

**METODOLOGIA TRIBOLOGICA PARA GRUPOS
DE EQUIPOS APLICABLE A PEQUEÑAS Y
MEDIANAS INDUSTRIAS.**

ROBERTO CARLOS ACUÑA MESTRE

JOSE CORREA ACOSTA

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
CARTAGENA DE INDIAS
2005**

**METODOLOGIA TRIBOLOGICA PARA GRUPOS DE
EQUIPOS APLICABLE A PEQUEÑAS Y MEDIANAS
INDUSTRIAS.**

ROBERTO CARLOS ACUÑA MESTRE

JOSE CORREA ACOSTA

**JULIO BURBANO
ING. MECÁNICO**

**MONOGRAFÍA PRESENTADA PARA OPTAR
EL TITULO DE INGENIERO MECÁNICO**

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLIVAR
FACULTAD DE INGENIERIAS
PROGRAMA DE INGENIERIA MECANICA
MINORS EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL
CARTAGENA D.T.Y C – BOLIVAR
2005**

Nota de Aceptación.

Firma del Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Cartagena de Indias D.T. y C, Diciembre de 2005

Cartagena de Indias D.T. y C, Diciembre de 2005

**SEÑORES
COMITÉ DE REVISIÓN DE MONOGRAFIA
Facultad de Ingeniería Mecánica
Universidad Tecnológica de Bolívar
Ciudad**

Apreciados señores.

Por medio de la presente me permito informarles que la monografía titulada **“METODOLOGIA TRIBOLOGICA PARA GRUPOS DE EQUIPOS APLICABLE A PEQUEÑAS Y MEDIANAS INDUSTRIAS”** ha sido desarrollada de acuerdo a los objetivos establecidos.

Como autores del proyecto hemos considerado que el trabajo es satisfactorio y amerita ser presentado para su evaluación.

Atentamente

**Roberto Carlos Acuña Mestre
C.C 9.295.621 de Turbaco Bol.**

**José Correa Acosta
C.C 18.761.604 Buenavista Sucre**

Cartagena de Indias D.T. y C, Diciembre de 2005

**SEÑORES
COMITÉ DE GRADO
Facultad de Ingeniería Mecánica
Universidad Tecnológica de Bolívar
Ciudad**

Respetados señores.

Con la presente me dirijo con el fin de emitir mi concepto y aprobación en calidad de asesor de la monografía titulada **“METODOLOGIA TRIBOLOGICA PARA GRUPOS DE EQUIPOS APLICABLE A PEQUEÑAS Y MEDIANAS INDUSTRIAS”**, elaborada y preparada por los estudiantes ROBERTO ACUÑA MESTRE Y JOSÉ CORREA ACOSTA.

Este trabajo se ajusta a las normas y procedimientos metodológicos exigidos por la facultad y constituye además un valioso aporte a la industria en general.

Cordialmente

Ing. Julio Burbano
Asesor de Monografía

AUTORIZACIÓN

Cartagena de Indias D.T. y C, Diciembre de 2005

Nosotros ROBERTO ACUÑA MESTRE identificado con cedula de ciudadanía No. 9.295.621 de Turbaco / Bolívar y JOSE CORREA ACOSTA identificado con cedula de ciudadanía No.18.761.604 de Buenavista / Sucre, autorizamos a la UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR para hacer uso de mi trabajo de grado y publicarlo en el catalogo On-line de la biblioteca.

Roberto Carlos Acuña Mestre
C.C 9.295.621 de Turbaco Bol.

José Correa Acosta
C.C 18.761.604 Buenavista Sucre

ARTICULO 105

La UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLIVAR, se reserva el derecho de propiedad intelectual de todos los trabajos de grados aprobados, y no pueden ser explotados comercialmente sin autorización.

DEDICATORIA

Dedicado a DIOS y a mi Familia, especialmente a mi Madre, quienes con su Amor inigualable y apoyo incondicional contribuyeron para alcanzar este logro.

Roberto Carlos Acuña Mestre

DEDICATORIA

Dedicado a Dios y a mis familiares, por su gran Apoyo incondicional para poder alcanzar este logro.

José Correa Acosta

AGRADECIMIENTOS

Los autores de esta monografía expresan sus agradecimientos por su asesoría y colaboración a JULIO BURBANO Ingeniero Mecánico, Jefe Departamento de Confiabilidad de la refinería de ECOPETROL S.A. Cartagena de Indias. Director y docente de la monografía.

INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	
INTRODUCCIÓN	
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	15
2. OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GENERAL	
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	
3. JUSTIFICACIÓN	17
4. FUNDAMENTOS DE LA TRIBOLOGÍA	18
4.1 TRIBOLOGIA	18
4.2 HISTORIA	18
4.3 APLICACIONES	20
4.4 TRIBOLOGIA EN LA INDUSTRIA	22
4.5 CARACTERISTICAS	22
4.5.1 FRICCIÓN	23
4.5.2 DESGASTE	24
4.5.3 LUBRICACIÓN	26
4.5.3.1 FUNCIONES DE LA LUBRICACIÓN	29

4.5.3.2 TIPOS DE LUBRICACIÓN.	30
4.6 LUBRICANTES	33
4.6.1 LUBRICANTES SEGÚN SU COMPOSICIÓN QUÍMICA	34
4.6.2 LUBRICANTES POR SU ESTADO FÍSICO	36
5. METODOLOGIA TRIBOLOGICA	37
5.1 TOMA DE DATOS	38
5.2 RUTAS DE LUBRICACIÓN	40
5.3 PUNTOS DE LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN	40
5.4 SELECCIÓN DE LUBRICANTES	41
5.5 ADAPTACIÓN DE LAS FRECUENCIAS	42
5.6 ESTABLECIMIENTO DEL PLAN DE LUBRICACIÓN	43
5.7 APLICACIÓN DE LUBRICANTES	43
5.8 IDENTIFICACION DE FALLAS	44
5.9 ORDEN DE TRABAJO	45
6. METODOS DE LUBRICACION	45
6.1 APLICACIÓN DE ACEITES Y GRASAS	46
6.2 SISTEMA DE LUBRICACIÓN CENTRALIZADA	49
6.3. SISTEMA AUTOMATICO DE LUBRICACION POR NIEBLA DE ACEITE	61
CONCLUSIONES	
BIBLIOGRAFIA	

RESUMEN

El objetivo principal de la monografía es simplemente aplicar los medios existentes, que nos brinda el conocimiento de los mecanismos, su funcionamiento, su cometido, su importancia en el proceso, sus problemas, etc. y el desarrollo de los diferentes lubricantes con sus aplicaciones específicas para conseguir:

- Garantizar una elevada Disponibilidad para Producción.
- Reducir los Desgastes propios de la maquinaria en uso.

Esto significa conseguir un ADECUADO SERVICIO DE FUNCIONAMIENTO de la instalación en las condiciones requeridas en cada momento.

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años se está hablando en la Industria en general, acerca del Mantenimiento como uno de los pilares fundamentales para obtener una reducción importante de los costos de producción, que permita a la Empresa permanecer competitiva en los mercados a los que se dirige.

Esta modificación desde donde se está considerando al Mantenimiento, ha generado una constante búsqueda de sistemas, medios, organización, etc. que ha cambiado substancialmente la concepción del mantenimiento. Hoy podemos realizar una definición muy ambiciosa del mantenimiento:

"Mantenimiento es un conjunto de actividades encaminadas a restaurar los equipos a sus condiciones óptimas de funcionamiento y a cambiar el entorno de trabajo para que dichas actividades tengan una alta eficiencia al menor costo posible".

Si consideramos que todas las partes móviles de las máquinas y equipos, están sujetas a fricción y desgaste y que su control es una necesidad, la lubricación de las mismas significará una reducción importante de los costos de mantenimiento necesarios para preservar la integridad física y operativa del equipo.

Por esto es evidente que la lubricación participa en la definición del mantenimiento. Por tanto el establecimiento de métodos de trabajo en la lubricación no debe significar en ningún caso, un cambio en las condiciones de servicio de ninguna máquina que esté "perfectamente

atendida", sino por el contrario la aplicación del mismo parámetro "perfectamente atendida" a todas la máquinas y mecanismos de una instalación. Igualmente significará una mejora en las condiciones de trabajo de los operarios encargados de la misma, facilitando su incorporación a estos "nuevos" esquemas.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Uno de los factores que repercute significativamente en los altos costos de mantenimiento de una empresa es el manejo deficiente de la lubricación por parte tanto del personal operativo como de mantenimiento, el cual en la mayoría de los casos no utilizan los lubricantes ni la metodología que realmente pueden hacer eficiente la operación del equipo o maquinaria.

Por tanto con la implementación de la metodología tribologica estos actores podrán ejecutar los programas de lubricación de una forma sistemática y eficiente.

Cuando mantenimiento no lleva a cabo la lubricación de una manera sistemática o no cuenta con la suficiente capacitación en la temática de la lubricación y de la tribología que le permita comprender los alcances de lubricar un equipo o una maquina, analizar y resolver los problemas que se puedan presentar y estar al tanto de las nuevas tecnologías que diariamente se desarrollan en el mundo del mantenimiento, tarde o temprano estas falencias traerán consecuencias negativas sobre los activos de las empresas.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Eliminar las fallas catastróficas y el desgaste anormal que se presentan en los grupos de trabajo por una inadecuada política de lubricación, de tal forma que sus paradas obedezcan a paradas programadas o al recambio de piezas por longevidad de la misma en un mantenimiento programado.

2.2 Objetivos Específicos

- Presentar a operaciones y a mantenimiento de las herramientas adecuadas para la implementación de la metodología tribologica en las pequeñas y medianas industrias.
- Recomendar la cultura tribologica como herramienta fundamental para el buen funcionamiento de las maquinas.
- Explorar nuevas tecnologías en lubricación que ayuden a eliminar problemas.

3. JUSTIFICACIÓN

Todo equipo industrial tiene una vida útil durante la cual la empresa obtiene una producción determinada.

El papel que juega operaciones y mantenimiento es esencial para el desarrollo óptimo de los procesos productivos de cualquier empresa. Por tanto, es de suma importancia que la alta dirección dote de las herramientas adecuadas a su personal de operaciones y mantenimiento, para que así coadyuve a la consecución de la confiabilidad de todos sus activos, con el fin de mejorar su productividad en bajar el nivel de pérdidas dentro de los procesos productivos y así lograr beneficios alcanzados al involucrar los recursos (Humanos y Técnicos) de la empresa en un proceso tribológico que le permita alcanzar unas ventajas en cuanto a:

- Menor consumo de energía.
- Menor desgaste de las máquinas y equipos.
- Mayor vida útil de máquinas y equipos.
- Disminución de costos por repuestos y mano de obra para mantenimiento.
- Mejoría en el nivel de la cultura técnica y organizacional.
- Mayor motivación y compromiso del personal de Operación y Mantenimiento.
- Un medio ambiente más puro que genere mayor bienestar y una mejor calidad de vida trabajando en función de un desarrollo sostenible.

4. FUNDAMENTOS DE LA TRIBOLOGÍA

4.1. TRIBOLOGÍA

La palabra Tribología se deriva del término griego tribos, el cual puede entenderse como “frotamiento o rozamiento”, así que la traducción literal de la palabra podría ser, “la ciencia del frotamiento”.

Los diccionarios definen a la Tribología como la ciencia y tecnología que estudia la interacción de las superficies en movimiento relativo, así como los temas y prácticas relacionadas. *La Tribología es el arte de aplicar un análisis operacional a problemas de gran importancia económica, llámese, confiabilidad, mantenimiento, y desgaste del equipo técnico, abarcando desde la tecnología aeroespacial hasta aplicaciones domésticas.*

El entendimiento de las interacciones superficiales en una interfase requiere tener conocimiento de varias disciplinas incluyendo la física, química, matemáticas aplicadas, mecánica de sólidos, mecánica de fluidos, termodinámica, transferencia de calor, ciencia de materiales, reología, lubricación, diseño de máquinas, desempeño y confiabilidad.

4.2. LA HISTORIA NOS RESPALDA

En sí, la Tribología podría parecer algo nuevo, pero solamente el término como tal lo es, ya que el interés en temas relacionados con la disciplina existe desde antes de que la historia se escribiera.

Como un ejemplo, se sabe que las “brocas” realizadas durante el periodo Paleolítico para perforar agujeros o para producir fuego, eran fijados con rodamientos hechos de cornamentas o huesos.

Los documentos históricos muestran el uso de la rueda desde el 3500 A.C., lo cual ilustra el interés de nuestros antepasados por reducir la fricción en movimientos de traslación. Los egipcios tenían el conocimiento de la fricción y los lubricantes, esto se ve en el transporte de grandes bloques de piedra para la construcción de monumentos. Para realizar esta tarea utilizaban agua o grasa animal como lubricante.

El artista-científico renacentista Leonardo Da Vinci fue el primero que postuló un acercamiento a la fricción. Da Vici describió la leyes que gobiernan el movimiento de un bloque rectangular deslizando sobre una superficie plana. También, fue el primero en introducir el concepto del coeficiente de fricción. Desafortunadamente sus escritos no fueron publicados hasta cientos de años después de sus descubrimientos. Fue en 1699 que el físico francés Guillaume Amontons redescubrió las leyes de la fricción al estudiar el deslizamiento entre dos superficies planas.

Muchos otros descubrimientos ocurrieron a lo largo de la historia referentes al tema, científicos como Charles Augustin Coulomb, Robert Hooke, Isaac Newton, entre otros, aportaron conocimientos importantes para el desarrollo de esta ciencia.

Al surgir la Revolución Industrial el desarrollo tecnológico de la maquinaria para producción avanzó rápidamente. El uso de la potencia del vapor permitió nuevas técnicas de manufactura. En los inicios del siglo veinte, desde el enorme crecimiento industrial hasta la demanda

de una mejor tribología, el conocimiento de todas las áreas de la tribología se expandió rápidamente.

La Tribología como ciencia

Antes del nacimiento de la tribología como ciencia se pensaba en el término “lubricación” o ingeniería de lubricación. No se había generalizado la disminución de la fricción y el desgaste como prácticas cotidianas. Con la Tribología como ciencia se estudia la fricción y sus efectos asociados, como el desgaste, tratando de prevenirlos con mejores diseños y prácticas de lubricación. Toma en cuenta, entre otros aspectos de la maquinaria industrial, los siguientes:

- El diseño
- Los materiales de las superficies en contacto
- El sistema de aplicación del lubricante
- El medio circundante
- Las condiciones de operación

4.3. APLICACIONES

La Tribología está presente en prácticamente todos los aspectos de la maquinaria, motores y componentes de la industria en general. Los componentes tribológicos más comunes son:

- Rodamientos
- Sellos

- Anillos de pistones
- Cepillos
- Embragues
- Frenos
- Engranajes
- Levas

Las aplicaciones más comunes de los conocimientos tribológicos, son:

- Motores eléctricos y de combustión (componentes y funcionamiento)
- Turbinas
- Extrusión
- Rolado
- Fundición
- Forja
- Procesos de corte (herramientas y fluidos)
- Elementos de almacenamiento magnético
- Prótesis articulares (cuerpo humano)

La aplicación de los conocimientos de la Tribología en estas prácticas deriva en:

- Ahorro de materias primas
- Aumento en la vida útil de las herramientas y la maquinaria
- Ahorro de recursos naturales
- Ahorro de energía
- Protección al medio ambiente
- Ahorro económico

4.4. TRIBOLOGÍA EN LA INDUSTRIA

La tribología es crucial para la maquinaria moderna que utiliza superficies rodantes y/o deslizantes. Estudios desarrollados en diferentes partes del mundo y avalados por la STLE (Asociación de Tribólogos e Ingenieros en Lubricación por sus siglas en inglés), establecen que más del 50% del desgaste de rodamientos son causados por una lubricación deficiente, el 80% del desgaste es causado por la contaminación de los lubricantes y que el 30% de los lubricantes son cambiados cuando aún pueden seguir trabajando. De acuerdo a algunos estimados, las pérdidas resultantes de la ignorancia en tribología en los Estados Unidos representan aproximadamente el 6% del total del producto bruto, y aproximadamente un tercio de los recursos energéticos existentes se pierden en forma de fricción. Por esto, la importancia de la reducción de la fricción y el desgaste para un ahorro de dinero y una confiabilidad a largo plazo de la maquinaria. Según Jost (1966,1976), el Reino Unido podría ahorrar aproximadamente 500 millones de libras al año, y los Estados Unidos llegarían a ahorrar hasta 16 billones de dólares al año utilizando mejores prácticas tribológicas. Este ahorro es significativo y puede obtenerse sin hacer una gran inversión de capital.(1)

4.5. CARACTERISTICAS

La Tribología se centra en el estudio de tres fenómenos:

- **La fricción** entre dos cuerpos en movimiento
- **El desgaste** como efecto natural de este fenómeno
- **La lubricación** como un medio para evitar el desgaste.

(1) Fuente: Artículo, Excelencia en Lubricación y Análisis de Aceite, Gerardo Trujillo C. Director de Servicios Técnicos Noria Latín América

4.5.1.FRICCIÓN

La fricción se define como la resistencia al movimiento durante el deslizamiento o rodamiento que experimenta un cuerpo sólido al moverse tangencialmente sobre otro con el cual esta en contacto. La fuerza tangencial de resistencia que actúa en una dirección directamente opuesta a la dirección del movimiento se conoce como fuerza de fricción. Existen dos tipos principales de fricción: fricción estática y fricción dinámica. La fricción no es una propiedad del material, es una respuesta del sistema.

ROZAMIENTO.

Consideramos un cuerpo descansando sobre una superficie horizontal. Aplicamos una fuerza tangencial al mismo. Se denomina rozamiento, también conocido como fricción, a la resistencia al movimiento entre dos cuerpos en contacto, que se deslizan entre sí.

Se llama rozamiento estático al coeficiente entre la fuerza necesaria para iniciar el movimiento y el peso considerado. Se llama rozamiento dinámico al coeficiente entre la fuerza necesaria para mantener el movimiento y el peso considerado. El rozamiento estático es mayor que el dinámico.

CONSIDERACIONES.

- La fuerza de rozamiento es directamente proporcional a la carga.
- El coeficiente de rozamiento es independiente del área de contacto de las superficies.
- El coeficiente de rozamiento varía según la naturaleza de las superficies.
- Al coeficiente de rozamiento no le afecta la velocidad de deslizamiento.
- Todo rozamiento produce desgastes.

FACTORES QUE CONDICIONAN EL ROZAMIENTO.

Todas las superficies, aunque parezcan perfectamente lisas, presentan irregularidades o rugosidades.

- Estado superficies: Acabado capas superficiales.
- Contacto superficial: Área real de contacto.
- Efectos de Carga: Influencia de las asperezas.

4.5.2.DESGASTE

El desgaste es el daño de la superficie o la remoción de material de una o ambas superficies sólidas en movimiento relativo, ya sea por deslizamiento, rodamiento o impacto. Durante este movimiento relativo, primero, el material en la superficie de contacto es desplazado por lo

que las propiedades del sólido, al menos en o cerca de la superficie, se alteran, pero muy poco o nada del material se pierde.

Posteriormente, el material puede ser removido de la superficie resultando en la transferencia a la otra superficie, o bien, puede perderse como una partícula del desgaste.

Al igual que la fricción, el desgaste no es una propiedad del material, es una respuesta del sistema.

Los análisis de los sistemas han demostrado que 75% de las fallas mecánicas se deben al desgaste de las superficies en rozamiento. Se deduce fácilmente que para aumentar la vida útil de un equipo se debe disminuir el desgaste al mínimo posible.

CLASES DE DESGASTE

- 1) Desgaste por fatiga. Surge por concentración de tensiones mayores a las que puede soportar el material, incluye las dislocaciones, formación de cavidades y grietas.
- 2) Desgaste abrasivo. Es el daño por la acción de partículas sólidas presentes en la zona del rozamiento.
- 3) Desgaste por erosión. Es producido por una corriente de partículas abrasivas, muy común en turbinas de gas, tubos de escape y de motores.
- 4) Desgaste por corrosión. Originado por la influencia del medio ambiente, principalmente la humedad, seguido de la eliminación por

abrasión, fatiga o erosión, de la capa del compuesto formado. A este grupo pertenece el Desgaste por oxidación. Ocasionado principalmente por la acción del oxígeno atmosférico o disuelto en el lubricante, sobre las superficies en movimiento.

- 5) Desgaste por frotación. Aquí se conjugan las cuatro formas de desgaste, en este caso los cuerpos en movimiento tienen movimientos de oscilación de una amplitud menos de 100 μm . Generalmente se da en sistemas ensamblados.
- 6) Desgaste adhesivo. Es el proceso por el cual se transfiere material de una a otra superficie durante su movimiento relativo, como resultado de soldado en frío en puntos de interacción de asperezas, en algunos casos parte del material desprendido regresa a su superficie original o se libera en forma de virutas o rebaba.

El desgaste puede ser reducido pero no eliminado totalmente. Una de las técnicas a emplear para conseguirlo, es la lubricación.

4.5.3.LUBRICACIÓN

El deslizamiento entre superficies sólidas se caracteriza generalmente por un alto coeficiente de fricción y un gran desgaste debido a las propiedades específicas de las superficies. La presencia de una capa de material ajeno en la interfase no puede ser garantizada durante el proceso de deslizamiento, por lo tanto, se aplican lubricantes para disminuir la fricción y el desgaste. El término lubricación se aplica a dos

situaciones: la lubricación sólida y la lubricación de película de fluido (líquido o gaseoso).

EVOLUCIÓN HISTÓRICA.

Del origen de la técnica de la lubricación se conoce realmente poco, no obstante, podemos imaginar que ya el Homo - Sapiens ya observaba algunos productos como sustancias lubricantes que le facilitaban el deslizamiento de cuerpos sólidos, tales como el musgo, la arcilla húmeda, el agua, aceites y grasas animales, etc., si que ya en los textos egipcios se mencionaban técnicas de lubricación.

A partir del siglo XIX, se utilizaban todavía los aceites y grasas (cebos) de origen vegetal y animal. Las técnicas de lubricación eran bastante rudimentarias, así como las exigencias técnicas.

Entre finales del siglo XIX y principios del XX, con el desarrollo industrial acompañado con el avance de la química, se consiguen logros espectaculares en el campo de la Lubricación.

Los productos derivados del petróleo desplazan en gran medida a los aceites de origen vegetal y animal, estableciéndose el concepto de LUBRICACION HIDRODINAMICA. y que según el cual el lubricante actúa de acuerdo con los principio Newtonianos que rigen a los fluidos en movimiento. En consecuencia la propiedad más importante es la Viscosidad del lubricante.

La química de la aditivación de los lubricantes, supone igualmente un gran avance en las técnicas de lubricación, y da lugar a otro concepto

de lubricación llamado LUBRICACIÓN LIMITE, en donde el efecto se consigue mediante determinadas moléculas capaces de anclarse en las superficies de los cuerpos para protegerlas de la fricción (Grasas).

SITUACIÓN ACTUAL.

Hacia la mitad del siglo XX se estudian otras sustancias obtenidas por síntesis y con propiedades lubricantes, las cuales son experimentadas en la segunda Guerra Mundial y sobretodo en la Guerra de Corea apareciendo a continuación en el mercado como LUBRICANTES SINTETICOS, ampliándose enormemente las Técnicas de Lubricación.

En nuestros días, se continua investigando y mejorando la química de la aditivación, siendo los lubricantes de base petrolífera aditivados los de mayor consumo.

FUTURO.

La tendencia a corto y medio plazo es continuar con el desarrollo de los lubricantes sintéticos, así como con nuevos aditivos de tipo biodegradables, atóxicos, resistentes a altas temperaturas y radiaciones, etc.

Cada vez más se desarrollan bases sintéticas más estables químicamente, biodegradables y con propiedades lubricantes naturales más acusadas que las de los aceites de base petrolífera, lo cual puede minimizar el uso de aditivos y la recuperación de los mismos.

Por otro lado, los materiales de los mecanismos tienden a ser auto lubricados, cerámicos y aleaciones de bajo coeficiente de fricción, capaces también de resistir temperaturas extremas y radiaciones, lo cual nos hace suponer que en el futuro se utilizarán menos lubricantes.

4.5.3.1. FUNCIONES DE LA LUBRICACIÓN.

La función esencial de la lubricación es reducir lo máximo posible el rozamiento y el desgaste, impidiendo que las superficies entren en contacto.

- Otros objetivos de la lubricación son:
- Disipar el calor generado en el movimiento.
- Proteger los metales.
- Arrastrar impurezas y contaminantes.
- Disminuir el ruido ocasionado por roce y vibración entre superficies en movimiento.

La aplicación típica en ingeniería mecánica es el cojinete, constituido por muñón o eje, manguito o cojinete.

Los factores a considerar en diseño son técnicos y económicos:

- cargas aplicadas y condiciones de servicio.
- condiciones de instalación y posibilidad de mantenimiento.
- tolerancias de fabricación y funcionamiento; vida exigida.
- costo de instalación y mantenimiento.

El estudio de la lubricación está basado en:

- mecánica de fluidos.
- termodinámica y transmisión de calor.
- mecánica de sólidos, materiales.

4.5.3.2. TIPOS DE LUBRICACIÓN.

Pueden distinguirse tres formas distintas: lubricación hidrodinámica, límite o de contorno, hidrostática.

LUBRICACIÓN HIDRODINÁMICA:

- Las superficies están separadas por una película de lubricante que proporciona estabilidad.
- No se basa en introducir lubricante a presión (puede hacerse), exige un caudal de aceite, la presión se genera por movimiento relativo.
- Se habla también de lubricación de película gruesa, fluida, completa o perfecta.

LUBRICACIÓN LÍMITE:

Se produce cuando las presiones de contacto alcanzan valores elevados y velocidades de deslizamiento muy bajas. En este caso la

carga total es absorbida por la superficie del metal. En capas moleculares.

Un lubricante límite se caracteriza por la posibilidad de formar una película sobre la superficie metálica, por tener una gran fuerza de adherencia y una débil resistencia al cizallamiento

- La película de lubricante es tan fina que existe un contacto parcial metal-metal. La acción resultante no se explica por la hidrodinámica.
- Puede pasarse de lubricación hidrodinámica a límite por caída de la velocidad, aumento de la carga o disminución del caudal de aceite. En este tipo de lubricación (de película delgada, imperfecta o parcial) más que la viscosidad del lubricante es más importante la composición química.
- Al proyectar un cojinete hidrodinámico hay que tener en cuenta que en el arranque puede funcionar en condiciones de lubricación límite.

LUBRICACIÓN HIDROSTÁTICA:

- Se obtiene introduciendo a presión el lubricante en la zona de carga para crear una película de lubricante.
- No es necesario el movimiento relativo entre las superficies.

- Se emplea en cojinetes lentos con grandes cargas.
- Puede emplearse aire o agua como lubricante.

Las condiciones de lubricación serán óptimas cuando la película de aceite interpuesta entre las superficies en movimiento sea lo suficientemente gruesa como para impedir todo contacto meta l- metal.

LUBRICACION ELASTOHIDROSTATICA.

La lubricación de superficies no convergentes y con cargas muy elevadas conlleva el régimen de lubricación EHD. Bajo estas condiciones las superficies deslizantes están sujetas a cargas tan elevadas que pueden aparecer deformaciones elásticas en los metales con un incremento del área de soporte de carga.

La presión existente puede ser tan alta, que eleve de forma radical la viscosidad del fluido. Se establece entonces en el sistema un equilibrio entre la presión en la capa de aceite y su espesor.

4.6. LUBRICANTES

DEFINICIÓN.

Los Lubricantes son sustancias químicas de despreciable coeficiente de fricción o tenacidad y se presentan en la práctica industrial en los estados físicos de SÓLIDOS, LIQUIDOS y PASTOSOS.

FUNCIONES.

El principal objetivo de los LUBRICANTES, es el de LUBRICAR. Más técnicamente, es facilitar el movimiento mecánico relativo entre dos superficies, órganos o elementos en íntimo contacto.

CARACTERISTICAS

- Reducir los rozamientos motivados por las rugosidades de la superficie de los materiales y las presiones o cargas a que estos estén sometidos.
- Retrasar el desgaste debido al movimiento mecánico.
- Proteger a los elementos del ataque medio ambiental.
- Contribuir al equilibrio térmico de los mecanismos.

- Contribuir, garantizar la estanqueidad en algunos mecanismos.
- Contribuir a la limpieza de determinados elementos, evacuando las impurezas perjudiciales para los mismos.

4.6.1. TIPOS DE LUBRICANTES SEGÚN SU COMPOSICIÓN QUÍMICA.

Aceites vegetales.

Los aceites de origen vegetal pueden ser de lino, colza, girasol, oliva, ricino, palma, copra, algodón, etc. Son productos de escasa utilidad en la actualidad.

Aceites animales.

Los aceites de origen animal, igualmente son de escasa utilidad en lubricación en la actualidad, pudiendo ser de cerdo, buey, carnero, ballena, morsa, foca, pescado, etc.

Aceites minerales.

Son lo de mayor utilización en la actualidad, entre el 90 y el 95 % de los productos lubricantes utilizados actualmente son de origen mineral, pudiendo ser de hulla, lignito y principalmente de petróleo que son los que acaparan en la actualidad el nombre de Aceites Minerales.

Aceites parafínicos.

Los aceites parafínicos están constituidos básicamente por parafinas que son hidrocarburos lineales o ramificados saturados.

Los aceites elaborados con estas bases parafínicas se distinguen por presentar un comportamiento bastante estable a la viscosidad ante el aumento de la temperatura, es decir tienen un buen índice de viscosidad natural.

Aceites nafténicos.

Están constituidos básicamente por hidrocarburos saturados cíclicos, por ejemplo ciclohexano y sus derivados.

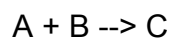
El comportamiento de la viscosidad frente a la temperatura es más desfavorable que en el caso de los parafínicos.

Aceites aromáticos.

Están constituidos básicamente por hidrocarburos cíclicos no saturados derivados del benceno.

Aceites Sintéticos.

Aunque en su mayor parte los lubricantes actualmente utilizados son de origen mineral, actualmente son utilizados distintos tipos de aceites sintéticos los cuales en su mayor parte derivan también del petróleo.



Durante su obtención tienen lugar procesos químicos de tal forma que el producto resultante es totalmente diferente a los productos de partida.

Las principales bases lubricantes correspondientes a este tipo de productos son: Esteres Carboxílicos, Esteres de Polio, PoliAlfaOleofinas

(PAO'S), Poilialquilenglicoles, Esteres del Acido Fosfórico, Polímeros de Silicona, Polímeros Fluorados o Clorados

4.6.2. TIPO DE LUBRICANTES POR SU ESTADO FISICO

Lubricantes sólidos

También llamados lubricantes de acción física actúan por interposición entre las superficies en rozamiento sin reaccionar con las mismas, simplemente mantienen la distancia entre las superficies.

Se trata de cuerpos sólidos no abrasivos, generalmente de estructura laminar y de bajo coeficiente de fricción en el sentido del plano de las láminas.

Normalmente son sustancias que se incorporan en los Lubricantes (aceites o grasas), como aditivos de extrema presión de acción física o como "antiagripantes".

Los lubricantes sólidos más conocidos son el grafito, el bisulfuro de molibdeno,, el teflón, el bisulfuro de wolframio, minio de plomo, azufre, en polvo, polvos de estructura laminar de zinc, aluminio, cobre, etc. Siendo los más utilizados el grafito y el bisulfuro de molibdeno, ambos pueden soportar cargas de hasta 20.000 kg/cm². sin escurrir y con bajo coeficiente de fricción en sentido lateral.

Lubricantes líquidos

Son los aceites lubricantes, fluidos de transmisión de fuerza, refrigerantes, emulsiones, fluidos de transmisión e intercambio de calor, catalizadores de combustión, etc.. pueden ser puros y principalmente aditivados.

Las propiedades más típicas que los distingue y mide son la densidad, la viscosidad el índice de viscosidad, el punto de inflamación y de combustión, el punto de congelación y el punto de floculación o de vertido.

LAS GRASAS.

Las grasas son sustancias semisólidas o pastosas procedentes de la reacción química de ácidos grasos + metales.

El resultado de la reacción química mencionada da como resultado la grasa, la cual de por si sola no es lubricantes, sino que será el vehículo del aceite y todos los aditivos que serán los que realmente lubricarán.

Las grasas se clasifican en función del tipo de metal utilizado. CALCIO, LITIUM, SODIO, BENTONA, ETC.

5. METODOLOGIA TRIBOLOGICA

La realización de un Plan de Lubricación necesita de la participación activa de las partes que se verán implicadas en la ejecución y aplicación del mismo (Mantenimiento y Producción) así como por parte de quién realice el estudio, el conocimiento del tipo de Industria en el cual se ha de implantar el mismo.

Hay que tener en cuenta que la implantación de un Plan de Lubricación significará probablemente un compromiso de todo el equipo de la planta, y que es la escasez de medios - técnicos y humanos lo que condiciona su organización, por lo que el análisis detallado de las necesidades, objetivos a cumplir y plazos de ejecución es el primer

paso a realizar para conseguir desde el primer momento la "actitud positiva" necesaria en todo cambio en las costumbres habituales.

Con este paso se tendrá la visión del conjunto, con las carencias y excesos que en la actualidad existen, a fin de evaluar adecuadamente las acciones necesarias y los recursos imprescindibles para garantizar la viabilidad del proyecto.

En esta parte centramos las bases de cómo elaborar un programa de mantenimiento con Microsoft Excel como herramienta principal dirigido exclusivamente a las PYMES donde no se dispone de suficientes recursos.

FASES DE EJECUCIÓN.

Una vez asegurada la viabilidad de su implantación se ha de seguir un proceso que consta de las siguientes partes perfectamente diferenciadas:

5.1. TOMA DE DATOS.

Esta fase es la primera de ellas, no solo por el orden de realización, sino también por su importancia. En ella se han de verificar todos los mecanismos de Fábrica, contando todos los puntos a lubricar, teniendo en cuenta su ubicación física en la Planta, así como la facilidad de acceso a los mismos. Las observaciones de esta fase servirán para mejorar en el futuro el entorno del medio de trabajo, así como garantizar

la cobertura de todas las necesidades de engrase por el Plan de Lubricación.

Es fundamental conocer el funcionamiento de todas y cada una de las máquinas, su responsabilidad o importancia dentro del Proceso Productivo, las anomalías observadas hasta la fecha, la posibilidad de un cambio en el diseño de la maquinaria, etc.

Se identificarán:

- Inventario de Maquinaria, equipos.

La identificación deberá de incluir:

- Departamento o área.
 - Código de la operación.
 - Descripción del equipo:
Tipo de rodamiento y cargas
 - Código del equipo.
- Identificación de todos los puntos a lubricar
 - Identificación de las condiciones de trabajo
 - Identificación de los puntos críticos

5.2. RUTA DE LUBRICACIÓN

Se desarrolla con el personal de mantenimiento una ruta de lubricación, con el fin de averiguar que activos se lubrican y cuales son sus puntos de lubricación. Con esta inspección lo mas seguro es encontrar e identificar:

- Los Activos que se lubrican y Los Activos que no se lubrican.
- Los Puntos de lubricación de las maquinas y equipos se lubrican a criterio del lubricador sugerencias del proveedor de lubricantes. sin desarrollar un estudio del uso de lubricantes empleados en la ruta, sus características técnicas y la frecuencia de aplicación del lubricante.

Con estas observaciones se justifica desarrollar un formato claro y conciso mostrando toda la información necesaria del activo:

Ver anexo 1

5.3. PUNTOS DE LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN

Posiblemente en la inspección y desarrollo de la ruta de lubricación identifiquemos que muchos activos y puntos no estaban marcados dentro de la ruta, para la solución de este problema proponemos desarrollar un esquema de la maquinaria que nos sirva de supervisión visual de los puntos de limpieza y lubricación , para esto el Autocad en

cualquier versión sirve como herramienta para levantar los esquemas , este trabajo lo puede realizar personal externo a la planta y se debe realizar activo por activo no hay otro camino .

Los puntos deben ser localizados haciendo uso de los manuales del activo, así como de la experiencia del personal de mantenimiento y la empresa de servicios, sin olvidar nunca la comprobación e identificación visual en el propio activo. A estas alturas ya están todos los puntos de lubricación de los activos de la planta. **Ver anexo 2**

5.4. SELECCIÓN DE LOS LUBRICANTES.

En este punto se escogerá el mínimo número de productos diferentes, que cubran todas las necesidades de lubricación, tratando de reducir los mismos:

- Por similitud de características
- Por similitud de aplicación
- Por las cantidades consumidas
- Por mejoras técnicas que se puedan aportar con el empleo de un "Lubricante universal".

El empleo de una sola marca de lubricantes es una recomendación, se deben buscar también las equivalencias entre marcas de lubricantes.

Muchos equipos además de contar con el catalogo técnico, portan una placa metálica donde aparecen las recomendaciones de lubricación.

Además hay que racionalizar el uso de los lubricantes y se deben cambiar dentro de los intervalos normales, hay que seguir las recomendaciones del fabricante.

Tras lo expuesto anteriormente, todos los productos deberán estar documentados con la ficha técnica donde deberán estar recogidas todas las características más importantes del producto deberá recoger al menos el nombre del Producto, la descripción, la aplicación genérica y si es posible el código de almacén.

Esta ficha técnica deberá ser de conocimiento de todo el personal responsable de aplicar el producto, y éste deberá tenerla siempre presente, prácticamente todos los fabricantes facilitan una de estas fichas a sus clientes. **Ver anexo 3**

5.5. ADAPTACIÓN DE LAS FRECUENCIAS.

En este apartado se tendrán en cuenta, en primer lugar, las indicaciones del fabricante de la maquinaria, y/o en su defecto la experiencia previa de utilización y buen funcionamiento.

Para su evaluación se tendrá en cuenta el trabajo realizado por la maquinaria, la temperatura y velocidad de funcionamiento habitual, así como las cargas y/o presiones a las que se verá sometido el lubricante para asegurar su longevidad.

Finalmente se tendrán en cuenta los "agentes externos" que existen en el punto a lubricar (agua, polvo, etc.) que condicionarán la vida del lubricante.

5.6. ESTABLECIMIENTO DEL PLAN DE LUBRICACIÓN.

El plan de lubricación tendrá una ficha por cada una de las máquinas de planta, con todos sus datos, características y método de aplicación del lubricante apropiado.

Será imprescindible organizar toda esta información para aplicarla adecuadamente, teniendo en cuenta cuantas incidencias existan en las distintas máquinas que componen los Departamentos, la disponibilidad del personal necesario, la disponibilidad del mecanismo, por ejemplo, si la intervención puede realizarse con la máquina en funcionamiento, o si por el contrario, debe detenerse la misma para actuar. De esta manera se conseguirá que el reparto de trabajo sea el más adecuado, y factible de realizar.

La operativa del Plan de Lubricación se convertirá en el esquema, regla o guión diario por el cual se realizarán las actuaciones en todo y cada uno de los puntos a lubricar.

5.7. APLICACIÓN DE LOS LUBRICANTES.

Se ha seleccionado colegiadamente, evaluando cuantas consideraciones han sido necesarias, el producto (EL LUBRICANTE IDÓNEO), en la máquina (EN EL LUGAR APROPIADO), la frecuencia (A SU DEBIDO TIEMPO). Para conseguir la correcta lubricación del mecanismo debe aplicarse EN LA CANTIDAD APROPIADA.

Suele ser este último punto el más difícil de realizar, ya que la ejecución y efectividad del Plan de Lubricación en su último escalón depende de una sola persona aislada, a menudo sin la motivación y formación adecuadas.

Es por tanto imprescindible, la FORMACIÓN CORRECTA del personal encargado de ejecutar el Plan de Lubricación, ya que todos los objetivos del mismo se verán seriamente comprometidos, en caso de no considerar este apartado en su total integridad y responsabilidad.

5.8. IDENTIFICACIÓN DE ANORMALIDADES O FALLAS

En la ruta de lubricación, es común detectar problemas en la maquina-equipos, por lo tanto es necesario desarrollar un formato que reúna estas anomalías presentadas, para poder procesar esta información en el sistema. Las anomalías las debe detectar siempre el operario porque el es el dueño del equipo, lo conoce mas que mantenimiento. Para estas actividades al operario se le capacita.

Identificada la anomalía o falla, esta se procesa de acuerdo a la codificación de fallas en maquinas-equipos establecida y se procede a identificar la causa y la solución, para esto hay que entrenar al personal de mantenimiento y producción sobre técnicas de resolución de problemas, análisis de causa y raíz. **Ver anexo 5**

5.9. ORDEN DE TRABAJO

En la ruta de lubricación como se dijo anteriormente es una forma de inspeccionar la maquina, en ella vamos a encontrar fallas que ameritan una respuesta inmediata de mantenimiento, para ello elaboramos una orden de trabajo.

Esta es la orden propuesta ***ver anexo 6***

6. METODOS DE LUBRICACION

Es necesario al diseñar una máquina, que el lubricante llegue al punto correcto, en la cantidad precisa y a su debido tiempo. Esto sólo se logra si durante su diseño se planea correctamente la lubricación. Es frecuente encontrar en muchas fábricas, equipos de marcas de prestigio, en los cuales se han implementado las últimas tecnologías existentes pero que dejan mucho que desear sobre los sistemas de lubricación que les han implementado. En otros equipos los mecanismos a lubricar son de difícil acceso, por lo que el operario de lubricación debe hacer practicas fuera de estándares o peligrosos, y en no pocos casos, correr el riesgo de ser lesionado por algún elemento, como cadenas, bandas, manivelas, al momento de aplicarles el lubricante.

Para evitar que esto ocurra, el fabricante del equipo debe analizar las posibles fallas que puedan haber y así lograr no sólo un equipo eficiente, sino unos sistemas de lubricación de fácil mantenimiento que garanticen una aplicación confiable del lubricante.

6.1. APLICACION DE ACEITE

Lubricación manual

Cuando del aceite se suministra al cojinete por medio de un agujero de aceite, a intervalos más o menos irregulares, el método se llama entonces lubricación manual. El lubricante se aplica sobre el mecanismo con una aceitera o con una pistola cuando se quiere lograr una mejor distribución, se emplea una brocha o si se trata de lubricantes asfálticos, se utiliza una espátula .

Aceitadores de gota y de alimentación visible

Este consiste en una copa o recipiente pequeño, que da alimentación a un tubo de aceite el cual a su turno descarga el lubricante en un agujero en el cojinete.

Aceitadores de mecha

Hay tres clases de aceitadores, que se valen del principio de alimentación de mecha: el de almohadilla, el de sifón y el de alimentación de mecha de fondo .

Aceitadores de almohadilla

Un aceitador de mecha, en su forma más primitiva, es una almohadilla de algodón o de lana colocada en el agujero de aceite de un cojinete, que se satura de aceite periódicamente.

Aceitadores de sifón

Generalmente consisten en una copa de aceite provista de un tubo central, el cual se extiende mas allá de la base o fondo de la copa,

quedando atornillado en el agujero de aceite en la taza del cojinete o en un tubo de entrega unido al cojinete.

Aceitadores de alimentación por mecha de fondo

Del recipiente, colocado debajo del cojinete, sale una mecha que sube hasta la superficie del cojinete

Aceitadores de anillo

El aceitador de anillo (o anillo de lubricación) es un anillo labrado a máquina, considerablemente más grande que el eje sobre el cual gira libremente. Inmediatamente debajo del anillo hay un receptáculo o depósito de aceite

Aceitadores de cadena y de collar

Los aceitadores de cadena o cadenas de lubricación funcionan sobre el mismo principio que el tipo de anillo. Consiste en una cadena sinfin, que pasa sobre el eje y se sumerge en un depósito de aceite -

Baño de aceite

Los cojinetes que funcionan en baño de aceite se lubrican automáticamente por inmersión.

Lubricación por inmersión

La lubricación por inmersión (borboteo o salpicadura). se usa mucho en máquinas con cigüeñales y engranajes cubiertos.

Sistema de inmersión con circulación

Cuando el aceite salpicado cae en bandejas o recipientes dispuestos encima de los cojinetes y de aquí por gravedad desciende a lubricar los

cojinetes, puede colarse o filtrarse antes de que entre a los cojinetes.

Lubricadores mecánicos

El lubricador mecánico típico consiste de un pequeño depósito colocado arriba del nivel de los cojinetes, encima de la máquina o en alguna estructura adyacente.

Sistemas de circulación por gravedad

Un típico sistema de gravedad (o diferencia de nivel) consiste en un depósito de aceite superior y de otro inferior, el primero para almacenar y alimentar el aceite por gravedad a lo diferentes cojinetes y el segundo para recibir el aceite desprendido de los cojinetes.

Sistemas de circulación bajo presión

El aceite, proveniente de un depósito central se lanza, con la ayuda de una bomba, a todos los cojinetes y de aquí regresa por gravedad al depósito central.

APLICACION DE LAS GRASAS

Copas Engrasadoras

Las copas de grasa fueron inventadas para evitar la necesidad de desarmar el cojinete para aplicar grasa a sus superficies de rozamiento

Cojinetes cargados con grasa

Algunos cojinetes funcionan en cajas o receptáculos que se llenan de grasa.

Pozos de Grasa

Los cojinetes con tapas, lados o fondos descubiertos se pueden lubricar con grasa colocada en un compartimento o “pozo “ en el casco del cojinete, de modo que la grasa quede empujando contra el árbol o eje.

Sistemas de presión

Inyectores o pistolas se emplean para aplicar grasa a cojinetes, bajo alta presión. Algunos inyectores modernos o pistolas pueden aplicar el lubricante bajo una presión de 10.000 libras por pulgada cuadrada.

6.2. SISTEMA DE LUBRICACIÓN CENTRALIZADA

El principio de funcionamiento consiste en utilizar una bomba para repartir grasa o aceite desde un depósito central hacia los puntos de lubricación de forma completamente automática. Este sistema aporta perfectamente las cantidades de grasa o aceite especificadas por los fabricantes de maquinaria. Todos los puntos de lubricación alcanzados reciben el suministro óptimo de lubricante, reduciendo el desgaste. Como consecuencia se incrementa considerablemente la vida de servicio de los elementos de la máquina y a su vez se reduce el consumo de lubricante.

SISTEMAS DE LUBRICACIÓN CENTRALIZADA POR PÉRDIDA DE LUBRICANTE

Sistema de línea simple

Aplicaciones

Máquina herramienta, maquinaria de impresión, industria textil, maquinaria de embalaje, etc.

Principio

Los sistemas de lubricación centralizada por línea simple están diseñados para alimentar los puntos de lubricación de la máquina con cantidades relativamente pequeñas de lubricante conforme a las necesidades de los puntos, ya que nos permiten lubricar intermitentemente, aportando una cantidad definida cada vez que se realiza un ciclo. Los dosificadores intercambiables de los distribuidores con distinto caudal nos permiten también repartir el lubricante exacto en cada pulso o ciclo de trabajo de la bomba. El rango medido varía desde 0,01 a 1,5 cm³ por ciclo y punto de lubricación. Los sistemas de línea simple pueden ser utilizados tanto para aceite como para grasa fluida (NLGI grados 000, 00).

Componentes

- Bomba (bomba de pistón o bomba de engranaje).
- Distribuidores volumétricos.
- Dosificadores.
- Control y unidad de monitorización dependiendo de la configuración del sistema.

Ventajas

- Planificación simple del sistema.
- Sistema modular.
- Fácilmente ampliable.

Sistema de línea doble

Aplicaciones

Los sistemas de línea doble se usan para lubricar máquinas e instalaciones con un gran número de puntos de lubricación, largas distancias y condiciones adversas de funcionamiento. Plantas de generación (turbinas, ventiladores), acerías, fundiciones, trenes de laminado, hornos continuos, minería (roto palas), cintas de transporte, plantas de azúcar (molinos y secadores), industria de la alimentación (líneas envasadoras), industria química, petroquímica, fábricas de cemento, canteras, etc.

Principio

Este sistema de lubricación centralizada, está basado en 2 líneas principales, que son presurizadas y despresurizadas alternativamente. Está diseñado para aceite ISO VG con una viscosidad mayor de 50 mm² también para grasa de hasta grado NLGI 3. Estos sistemas pueden diseñarse para circuitos abiertos en operaciones intermitentes.

Componentes

- Bomba neumática o eléctrica con depósito o sobre barril.
- Válvula inversora.

- Unidad de control.
- Distribuidores de línea doble.

Ventajas

- Elevada seguridad de trabajo gracias a la medida de la diferencia de presión al final de las líneas, así como fácil supervisión.
- Facilidad de cambio en la aportación de grasa a cada uno de los puntos por el uso de distribuidores de línea doble.
- Tamaño del sistema, con posibilidad de más de 1000 puntos de lubricación dentro de un rango de 100 m (longitud de línea efectiva) alrededor de la bomba.
- Seguridad de operación en los puntos de lubricación gracias a que la presión máxima del sistema es de 400 bars.

Sistema progresivo

Aplicaciones

Máquinas de impresión, maquinaria de construcción, maquinaria industrial, prensas, plantas embotelladoras, instalaciones de energía eólica, etc.

Principio

Estos sistemas reparten aceite o grasa de hasta grado NLGI 2 en operaciones intermitentes, con posibilidad de instalar supervisión central. El lubricante impulsado por la bomba es conducido hacia los distribuidores progresivos, que dividen la cantidad de lubricante según la dimensión de la recámara del pistón y en función de la cantidad de salidas de cada distribuidor. Se pueden realizar modificaciones de

caudal dependiendo de los puntos de engrase intercambiando las secciones de cada distribuidor.

Componentes

- Bomba.
- Distribuidores progresivos y sistemas de control, así como racores y material auxiliar para el montaje. Las bombas empleadas pueden ser bombas de pistón, operadas neumática o manualmente, o bien bombas eléctricas.

Ventajas

- Sistema versátil de amplia implantación en muy diversos sectores de operación (continuo / intermitente) y adecuación a diferentes lubricantes.
- Monitorización centralizada del funcionamiento de todos los distribuidores a un bajo coste.

Sistema de circulación de aceite

Aplicaciones

Grandes prensas, máquinas para la industria papelera, máquinas de impresión, etc.

Principio

Utilizado en máquinas o instalaciones que precisen grandes cantidades de aceite para la lubricación e intercambio de calor, necesitando en muchas ocasiones un flujo constante de lubricante.

Componentes

- Bombas de tornillo o engranajes.
- Limitadores de flujo.
- Medidores de flujo
- Divisores de caudal y / o distribuidores progresivos.

Ventajas

- Ajuste individual del caudal volumétrico.
- Control en tiempo real y medida del caudal independiente de la viscosidad.
- Diseño modular y facilidad de combinación.
- Fácil mantenimiento.
- Fácil monitorización.

SISTEMAS DE LUBRICACIÓN CENTRALIZADA DE CIRCUITOS MÚLTIPLES

Sistema para lubricación hidrostática

Aplicaciones

Guías y cojinetes en máquinas herramientas.

Principio

Las bombas de circuito múltiple garantizan un flujo constante de aceite incluso en casos de contrapresiones irregulares. Cada punto de lubricación constituye un circuito independiente de la bomba. El aceite descargado forma una película extremadamente fina de lubricante. La

pieza se levanta unos pocos μm y literalmente flota a través del lecho de la máquina. La elección de la medida de los huecos de lubricación hace posible que mantenga la presión en el hueco dentro de los límites designados. Se usa un aceite con una viscosidad promedio, con excepción de unas pocas tareas especiales.

Componentes

- Bombas de engranaje o circuito múltiple.
- Válvulas de seguridad, distribuidores.
- Líneas principales y secundarias.

Ventajas

- Cojinetes sin holguras.
- Movimiento libre de tirones.
- Corriente de bajo ruido.
- Libre de desgaste.

Sistema para Lubricación de cadenas

Aplicaciones

La industria del automóvil utiliza tanto cadenas de arrastre como cadenas transportadoras en líneas de pintura, hornos, línea de chapa, montaje, sistemas de transporte, etc. La industria alimentaria utiliza cadenas para sistemas de esterilización, mataderos, hornos, transportadores de botellas y envasadoras, etc. Las cadenas se usan en multitud de industrias: construcción, madera, rotativas, etc.

Principio

Se puede aplicar el aceite directamente al exterior (sistemas UC), inyectar la grasa dentro de los rodillos de los transportadores con la ayuda de un sistema de transporte (sistema GVP) o con un rociado de aerosol directamente a los puntos de lubricación (Vectolub). Opcionalmente se puede elegir un sistema de control para monitorizar la cantidad exacta de lubricante, incluso cuando la cadena está en movimiento.

Sistemas UC: Una bomba electromagnética de pistón alimenta las toberas de aceleración con aceite, que reparten cantidades exactas (20, 40 o 60 mm³) directamente en el punto de lubricación.

Sistemas GVP: Un detector de proximidad detecta el paso de la cadena y acciona una cabeza de inyección alimentada desde una bomba que lubrica dentro del punto de engrase del rodillo del carro transportador (0,35 a 1 cm³).

Vectolub: El lubricante suministrado por una micro bomba se mezcla con una corriente de aire a presión en la tobera de proyección. Esto produce micro partículas de aceite que son transportadas por la corriente de aceite al punto de fricción sin la formación de niebla.

Ventajas

- Lubricación automática completa de la cadena sin interrupciones.
- Cantidades medidas de lubricante.
- Estudios personalizados de procesos de lubricación.
- Lubricación precisa y ecológica.

SISTEMAS DE LUBRICACIÓN POR CANTIDADES MÍNIMAS

Sistema de lubricación por aire comprimido

Aplicaciones

Herramientas neumáticas, cilindros y actuadores, herramientas de corte, unidades de avance, cojinetes, rodamientos, electrodos para soldadura. Otros posibles usos son la lubricación por pulverización sobre el punto o con cepillos:

Pulverización con aire (ensamblaje de herramientas).

Engrase de pequeñas partes (líneas de producción).

Lubricación de cadenas.

Principio

Los inyectores de aceite y las microbombas miden y reparten el lubricante. La mezcla del aceite con el aire se realiza en el momento de inicio de la circulación del flujo. La cantidad de aceite se ajusta con el casquillo dosificador del inyector. La microbomba puede usarse para una gran cantidad de sistemas de lubricación.

Componentes

- Inyectores de aceite.
- Depósito. Cuando el sistema requiere pocos puntos de lubricación, es posible combinar varias cabezas inyectoras con un depósito de lubricante central.

Ventajas

- Cantidad óptima para cada punto de lubricación independientemente de la longitud de línea y sección.
- Suministro de lubricante desde un depósito central, incluso a través de una línea con aceite a presión en el caso de cabezas inyectoras.
- Los elementos de regulación pueden actuar individualmente o por grupos.
- Rápidas cadencias de pulsos.
- Medidas reducidas.
- Ecológico: No hay aceite en el aire extraído.

SISTEMA MQL INTERNO

Aplicaciones

Tornos, fresas, mandrinadoras, taladros, centros de mecanizado de alta velocidad y precisión, sierras y trazadoras, etc.

Principio

Con este sistema se produce un aerosol en el depósito del equipo y se alimenta a través del husillo de la herramienta. El aceite suministrado se evapora sin dejar residuo cuando se alcanza el punto óptimo de operación. La lubricación por cantidades mínimas es la alternativa limpia al mecanizado húmedo tradicional y el camino ideal para ofrecer mecanizado en seco. En lugar de los lubricantes acuosos de refrigeración convencionales (emulsiones, soluciones) se utilizan biolubricantes sin base acuosa. Se puede estudiar la optimización de procesos especiales de mecanizado con la ayuda de aditivos.

Ventajas

- No se requieren lubricantes refrigerantes.
- Se pueden eliminar todos los componentes de la máquina herramienta relacionados con las taladrinas (filtros, sistemas de bombeo, etc.).
- Sin costos añadidos para la limpieza de las virutas y lubricantes refrigerantes.
- No hay necesidad de limpiar las piezas mecanizadas.
- Mejora de productividad
- Importante reducción del tiempo de operación (30 a 50 %).
- Mayor eficacia de corte.
- Puede aumentar la vida de la herramienta hasta un 300%.
- Control más fiable de los procesos de producción.
- Explotación de las ventajas tecnológicas
- Soluciones para los fabricantes de máquina herramienta y fácil retrofit.
- Posibilidad de uso paralelo de mecanizado húmedo y en seco.
- No se requieren cambios en el diseño de los husillos.
- Mejor acabado superficial de las piezas.

SISTEMA MQL EXTERNO

Aplicaciones

Herramientas de corte y conformado.

Principio

Con la lubricación externa por cantidades mínimas se atomiza cantidades exactas de lubricante junto con aire comprimido. Esto produce micro partículas que las cuales son transportadas a los puntos de fricción a través de un chorro de aire a presión.

El lubricante bajo presión y el aire comprimido se transporta hasta la tobera pulverizadora a través de tuberías coaxiales de manera continua y por separado. La generación de los micros partículas tiene lugar en la salida de la tobera. El lubricante se pulveriza y entra como partículas extremadamente finas con el caudal del aire comprimido. Este aire a presión transporta estas micro partículas hasta el punto de fricción con precisión y exactitud. La regulación de las cantidades requeridas de lubricante y aire pulverizado, así como el ajuste de la presión dentro del depósito de lubricante se hacen manualmente con la ayuda de válvulas de control.

Componentes

- Componentes de aceite.
- Componentes de aire y toberas de pulverización. Esos componentes se pueden instalar por separado o en carcasas previamente preparadas

Ventajas

- La adaptación de máquinas herramientas convencionales es económica.
- Sin goteos en la tobera tras la aplicación.
- Se pueden alcanzar grandes distancias de pulverización (hasta 300 mm).
- Sin creación de nieblas de aceite.

6.3 SISTEMA AUTOMATICO DE LUBRICACION POR NIEBLA DE ACEITE.

Se utiliza con mucha frecuencia en la actualidad, debido a su reducido costo de operación, bajo consumo de lubricante al aplicar la cantidad correcta en el punto adecuado y prolonga la vida útil de los mecanismos lubricados.

Un alto porcentaje de la maquinaria moderna, que está compuesta por un elevado número de elementos a lubricar, viene incorporada con este tipo de equipos. Si no es así se les pueden adaptar, calculándolos previamente. **Ver anexo 7**

Principio de funcionamiento

Consiste en una corriente de aire comprimido que al pasar por un tubo de succión (venturi), absorbe una cierta cantidad de aceite de un depósito y lo transporta bajo condiciones de flujo laminar en forma de pequeñas gotas de , conformando una niebla. A la salida del tubo venturi hay una lámina deflectora que hace que las gotas de mayor tamaño choquen contra ella y regresen de nuevo al depósito. Una vez que la niebla de aire-aceite llega al elemento que se va a lubricar, las condiciones de flujo cambian de la laminar a turbulento y las finas gotas de aceite se agrupan en otras de mayor proveyendo la lubricación necesaria. La velocidad del flujo aire-aceite es baja regular de 24 pies/s) y el aceite no se deposita hasta que la niebla entra en contacto con los elementos a lubricar.

El flujo de aire no es continuo, sino intermitente, y es regulado por una válvula solenoide normalmente cerrada y accionada por un temporizador que la abre y la cierra de acuerdo con una frecuencia

establecida. En este sistema, el aceite es atomizado a baja presión (10-50 psi) y transportado hasta distancias relativamente grandes, a través de tuberías pequeñas.

Ventajas de un sistema de niebla de aceite

- Se pueden emplear para lubricar cualquier mecanismo.
- Se pueden aplicar aceites comprendidos dentro de una amplia gama de viscosidades.
- El consumo de aceite es mínimo, en proporción hasta de 5:1 con respecto a otros sistemas tradicionales, debido a que aplican la cantidad correcta.
- Son totalmente automáticos y por no poseer partes en movimiento no presentan desgaste, de tal manera que su vida es prácticamente indefinida.
- Disminución en los costos por mano de obra, porque un mismo equipo puede lubricar varios mecanismos simultáneamente, además, la posibilidad de que se presenten accidentes de trabajo prácticamente desaparece.
- No existe la posibilidad de que el producto que se está fabricando se ensucie con el lubricante, reduciéndose de esta manera los productos de segunda o inservibles, que afectan la

productividad de cualquier tipo de industria.

- La corriente de aire origina un efecto refrigerante sobre los elementos que lubrica, al mismo tiempo que impide la entrada de contaminantes desde el exterior y evacua los que hayan podido entrar.

Limitaciones de un sistema por niebla de aceite

A pesar de sus innumerables ventajas, presentan algunas limitaciones, las cuales es necesario analizar antes de su adquisición. Las más importantes son:

- Únicamente se utilizan para aplicar aceites; sin embargo, cuando un mecanismo se lubrica con grasa, se puede analizar la posibilidad de poderlo lubricar con aceite. Esto en la mayoría de los casos es factible hacerlo.
- Para aplicar el aceite es necesario disponer de una corriente de aire a presión; por consiguiente, se debe contar con un compresor.
- El aceite es a plena pérdida, es decir, una vez que se aplica no se vuelve a recuperar.

El uso y aplicación de los sistemas de confiabilidad tribológica por niebla de aceite, son una solución proactiva para garantizar la confiabilidad y ecoeficiencia de las plantas de proceso continuo,

compatible con las políticas de seguridad, ecología, mantenimiento, automatización, modernidad y ahorros de energía.

El uso y aplicación de la tecnología de lubricación por niebla para aumentar la confiabilidad operativa del equipo dinámico data de hace más de 30 años. A la fecha expertos en confiabilidad recomiendan la aplicación de la lubricación por niebla en las plantas industriales siempre como primera opción por su alta rentabilidad y beneficios técnico operativos sustentables.

Un sistema de lubricación por niebla es un sistema de confiabilidad tribológica operativa de equipos mecánicos en plantas de proceso continuo. Su implantación representa una modernización del sistema tradicional de lubricación por salpique de aceite lubricante en cajas de rodamientos de bolas o rodillos en equipo dinámico mejorando su confiabilidad y desempeño.

Beneficios documentados y esperados (2) :

- 1.5% de aumento de eficiencia productiva.
- 50% de reducción de salidas de bombas centrífugas.
- 30% de reducción en vibraciones y fallas de sellos en bombas centrífugas.
- 80% de reducción de salidas de motores eléctricos.
- 75% de reducción de salidas de cajas de engranes y turbinas de vapor.
- 100% de eliminación de agua de enfriamiento de rodamientos en bombas centrífugas API 610 8va edición.
- 75% de reducción de generación de aceites usados.

- 15% de reducción de temperaturas de rodamientos.
- Alrededor del 3% de ahorros de energía al reducir la fricción.
- Aumento de la seguridad de los operadores.

(2)Fuente bibliografica: Programa Directivo de Confiabilidad Tribológica de Clase Mundial y Eficiencia de Planta en la Industria del Petróleo y Petroquímica (Petroquimex ,la revista de la industria petrolera)

CONCLUSIONES

El Desgaste, inevitable y progresivo, genera la pérdida de eficiencia y de productividad de sus maquinarias, amenazando constantemente con detener la producción y gastos extraordinarios de mantenimiento.

Por estas razones, la lubricación industrial se ha convertido en el área de principal preocupación debido al enorme potencial de ahorro de gastos y de optimización de la productividad.

El costo del lubricante representa una mínima porción del presupuesto de mantenimiento, sin embargo, la selección del lubricante afecta directamente a todos los demás gastos de mantenimiento y de producción, debido a que el lubricante es el encargado de luchar contra la fricción, principal causante del desgaste.

Esta monografía pretende mostrar la importancia de la lubricación como tarea básica en el mantenimiento de los activos.

También pretende dar una ayuda de cómo implementar un programa de registro e inventario de los activos de una planta. Logrando con este modelo la administración y organización de los activos.

Llevando a cabo todos estos pasos obtenemos una administración eficaz de los activos si se desarrolla empleando las técnicas adecuadas,

Obteniendo como resultado:

- . Reducir los costos de mantenimiento . Reducir la tasa de defectos
- . Aumentar la disponibilidad de los equipos Mejorar la productividad

BIBLIOGRAFIA

ALBARRACIN AGUILLON, Pedro Ramón. Tribología y Lubricación Industrial Automotriz. Tomo I. 2da Ed.1994

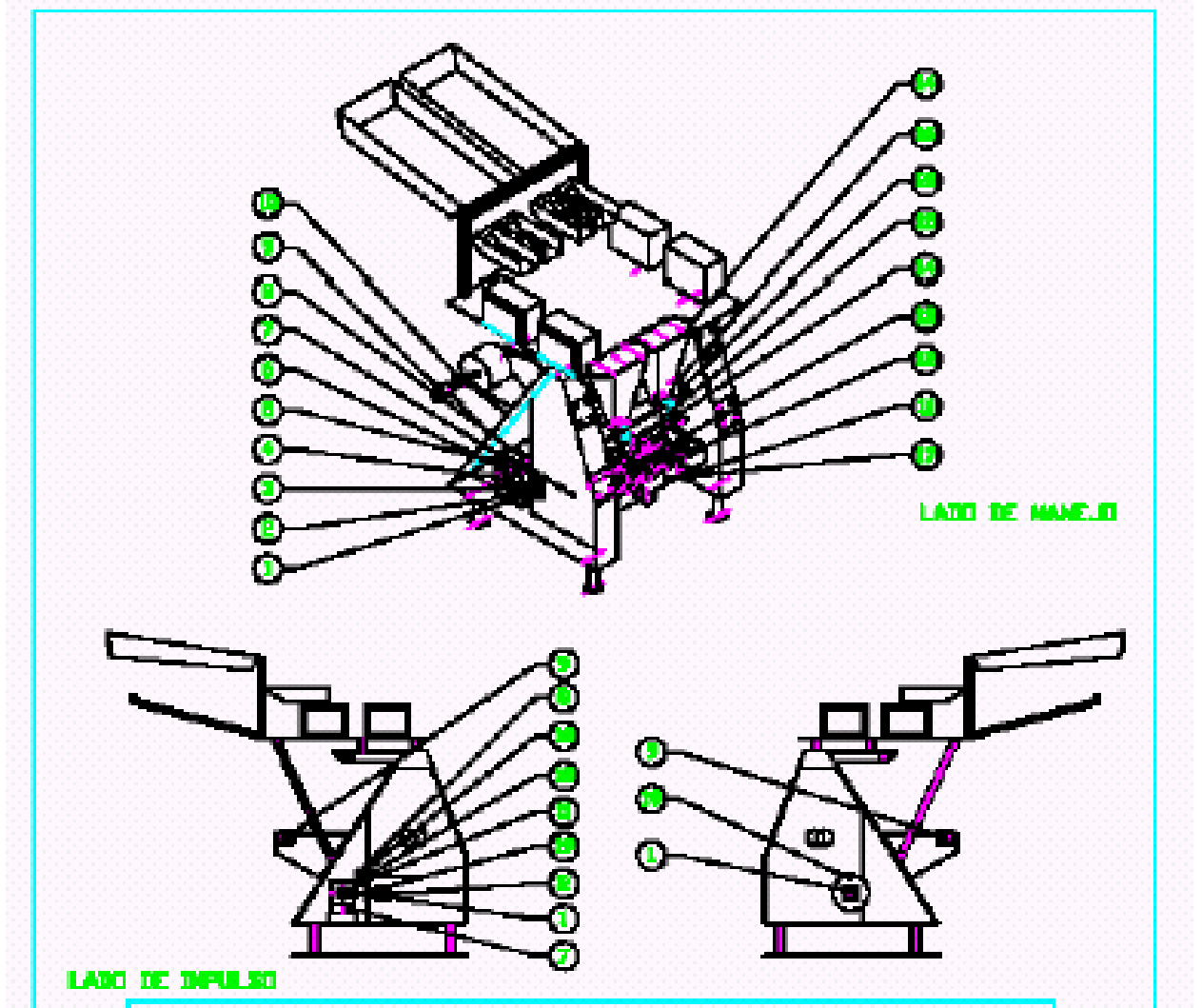
Recuento Tribologico de la Lubricación. 1ra Ed. 1996

AVILAS E., Rubén. Fundamento de Mantenimiento. Guías Económicas, Técnica y Administrativa.

BENITEZ HERNANDEZ, Luis Eduardo. Documento: Carta Metalúrgica.

- ❖ www.monografias.com/trabajos14/saludocupacional/saludocupacional.shtml
- ❖ <http://www.solomantenimiento.com/articulos/analisis-causa-raiz.htm>
- ❖ <http://www.klaron.net/Articulos/articulo%20-%20Apollo.htm>
- ❖ <http://www.klaron.net/Articulos/articulo%20-%20el%20proceso%20de%20ACR.htm>
- ❖ <http://internal.dstm.com.ar/sites/mm/definiciones/default.asp>

ANEXO 2



Ejemplo esquema puntos de lubricación

ANEXO 3

INSERTE EL LOGO
DE SU
EMPRESA

NOMBRE DE LA EMPRESA
Cuadro de Lubricantes

LUBRICANTE	PROPIEDADES	CARACTERÍSTICAS
------------	-------------	-----------------

Tipo	Denominación	Viscosidad	Ind. viscosidad	Pto. De inflamación	Pto. De congelación	

Anexo4

INSERTE EL LOGO DE SU EMPRESA	NOMBRE DE LA EMPRESA Equipos
--	--

Fecha de Última inspección:	Sección	Línea	Equipo	Supervisor
Nombre de la maquina		Código Equipo		
Características:				
Lubricante Empleado:		Frecuencia:		
Disponibilidad para Lubricación:				
Método:				

ANEXO 6

INSERTE EL LOGO
DE SU
EMPRESA

NOMBRE DE LA EMPRESA
Inspección de Fallas

Fecha de inspección:	Sección	Línea	Equipo	supervisor
Nombre de la maquina		Código Equipo		
Descripción de la falla:				
Causa:				
Solución:				
Responsable		Verifico y Aprobó		

ANEXO 7

INSERTE EL LOGO DE SU EMPRESA
--

**NOMBRE DE LA EMPRESA
ORDEN DE TRABAJO**



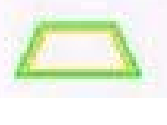
Orden de trabajo No.	Sección	Línea	Equipo	Prioridad
Descripción del trabajo				
	Descripción Sección:			
	Descripción Equipo:			
	Tipo de tarea		Técnico	
	Técnico: _____			
	Horas Tarea:			
Fecha: _____				
Hora Inicio: _____ Hora Fin: _____				
Total Horas: _____				









Ing. Mantenimiento

Técnico

Supervisor

Anexo8

SIMBOLOS DE FRECUENCIAS DE LUBRICACION		
	<i>Cada Turno</i>	CADA TURNO
	<i>Diariamente</i>	DIARIAMENTE
	<i>Cada dos días</i>	CADA DOS DIAS

	<i>Doce veces semanales</i>	DOS VECES SEMANAL
	<i>Semanal</i>	SEMANTAL
	<i>Quincenal</i>	QUINCENAL
	<i>Mensual</i>	MENSUAL
	<i>Bimensual</i>	BIMENSUAL
	<i>Trimestral</i>	TRIMESTRAL
	<i>Semestral</i>	SEMESTRAL
	<i>Anual</i>	ANUAL

Símbolos de Frecuencias Lubricación

Fuente Bibliografica: Tribología y Lubricación, Pedro Albarracin Aguillon, 2a edición

Anexo 9

