- 6) Utilizar siempre las herramientas adecuadas para las inspecciones y las reparaciones. Se debe aplicar el par correcto cuando apriete los tornillos y las tuercas.
- 7) Se deben utilizar siempre los tubos y mangueras indicados en las especificaciones de la máquina para el aceite, el agua y el aire. Las mangueras, tubos, acoplamientos y válvulas para operaciones de alta presión deberán ser del material y la estructura apropiadas.

Precauciones:

- Cuando se retiran las válvulas y las mangueras, los pistones del interior de los cilindros caen por su propio peso. No olvidar tomar precauciones para evitarlo.
- Al activar la válvula de escape residual de la presión del circuito de aire a fin de eliminar la presión de éste, los pistones del interior de los cilindros

del noyo de soplado, estirado, expulsión, unidad de inyección, etc. caerán por su propio peso. De no ser así, hay que hacerlos descender para evitar el riesgo de que caigan posteriormente de forma repentina.

2.6 AJUSTE DEL DISPOSITIVO DE SEGURIDAD PARA EL MONTAJE Y DESMONTAJE DE MOLDES.

Precauciones:

Esta operación es totalmente manual y se efectúa en el circuito de ajuste de molde. Al instalar los moldes, se detienen mecánicamente el plato de molde superior y la mesa rotativa. El procedimiento es el siguiente:

- 1) En primer lugar, se debe retirar el pasador de retención mostrado en la **figura 2.8** (insertado durante el funcionamiento de la máquina). Al retirar el pasador, se inserta mecánicamente la placa de retención y se activa el dispositivo de seguridad.

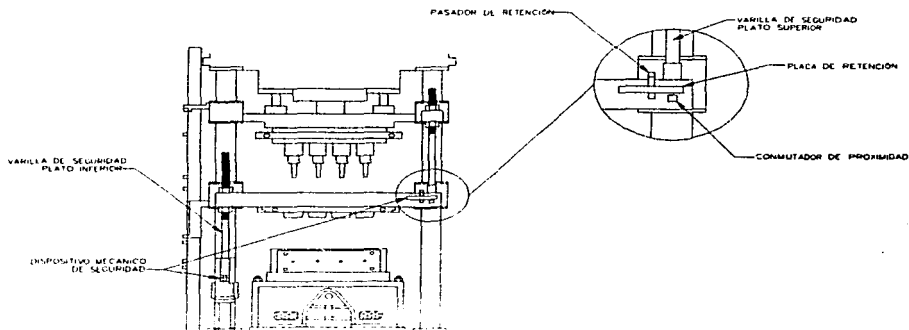


Figura 2.8 Dispositivo de seguridad para cierre de molde.

- 2) Arrancar el motor de la bomba y colocar el selector de instalación de molde en la posición SI (ON).
- 3) Con el selector SA-3 para el molde superior, detener el plato del molde superior en la posición de máxima apertura del molde.
- 4) A continuación, con ayuda del selector de molde inferior SA-12, detener también el plato de molde inferior en la posición de apertura máxima del molde.
- 5) Abrir la puerta de seguridad en el lado del operario.
En el circuito eléctrico, se desconectara el motor de la bomba. La placa inferior de retención se insertará mecánicamente
- 6) Cuando los extremos inferiores de las varillas de seguridad descansan sobre las placas de retención, apretar las tuercas de las placas superior e inferior. Así se completa el posicionamiento de los dispositivos de seguridad.

2.7 PRECAUCIONES Y COMPROBACIONES RELATIVAS AL EQUIPO ELÉCTRICO, HIDRÁULICO Y DE AIRE COMPRIMIDO Y A LA MÁQUINA EN CONJUNTO.

Es recomendable hacer las comprobaciones pertinentes y los cuestionamientos necesarios para establecer las condiciones de los diversos sistemas antes de la puesta en marcha de la máquina, como se muestra a continuación:

2.7.1 Equipo eléctrico.

- 1) ¿Se ha hecho bien la conexión a tierra?
- 2) ¿El motor gira en la dirección correcta? Hay que comprobarlo antes de utilizar la máquina, cuando se trabaje en el cableado y el material eléctrico y cuando se traslade la máquina.
- 3) ¿Hay alguna fuga eléctrica?
- 4) Relés de seguridad.

Cuando se prepare la puesta en marcha de la máquina, se deben verificar las funciones del circuito de seguridad haciendo las siguientes comprobaciones en el orden que se indica.

- Cerrar las puertas de seguridad.
 - Los botones de paro de emergencia han de estar en la posición desconectada.
 - Alimentación eléctrica (interruptor principal) conectada (SI-ON).
 - Conmutador pulsador de preparación (LISTO-SI) conectado (SI-ON).
 - Conmutador de motor de bomba conectado (SI-ON) y motor en marcha.
 - Puertas de seguridad abiertas.
 - Comprobar el paro del motor de la bomba.
 - Regresar al paso 1 y 5 y comprobar el funcionamiento de la puerta de seguridad.
 - Tras comprobar la seguridad, activar la máquina.
 - Si el funcionamiento de la puerta de seguridad o del pulsador de emergencia es anormal, detener la máquina, reparar lo que haga falta y volver a comprobar a partir del paso 7.
- 5) ¿Hay algún tornillo flojo en el tablero de terminales o en la base?
- 6) ¿Hay algún tornillo o tuerca suelto en los conmutadores de final de carrera o en la leva de empuje?
- 7) ¿Hay algún cable roto o tornillo flojo en la banda calefactora?
- 8) ¿Están instalados firmemente los termopares?
- 9) ¿Es correcto el ajuste de la alarma en el termocontrolador automático?
- 10) ¿Funciona correctamente el conmutador de final de carrera de confirmación de caída de producto?
- 11) ¿Hay algún conector de cable desajustado?
- 12) ¿Hay algún fusible fundido o algún cortacircuitos disparado?
- 13) Durante las reparaciones, ¿están desconectados los conmutadores de la alimentación principal y el del panel de alimentación?

- 14) ¿No hay caída de tensión?
- 15) ¿Funciona correctamente el conmutador fotoeléctrico contador de pariones?
- 16) ¿Funciona correctamente el conmutador fotoeléctrico protector de cuellos?
- 17) ¿Funciona correctamente el interruptor flotador del detector de nivel bajo de aceite?

2.7.2 Equipo hidráulico.

- 1) ¿Hay suficiente aceite hidráulico?
- 2) ¿Está bloqueado el filtro de succión?
- 3) ¿Hay algún tornillo de válvula flojo?
- 4) ¿Hay alguna fuga de aceite en los conectores de tubos o mangueras o en las superficies de fijación de las válvulas?
- 5) ¿Hay alguna manguera de goma especialmente torcida?
- 6) ¿Hace la bomba algún ruido extraño?
- 7) ¿Es adecuada la temperatura del aceite hidráulico? (Máx. 50 °C).
- 8) ¿Alguno de los cilindros hace ruido al funcionar?
- 9) ¿Es correcto el ajuste de frenado de todos los cilindros?
- 10) ¿Están bloqueados todos los ajustes de válvula?
- 11) Durante las reparaciones, ¿se ha parado el motor de la bomba y se ha descargado la presión del cilindro?

2.7.3 Equipo neumático.

- 1) ¿Se ha hecho el ajuste de frenado para todos los cilindros?
- 2) ¿Hay algo de humedad o aceite en el circuito de aire de soplado?
¿Tiene la presión adecuada?
- 3) ¿Hay suficiente aceite en el circuito lubricante de activación del cilindro?
- 4) ¿Hay algún tubo doblado o suelto?
- 5) ¿Hay alguna bobina de solenoide suelta o tornillo flojo?

- 6) Al iniciar el funcionamiento automático, ¿está la varilla de accionamiento manual del solenoide en la posición de accionamiento manual?
- 7) Durante las reparaciones, ¿es la presión del circuito de aire =0 kg/cm²? En función del tipo de trabajo, a veces hay que insertar espaciadores.
- 8) ¿Ha cambiado el ajuste de presión de la válvula de descarga que hay encima del depósito de aire?
- 9) ¿Hay presión baja en el depósito de aire soplado después de descargar la presión?
- 10) Antes de retirar componentes del sistema de aire, ¿se ha interrumpido por completo la entrada de aire en la máquina?

2.7.4 La máquina.

- 1) ¿Hay tuercas o tornillos flojos en alguna parte de la máquina?
- 2) ¿Están todas las superficies deslizantes adecuadamente lubricadas?
- 3) ¿Son incorrectas las posiciones de arranque y paro de la mesa rotativa?
- 4) ¿Es correcto el ajuste de altura de boquilla? ¿Hay algún tornillo suelto?
- 5) ¿Es correcto el ajuste de velocidad de cierre de molde soplado? ¿Funciona con normalidad?
- 6) ¿Se ha instalado correctamente la secadora de tolva?
- 7) ¿Hay suficiente agua de refrigeración en circulación? Durante el calentamiento, ¿llega el agua de refrigeración hasta el inyector y la placa de fijación de canal caliente?
- 8) ¿Hay gotas de agua sobre la máquina o los moldes?
- 9) ¿Hay aceite o grasa adherido a la salida de expulsión de producto?
- 10) ¿Hay aceite, grasa, etc. en las varillas de estirado, noyos de soplado, noyos de extracción de producto, etc.?
- 11) ¿Quedan restos de material en el exterior de las bandas calefactoras?

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- 12) ¿Hay material descompuesto adherido al exterior de las boquillas de obturación o en la boquilla de canal caliente?
- 13) ¿Se ha formado algún cordón en los puntos de entrada o en las piezas de fijación de la cavidad de inyección?

2.7.5 Moldes.

En las especificaciones de la máquina, la dimensión L (desde el plato de molde superior hasta la base inferior es fija) y no se puede cambiar.

Si se emplea un tipo de molde que cambia esta distancia, la máquina sufrirá daños. Cuando se realice un molde distinto al incorporado a la máquina en el momento de su entrega, debemos estar seguros de que es del mismo espesor que el molde suministrado por los fabricantes.

En la **figura 2.9** se indica la distancia L a la que hacemos referencia y en la **tabla 2.1** se describen las distancias L para los distintos modelos de máquinas AOKI.

Tabla 2.1 Dimensiones L para varios modelos de máquinas AOKI.

MODELO	(L) mm	MODELO	(L) mm	MODELO	(L)mm
SB3-500-150	670	SB3-250LL-50	665	SB3-1000L-150	745
SB3-1000N-300		SB3-250LS-50		SB3-1000NL-100	
SB3-100H-50	610	SB3-100-20	555	AKH-80	515
SB3-100L-20		SB3-500N-60	625	SB3-100H-15	605
SB3-250L-50		SB3-500NL-60	690	SB3-100LL-20	680
SB3-250S-50		SB3-500LL-75	695	SB3-150P-20L	782
SB3-250-100		SB3-1000H-60	1070	SB3-250P-40N	735
		SB3-250P-50	745	SB3-250P-50L	805

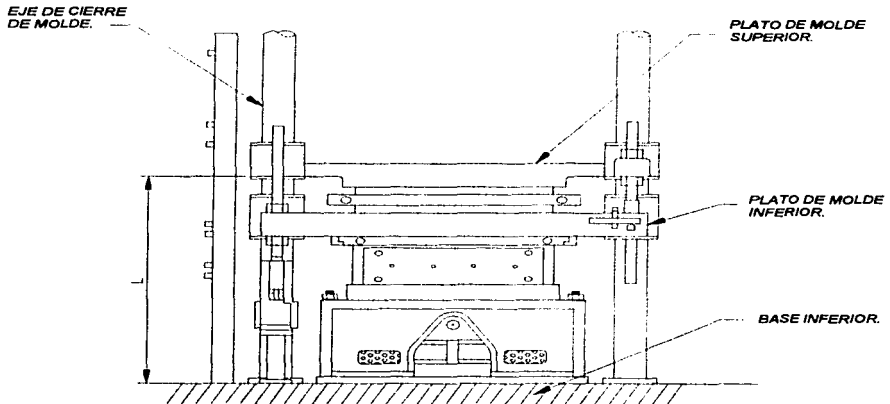


Figura 2.9 Distancia L entre plato de molde superior y base inferior.

2.7.6 Otras precauciones.

- 1) ¿Hay algún tornillo o tuerca flojo?
- 2) ¿Hay restos de rebaba o de suciedad entre las superficies de partición de la cavidad de cuellos?
- 3) ¿Hay algo de suciedad, etc., en el punto en que la cavidad de inyección y la cavidad de cuellos entran en contacto?
- 4) ¿Hay suciedad, aceite, etc., en la cavidad de soplado?
- 5) ¿Se han engrasado los pasadores guía, otras superficies de contacto del molde y las superficies deslizantes de la placa de cuellos?
- 6) ¿Hay demasiada humedad en torno a los moldes?
- 7) ¿Hay alguna fuga anormal de material (masa fundida) precedente de las coladas calientes?

- 8) ¿Hay algún papel nomex en mal estado? (A veces se vuelve opaco en las piezas inferiores de la máquina)
- 9) ¿Se ha hecho correctamente el ajuste de temperaturas en todas las piezas de la máquina?

**CAPITULO III
ESPECIFICACIONES Y COMPONENTES DE LA MÁQUINA**

3.1 ESPECIFICACIONES.

En las tablas 3.1, 3.2 y 3.3 se describen las especificaciones generales pertenecientes a la inyectora marca AOKI-250LL-50.

Tabla 3.1 Agua de refrigeración para la máquina y enfriador de agua de refrigeración de molde.

Caudal de agua de refrigeración (Intercambiador de calor, unidad de inyección, molde de soplado)		L/min.	51.5
Capacidad de enfriado	*1	kcal/h	16,000

Tabla 3.2 Dimensiones del producto.

Numero de cavidades.	1	2	3	4	5	6	7	8	
Diámetro de cuello (mm).	105	80	72	60	42	35	30	24	
Diámetro de cuerpo (mm).	150	130	110	90	80	60	52	42	
Altura (mm)	*2	290	335	265	335	265	250	250	210
Capacidad aproximada (cc)	5000	3000	1800	1600	900	600	350	250	




Tabla 3.3 Especificaciones de la inyectora marca AOKI-250LL-50.

ELEMENTO	UNIDAD	VALOR
Diámetro del husillo	mm	64
Capacidad de inyección	*2 cm ³ /inyectada	386
Presión de inyección	kg/cm ²	1107
Velocidad de inyección	cm ³ /seg	228
Fuerza de inyección	toneladas	35.6
Carrera de husillo	mm	120
Velocidad de husillo	rpm	Máx. 131
Fuerza de contacto de boquilla	toneladas	1.4
Fuerza de cierre (molde de inyección)	toneladas	49.1
Carrera de cierre (molde de inyección)	mm	510
Longitud de preforma por debajo de cuello	mm	Máx.. 160
Fuerza de cierre (molde de soplado)	toneladas	15.8
Carrera de cierre (molde de soplado)	mm	Molde ext. 85 Molde int. 140
Radio de giro de producto	mm	300
Carrera de molde de cuellos	mm	Cada lado 22
Presión de líneas, máx.	kg/cm ² max.	140
Motor de bomba	kW./ polo	37/4
Volumen de aceite hidráulico	*4 l	600
Presión de aire de maniobra	kg/cm ² max.	10
Calefactor de cilindro	kW.	23,415
Calefactor de canal caliente	kW.	6.19
Dimensiones de la máquina (LxAxH)	m	5.28x1.9x3.3
Peso de la máquina, aprox.	toneladas	8

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

ESPECIFICACIONES Y COMPONENTES DE LA MÁQUINA

- *1 Excepto el tipo de refrigeración por aire, se requiere agua de condensador.
- *2 La altura total del producto depende de la altura del cuello.
- *3 El volumen de la inyección difiere según la resina utilizada y las condiciones de moldeo.
- *4 El volumen de aceite hidráulico se mide mediante el medidor de nivel de volumen central.

En la **tabla 3.4** se pueden apreciar las capacidades de alimentación eléctrica, en el caso de la AOKI-250LL-50 se maneja un circuito trifásico de 380 VCA con cable neutro a 60 Hz.

Tabla 3.4 Capacidad de alimentación.

Voltaje (V)	Consumo eléctrico total (kW.)	Corriente total (A)	Sección cable conductor (mm ²)	Sección cable a tierra (mm ²)
200	54.14	225	150	25
380		150	50	16
415		119.8	50	16
460		98.9	35	16

Se debe tener en consideración lo siguiente:

- 1) Cuando se proceda al cableado de la instalación, se tiene que dejar un dispositivo interruptor de corriente exclusivo para esta máquina.
- 2) La sección del cable neutro es igual a la del cable de tierra.
- 3) Secciones de cable medidas a temperatura ambiente 22°C y se trata de cable compuesto monoconductor usado como estándar.
- 4) Las secciones de cable indicadas son las mínimas.

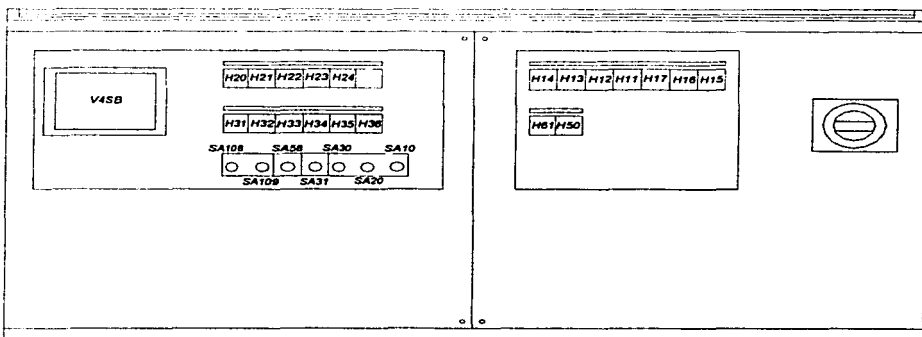
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3.2 PANEL DE CONTROL ELÉCTRICO.

A continuación se presenta la ubicación de los distintos elementos que integran al panel de control eléctrico. Ver **figura 3.1**.



VISTA SUPERIOR



VISTA FRONTAL

Figura 3.1 Vista superior y frontal del panel de control.

Donde:

- SA108 Conmutador de cambio de uso del molde de soplado.
- SA109 Conmutador de cambio de uso de molde de fondos.
- SA58 Conmutador de ajuste de numero de cavidades.

- SA30 Conmutador de alimentación al controlador de temperatura de boquillas.
- SA20 Conmutador de alimentación al controlador de temperatura de canal caliente.
- SA10 Conmutador de alimentación al controlador de temperatura de cilindro.
- H14 – H15 Indicador de termopares en cilindro.
- H20 – H23 Indicador de termopares en canal caliente (colada).
- H23, H24, H31-H36 Indicador de termopares en boquillas.
- H61 Indicador de termopar del agua de refrigeración.
- H50 Indicador de termopar del aceite hidráulico.
- V4SB Pantalla táctil del controlador principal.
- SB1 Botón de paro de emergencia, lado del operario.
- SB11 Máquina lista.
- HL9 Luz piloto de máquina lista.
- SB3 Conmutador pulsador de arranque de motor de bomba.
- SB4 Conmutador pulsador de paro de motor de bomba.
- SA1 Conmutador selector de funcionamiento.
- SB5 Botón pulsador de arranque de funcionamiento automático.
- HL4 Luz piloto de funcionamiento automático.
- SB6 Botón pulsador de arranque de funcionamiento automático.
- SA11 Conmutador selector de expulsión.
- SA3 Conmutador selector de molde superior.
- SA12 Conmutador selector de molde inferior.
- SA4 Conmutador de unidad de inyección.
- SA5 Conmutador selector de inyección retroceso de husillo.
- SB7 Conmutador pulsador de arranque de rotación de husillo.
- SB8 Conmutador pulsador de paro de rotación de husillo.
- SA9 Conmutador selector de molde de soplado.
- SA103 Conmutador selector parison/soplado.

SA101 Conmutador de ajuste de molde.

SA102 Conmutador de dirección de husillo (inyección, rotación de husillo).

SA105 Retroceso de rotación de emergencia.

HL10 Alarma.

HL1 Luz piloto de alimentación control.

HA Zumbador.

3.3 CONMUTADORES O SENSORES DE PROXIMIDAD.

En la operación de esta máquina, es necesario entender bien la función de cada uno de los conmutadores y ajustar su posición adecuadamente para obtener las mejores condiciones de moldeo. En las **figuras 3.2 y 3.3** se describe la ubicación estos conmutadores de proximidad y más adelante se mencionará la importancia de estos.

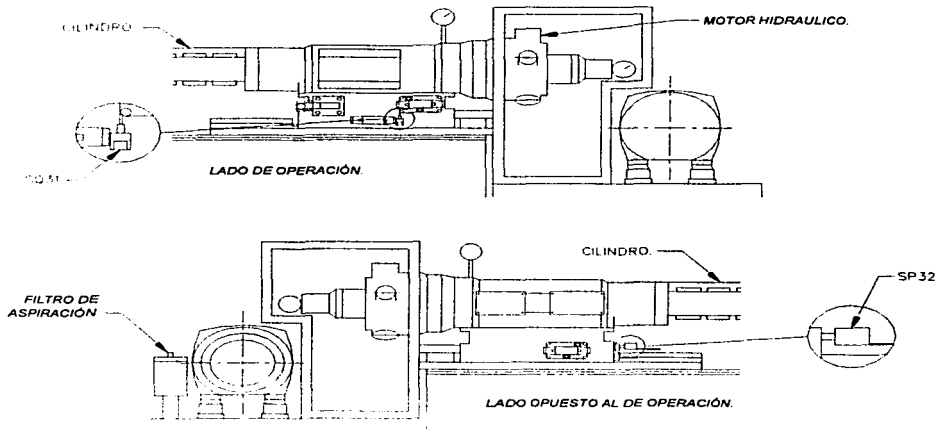


Figura 3.2 Ubicación de conmutadores de proximidad en la unidad de inyección.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ESPECIFICACIONES Y COMPONENTES DE LA MÁQUINA

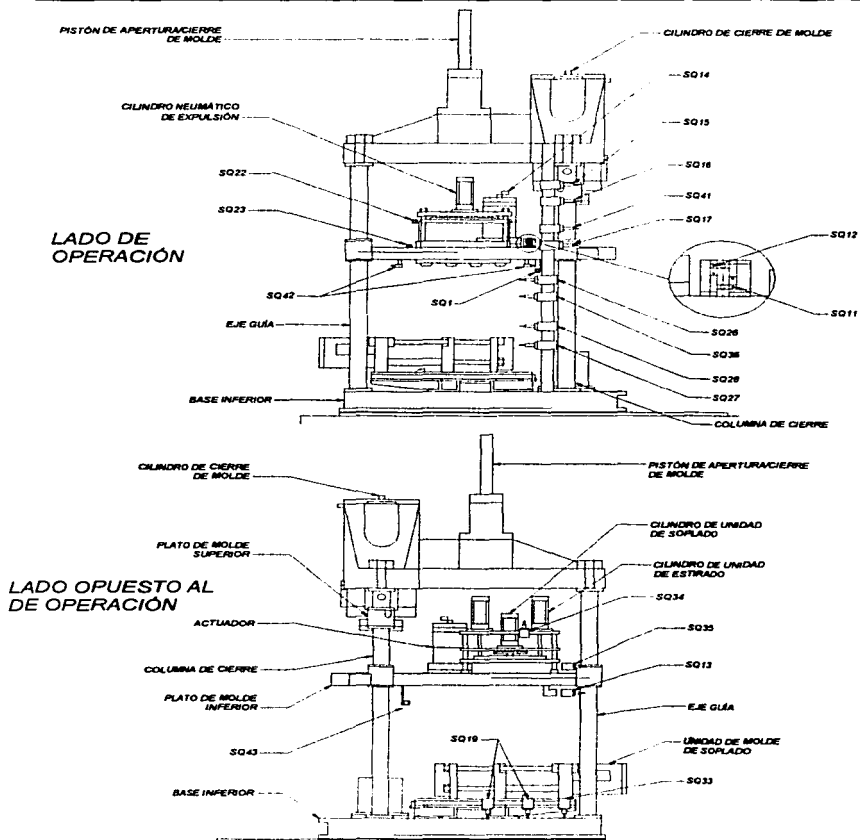


Figura 3.3 Ubicación de los conmutadores de proximidad.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3.4 UBICACIÓN DE LAS PARTES HIDRÁULICAS Y NEUMÁTICAS.

Los movimientos que esta máquina realiza son; en su gran mayoría, provocados por su sistema hidráulico y neumático, debido a esto, es importante conocer la ubicación de las diferentes válvulas que este equipo posee. Enseguida se presentan los esquemas que indican la ubicación de estas válvulas tanto en la parte exterior de la máquina como en su interior, **figura 3.4** y **figura 3.5**.

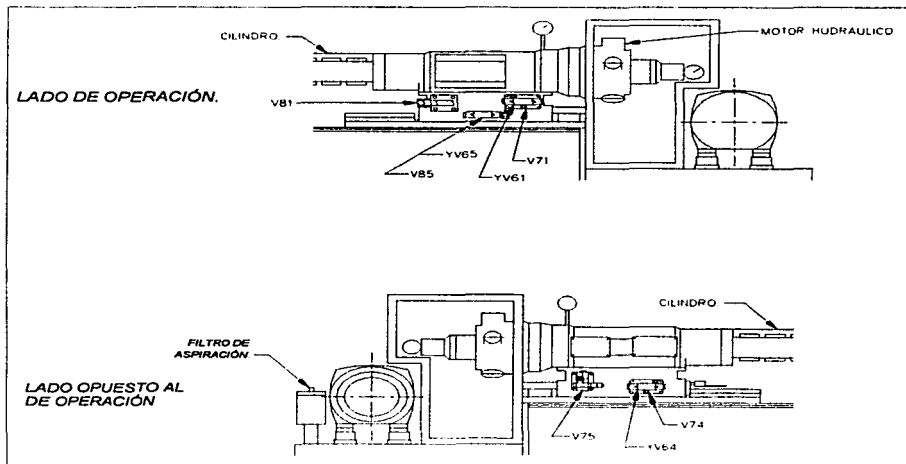


Figura 3.4 Ubicación de partes hidráulicas en la unidad de inyección.

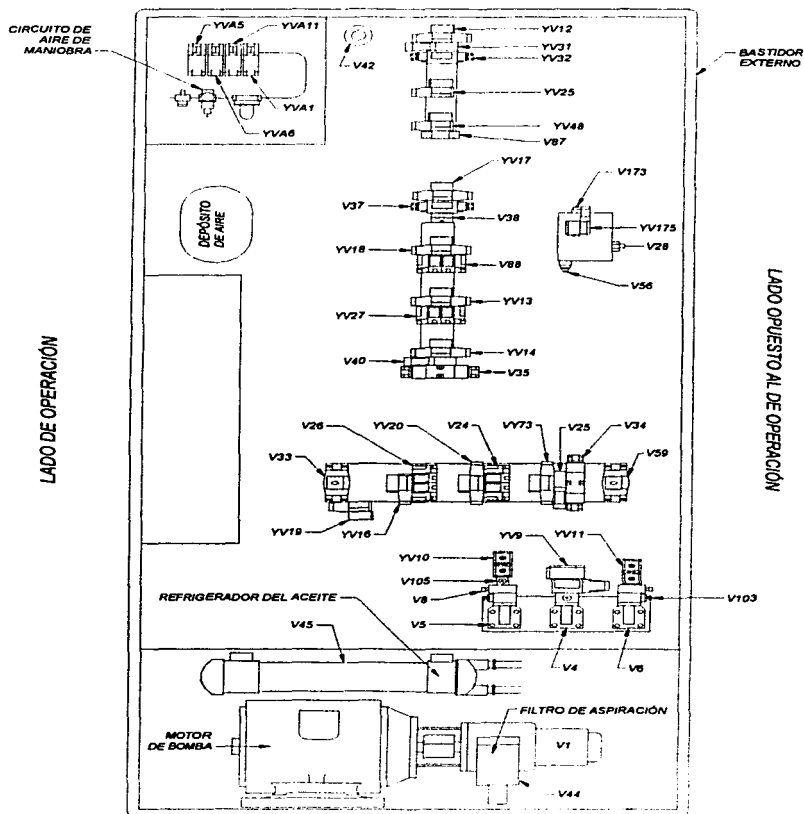


Figura 3.5 Ubicación de los componentes hidráulicos y neumáticos en el interior de la máquina.

3.5 FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA.

3.5.1 Condiciones de proximidad.

La máquina realiza varios movimientos durante un ciclo normal completo, cada uno de esos movimientos está condicionado al correcto termino del movimiento anterior y a la buena ubicación de las partes que en algún momento podrían estorbar en la trayectoria del movimiento en cuestión. Es decir, si la máquina no encuentra las condiciones de proximidad necesarias para determinado movimiento, este no se realiza; por lo que el ciclo no se completa.

Es aquí donde los conmutadores de proximidad entran en acción a forma de protección no solo para la máquina sino también para el entorno que le rodea y para los operadores. Enseguida se mencionan las condiciones que se deben dar para la realización de los movimientos de la máquina.

- Se debe confirmar que los siguientes conmutadores están activados; de lo contrario, la máquina no avanzará al siguiente ciclo:
SQ15 (apertura molde superior).
SQ22 (expulsor arriba).
SQ34 (soplador arriba).
SQ31 (boquilla retirada).
SQ19 (apertura molde de soplado).
SQ14 (retroceso de rotación).
SQ26 (apertura molde inferior).
SQ11 (bloqueo abajo).
- Si estos finales de carrera no trabajan, no puede producirse el avance de rotación: SQ12, SQ15, 19, 34, 22 y 26.
- Cuando SQ11 no actúa, no puede hacerse funcionar: *expulsor, cierre de molde inferior, cierre de molde superior, soplado abajo y cierre de molde de soplado.*

ESPECIFICACIONES Y COMPONENTES DE LA MÁQUINA

- Cuando SQ11, 15,19 y 26 no están activados, tanto en funcionamiento manual como en automático, no se puede hacer funcionar *cierre de molde superior* ni *cierre de molde inferior*.
- Para funcionamiento manual o automático, no se podría avanzar la unidad de inyección a menos que SQ28 (freno de cierre molde inferior) y SQ27 (cierre de molde inferior) estén activados y se confirme fin de tiempo de TM119 para *cierre de molde superior*.
- Si la temperatura del cilindro calefactor se halla por debajo del valor establecido del controlador de temperatura automático, tampoco se podrá avanzar la unidad de inyección.
- Cuando se confirme SQ11 (bloqueo abajo), en funcionamiento tanto manual como automático, se puede hacer retroceder el actuador con este conmutador.
- Al avanzar la mesa rotativa y activar SQ13 al mismo tiempo que el temporizador de límite de rotación (TM175). Una vez acaba el tiempo, la mesa rotativa es bloqueada mediante un enclavamiento.
- SQ19, controla el final de carrera de apertura del molde de soplado. Si este final de carrera no está activado, el movimiento mencionado en el punto anterior no se puede producir.
- SQ33 confirma el cierre del molde de soplado.
- SQ34 es el final de carrera para el ascenso del soplador. Cuando se acaba el tiempo de TM024, se eleva el soplador y se confirma este conmutador.
- El final de carrera de la apertura del molde inferior se controla a través de SQ26.
- Si el final de carrera del expulsor SQ22 no está activado, el movimiento del punto anterior no puede ocurrir.
- SQ15 controla la posición de final de carrera de la apertura del molde superior. Se puede ajustar de forma que el extremo del corazón de inyección y la superficie superior de la mesa rotativa queden separadas por lo menos 20 mm.

- El conmutador de alta presión es SQ17. cuando este conmutador se activa durante el cierre de molde superior (mediante YV73), y el temporizador TM118 acaba su tiempo, se activa YV16; entonces se confirma el conmutador de confirmación de presión SP18IS y el temporizador de aumento de presión de cierre de molde (TM119) inicia su funcionamiento. Dada la estructura de la máquina nunca se debe cambiar de posición este conmutador de alta presión.

3.5.2 Tabla de tiempos.

Para entender mejor el funcionamiento de la máquina durante un ciclo normal de trabajo, en las **figuras 3.6, 3.7, 3.8 y 3.9** se describen las tablas de tiempos relacionadas con los movimientos realizados, donde interactúan válvulas, temporizadores y conmutadores de proximidad.

1) Movimiento de cierre de molde.

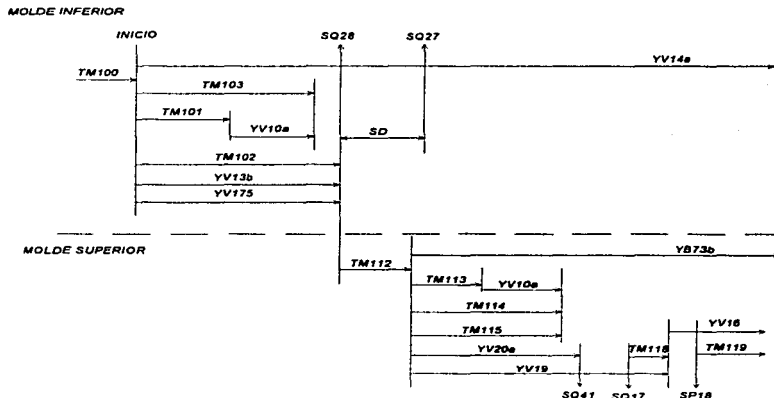


Figura 3.6 Tabla de tiempos para el movimiento de cierre de molde.

2) Movimiento de apertura de molde.

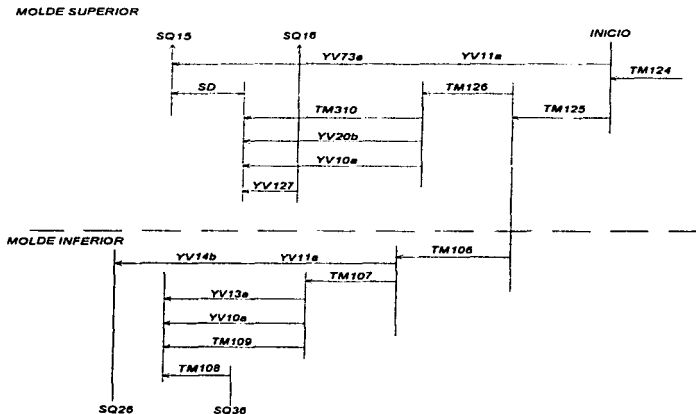


Figura 3.7 Tabla de tiempos para el movimiento de apertura de molde.

3) Movimiento de cierre de molde de soplado.

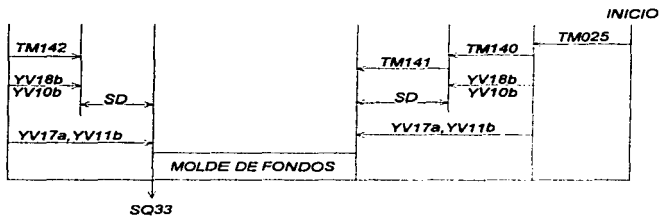


Figura 3.8 Tabla de tiempos para el movimiento de cierre de molde de soplado.

4) Movimiento de apertura de molde de soplado.

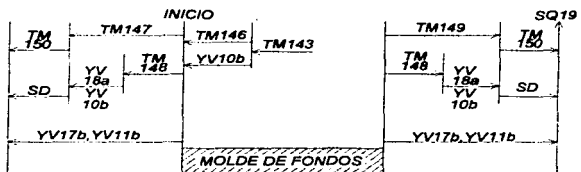


Figura 3.9 Tabla de tiempos para el movimiento de apertura de molde de soplado.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPITULO IV DETECCIÓN E INVESTIGACIÓN DE AVERÍAS

A continuación se mencionan los problemas más frecuentes que se presentan en el funcionamiento de esta máquina; así mismo, se describen las posibles causas que los provocan para cada uno de estos casos.

4.1 EL MOTOR DE LA BOMBA NO ARRANCA.

- 1) El pulsador de paro de emergencia está activado.
- 2) El relé térmico se ha disparado y no se ha puesto a cero.
- 3) Los conmutadores del tablero no están en posición N y SA1 (selector de modo de funcionamiento) no esta en manual.
- 4) Anomalía en el CPU (batería, anomalía en los finales de carrera, etc.).
- 5) Finales de carrera de las puertas no confirmados (puertas abiertas).
- 6) El dispositivo mecánico de seguridad está colocado (SQ10 confirmado).
- 7) No hay voltaje en la alimentación del motor.

4.2 EL AVANCE DE LA ROTACIÓN DE LA MESA GIRATORIA NO TIENE LUGAR.

- 1) SA101 (conmutador de ajuste de molde) está SI (ON).
Colocar este conmutador en la posición NO (OFF), así se activa el funcionamiento en alta presión.
- 2) El rotor del actuador no ha vuelto completamente a su posición de retorno (SQ14 no confirmado).
Girar SA101 a SI (ON), se debe asegurar que la mesa está en la posición correcta y realizar el retorno de emergencia (girar SA5).

3) Mal funcionamiento en el circuito de rotación.

Cuando la tensión se aplica a la válvula solenoide YV12 y el led está activado. Después de parar la bomba, confirmar que la corredera de la válvula ha cambiado y llevar a cabo otra vez la rotación.

4) Final de carrera no confirmado.

Alguno de los siguientes finales de carrera no ha sido activado:

SQ12, 14, 15, 22, 36, 34, (24-1,2), (19-1,2), 26.

4.3 EL MOLDE INFERIOR NO CIERRA.

1) No está confirmado el bloqueo de la mesa giratoria (SQ11).

2) El molde de soplado no da la confirmación de estar totalmente abierto (SQ19).

3) No funciona la válvula solenoide de conmutación de frenado del molde inferior YV17.

Cuando la tensión alcanza la válvula (led encendido), parar el motor de la bomba y después de confirmar que la corredera de la válvula ha realizado el cambio, volver a hacer el cierre del molde.

4) Molde superior no da la confirmación de estar totalmente abierto (SQ15).

4.4. EL MOLDE SUPERIOR NO CIERRA.

1) Cuando el conmutador de ajuste de molde SA101 está activado (ON).

(a) El conmutador selector de cierre de molde inferior SA12 no ha sido girado a la posición de cierre.

(b) SQ27 no está confirmado

2) Cuando el conmutador de ajuste de molde SA101 está desactivado (OFF).

(a) SQ27 y 28 no están confirmados, ajustar la posición de los conmutadores.

(b) SQ15, 19 y 11 no están confirmados.

(c) No funciona la válvula de cierre del molde.

Si llega tensión a la válvula YV20 (led encendido), pero no se realiza el cierre del molde, parar el motor de la bomba, y después de confirmar la conmutación de la corredera de la válvula, proceder nuevamente a cerrar el molde.

4.5 LA UNIDAD DE INYECCIÓN NO AVANZA.

- 1) SA4 desactivado (OFF) colocarlo en la posición ON.
- 2) La presión de cierre de molde no ha sido aplicada (SQ27, 28, T21, 22).
- 3) Falla la función de cambio en la válvula de la unidad de inyección (YV64).
- 4) La temperatura del cilindro calefactor no ha alcanzado el valor prefijado.

4.6 FALLA LA INYECCIÓN.

- 1) SA102 está desactivado (OFF), se debe activar (ON).
- 2) Alguno de los sensores SP18, SQ31 y 27 no se han confirmado.
- 3) La temperatura del cilindro calefactor no ha alcanzado el valor prefijado.
- 4) Falla la conmutación de la válvula de inyección (YV61) .

Cuando la tensión alcanza la válvula (led encendido), parar el motor de la bomba y después de confirmar que la corredera de la válvula ha realizado el cambio, intentar otra vez la función de inyección.

4.7 FALLA EL CIERRE DEL MOLDE DE SOPLADO.

- 1) SA103 (conmutador de soplado y preforma) está en posición de preforma.
- 2) Alguno de los conmutadores SQ35, 11, 27 ó 28 no han sido confirmado.

4.8 NO ENTRA LA ALTA PRESIÓN DE CIERRE DEL MOLDE DE SOPLADO.

- 1) El movimiento hacia abajo de la unidad de soplado no está confirmado (SQ35).
- 2) Falla la función de la válvula de cambio de la alta presión del molde de soplado (V33).

4.9 FALLA EL ESTIRADO.

- 1) La presión de aire es baja o el circuito está cerrado.
- 2) Alguno de los siguientes conmutadores no se ha confirmado: SQ35 y SQ11.
- 3) Falla la válvula de aire para el violentado (YVA6).

4.10 EI AIRE DE SOPLADO NO SALE.

- 1) La presión del aire de soplado es baja o el circuito está cerrado.
- 2) Cuando el tiempo ajustado en el temporizador TM020 es muy corto; el tiempo de soplado en alta presión es corto y solo se ha soplado en baja presión.

4.11 FALLA LA ROTACIÓN DEL HUSILLO.

- 1) SA102 (funcionamiento del husillo) está apagado, ponerlo en ON.
- 2) La temperatura del cilindro calefactor no ha alcanzado el valor prefijado.
- 3) No funciona la válvula de rotación del husillo (V31).
- 4) Aunque tiene lugar la rotación del husillo, falla la dosificación (falla en la alimentación del material).
 - (a) Trampilla de la tolva cerrada.
 - (b) La entrada de alimentación del material en el cilindro está caliente (si se calienta demasiado, el material se apelmaza en esta zona).
 - (c) El torpedo del husillo está roto.

4.12 FALLA EN LA TEMPERATURA DEL CILINDRO.

- 1) La temperatura del cilindro no sube, (también se aplica para las temperaturas en el bloque de colada caliente, boquillas y orificios de inyección).
 - (a) Desconexión de banda calefactora (rotura de algún cable).
 - (b) Falla en el termopar.
 - (c) Falla el pirómetro.

(d) Cortacircuito disparado.

2) La temperatura ha superado el valor prefijado.

(a) Falla el termopar.

(b) Falla el pirómetro.

(c) Deficiencia en el sistema hidráulico de refrigeración.

4.13 LOS PINES DE OBTURACIÓN NO FUNCIONAN CORRECTAMENTE.

1) La temperatura de la boquilla del bloque de canal caliente es baja.

2) Falla el muelle que está debajo de la obturación de la boquilla.

3) Falla la válvula de obturación (YV87). Si la válvula falla aun cuando llega el voltaje (led está encendido), parar la bomba y después de confirmar el cambio de la corredera de la válvula, intentar de nuevo la operación.

4) La junta del pistón está dañada.

4.14 FALLA LA APERTURA DEL MOLDE SUPERIOR.

1) Cuando está en operación automática SA3 no esta en posición.

2) No está confirmado el limite de apertura del molde de soplado (SQ19).

3) Falla la función de la válvula de la apertura del molde superior (YV20).

4.15 FALLA LA APERTURA DEL MOLDE INFERIOR.

1) No se ha confirmado SQ19 ó SQ15.

2) Falla la función de la válvula de apertura del molde inferior (YV73).

4.16 FALLA EN LA EXPULSIÓN.

1) La presión de aire es baja o el circuito de aire no esta abierto.

2) SQ11 no está confirmado.

3) Falla el funcionamiento de la válvula neumática del expulsor (YVA11).

4) Si falla el retorno del expulsor.

(a) Desgaste del expulsor en la leva de apertura de las coronas.

(b) SQ23 no está confirmado.

CAPITULO V MANTENIMIENTO E INSPECCIÓN

5.1 CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL EQUIPO.

El buen trabajo de conservación y mantenimiento que realice el personal dedicado a esta labor, es fundamental para el buen desempeño de la máquina. Sin embargo, para que esta conservación sea la más adecuada, se vuelve necesario conocer los procedimientos convenientes para su realización, con esa intención se describen a continuación estos procedimientos, enfocados a los distintos sistemas que componen a esta máquina.

5.1.1 Intercambiador de calor (refrigerador de aceite).

Si se utiliza agua dura (especialmente agua que contiene gran cantidad de sales o agua muy ácida) a través del intercambiador de calor, **figura 5.1**, los tubos de conducto de calor podrían corroerse y perforarse.

Inspección:

Si es posible, sacar el intercambiador de la máquina para su inspección.

1) Varillas de zinc.

Cuando las varillas de zinc se cubren de fango, ya no podrán neutralizar el agua dura. La frecuencia entre inspecciones dependerá del tipo de agua usada. El agua de la red urbana se puede inspeccionar una vez cada seis meses, si tiene alto contenido de sales se deberá inspeccionar una vez al mes.

2) Tubos de conducción de calor.

Si las varillas de zinc están sucias, probablemente el interior de cada tubo estará también sucio. Se deben separar los sombreretes y buscar señales de corrosión o partículas extrañas.

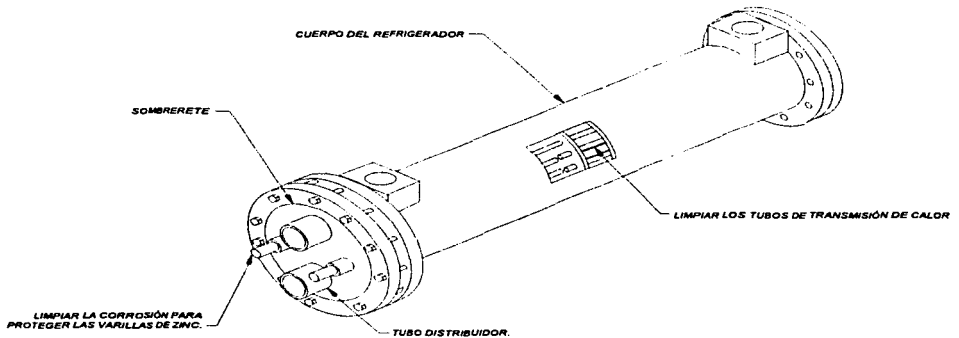


Figura 5.1 Intercambiador de calor (refrigerador de aceite).

Procedimiento de limpieza:

- 1) Limpiar las varillas de zinc con un cepillo de alambre o una lima, si la corrosión es exagerada, se deberán reemplazar por nuevas.
- 2) Limpiar el interior del cuerpo y el exterior de los tubos de conducción de calor con un cepillo de alambre hasta que estén lo suficientemente limpios. El interior de los tubos se puede limpiar con ayuda de un espárrago roscado de 3/16" lo bastante largo para poder introducirlo dentro de los tubos y manipularlo adecuadamente.

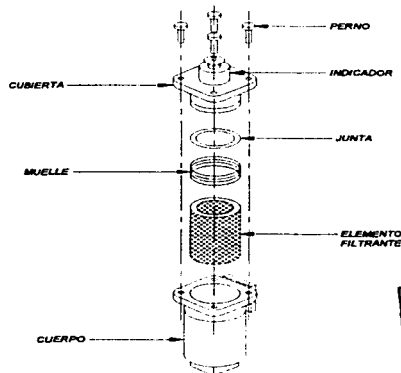
Antes de montarlo en la máquina nuevamente, se debe limpiar totalmente con agua corriente para eliminar partículas de sarro y fango que pueden quedar en el interior de los tubos.

5.1.2 Filtro de aspiración.

Este filtro está montado en la entrada de la bomba en el depósito de aceite, filtra y limpia el aceite hidráulico. El interior del filtro está montado como se muestra en la **figura 5.2**. se recomienda utilizar keroseno o petróleo para limpiar el filtro. Una vez lavado, no se debe olvidar montar la empaquetadura, juntas, arandelas, etc.

La recomendación del fabricante para la limpieza para este elemento es semanalmente durante el primer mes de servicio y a partir del segundo mes, hacerlo mensualmente. Para limpiarlo, se deben despejar completamente todas las suciedades que obturen la malla con aceite ligero o petróleo. Después del lavado, introducir aire comprimido en el interior para sacar la suciedad de la malla.

Nunca se deberá arrancar el motor de la bomba hidráulica con el filtro de aspiración desmontado, si la malla está rota, se debe cambiar el filtro de succión.



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Figura 5.2 Filtro de aspiración.

ajuste de altura de la boquilla tanto como se pueda y una vez que la unidad de inyección se encuentra floja, desde el lado opuesto al de operación, empujar por el extremo del cilindro calefactor hacia al lado del operador teniendo cuidado en no dañar cables, mangueras, etc. Ver **figura 5.3**.



Figura 5.3 Vista superior de la unidad inyectora .

- 2) Para desmontar, aumentar la temperatura del cilindro calefactor hasta la temperatura de trabajo de la resina utilizada y posteriormente, desconectar estos calefactores; se deberá reducir la velocidad de inyección por medio del controlador y retroceder completamente el husillo . A continuación , retirar la unidad de dosificación y la boquilla del extremo del cañón para después desmontar los tornillos de fijación del anillo de retención (que une al cilindro de inyección con el husillo).
- 3) Una vez que el husillo se encuentra libre se hace retroceder el pistón de inyección y con ayuda de una tenaza, colocar los bloques de madera entre el pistón y el extremo posterior del husillo como se muestra en la **figura 5.4** y se hace avanzar el pistón para que el taco de madera desplace al husillo. Una vez que el pistón haya avanzado la carrera completa, retroceder el pistón e insertar otro bloque de madera para proceder de la misma manera, esta operación se repetirá varias veces, después, se podrá extraer el husillo con las manos girando en sentido antihorario al mismo tiempo que se tira de él. Debido a que el husillo

está caliente, no tocarlo con las manos descubiertas. Para evitar daños, colocar el husillo sobre tacos o un bastidor de madera.

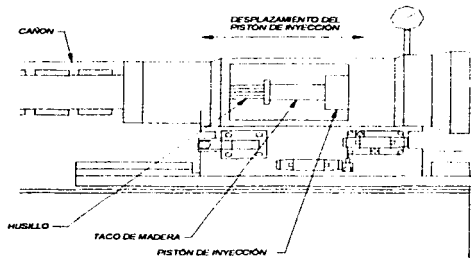


Figura 5.4 Procedimiento de extracción del husillo.

5.1.4 Husillo y cilindro calefactor – limpieza.

Limpieza del husillo.

Para realizar la limpieza del husillo, se puede frotar todo el cuerpo del husillo con un trapo de algodón. Esto despegará gran parte de la resina, el resto se puede eliminar con un cepillo de latón o calentando la resina y después, despegándola con el trapo o con el mismo cepillo. Se deberá limpiar el torpedo del husillo, anillo de fijación o válvula de anillo y el anillo de asiento de la misma forma que el husillo, también se debe limpiar la rosca del husillo así como la del torpedo. Ver figura 5.5.

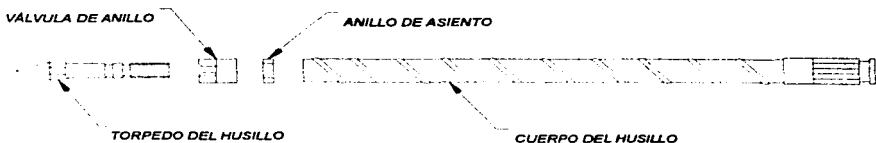


Figura 5.5 Elementos que componen al husillo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Ya que el husillo se encuentra limpio, se debe comprobar que no existen daños en él, como puede ser desprendimiento del tratamiento superficial (cromado por lo general), observar si el filete esta dañado, si la válvula de anillo y el anillo de asiento están dañados puede ocurrir retorno de material fundido al inyectar por lo que se deberán cambiar.

Limpieza del cilindro calefactor.

Con un cepillo de latón, se puede despegar la resina adherida en el interior del cilindro, se puede limpiar el interior con un trapo de algodón colocado al final de una varilla de madera, bronce o latón, cambiando el trapo varias veces durante la limpieza. De esta manera, el cilindro quedará bastante limpio. También se debe limpiar el cabezal del cilindro calefactor y la boquilla, especialmente las superficies de contacto de ambas piezas.

Antes de montar el torpedó del husillo, es recomendable aplicar algún desmoldante sobre él, una capa fina de este lubricante es suficiente.

5.1.5 Generalidades del aceite hidráulico.

El aceite hidráulico usado en los equipos hidráulicos de las máquinas sirve no solo como medio de transmisión de energía, sino también para lubricar las piezas metálicas. Conforme el equipo hidráulico fue diversificándose y alcanzando un alto nivel de ejecución, también las condiciones bajo las cuales se usa el aceite hidráulico se han vuelto más rigurosas. Generalmente se exigen del aceite hidráulico las siguientes características de comportamiento.

- Que fluya libremente en las condiciones que se emplea.
- Que el aceite forme un cierre adecuado en las piezas móviles.
- Apenas cambie física o químicamente cuando se emplee.
- Suprime herrumbre y corrosión.
- Presente adecuada resistencia a la carga y reduzca al mínimo el desgaste en las piezas móviles.

- Cuando se deja en reposo, debe separar rápidamente humedad, suciedad y otras impurezas.
- Dependiendo del uso, resistente a la combustión.
- Que no forme espuma fácilmente.

Los tipos de aceite hidráulico de uso general, clasificados según su composición aparecen en la **figura 5.6**.

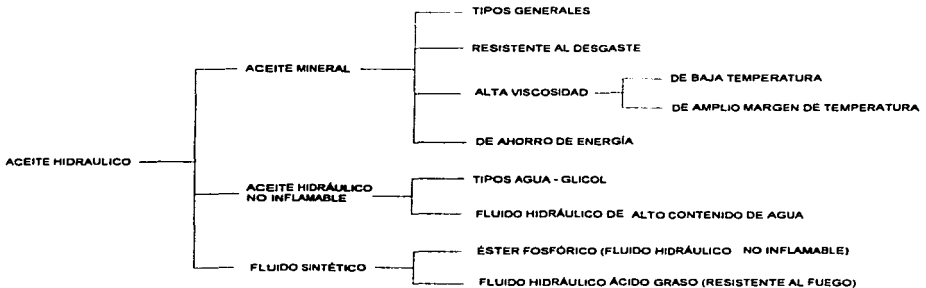


Figura 5.6 Tipos de aceite hidráulico.

A continuación se mencionan las características más generales de los distintos tipos de aceite hidráulico.

- Aceite hidráulico tipo mineral.

El aceite hidráulico de tipo mineral es el de uso más corriente en la actualidad y, como la mayoría de los aceites hidráulicos, pueden obtenerse aceites de diferentes viscosidades. Y es por esta razón que el campo de aplicaciones es tan amplio.

1) Aceite hidráulico de propósito general.

Los tipos de aceite hidráulico en esta categoría contienen principalmente aditivos anti-oxidantes y anti-herrumbre, son resistentes

a la oxidación y termostables y son empleados en los equipos hidráulicos donde la presión hidráulica es comparativamente baja. Así mismo se usan aceite de turbina generadora de electricidad, aceite de lubricación de cojinetes para maquinaria industrial en general y aceite de lubricación de engranes.

2) Aceite hidráulico resistente al desgaste.

Los aditivos catalogados como agentes de extrema presión y agentes preventivos de desgaste se mezclan con aceite para uso en equipos de alta presión hidráulica tales como bombas rotativas de paletas.

En comparación con el aceite de tipo general, los tipos más antiguos de aceite hidráulicos resistentes al desgaste se considera que carecen de estabilidad y otras características, pero estos problemas están actualmente resueltos y se está usando un nuevo tipo de aceite resistente al desgaste que también sirve como los de tipo general.

3) Aceite hidráulico de alta viscosidad.

Cuando hay que usar aceite hidráulico en regiones frías o en equipo de refrigeración, además de los aditivos resistentes al desgaste y antioxidantes, se usan aditivos para rebajar el punto de fluidez y poder obtener de este modo el grado de fluidez correcto para condiciones frías. En el caso de máquinas del tipo de control numérico que exijan rapidez de respuesta y elevada precisión, es necesario que las variaciones en viscosidad sean pequeñas y para poder conseguir esto, se usan aditivos que aumenten el factor viscosidad, de tal modo que aun con temperaturas variadas, se produzca escasa variación de la viscosidad, y es por esto que se usa aceite de factor de viscosidad elevado.

4) Aceite hidráulico de ahorro de energía.

Los tipos de aceite hidráulico dentro de esta categoría son aceites altamente refinados, aceites de base de gran viscosidad a los cuales se les habrá añadido aditivos esenciales y agentes que mejoren las

propiedades anti-desgaste en presiones extremas para crear aceite multigrado que ahorra energía y otros recursos.

- **Aceite hidráulico no inflamable.**

Estos tipos de fluido están basados en gran medida en glicol y polímeros solubles mezclados con varios aditivos. Se puede decir que una característica es la inclusión de agentes gaseosos para impedir la oxidación. Estos agentes están para evitar la presencia de agua en el fluido que puede oxidar la parte vacía del tanque.

Recientemente, este tipo de aceite está siendo usado en bombas de alta presión. Sus propiedades lubricantes han sido probadas, y comparadas con aceites minerales. En general, su resistencia a la combustión, propiedades a baja temperatura y viscosidad a varias temperaturas son adecuadas; sin embargo, algunos tipos causan corrosión en el zinc y aluminio. Hay que tener cuidado, especialmente cuando se cambia de aceite mineral, ya que se puede formar una emulsión o lodo en el depósito.

- **Fluidos sintéticos.**

Los fluidos sintéticos incluyen los de tipo éster fosfórico y el éster ácido graso, estos se utilizan en lugares donde hay peligro de ignición; por ejemplo, equipo de función de laminado y forja de acero, y el los dispositivos que abren y cierran puertas de varios tipos de hornos; pero generalmente, sus propiedades lubricantes de estabilidad y efecto eficaz en juntas y partes móviles no admiten comparación con las del aceite mineral.

En el pasado era aceptado usar aceites minerales en la inyección de plásticos, pero debido al peligro de combustión o explosión, la tendencia a cambiar a fluidos resistentes a la combustión se ha incrementado recientemente. Entre los tipos de aceite hidráulico resistentes a la combustión, los de agua – glicol son los recomendados por las legislaciones referentes a las sustancias

combustibles y relativas a la prevención de incendios, además de ser ampliamente usados por su facilidad de manejo.

5.1.6 Parámetros para la selección del aceite hidráulico.

La finalidad del uso del equipo hidráulico y el medio ambiente, determinarán si se ha de usar aceite mineral o fluido incombustible. Otros factores que habrán de tenerse en cuenta comprenden el tipo de bomba hidráulica y de los componentes restantes, la presión que ha de emplearse, la temperatura, las cualidades de lubricación del fluido, la economía y la adaptabilidad al material usado en las juntas, sellos, etc.

Ya que el aceite hidráulico es el medio por el cual la energía es trasladada al equipo hidráulico, las fallas en el funcionamiento y los problemas descritos en la **tabla 5.1** son siempre atribuidos a la elección de una viscosidad inapropiada del aceite hidráulico. Por esta razón, es esencial seleccionar la viscosidad más adecuada para la estructura del equipo hidráulico, dependiendo de su tamaño y también de la temperatura operativa del aceite y el suministro de presión, de tal modo que se pueda obtener la máxima eficiencia y rendimiento.

Tabla 5.1 Problemas debidos a la elección de la viscosidad incorrecta.

VISCOSIDAD DEMASIADO ALTA	VISCOSIDAD DEMASIADO BAJA
Aumenta fricción interna (aumenta resistencia al flujo de aceite en las paletas, válvulas y demás aberturas).	Aumenta fugas internas. La bomba patina mas (de lo que se deriva menor rendimiento de la bomba y mayor temperatura del aceite).
Aumento de la temperatura.	Aumenta el desgaste de las superficies deslizantes.
El funcionamiento no es suave.	Disminuye la presión del sistema hidráulico.
Aumentan las pérdidas de presión en le sistema hidráulico.	Se pierde precisión en los movimientos.
Aumenta el consumo de energía.	

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Una de las funciones del aceite hidráulico es servir como lubricante y esto ha venido tomando mas importancia según se desarrollan equipos hidráulicos de presión mas alta y de mayor velocidad. En muchos casos, las propiedades lubricantes del aceite hidráulico pueden ser evaluadas por la magnitud del desgaste en la bomba, en donde las condiciones de lubricación son más extremas. El diseño de los dispositivos hidráulicos también puede afectar la forma en que la alta presión de aceite actúa directamente sobre las superficies de la bomba aumentando la presión y la temperatura.

Cuando se selecciona aceite hidráulico, si las propiedades de viscosidad y lubricación son adecuadas a la finalidad para la cual se usa el aceite, no habrá problemas. Pero, con objeto de poder usar aceite hidráulico con confianza durante un largo tiempo y alargar la vida del equipo en el que se usa, es también necesario tener en cuenta las propiedades de comportamiento y las cualidades que se mencionan a continuación:

1) Estabilidad de oxidación.

La estabilidad de oxidación afecta directamente a la vida del aceite. Los elementos hidráulicos compactos que requieren depósitos pequeños de aceite y funcionan bajo regimenes de alta presión y elevada velocidad ocasionan que suba considerablemente la temperatura dela aceite y dicha temperatura alta provoca la oxidación y el deterioro del aceite; la oxidación y el deterioro aceleran a su vez la formación de sedimentos que afectan el funcionamiento del filtro, de las válvulas y de otros componentes del circuito hidráulico. Asimismo, aumenta la corrosión y el desgaste de los componentes.

2) Resistencia a la combustión.

El grado de incombustibilidad está determinado por la composición del aceite o fluido hidráulico y nos indica la temperatura en la que el aceite tiene su punto de ignición.

3) Efectos sobre el material de las empaquetaduras.

Dependiendo del tipo de aceite hidráulico usado, las juntas y empaques usados en el equipo hidráulico puede que se hinchen, endurezcan o disuelvan y como consecuencia se producirán fugas de aceite. Por esta razón es importante conocer el efecto que tendrá el fluido usado dentro de nuestro circuito hidráulico.

5.1.7 Mantenimiento del aceite hidráulico.

Al margen de la calidad intrínseca del aceite que se emplee, si no se extrema el cuidado y el correcto mantenimiento en él no es efectuado, pueden producirse problemas. Se pueden dividir los aspectos del mantenimiento a grosso modo en tres tipos:

- 1) Deterioro del aceite. A juzgar por la viscosidad, la acidez o el color.
- 2) Contaminación. A juzgar por el peso o por contaje de partículas.
- 3) Apariencia. A juzgar principalmente por el color.

Los siguientes aspectos proporcionan una guía más practica:

- Cambio en la viscosidad.

La viscosidad afecta directamente al rendimiento y vida de los componentes hidráulicos. La oxidación y el deterioro por causa del color aumentará la viscosidad, un cambio repentino de la viscosidad puede ser debido al uso de un tipo de aceite incorrecto cuando se repone el suministro.

- Cambio en el valor total de la acidez.

El valor total de acidez puede variar de acuerdo con el aceite de base y al uso o falta de algún tipo de aditivo, pero generalmente hablando, si hay aditivos habrá un descenso en el valor de la acidez con el paso del tiempo y subirá a medida que progrese el deterioro debido a la oxidación.

- Agua en el aceite.

Debe extremarse la atención cuando se use aceite mineral porque un ingrediente extra de base de agua causará emulsionamiento que afectaría desfavorablemente a la lubricación, causaría herrumbre y acortaría la vida del equipo y del aceite. Cuando es grave, puede ser detectado visualmente.

- Color.

El color del aceite hidráulico variará de acuerdo con su viscosidad y los tipos y cantidades de aditivos que lleve. Se recomienda compararlo con aceite nuevo, generalmente el color tiende a oscurecerse a medida que el deterioro debido a la oxidación o calor progresa.

- Grado de contaminación.

Cuando el aceite hidráulico contiene impurezas puede afectar la actuación y la fiabilidad de los mecanismos hidráulicos, y es por esta causa que la prevención de la contaminación es una parte muy importante del mantenimiento.

Muy a menudo es necesario cambiar el aceite por culpa de los contaminantes y no por el deterioro sufrido por el aceite propiamente dicho, y en muchos casos, una vez expulsados los contaminantes se puede seguir usando el aceite. Con el fin de prevenir deficiencias, debe presentarse especial atención al llevar acabo estas comprobaciones de mantenimiento.

- 1) Cantidad de aceite.

Se debe verificar que, como mínimo, el nivel de aceite nunca descienda por debajo de la línea de mitad del medidor de nivel.

- 2) Temperatura del aceite.

Cuando la temperatura del aceite es baja, se recomienda poner en marcha la máquina en vacío para templarla adecuadamente antes de comenzar la producción. Durante la operación normal, se debe regular

también la refrigeración para asegurarse de la temperatura del aceite hidráulico nunca sobrepase los 50°C. Cuando la temperatura es demasiado alta, la película lubricante del aceite en las superficies deslizantes se elimina y el material de retenes y empaques se deteriora y la eficiencia de la bomba se ve desfavorablemente afectada.

3) Presión de aceite.

Se debe verificar que la lectura de la presión es normal. Si no es normal, puede deberse a algún bloqueo en el filtro, también puede que penetre aire en el aceite y se deberá comprobar el funcionamiento correcto de la bomba y del manómetro.

4) Inspección del filtro.

Comprobar diariamente la presión diferencial del filtro y se debe limpiar regularmente, sobre todo si hay bastantes impurezas en el aceite.

5) Ruido en la bomba.

Las causas de ruido anormal pueden ser la obturación del filtro, aire incorporado al aceite, la viscosidad de aceite excesiva u objetos extraños en la bomba, etc.

6) Comprobar que no existan fugas.

Verificar las conexiones, resaltes y mangueras flexibles debido al deterioro de las juntas y empaques.

Si la contaminación o deterioro del aceite empeora, la vida de la máquina se acorta y pueden ocurrir fallas. Es absolutamente esencial llevar cabo una verificación periódica del aceite para detectar cualquier cambio de sus propiedades. Se puede pedir una prueba del aceite con el proveedor del aceite, pero es posible para el usuario, hacer una prueba de aceite por inspección visual o una prueba de gota. Para esto, se puede tomar una muestra del deposito de aceite inmediatamente después de parar la máquina porque es entonces cuando el aceite se encuentra suficientemente mezclado.

- Prueba de apariencia visual.

Se ponen las muestras de aceite nuevo y del aceite muestra en tubos de ensayo separados y se comparan por el color, la claridad, la presencia de materias extrañas flotando y agua depositada en el fondo del tubo.

- Prueba de la gota.

Con este método también se puede tener una buena idea acerca de las condiciones del aceite usado comparándola con aceite nuevo. Se vierte una gota del aceite en uso sobre un papel filtro y se examina después de dos o tres horas, si el aceite está sucio y obviamente deteriorado, las sustancias contaminantes serán fácilmente detectadas.

Es recomendable realizar estas pruebas una vez mensualmente, si los dos tipos de test que se acaban de describir ponen de manifiesto algunas anomalías en el aceite, será necesario realizar pruebas en los laboratorios de la compañía que suministra el aceite y será entonces cuando se estará en condiciones de aconsejar, con base en los resultados de estas pruebas, si el aceite debe ser o no reemplazado por aceite nuevo.

No importa lo bueno que sea el aceite, después de haber estado usándose durante cierto tiempo, partículas procedentes del desgaste de la bomba y otras piezas móviles del equipo hidráulico penetran en el aceite, y el deterioro del mismo conduce a la formación de sedimentos y escamas. Aun en el caso de que el aceite sea correctamente usado, su vida de trabajo es generalmente de 2 a 3 años y una vez que el deterioro comienza, el aceite será inutilizable en poco tiempo (uno o dos meses).

Cuando esto sucede no sólo debe cambiarse el aceite, sino que es aconsejable escurrir hasta la última gota del aceite antiguo, fregar el depósito con una esponja adecuada y hacer circular aceite limpio de aproximadamente la misma viscosidad por el circuito hidráulico de la máquina trabajando a baja

presión durante unas cinco horas para que sean expulsadas todas las partículas de metal, sedimentos y cascarillas que se encuentren dentro del circuito. Solamente después de que el circuito y el depósito hidráulico se encuentra totalmente limpio, se puede depositar el aceite nuevo dejándolo reposar aproximadamente de 3 a 5 horas para dar tiempo a que se eliminen las burbujas de aire o cualquier otra materia que pudiera haber quedado flotando, antes de poner en marcha el motor de la bomba.

5.2 PROGRAMA DE INSPECCIONES.

Como ya se ha mencionado en el capítulo I, la inspección es una de las tareas más importantes dentro del mantenimiento. La determinación de lo que debe inspeccionarse y con qué frecuencia debe hacerse es un punto crítico; ya que, con estas se puede determinar el estado de funcionamiento del equipo y se puede detectar el momento en que algún componente comienza a deteriorarse.

De forma general, para cualquier tipo de máquina o equipo, se recomienda inspeccionar:

- Todo lo susceptible a una falla mecánica progresiva, como desgaste, corrosión y vibración.
- Todo lo expuesto a falla por acumulación de materias extrañas: humedad, envejecimiento de materiales aislantes, depositación, etc. como es el caso de contactores eléctricos, cables eléctricos, aceite aislante, obstrucción en tuberías, resumideros de tanques y depósitos, etc.
- Todo lo que sea susceptible de fugas, como es el caso de sistemas de lubricación, sistemas hidráulicos, sistemas neumáticos, sistemas de gas y sistemas de distribución de fluidos.
- Lo que con variación, fuera de ciertos límites, puede ocasionar fallas como niveles de depósito de sistemas de lubricación, niveles de aceite aislantes, niveles de agua de enfriamiento, etc.

- Los elementos regulares de todo lo que funcione con características controladas de presión, gasto, temperatura, holgura mecánica, voltaje, intensidad de corriente, niveles de aislamiento, etc.

A continuación, se describe un programa de inspecciones diarias y periódicas que se recomienda con la finalidad de encontrar posibles deficiencias en los distintos componentes de esta máquina. Siguiendo este sencillo programa será posible evitar que se produzcan fallas en los mecanismos de nuestro equipo.

5.2.1 Inspección diaria.

1) Aceite hidráulico.

Verificar que el nivel de aceite se encuentra en la línea media del indicador.

2) Tornillos en molde y piezas móviles.

Se debe asegurar que todos los tornillos de los moldes de inyección, soplado y de la unidad de expulsión están en su posición y que no se encuentren flojos, si es necesario, se deberán apretar bien.

3) Inspección de los termopares.

Los termopares deben estar en su correcta posición, no sueltos, bien introducidos verificando que los cables de este no estén rotos y observando su correcto funcionamiento. Esto se puede hacer sacando el termopar de su lugar y con ayuda de un encendedor exponerlo a la flama, si funciona correctamente, la temperatura indicada en el pirómetro aumentará.

4) Cilindro calefactor. Comprobación del tiempo de calentamiento.

Verificar si el tiempo de calentamiento es demasiado corto o demasiado largo, ya que esto puede estar provocado por averías de los circuitos de calefacción (bandas calefactoras, termopares y relés) y por averías en el cableado.

5) Inspección de los dispositivos de seguridad.

Comprobar que cuando las puertas de seguridad se abren, la máquina se detiene.

Verificar que el botón de arranque no trabaja a menos de que se haya quitado el seguro anteriormente.

Comprobar que la máquina deja de trabajar si es accionado el pulsador de paro de emergencia.

6) Agua de refrigeración.

Comprobar el caudal y la circulación del agua de enfriamiento, inspeccionar si no existen fugas.

7) Lubricación.

Inspeccionar que todas las superficies deslizantes (platos superior e inferior, bancada, unidad de soplado, unidad de expulsión y moldes de cuellos) estén debidamente engrasadas.

8) Comprobación de fugas de aceite.

Confirmar que no existen fugas de aceite hidráulico en las superficies de montaje de las válvulas, en el cuerpo principal de cada válvula, en las juntas de los actuadores hidráulicos y en conexiones de tubos y mangueras.

9) Examinación de ruido anormal.

Verificar que durante la operación no se perciben ruidos extraños provenientes del motor de la bomba, de la propia bomba, del cilindro calefactor y del motor hidráulico de la unidad de inyección.

10) Anormalidad durante el funcionamiento.

Durante el ciclo de trabajo, el funcionamiento en general de la máquina debe presentar normalidad, se debe verificar que el ciclo de trabajo sea normal.

5.2.2 Inspección periódica.

1) Cada semana.

- Verificar que los tornillos y tuercas que sujetan los conmutadores de final de carrera están bien apretados.
- Examinar que no exista resina adherida a las bandas calefactoras, que los tornillos de estas bandas estén apretados y que no haya cables flojos, sueltos o dañados.
- Los tornillos que sujetan al husillo y al pistón de inyección deberán ser revisados y asegurar que se encuentran apretados debidamente.
- Asegurar que las conexiones de las mangueras y tubos estén bien apretados, revisar en el exterior de la máquina y en el interior.
- Engrasar las superficies deslizantes de los platos superior e inferior y de la bancada con grasa ordinaria, y lubricar las partes deslizantes de los moldes de inyección, de soplado y de la unidad de expulsión con grasa de grado alimenticio.
- Limpiar la máquina con ayuda de un trapo de algodón.

2) Cada mes.

- Limpiar el filtro de aire del respiradero. Sólo es necesario hacer pasar aire comprimido de adentro hacia fuera del filtro.
- Limpiar el elemento filtrante del aceite hidráulico (filtro de aspiración).
- Si el agua usada para la refrigeración del aceite es muy dura, inspeccionar las condiciones de operación del refrigerador de aceite.

3) Cada tres meses.

- Verificar la condición del aceite hidráulico, que no esté muy sucio u oxidado.

- Limpiar la superficie de los microseparadores de partículas del depósito de aceite hidráulico. Esto puede hacerse con una esponja o trapo de algodón.
 - Limpiar el polvo y las impurezas que se encuentren dentro del armario eléctrico soplando con aire seco todos los elementos que ahí se encuentran, tales como temporizadores, contactores, tarjetas del controlador, etc.
- 4) Cada seis meses.
- Se debe revisar el apriete de los tornillos del cabezal del cilindro calefactor.
 - Revisar el correcto apriete de todos los tornillos de la máquina.
 - Inspeccionar el estado y la cantidad de grasa del acoplamiento entre el motor y la bomba hidráulica.
 - Verificar que no existen daños provocados por desgaste en las partes móviles de la máquina.
 - Limpiar el refrigerador del aceite hidráulico.
- 5) Cada año.
- Conocer la condición de operación del aceite hidráulico con el análisis realizado por el proveedor y si es necesario, cambiar el aceite en su totalidad.
 - Cambiar la grasa del acoplamiento entre el motor y la bomba y limpiarlo.
 - Revisar el estado de funcionamiento del motor eléctrico de la bomba.
 - Limpiar todo el interior de la máquina.

CONCLUSIONES

- **Con el mantenimiento preventivo se pueden disminuir los costos de mantenimiento, y se puede reducir el tiempo de paro en la producción por medio de inspecciones adecuadas, lubricaciones periódicas y reparaciones controladas, de esta forma se puede asegurar el continuo funcionamiento de la máquina.**
- **Aunque el programa de inspecciones no es la panacea, la corrección oportuna de cualquier deficiencia hallada en estas revisiones servirá para evitar costosas interrupciones y descomposturas en el equipo, que casi siempre tendrán lugar si no existe un programa de este tipo.**
- **Debido a la complejidad del sistema eléctrico y electrónico de esta máquina, resulta difícil proporcionar algún mantenimiento preventivo a este sistema, ya que no es posible manipular estos componentes como si se tratará de algún dispositivo mecánico o hidráulico en donde con sólo cambiar una pieza la reparación está hecha. Cuando se presenta alguna falla en el sistema eléctrico-electrónico es necesario reemplazar la parte dañada, ya sea un fusible, temporizador, contactor, alguna tarjeta del controlador, etc. y no existe algún indicador que muestre que la falla está próxima a ocurrir, por lo que sólo se puede esperar a que esta ocurra.**
- **Con lo analizado aquí, se puede reconocer la importancia que tiene la correcta selección del fluido hidráulico que se utilizará en esta máquina, ya que de esto depende en gran medida su buen funcionamiento y la reducción de las posibilidades de falla en el circuito hidráulico de la misma.**

- En general, se puede establecer que, dentro del buen desempeño y desarrollo de las actividades de cualquier empresa, el mantenimiento es una labor delicada y redituable; por esto, se debe llevar un buen control del mismo y así obtener los mejores resultados. Para esto, el departamento de mantenimiento debe responsabilizarse de conservar todas las instalaciones en buenas condiciones de operación, de forma confiable y eficiente de forma que se interfiera lo menor posible dentro de los procesos de producción, asegurándose de minimizar las posibles situaciones de emergencias, brindando la seguridad necesaria a los equipos y sobre todo al personal que labora en estas empresas. Es cierto, el mantenimiento genera costos; sin embargo, estos costos son menores si se comparan con los beneficios que se ocasionan por llevar un buen control de esta actividad. En pocas palabras, un buen sistema de mantenimiento es siempre redituable.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- "Fundamentos de mantenimiento".
Rubén Ávila E.
Editorial Limusa, México 1992.
- 2.- "Diseño de maquinas".
Robert L. Norton
Prentice Hall Hispanoamericana, México 1999.
- 3.- "La seguridad industrial y métodos".
Keith Denton.
Mcgraw - Hill, México 1992.
- 4.- "Administración de mantenimiento industrial".
E.T. Newbrough.
Editorial Diana, México 1982.
- 5.- "Function manual AOKI".
AOKI technical laboratory Inc.
- 6.- "Localización layout y mantenimiento en planta".
Ruddell Reed Jr.
El ateneo editorial, Argentina 1976.
- 7.- "Mantenimiento y buen orden de la fábrica".
George H. Andrews.
Editorial Herrero hermanos, sucs, S.A., México 1983.

- 8.- "Mecanismos hidráulicos".
Pedro Egea Gil.
Editorial Gustavo Gil, S.A., Barcelona 1973.
- 9.- "Elementos de mantenimiento".
Armando Alfonso Alfonso.
Centro nacional de productividad, México 1972.
- 10.- "Productividad en el mantenimiento industrial".
Enrique Dounce Villanueva.
Continental Editorial, México 1998.
- 11.- <http://www.aokitech.co.jp>

ANEXO I

ASPECTOS DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL

El desarrollar seguridad industrial en una empresa es la técnica que permite localizar y evaluar las condiciones inseguras, para reducción, control y eliminación de los accidentes ocurridos en el trabajo al igual que las enfermedades en el mismo. La seguridad representa un control del trabajo humano, del trabajo de las máquinas y del medio ambiente con el fin de prevenir y corregir las condiciones inseguras. Se puede decir también que la seguridad en el trabajo industrial, es una serie de técnicas asociadas con la finalidad de controlar o eliminar el riesgo de trabajo, evitando que se produzcan o minimizando sus consecuencias inmediatas; para lograr esto, es importante contar con un programa de mantenimiento y corrección de cada proceso. En la seguridad el recurso más valioso es el humano, pues si los trabajadores se sienten seguros podrán obtener la cantidad y calidad de producción requerida en el tiempo programado.

ACCIDENTE DE TRABAJO.

Es toda lesión orgánica o perturbación funcional, inmediata o posterior, o la muerte, producida repentinamente en ejercicio, o con motivo del trabajo, cualesquiera que sean el lugar y el tiempo en que se presente; el accidente puede producir lesiones y daños.

- *Daño.* Es el perjuicio ocasionado a los recursos físicos del proceso de fabricación (materiales, maquinaria, herramienta, etc.).
- *Lesión.* Es el perjuicio ocasionado a los recursos humanos (integridad física de los trabajadores). Cuando ocurre el accidente, siempre afecta a cualquier elemento de la producción.

Las lesiones en los trabajadores van desde lesiones leves, hasta la pérdida de algún miembro del cuerpo que genera problemas psicológicos en el trabajador y en los compañeros que se encuentran en el área en que este labora.

FACTORES DE LOS ACCIDENTES.

Se dice que el accidente es la combinación de riesgos físicos y humanos; así como los factores que inciden en la producción de accidentes son técnicos y humanos, los cuales se producen en forma de cadena, y representa la secuencia del accidente desde sus causas remotas hasta sus efectos.

Los elementos cuya disfunción causan accidentes o enfermedades son:

- El trabajador.
- La actividad a realizar.
- Maquinaria, herramienta y materia prima.
- Medio ambiente de trabajo y su entorno.

CLASIFICACIÓN DE LOS ACCIDENTES.

Los accidentes de trabajo se pueden clasificar como sigue:

- Accidentes sin incapacidad. Después del accidente el trabajador sigue laborando.
- Accidentes con incapacidad. Son los que ocasionan:
 - 1) Incapacidad temporal.
 - 2) Incapacidad permanente parcial.
 - 3) Incapacidad total permanente.
 - 4) Muerte.
- Accidente de trayecto. Este se produce cuando el trabajador sale de su lugar de trabajo y se dirige a su domicilio y de éste a aquél; puede causar incapacidad o no.

CONDICIONES INSEGURAS.

Son las causas que se derivan del medio en que los trabajadores realizan sus labores, es decir el mal estado de la herramienta, equipo de seguridad y de las instalaciones en el edificio. Las condiciones inseguras más frecuentes en las empresas son:

- Máquinas o equipos en mal estado de mantenimiento.
- Máquinas sin guardas.
- Protecciones deficientes en las instalaciones eléctricas.
- Mecanismos de transmisión sin protección.
- Equipo de protección personal defectuoso, inadecuado o faltante.
- Falta de orden y limpieza.
- Estructura del inmueble deteriorada.
- Falta de medidas de prevención y protección contra incendios.

ACTOS INSEGUROS.

Los actos inseguros se originan por falta de capacitación y entrenamiento para la actividad a realizar, el desconocimiento de las medidas preventivas de accidentes laborales y la carencia de hábitos de seguridad en el trabajo, la confianza excesiva, la actitud de incumplimiento a normas y procedimientos de trabajo establecidos como seguros, la irresponsabilidad y la fatiga. Los actos inseguros más frecuentes en la industria son:

- Llevar a cabo operaciones sin previo entrenamiento.
- Operar equipos sin autorización.
- Ejecutar el trabajo a velocidad no indicada.
- Bloquear o quitar dispositivos de seguridad.
- Limpiar o engrasar la maquinaria cuando se encuentra en movimiento.
- Trabajar en maquinaria parada que se encuentra energizada.
- Trabajar en líneas o equipo eléctrico energizado.
- Sobrecargar plataformas y carros.
- No usar el equipo de protección indicado.

- Hacer bromas en el lugar de trabajo.

CONSECUENCIAS DE LOS ACCIDENTES.

A continuación se mencionan las consecuencias que traen los accidentes laborales:

- Para el trabajador: pérdida parcial de su salario, dolor físico, incapacidad permanente, reducción de su potencial como trabajador, complejos derivados de las lesiones.
- Para la familia: angustia, futuro incierto por limitaciones económicas, gastos extras durante la recuperación del trabajador.
- Para la empresa: costos directos, costos indirectos.
- Para el material: inutilización.
- Para el equipo: daños, costos de reparación.
- Para la tarea: retrasos, falta de calidad, aumento de costos.
- Para el entorno: mala imagen.

RIESGOS DE TRABAJO.

De acuerdo con la Ley Federal del Trabajo, los riesgos de trabajo son los accidentes y enfermedades a que están expuestos los trabajadores en ejercicio o con motivo de trabajo. La forma de clasificar las actividades para detectar los riesgos en el trabajo es, elaborando un listado en el cual se anotarán todas las actividades de trabajo en la empresa como son:

- Las actividades realizadas en áreas externas a las instalaciones.
- Los trabajos planificados y de mantenimiento.
- Las que se encuentran en etapas del proceso de producción o de suministro de un servicio.
- Tareas definidas.

En el proceso de valoración del riesgo, el punto central es la salud y la seguridad de los trabajadores. Con la evaluación de los riesgos se consigue:

En el proceso de valoración del riesgo, el punto central es la salud y la seguridad de los trabajadores. Con la evaluación de los riesgos se consigue:

- Identificar los peligros existentes en el lugar de trabajo, con la finalidad de tomar las medidas pertinentes, para proteger a los trabajadores.
- Seleccionar los equipos de trabajo, acondicionar el lugar de trabajo y la organización de este.
- Verificar si las medidas que se han tomado son adecuadas.
- Establecer prioridades en caso necesario.
- Comprobar que las medidas preventivas adoptadas tras la evaluación, garantizan un mayor nivel de protección de los trabajadores.

CONTROL DE RIESGOS.

Tiene lugar en las técnicas operativas que pretenden anular las causas, al eliminar o reducir los riesgos de accidente o las consecuencias derivadas de ellos. Según el tipo de causas que se traten de eliminar, se aplicarán las técnicas operativas que actúen sobre el factor técnico o el factor humano.

- Factor técnico: tiene su inicio en las técnicas de concepción (diseño y proyecto de instalaciones y equipos, estudio y mejora de métodos y normalización). Técnicas de corrección (sistemas de seguridad, señalización, mantenimiento preventivo y normalización).
- Factor humano: tiene su inicio en la selección de personal y las denominadas de cambio de comportamiento (formación, adiestramiento, propaganda, acción en grupo, incentivos y disciplina).

ANEXO 2

COMPARACIÓN DE COSTOS

A continuación se describen los costos que tiene una reparación correctiva realizada por los técnicos del proveedor y los costos que esta misma operación tendría si es planeada y realizada por personal capacitado ajeno al proveedor.

Costos de mantenimiento correctivo realizado por el proveedor:

- Materiales gastables como refacciones y consumibles.
- Asesoría técnica del proveedor (que hasta marzo de 2003 es de \$150 dólares por hora).
- Tiempo de producción perdido desde que se produce la avería hasta que la máquina esta funcionando nuevamente (se debe considerar el tiempo perdido en el traslado del personal del proveedor desde sus oficinas en la Cd. de México hasta la empresa donde se encuentra la máquina. Considerar además que el personal del proveedor sólo labora de lunes a sábado y en horario de oficina).
- Posibilidad de accidentes que traerán quejas, litigios y demandas de los empleados.
- Facturación retrasada.
- Pérdida de penetración en el mercado.
- Mala fama.

Costos de mantenimiento preventivo planeado y realizado por personal ajeno al proveedor:

- Materiales gastables como refacciones y consumibles.
- El costo por la capacitación del personal de la empresa es casi nulo si se compara con lo que el proveedor constantemente cobrará por su servicio.

- El tiempo considerado para las inspecciones y el trabajo de mantenimiento no influye en el costo final del producto puesto que ya se encuentra considerado al momento de emitir la orden de producción.
- Se evita el costo que se tiene por la espera de la llegada del personal del proveedor, pues ya no se requerirán sus servicios.
- El tiempo de paro de la máquina para mantenimiento preventivo es menor al que se presenta en un trabajo correctivo.
- Disminución en la posibilidad de accidentes.
- Se evitan problemas para la empresa como pueden ser: facturación atrasada, pérdida de penetración y mala fama.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

ANEXO 3
VISTA DE LA MÁQUINA.

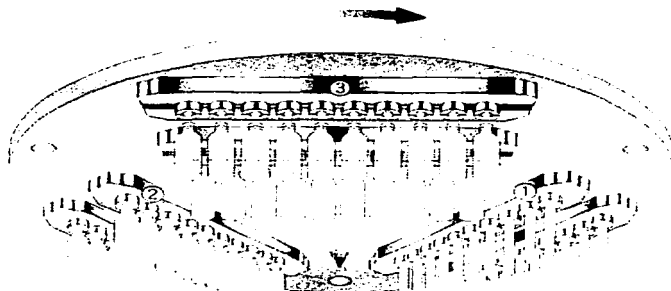


TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ANEXO 4
VISTA DEL PLATO INFERIOR (SISTEMA DE TRES ESTACIONES).



1 Estación de inyección de preformas 2 Estación de soplado-estirado 3 Estación de expulsión de productos



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN