



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA
INGENIERÍA MECÁNICA**

TITULO

Puesta a Punto y Elaboración de Guías para Prácticas de
Laboratorio de Tribología

AUTORES

Br. Meyling Patricia Martinez Briones

Br. María José Sandoval Hernández

TUTOR

Ing. William Emigdio Urbina Espinoza

Managua, Julio 2014



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Tecnología de la Industria

SECRETARÍA DE FACULTAD

F-8: CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA hace constar que:

MARTÍNEZ BRIONES MEYLING PATRICIA

Carne: 2008-23415 Turno Nocturno Plan de Estudios 972A de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es EGRESADO de la Carrera de INGENIERIA MECANICA.

Se extiende la presente CARTA DE EGRESADO, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los ocho días del mes de mayo del año dos mil catorce.

Atentamente,

Ing. Wilmer José Ramírez Velásquez
Secretario de Facultad





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Tecnología de la Industria

SECRETARÍA DE FACULTAD

F-8: CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA** hace constar que:

SANDOVAL HERNÁNDEZ MARÍA JOSÉ

Carne: **2008-23586** Turno **Diurno** Plan de Estudios **972A** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERIA MECANICA**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los diez días del mes de mayo del año dos mil trece.

Atentamente,

Ing. Wilmer José Ramírez Velásquez
Secretario de Facultad





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Tecnología de la Industria

DECANATURA

A: Brs. Meyling Patricia Martínez Briones
María José Sandoval Hernández

DE: Facultad de Tecnología de la Industria

FECHA Jueves 08 de agosto de 2013

Por este medio hago constar que su trabajo de Investigación Titulado **“Puesta a Punto y elaboración de Guías para Prácticas de Laboratorio de Tribología”** Para obtener el título de Ingeniero Mecánico, y que contara con el Ing. William Emigdio Urbina Espinoza, como profesor guía, ha sido aceptado por esta Decanatura por lo que puede proceder a su realización.

Cordialmente,


Ing. Daniel Cuadra Horney
Decano



Cc: Archivo



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Tecnología de la Industria

DECANATURA

A: Brs. Meyling Patricia Martínez Briones
María José Sandoval Hernández

DE: Facultad de Tecnología de la Industria

FECHA Viernes 29 de noviembre de 2013

Por este medio hago constar que la solicitud de prórroga para el trabajo de Investigación Titulado **“Puesta a Punto y elaboración de Guías para Prácticas de Laboratorio de Tribología”**. Para obtener el título de Ingeniero Mecánico, y contara con el Ing. William Emigdio Urbina Espinoza, como profesor guía ha sido aprobado para el viernes 21 de febrero del 2014.

Cordialmente,


Ing. Daniel Cuadra Horney
Decano



Cc: Archivo



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Tecnología de la Industria

DECANATURA

A: Brs. Meyling Patricia Martínez Briones
María José Sandoval Hernández

DE: Facultad de Tecnología de la Industria

FECHA Lunes 17 de Febrero del 2014

Por este medio hago constar que la solicitud de prórroga para el trabajo de Investigación Titulado "Puesta a Punto y elaboración de Guías para Prácticas de Laboratorio de Tribología". Para obtener el título de Ingeniero Mecánico, y contara con el Ing. William Emigdio Urbina Espinoza, como profesor guía ha sido aprobado para el lunes 21 de julio del 2014.

Cordialmente,

Ing. Daniel Cuadra Horney
Decano



Cc: Archivo

Managua, 16 de julio de 2014

Ing. Daniel Cuadra
Decano FTI

Estimado Ing. Cuadra

Por este medio me dirijo a usted para hacer de su conocimiento que he revisado detalladamente el trabajo monográfico titulado: **"Puesta a Punto y Elaboración de Guías del Laboratorio de Tribología"**, elaborada por los Bses. Meyling Patricia Martínez Briones y María José Sandoval Hernández, para optar al título de Ingeniero Mecánico.

Como tutor de este trabajo monográfico considero que el mismo cumple con los requisitos suficientes para ser discutido ante el jurado que Usted designe.

Agradeciendo su atención a la presente, le saludo cordialmente.


Ing. William Urbina Espinoza
Tutor

C.C. Archivo

Dedicatoria

Dedico primeramente este trabajo monográfico a Dios que es el creador de todo, el que me ha dado fortaleza para continuar.

De igual forma, a mi madre la Sra. María Francisca Hernández y mi padre el Sr. Valentín Sandoval, les agradezco el cariño, la comprensión y el apoyo que me han dado, ya que sin ellos no hubiese sido posible realizarlo.

María José Sandoval Hernández.

Dedico primeramente este trabajo monográfico a Dios que me ha dado la sabiduría, fortaleza e inteligencia para poder culminar este trabajo.

De igual manera, a mis Padres Lilliam Guadalupe Briones y José Hilario Martínez, a mi Esposo Horlyng Eliezer Barberena Hernández y mi Hija, que me han dado el amor, cariño y brindado su apoyo incondicional.

Meyling Patricia Martínez Briones

Agradecimientos

Le damos infinitamente gracias a Dios por, estar con nosotros en cada paso que damos, por fortalecer nuestro corazón e iluminarnos la mente para culminar nuestro trabajo monográfico.

A nuestros padres por brindarnos el apoyo en los estudios, la alegría y la fortaleza necesaria para que sigamos adelante.

Nuestros compañeros que nos ayudaron en este proceso.

A nuestro tutor y maestros por la colaboración, paciencia y consejos que nos brindaron siempre que fue necesario.

RESUMEN

El presente trabajo de grado presenta la información del proceso de instalación del Laboratorio de Tribología y sus Guías para prácticas de trabajo, para ser utilizado en el área de Tribología específicamente para uso de la FTI (Facultad de Tecnología de la Industria).

Este se desarrolló inicialmente explicando la importancia de la Tribología, sin la Tribología no existiría vida todo lo que se mueve forma parte de un sistema Tribológico en el que puede intervenir dos o más sólidos y líquidos o sólidos y gases.

Se crearon Guías de trabajos para facilitar los ensayos en el Laboratorio, las cuales se basaron en diferentes parámetros para obtener mayor fiabilidad en los resultados en el momento de realizar los ensayos propuestos.

Se realizaron fichas técnicas de mantenimiento preventivo de cada máquina para lograr una vida útil mejor; se identificaron las características y funcionamiento de cada máquina.

Posteriormente se plantearon las condiciones ergonómicas del Laboratorio para dar mejor confort a los usuarios del mismo. Además se realizó la instalación del sistema eléctrico de todo el Laboratorio.

CONTENIDO

	Páginas
Introducción.....	1
Antecedentes.....	2
Justificación.....	3
Objetivo General.....	4
Objetivos Específicos.....	4
Marco teórico.....	5
Capítulo 1.....	29
1.1 Definición e importancia de la Tribología.....	30
1.2 Tribosistema.....	30
1.2.1 Sistema Tribológico.....	31
1.2.2 Interacción de sistema Tribológico.....	32
1.3 Ramas de la Tribología.....	34
1.4 Árbol tribológico.....	35
1.5 Características y Funcionamiento de las Máquinas.....	36
1.5.1 Características y Funcionamiento de la Máquina Desgaste Abrasivo.....	36
1.5.2 Características y Funcionamiento de la Máquina Cuatro Bolas.....	36
1.5.3 Características y Funcionamiento de la Máquina Tribómetro.....	37
Capítulo 2.....	39
Guía del Laboratorio No 1.....	40

Máquina Desgaste Abrasivo

2.1	Introducción.....	41
2.2	Generalidades.....	41
2.3	Objetivos de la práctica.....	42
2.4	Tiempo de realización.....	42
2.5	Valor de la práctica.....	42
2.6	Materiales, Equipos, Herramientas e Instrumentos de medición.....	42
2.6.1	Materiales.....	42
2.6.2	Equipos.....	42
2.6.3	Instrumentos de medición.....	42
2.6.4	Herramientas.....	44
2.2	Medidas de seguridad.....	44
2.3	Procedimiento.....	44
2.4	Cuestionario.....	46
2.5	Informe.....	47
2.6	Bibliografía.....	48
Capítulo 3.....		49
Guía de Laboratorio No 2.....		50

Máquina Cuatro Bolas

3.1	Introducción.....	51
3.2	Generalidades.....	51
3.3	Objetivos de la práctica.....	52
3.4	Tiempo de realización.....	53
3.5	Valor de la práctica.....	53

3.6 Materiales, Equipos, Herramientas e Instrumentos de medición.....	53
3.6.1 Materiales.....	53
3.6.2 Equipos.....	54
3.6.3 Instrumentos de medición.....	54
3.6.4 Herramientas.....	57
3.2 Medidas de seguridad.....	57
3.3 Procedimiento.....	58
3.4 Cuestionario.....	60
3.5 Informe.....	61
3.6 Bibliografía.....	62
Capitulo No 4.....	63
Guía de Laboratorio No 3.....	64
Máquina Tribómetro	
4.1 Introducción.....	65
4.2 Generalidades.....	65
4.3 Objetivo de la práctica.....	66
4.4 Tiempo de realización.....	67
4.5 Valor de la práctica.....	67
4.6 Materiales, Equipos, Herramientas e Instrumentos de medición.....	67
4.6. 1 Materiales.....	67
4.6.2 Equipos.....	67
4.6.3 Instrumentos de medición.....	68
4.6.4 Herramientas.....	70
4.2 Medidas de seguridad.....	70

4.3 Procedimiento.....	70
4.4 Cuestionario.....	71
4.5 Informe.....	73
4.6 Bibliografía.....	74
Capitulo No 5.....	75
5.1 Fichas Técnicas de Mantenimiento Preventivo de las Máquinas.....	76
5.1.1 Definición de Mantenimiento Preventivo.....	76
5.1.2 Ventajas y Desventajas.....	76
5.1.3 Ficha Técnica de Mantenimiento de la Máquina de Desgaste Abrasivo.....	77
5.1.4 Ficha Técnica de Mantenimiento de la Máquina de Cuatro Bolas.....	80
5.1.5 Ficha Técnica de Mantenimiento de la Máquina de Tribómetro.....	83
5.2 Definición de Ergonomía.....	86
5.3 Importancia de la Ergonomía.....	86
5.4 Condiciones de Trabajo.....	86
5.4.1 Ruidos y vibraciones.....	86
5.4.2 Iluminación.....	86
5.4.3 Análisis de puesto de trabajo.....	87
5.5 Diseño Ergonómico del mobiliario.....	88

Capitulo No 6.....	90
Instalación del laboratorio de Tribología.....	91
6.1 Ubicación del Laboratorio.....	91
6.2 Condición del local el antes y el después.....	91
6.3 Presupuesto de la obra.....	91
Conclusiones.....	93
Recomendaciones.....	94
Bibliografía.....	94

Anexo

Plano de dimensiones del local y ubicación de los banco de ensayo

Plano eléctrico del Laboratorio

Fotografía del local antes y después

Fotografía de las máquinas

Índice de Figura.	
Figura A Curva de Stribeck.....	8
Figura B Polea.....	8
Figura C Polea simple.....	9
Figura D Poleas móviles.....	10
Figura E Polea compuesta.....	10
Figura F Rodamiento axial.....	12
Figura G Rodamiento de bola.....	12
Figura H Rodamiento axiales de rodillos.....	12
Figura I Resorte compresión.....	13
Figura J Elementos de una Banda de transmisión.....	15
Figura K Motor eléctrico.....	16
Figura L Representación de la molécula de teflón.....	22
Figura M Fórmula del monómero de teflón.....	22
Figura 1.1 Tribo-Sistema.....	31
Figura 1.2 Interacción de sistema tribológico.....	32
Figura 2.3 Tacómetro digital.....	43
Figura 2.4 Pie de rey.....	44
Figura 2.5 Esquema de la máquina tribológica Desgaste abrasivo.....	45
Figura 2.6 Probeta de ensayo.....	47
Figura 3.7 Probeta de bola de acero.....	53
Figura 3.8 Tipos de viscosímetros.....	55
Figura 3.9 Pie de rey.....	55

Figura 3.10 Microscopio.....	56
Figura 3.11 Cronómetro.....	57
Figura 3.12 Interacción persona-máquina.....	58
Figura 3.13 Dimensiones básicas del arreglo tetraédrico.....	59
Figura 3.14 Esquema de sujeción de la máquina cuatro bolas.....	59
Figura 4.15 Tipos de probeta.....	67
Figura 4.16 Tacómetro digital.....	68
Figura 4.17 Pie de rey.....	69
Figura 4.18 Cronómetro.....	70
Figura 5.19 Hacer silencio.....	86
Figura 5.20 Iluminación errónea.....	87
Figura 5.21 Equipos utilizado en el puesto de trabajo.....	88
Figura 5.22 Puesto de trabajo en posición de pie.....	88
Figura 5.23 Dimensiones de puesto de trabajo.....	89

Índice de Tablas

Tabla I Clasificación de la fundición nodular teniendo en cuenta sus Propiedades mecánicas.....	28
Tabla II Parámetro de la prueba de abrasión.....	46
Tabla III Reporte de la magnitud de desgaste.....	72
Tabla IV Característica generales del material.....	72

NOMENCLATURA

ABREVIATURAS

B_p: Brazo de potencia

B_r: Brazo de resistencia

V_b: Velocidad de banda

ASTM: American society for testing and materials.

DIN: Instituto Alemán de Normalización (Deutsches Institut Für Nurmung)

NLG: Instituto Nacional de Grasa Lubricantes

Factor Dn: Es el resultado de la multiplicación del diámetro de la flecha donde se montara el rodamiento por la velocidad máxima.

MKP: Poliéster metalizado

IACS: Estándar Internacional del Cobre Recocido (International Anneald copper standard)

SAE: Norma AISI/SAE es una clasificación de aceros y aleaciones no ferrosas, sus siglas significan Sociedad de Ingenieros Automotrices.

Ep: Prueba de extrema presión

NEP: Prueba de no extrema presión

HRC: Dureza Rockwell

SIMBOLO DE UNIDADES DE MEDIDAS

N: Newton

Cm²: Centímetros cuadrados

° C: Grados Celsius

V: Voltios

SSU: Viscosidad Universal de saybolt

°F: Grados Farenge

Rpm: Revoluciones por minuto

mg: Miligramos

Mpa: Mega pascales

Kgf/mm²: kilogramos fuerza milímetros cuadrados

S/m: Segundo sobre minutos

Gpa: Giga pascal

m: Metro

w: Watt

In: Pulgada

g: Gramo

Seg: Segundos

SIMBOLO CON LETRA DEL ALFABETO GRIEGO

μ_m : (miu) Constante conocida como coeficiente de fricción

θ : (Teta) Ángulo

Ω : Ohm

SIMBOLO CON LETRA DEL ALFABETO LATINO

f: Coeficiente de rozamiento

P: Potencia

R: Resistencia

T: Tensión

F: Fuerza

D: Diámetro de paso

C: Distancia de paso

S: claro

W: Revoluciones

C: Carbono

Cr: Cromo

Ni: Níquel

Mn: Manganeseo

Mo: Molibdeno

Si: Silicio

F: Flúor

P: Fósforo

S: Azufre

Cu: Cobre

Escala Mohs: Escala de dureza para minerales

Escala Vickers: Llamado ensayo universal, método para medir la dureza de los materiales.

Cu_2O : Oxido cuproso

Cu O: Oxido cúprico

Fe: Hierro

L: Lado

A: Área

E: Dimensión final

Wg: Pérdida de masa

w_v : Desgaste volumétrico

h: Altura

d. Diámetro

V: Volumen

r: Radio

INTRODUCCIÓN

La Universidad Nacional de Ingeniería a través de la Facultad de Tecnología de la Industria (FTI), pretende mejorar los equipos de laboratorios de prácticas para la enseñanza en diferentes asignaturas importantes para el desarrollo de la ingeniería, entre ellos se encuentran el laboratorio de Tribología utilizado en la rama de la Ingeniería Mecánica e Industrial.

Se plantea la instalación del Laboratorio de Tribología para que los estudiantes puedan hacer sus prácticas y tengan un mejor conocimiento de las ciencias Tribológica.

Entre las enseñanzas que se quieren brindar con las prácticas de los ensayos Tribológicos están : el determinar la fricción entre dos cuerpos en movimiento, la cuantificación del desgaste como efecto natural de la fricción y las formas de lubricación como un medio para reducir el desgaste y aumentar la vida de los elementos de máquinas.

ANTECEDENTES

Cárdenas Sevilla Jorge Elioth. “Construcción de máquinas universales para la caracterización tribológica de materiales y procedimientos de aplicación 1999”.

Este trabajo fue basado en el perfeccionamiento del plan de estudio incorporado de la asignatura de Tribología fortaleciendo la preparación del estudiantado.

Basado en lo anterior se diseñó y construyó máquinas de ensayo de fricción a desgaste conocido como Tribómetro. A partir de este trabajo se abordan los aspectos teóricos relacionados con la fricción, el desgaste y métodos experimentales.

Ing. Álvarez Emilio e Ing. Urbina William. “Construcción y Diseño de máquina de ensayo abrasivo y Cuatro bolas 2000”.

A partir de este trabajo se construyeron las máquinas de ensayo abrasivo y cuatro bolas estas no cuentan con un trabajo documental que las respalden ya que fueron construidas por docentes con el fin de activar el laboratorio de Tribología.

JUSTIFICACIÓN

El motivo de este trabajo es poner en funcionamiento el Laboratorio Tribológico que está basado principalmente en la necesidad del alumno de Ingeniería Mecánica de realizar prácticas independientes con los distintos tipos de máquinas tribológicas que posee la universidad con sus respectivas guías y condiciones ergonómicas del lugar ya que hasta el momento la universidad carece de este laboratorio y así mismo establecer este para futuras investigaciones y posibles trabajos monográficos.

Este trabajo beneficiara a la comunidad estudiantil de la Facultad de Tecnología de la Industria. A las empresas mejorando el sistema técnico económico a través de la Tribología que contribuye al ahorro de energía, de materias primas, materiales, explotación óptima del sistema tribológico, etc.

Puesta a Punto y Elaboración de Guías para Prácticas de Laboratorio de Tribología

OBJETIVOS:

OBJETIVO GENERAL:

- Puesta a punto del Laboratorio de Tribología y Elaboración de las Guías para las prácticas de Laboratorio.

OBJETIVOS ESPECÍFICO:

- Definir el concepto de Tribología
- Explicar la importancia del laboratorio de Tribología
- Crear fichas técnicas de cada una de las máquinas del laboratorio.
- Dimensionar y detallar las ubicaciones de las máquinas en puntos adecuados para cada una de ellas.
- Establecer un plan de mantenimiento preventivo para cada máquinas
- Determinar todas las condiciones ergonómicas del laboratorio.
- Elaborar las guías para las prácticas del laboratorio.

MARCO TEÓRICO

La realización de este trabajo, permitirá la explicación de las operaciones específicas que realiza cada máquina y los elementos que las componen. Determinar el factor de seguridad en el área de trabajo, los instrumentos de medición y herramientas a utilizar para la realización de las prácticas.

Los términos y definiciones que a continuación se presentan, facilitaran en gran manera la comprensión del presente documento.

DEFINICIÓN DE TRIBOLOGÍA: Se define como la ciencia y tecnología de la interacción entre superficies en movimiento relativo e involucra el estudio de la fricción, el desgaste y lubricación.

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

La Tribología está presente prácticamente en todas las piezas en movimiento tales como:

- Rodamientos
- Chumaceras
- Sellos
- Anillos de pistones
- Embragues
- Frenos
- Engranajes
- Árboles de levas

La Tribología ayuda a resolver problemas en maquinaria, equipos y procesos industriales tales como:

Equipos

- Motores eléctricos y de combustión (componentes y funcionamiento)

Puesta a Punto y Elaboración de Guías para Prácticas de Laboratorio de Tribología

- Turbinas
- Compresores
- Extrusión

Procesos

- Rolado
- Fundición
- Forja
- Procesos de corte (herramientas y fluidos)
- Elementos de almacenamiento magnético
- Prótesis articulares (cuerpo humano)

Fundamento de la tribología

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 reducir el desgaste.

FRICCIÓN

La fricción se define como la resistencia al movimiento durante el deslizamiento o rodamiento que experimenta un cuerpo sólido al moverse sobre otro con el cual está en contacto. Esta resistencia al movimiento depende de las características de las superficies. Una teoría explica la resistencia por la interacción entre puntos de contacto y la penetración de las asperezas. La fricción depende de

- La interacción molecular (adhesión) de las superficies.
- La interacción mecánica entre las partes.

La fuerza de resistencia que actúa en una dirección 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 integral del sistema.

Existen tres leyes de la fricción:

1. La fuerza de fricción es proporcional a la carga normal.
2. La fuerza de fricción es independiente de la aparente área de contacto entre las superficies deslizantes.
3. La fuerza de fricción es independiente a la velocidad de deslizamiento.

DESGASTE

El desgaste es el daño de la superficie por remoción de material de una o ambas superficies sólidas en movimiento relativo. Es un proceso en el cual las capas

superficiales de un sólido se rompen o se desprenden de la superficie. Al igual que la fricción, el desgaste no es solamente una propiedad del material, es una respuesta integral 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.

Tipos de desgaste

- Desgaste por Fatiga: surge por concentración de tensiones mayores a las que puede soportar el material. Incluye las dislocaciones, formación de cavidades y grietas.
- Desgaste Abrasivo: es el daño por la acción de partículas sólidas presentes en la zona del rozamiento.
- Desgaste por Erosión: es producido por una corriente de partículas abrasivas, muy común en turbinas de gas, tubos de escape y de motores.
- Desgaste por Corrosión: originado por la influencia del ambiente, principalmente la humedad, seguido de la eliminación por abrasión, fatiga 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.
- 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.
- Desgaste por deslizamiento: También conocido como desgaste por adhesión, es el proceso por el cual se transfiere material de una a otra superficie durante su movimiento relativo como resultado de soldadura en frío debido a las grandes presiones existentes entre las asperezas, en algunos casos parte del material desprendido regresa a su superficie original o se libera en forma de virutas o rebaba. Existen pruebas de este tipo en las que se emplea una máquina de perno o esfera en disco.
- Desgaste Fretting: es el desgaste producido por las vibraciones inducidas por un fluido a su paso por una conducción.
- Desgaste de Impacto: son las deformaciones producidas por golpes y que producen una erosión en el material.

LUBRICACIÓN

El deslizamiento entre superficies sólidas se caracteriza generalmente por un alto coeficiente de fricción y un gran desgaste debido a las propiedades

Puesta a Punto y Elaboración de Guías para Prácticas de Laboratorio de Tribología

específicas de las superficies. La lubricación consiste en la introducción de una capa intermedia de un material ajeno entre las superficies en movimiento. Estos materiales intermedios se denominan lubricantes y su función es disminuir la fricción y el desgaste. El término lubricante es muy general, y puede estar en cualquier estado material: líquido, sólido, gaseoso e incluso semisólido o pastoso, ver la figura A.

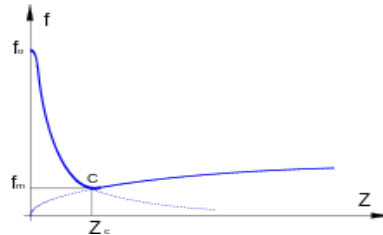


Figura A Curva de Stribeck.

POLEA

Una polea, es una máquina simple, un dispositivo mecánico de tracción, que sirve para transmitir una fuerza. Se trata de una rueda, roldana o disco, generalmente maciza y rallada en su borde, que con el concurso de una cuerda o cable que se hace pasar por el canal ("garganta"), se usa como elemento de transmisión para cambiar la dirección del movimiento en máquinas y mecanismos. Además, formando conjuntos aparejos o polipastos sirve para reducir la magnitud de la fuerza necesaria para mover un peso.

Según definición de Hatón de la Goupillière, «la polea es el punto de apoyo de una cuerda que moviéndose se arrolla sobre ella sin dar una vuelta completa» actuando en uno de sus extremos la resistencia y en otro la potencia, como se muestra en la figura B.

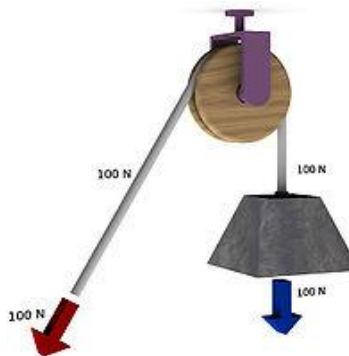


Figura B Polea.

Partes de la polea

Está compuesta por tres partes:

La llanta: Es la zona exterior de la polea y su constitución es esencial, ya que se adaptará a la forma de la correa que alberga.

El cuerpo: Las poleas estarán formadas por una pieza maciza cuando sean de pequeño tamaño. Cuando sus dimensiones aumentan, irán provistas de nervios o brazos que generen la polea, uniendo el cubo con la llanta.

El cubo: Es el agujero cónico o cilíndrico que sirve para acoplar al eje. En la actualidad se emplean mucho los acoplamientos cónicos en las poleas, ya que resulta muy cómodo su montaje y los resultados de funcionamiento son excelentes.

Tipos de poleas

Las poleas se pueden clasificar de la siguiente manera:

Poleas simples: esta clase de poleas se utiliza para levantar una determinada carga. Cuenta con una única rueda, a través de la cual se pasa la soga. Las poleas simples direccionan de la manera más cómoda posible el peso de la carga, como se muestra en la figura C.

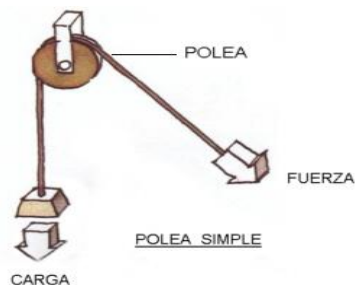


Figura C Polea simple.

Existen dos tipos de poleas simples:

Poleas fijas: consiste en un sistema donde la polea se encuentra sujeta a la viga. De esta manera, su propósito consiste en direccionar de forma distinta la fuerza ejercida, permitiendo la adopción de una posición estratégica para tirar de la cuerda. Las poleas fijas no aportan ninguna ventaja mecánica. Es decir, la fuerza aplicada es igual a la que se tendría que haber empleado para elevar el objeto sin la utilización de la polea.

Poleas móviles: esta clase de poleas son aquellas que están unidas a la carga y no a la viga, como el caso anterior. Se compone de dos poleas: la primera esta

Puesta a Punto y Elaboración de Guías para Prácticas de Laboratorio de Tribología

fija al soporte mientras que la segunda se encuentra adherida a la primera a través de una cuerda. Las poleas móviles permiten multiplicar la fuerza ejercida, debido a que el objeto es tolerado por las dos secciones de la soga. De esta manera, la fuerza aplicada se reduce a la mitad, y la distancia a la que se debe tirar de la cuerda es del doble, aumentando la ventaja mecánica, como muestra en la figura D.

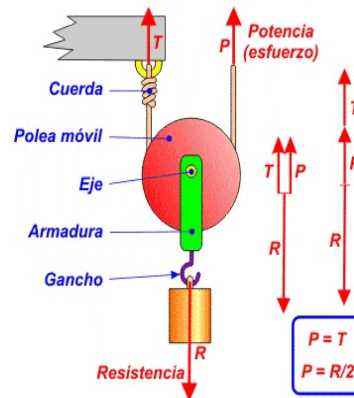


Figura D Poleas móviles.

Poleas compuestas: el sistema de poleas compuestas se utiliza con el propósito de alcanzar una amplia ventaja de carácter mecánico, levantando objetos de gran peso con un esfuerzo mínimo. Para su ejecución se emplean poleas fijas y móviles. Con la primera se cambia la dirección de la fuerza a realizar. El sistema de poleas móviles más común es el polipasto, como se muestra en la figura E.

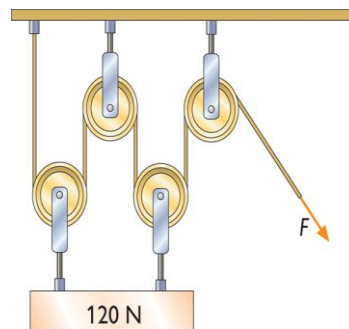


Figura E Poleas compuestas.

Polipasto o parejo: en este sistema las poleas están ubicadas en dos conjuntos, en el primero se encuentran las poleas fijas y en el segundo las móviles. El objeto o la carga se acoplan al segundo grupo. Los polipastos cuentan con una gran diversidad de tamaños. Aquellos más diminutos son ejecutados a mano, mientras que los de mayor tamaño cuentan con un motor.

TRANSMISIÓN MECÁNICA

Es el mecanismo que se encarga de transmitir potencia entre dos o más elementos de una máquina. Esta transmisión suele llevarse a cabo mediante elementos rotantes, como engranajes, correas o cadenas.

Tipo de transmisión:

Entre las formas más habituales están:

Barras en mecanismos articulados como el cuadrilátero articulado o el mecanismo de biela-manivela.

- Cables, la mayoría únicamente funcionan a tracción, aunque hay cables especiales para transmitir otro tipo de esfuerzos como los cables de torsión ó sirga.
- Engranajes.
- Ruedas de fricción, que transmiten movimiento perimetral, como las ruedas de un vehículo.
- Discos de fricción, que transmiten movimiento axial, como un disco de embrague.
- Chavetas y ejes nervados.
- Juntas cardán y juntas homocinéticas.
- Levas.

RODAMIENTOS

Es el conjunto de elementos rodantes que se encuentran unidas por un anillo interior y uno exterior, el rodamiento produce movimiento al objeto que se coloque sobre este y se mueve sobre el cual se apoya.

Los rodamientos se denominan también cojinetes no hidrodinámicos. Teóricamente, estos cojinetes no necesitan lubricación, ya que las bolas o rodillos ruedan con deslizamiento y rodadura dentro de una pista. Sin embargo, como la velocidad de giro del eje no es nunca exactamente constante, las pequeñas aceleraciones producidas por las fluctuaciones de velocidad producen un deslizamiento relativo entre bola y pista. Este deslizamiento genera calor para disminuir esta fricción se lubrica el rodamiento creando una película de lubricante entre las bolas y la pista de rodadura.

Las bolas, en su trayectoria circular, están sometidas alternativamente a cargas y descargas, lo que produce deformaciones alternantes, que a su vez provocan un calor de histéresis que habrá que eliminar. Dependiendo de estas cargas, el

cojinete se lubricará simplemente por grasa o por baño de aceite, que tiene mayor capacidad de disipación de calor.

Tipos de rodamientos

Rodamientos de agujas su baja sección transversal les hace adecuados para espacios radiales limitados. Pueden soportar cargas radiales pesadas. La amplia variedad de diseños, incluyendo rodamientos combinados para cargas radiales y axiales, permite unas disposiciones de rodamientos sencillas, compactas y económicas, como se muestra en la figura F.



Figura F Rodamiento axial.

Rodamientos de bolas con contacto angular diseñados para cargas combinadas, proporcionan unas disposiciones de rodamientos rígidas. Los rodamientos de dos hileras, también disponibles con obturaciones, simplifican las disposiciones ya que pueden soportar y fijar un eje en ambas direcciones. Los rodamientos de bolas con cuatro puntos de contacto ahorran espacio cuando las cargas axiales actúan en ambas direcciones, como se muestra en la figura G.



Figura G Rodamiento de bolas.

Rodamientos axiales de rodillos cilíndricos pueden soportar cargas axiales pesadas de simple efecto. Rígidos y también insensibles a las cargas de impacto. Se pueden obtener disposiciones muy compactas si los componentes adyacentes pueden servir como caminos de rodadura, como se muestra en la figura H.



Figura H Rodamientos axiales de rodillo.

RESORTES

Se conoce como resorte o muelle a un operador elástico capaz de almacenar energía y desprenderse de ella sin sufrir de formación permanente cuando cesan las fuerzas o la tensión a las que es sometido, en la mecánica es conocido erróneamente como “la muelle” varían así de la región o cultura. Son fabricados con materiales muy diversos, tales como acero al carbono, acero inoxidable, acero al cromo-silicio, cromo-vanadio, bronce, plástico ,entre otros, que presentan propiedades elásticas y con una gran diversidad de formas y dimensiones.

Tipos de resortes

De acuerdo a las fuerzas o tensiones que puedan soportar, se distinguen tres tipos principales de resortes:

Resortes de tracción: Estos resortes soportan exclusivamente fuerzas de tracción y se caracterizan por tener un gancho en cada uno de sus extremos, de diferentes estilos: inglés, alemán, catalán, murciano, giratorio, abierto, cerrado o de dobles espira. Estos ganchos permiten montar los resortes de tracción en todas las posiciones imaginables.

Resortes de compresión: Estos resortes están especialmente diseñados para soportar fuerzas de compresión. Pueden ser cilíndricos, cónicos, bicónicos, de paso fijo o cambiante, como se muestra en la figura I.

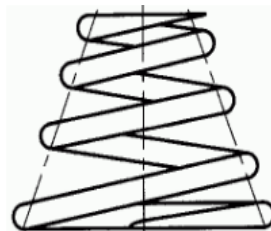


Figura I Resorte de compresión.

Resortes de torsión: Son los resortes sometidos a fuerzas de torsión (momentos).

PALANCA

La palanca es una máquina simple que tiene como función transmitir una fuerza y un desplazamiento. Está compuesta por una barra rígida que puede girar libremente alrededor de un punto de apoyo llamado fulcro.

Puede utilizarse para amplificar la fuerza mecánica que se aplica a un objeto, para incrementar su velocidad o la distancia recorrida, en respuesta a la aplicación de una fuerza.

Puesta a Punto y Elaboración de Guías para Prácticas de Laboratorio de Tribología

Sobre la barra rígida que constituye una palanca actúan tres fuerzas:

La potencia P : es la fuerza que aplicamos voluntariamente con el fin de obtener un resultado; ya sea manualmente o por medio de motores u otros mecanismos.

La resistencia R : es la fuerza que vencemos, ejercida sobre la palanca por el cuerpo a mover. Su valor será equivalente, por el principio de acción y reacción, a la fuerza transmitida por la palanca a dicho cuerpo.

La fuerza de apoyo: es la ejercida por el fulcro sobre la palanca. Si no se considera el peso de la barra, será siempre igual y opuesta a la suma de las anteriores, de tal forma que mantiene la palanca sin desplazarse del punto de apoyo, sobre el que rota libremente.

Brazo de potencia, B_p : la distancia entre el punto de aplicación de la fuerza de potencia y el punto de apoyo.

Brazo de resistencia, B_r : distancia entre la fuerza de resistencia y el punto de apoyo.

Ley de la palanca

En física, la ley que relaciona las fuerzas de una palanca en equilibrio se expresa mediante la ecuación:

$$P \times B_p = R \times B_r \quad \text{Ec.1}$$

Ley de la palanca: Potencia por su brazo es igual a resistencia por el suyo.

Siendo P la potencia, R la resistencia, y B_p y B_r las distancias medidas desde el fulcro hasta los puntos de aplicación de P y R respectivamente, llamadas brazo de potencia y brazo de resistencia.

Si en cambio una palanca se encuentra rotando aceleradamente, como en el caso de una catapulta, para establecer la relación entre las fuerzas y las masas actuantes deberá considerarse la dinámica del movimiento en base a los principios de conservación de cantidad de movimiento y momento angular.

PERNO/ TORNILLO

El perno o tornillo es una pieza metálica larga de sección constante cilíndrica, normalmente hecha de acero o hierro. Está relacionada con el tornillo pero tiene un extremo de cabeza redonda, una parte lisa, y otro extremo roscado para la chaveta, tuerca, o remache, y se usa para sujetar piezas en una estructura, por lo general de gran volumen.

BANDAS

Una banda es un elemento flexible de transmisión de potencia que asienta firmemente en un conjunto de polea o poleas acanaladas, en la figura J se pueden ver todos los elementos de la transmisión.

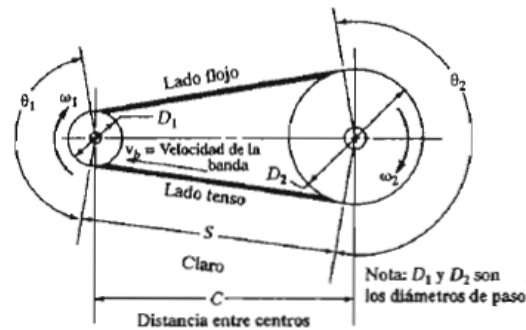


Figura J Elementos de una banda de transmisión.

Existen muchos tipos de bandas disponibles: planas, acanaladas o dentadas bandas V normales, bandas V en ángulos dobles y otras más.

La banda plana es el tipo más sencilla y con frecuencia se fabrica de cuero o de lona ahulada.

Banda síncronas llamadas a veces bandas de sincronización pasan sobre poleas con ranuras en las que asientan los dientes de las bandas. Este es un impulsor positivo, y solo se limita por resistencia de la banda a la torsión y a la resistencia cortante de los dientes.

Bandas dentadas se usan con poleas normales para bandas en V. los dientes dan mayor flexibilidad a la banda y mayor eficiencia en comparación con las bandas normales. Pueden trabajar en menores diámetros de poleas.

Un tipo de bandas muy usado en especial en transmisiones industriales y aplicaciones vehiculares, es el accionamiento con bandas en V, las formas en V hacen que la banda se acúñe firmemente en la ranura, lo cual incrementa la fricción y permite la transmisión de grandes pares torsionales sin que existan deslizamientos.

MOTORES ELÉCTRICOS

Son máquinas eléctricas que transforman en energía mecánica la energía eléctrica que absorben por sus bornes. A continuación tenemos la figura K de un motor eléctrico.



Figura K Motor eléctrico.

Clasificación

Por el tipo de corriente utilizada para su alimentación, se clasifican en:

Motores de corrientes continúa

- De excitación independiente
- De excitación de serie
- De excitación(shunt) o derivación
- De excitación compuesta (compund)

Motores de corriente alterna

- Motores síncronos
- Motores asíncronos
- Monofásicos
- De bobinado auxiliar
- De espira en cortocircuito
- Universal
 - Trifásicos
- De rotor bobinado
- De rotor en cortocircuito (jaula de ardilla)

MATERIALES

Tipos de aceros

ACERO 8620.

El acero 8620 es de baja aleación con contenidos de níquel-cromo-molibdeno. Las piezas pueden ser forjadas en caliente o maquinadas. Son apropiadas para

Puesta a Punto y Elaboración de Guías para Prácticas de Laboratorio de Tribología

someterlas a los procesos de templado y cementado, sin que pierdan sus propiedades de gran tenacidad en su núcleo. Se emplea comúnmente en la fabricación de ejes ranurados, pasadores de pistón, bujes, piñones para cajas y transmisión de automotores, cigüeñales, barras de torsión, cuerpos de válvulas, herramientas manuales, tornillería, tuercas, engranajes para reductores, tornillos sin fin, cojinetes para motores, etc.

ACERO SAE 4340 (34 Cr Ni Mo6)

Composición Química: 0.38-0.43%C; 0.7-0.9%Cr; 1.65-2.0%Ni; 0.6-0.8%Mn; 0.2-0.3%Mo; 0.15-0.35%Si; 0.009%P; 0.002%S; 0.093%Cu Estado de suministro: Bonificado.

Aplicaciones:

Se usa mucho en la industria de la aeronáutica para las partes estructurales del ensamble de las alas, fuselaje y tren de aterrizaje, ejes para hélices de aviones. Partes de maquinarias y repuestos de mayores dimensiones sometidos a altos esfuerzos dinámicos como pernos y tuercas de alta tensión, cigüeñales, ejes de leva, árboles de transmisión, barras de torsión, ejes cardán, ejes de bombas, tornillos sin fin, rodillos de transportadora, vástagos, pines, brazos de dirección, discos de embrague. De uso en Matrices de grandes masas para estampar en caliente (bielas, cigüeñales).

ACERO 1020

El 1020 es uno de los aceros al carbono más comúnmente usado tiene un contenido nominal de Carbono de 0.20% y aproximadamente 0.5% de Manganeso. Tiene una buena combinación de resistencia y ductilidad y puede ser endurecido o carburizado.

Aplicaciones:

El acero 1020 es usado en aplicaciones estructurales tales como remaches con cabeza formada en frío. Es usado frecuentemente en condiciones de endurecimiento superficial.

ACERO 1045

Acero de contenido medio de Carbono.

Formas y Acabados: Barra redonda, cuadrada, hexagonal y solera, laminadas o forjadas en caliente, estiradas en frío y peladas o maquinadas. Placa laminada caliente anillos forjados.

El más popular de los aceros al carbón templables es sin duda el 1045. En todo tipo de aplicaciones en donde se requiera soportar esfuerzos por encima de los

Puesta a Punto y Elaboración de Guías para Prácticas de Laboratorio de Tribología

600 MPa. (61 kgf/mm²), o en el caso de diámetros mayores, en donde se necesite una superficie con dureza media, 30 a 40 HRC (Dureza Rockwell), y un centro tenaz. Aunque su maquinabilidad no es muy buena, se mejora con el estirado en frío, además con este acabado se vuelve ideal para flechas, tornillos, etc. de alta resistencia.

Aplicaciones:

Por sus características de temple, se tiene una amplia gama de aplicaciones automotrices y de maquinaria en general, en la elaboración de piezas como ejes y semiejes, cigüeñales, etc.

ACERO 1010

Propiedades de diseño

El 1010 es un acero al Carbono común con 0.10% de contenido nominal de carbono. Este es un acero de relativamente baja resistencia, la que se puede incrementar por temple y revenido.

Aplicaciones:

Los aceros al bajo carbono, como el 1010, son usados para aplicaciones tales como remaches de cabeza formada en frío y pernos.

LUBRICANTES Y GRASAS (PROPIEDADES TRIBOLÓGICAS).

Los aceites minerales puros obtenidos mediante los procesos convencionales de refinación son los lubricantes líquidos más comúnmente usados en la industria. Para mejorar las características deseables en un aceite básico así como para impartir otras propiedades que originalmente no tienen, se emplean una serie de productos químicos conocidos como aditivos. Es decir, un aceite de marca es aquel que se emplea en un equipo después de haber sufrido una formulación especial para cumplir las necesidades de operación, basándose en muchas investigaciones que a lo largo de tiempo se han realizado se llegó a la conclusión que un lubricante básico no se podría utilizar para toda maquinaria y se elaboraron ensayos y se le adiciono un aditivo para lograr un lubricante que se aplicara a las diferentes máquinas obteniéndose la siguiente fórmula general:

LUBRICANTE BÁSICO + ADITIVO = ACEITE DE MARCA

Se entiende por lubricación al proceso mediante el cual se logra una reducción en el coeficiente de fricción entre dos superficies sólidas en movimiento por lo

tanto un lubricante será cualquier sustancia que reduzca el coeficiente de fricción.

VISCOSIDAD.

Es probablemente la propiedad más importante de un aceite lubricante y en ella se basan las principales clasificaciones. Es la medida de la fricción interna o resistencia a fluir de un líquido.

La viscosidad absoluta, se define como la fuerza necesaria para mover una superficie plana de un cm^2 de área sobre otra superficie igual a una velocidad de 1 cm / seg, cuando los planos están separados por un colchón de líquido de un cm de espesor.

Aceites para sistemas circulatorios. Son también llamados aceites hidráulicos y son posiblemente los lubricantes de más alta calidad derivados del petróleo. Quedan incluidos los aceites para turbinas de gas, los aceites de los sistemas hidráulicos de potencia y los aceites utilizados en los trenes de maquinaria como laminadoras e industria papelera.

Los sistemas de potencia incluyen bombas de presión, elementos de transmisión, elementos de control y salidas de potencia, como pueden ser cilindros y motores de fluidos.

Aplicaciones del aceite

Aceites para engranes. Se presentan en una gama de viscosidades y por lo regular contienen aditivos de extrema presión. La selección de un lubricante para un juego de engranes se debe basar en el tipo y material del engrane, la velocidad de rotación, la carga entre dientes, temperatura de uso y el método de aplicación del lubricante. Los lubricantes para engranes descubiertos deben tener propiedades adhesivas especiales ya que en muchas ocasiones se aplican con brocha.

Aceites para motores de combustión. Deben desempeñar numerosas funciones como reducir el desgaste y fricción, mantener el motor limpio, evitar la formación de herrumbre, actuar como enfriador y además como aceite hidráulico, por ejemplo en los buzos.

Aceites para equipos de refrigeración. El servicio comprende la lubricación de algunos elementos que trabajan a muy baja temperatura además en la práctica siempre hay presencia de pequeñas cantidades de refrigerante en el aceite y viceversa. Es importante que el lubricante mantenga su fluidez hasta -37°C , no debe presentar el problema de floculación (separación de ceras y parafinas), debe tener una elevada constante dieléctrica, lo que implica un bajo contenido de agua y deben almacenarse en depósitos herméticos para que no absorban

Puesta a Punto y Elaboración de Guías para Prácticas de Laboratorio de Tribología

humedad del ambiente. El tipo de compresor influye directamente en el tipo de lubricante (la resistencia dieléctrica debe ser por lo menos de 25,000 Voltios).

Aceites para husillos. Son productos minerales de viscosidades medias, y deben tener alta resistencia a la oxidación y a la formación de gomosis. Deben tener buena adherencia ya que los husillos giran a altas revoluciones y por lo general son descubiertos.

Aceites para máquinas de vapor. Son productos residuales y se encuentran dentro de los aceites de mayor viscosidad, deben tener aditivos para proteger contra la oxidación y la formación de espuma y mantener su separación con el agua a altas temperaturas. Por lo general se tienen equipos adicionales para purificar al lubricante y separarlos del agua.

Aceite para maquinaria textil. Tiene una amplia variedad de viscosidades incluso dentro de una misma máquina, ya que lleva muchos mecanismos diferentes, por ejemplo: cojinetes, levas, engranes, cadenas, etc. y sus elementos funcionan a altas velocidades en atmósfera polvosa y húmeda. Un requisito especial es que si el lubricante hace contacto con el tejido no lo debe manchar y al aplicarle tintes estos no se vean afectados por el lubricante.

Lubricantes para cables de acero. Se usa un lubricante fluido de fabricación especial con una viscosidad de 600-SSU a 37.78°F que contiene una pequeña cantidad de alquitrán vegetal, para darle propiedades adherentes y penetrabilidad, es especialmente adecuado para cables de acero que se encuentran a la intemperie, en interiores es más común el uso de grasas.

Aceites para aplicaciones industriales específicas. Algunas aplicaciones industriales requieren una formulación especial ya que la principal actividad del aceite no es la de lubricar, por ejemplo los aceites para temple que su finalidad es controlar la absorción de calor para dar tratamientos térmicos y se seleccionan de acuerdo a las calorías por segundo que pueden absorber.

GRASA

La Sociedad Americana para Ensayo de Materiales define la grasa, como un sólido o semifluido, producto de la dispersión de un agente espesante en un lubricante líquido (ASTM- D289).

La composición comercial de una grasa está dada por la siguiente fórmula general:

Grasa = Fluido lubricante + Espesante + X

X = Cualquier tipo de aditivo.

Propiedades de la grasa.

A continuación tenemos algunas de las principales características que se especifican exclusivamente para grasas lubricantes.

Consistencia

Es un término utilizado para describir la característica de flujo de un sólido o plástico bajo presión, las grasas tienen características plásticas y por ello se mide su consistencia. La ASTM, ha estandarizado un método para medirla por medio del cono de penetración, que tiene su equivalencia en DIN (Normenblätter der Deutschen Normen-Ausschusses) y en grados NLGI (Instituto Nacional de Grasas Lubricantes)

Punto de escurrimiento

Es la temperatura a la cual la grasa pasa del estado semisólido a líquido. Es muy importante ya que es una indicación directa cualitativa de la resistencia al calor de una grasa.

Factor Dn

Cuando se utiliza una grasa para lubricar rodamientos, hay que tomar en cuenta el diámetro de la flecha donde se va a montar el rodamiento y su velocidad máxima. Con estos datos se calcula el factor Dn, que es el producto del diámetro de la flecha en mm, por el número de revoluciones por minuto.

Este valor ha sido cuantificado en laboratorio para cada tipo de grasa y no es más que la fórmula simplificada de la velocidad tangencial. Los valores van desde 100 000rpm a 250 000rpm, de manera práctica se puede saber si la grasa va a permanecer en el rodamiento o será desalojada, si el valor calculado es mayor al de la norma marcada por el fabricante.

TEFLÓN

Definición: Teflón o Politetrafluoroetileno, es una sustancia antiadherente, descubierta de manera casual por el estadounidense Roy Plunkett en 1938.

Así se descubrió el Teflón. Éste es un polímero, con una de las más largas cadenas de moléculas conocidas.

El nombre Teflón se registró como marca de fábrica en 1945 en los Estados Unidos y en 1954 en el Reino Unido.

La superficie del Teflón es tan resbaladiza y antiadherente que nada puede ser absorbido por ella. Este polímero tiene un número infinito de usos en productos muy diversos, como partes mecánicas para aplicaciones industriales; ropa y accesorios; componentes electrónicos para sistemas de telecomunicaciones, especialmente satélites; procesos químicos; productos farmacéuticos e

Puesta a Punto y Elaboración de Guías para Prácticas de Laboratorio de Tribología

implantes médicos, ya que por ser un material inerte, el organismo no lo rechaza. Vea la figura L y M.

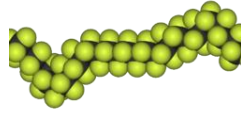


Figura L Representación de la molécula de teflón.

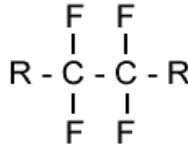


Figura M Fórmula del monómero de teflón.

Propiedades

La virtud principal de este material es que es prácticamente inerte, no reacciona con otras sustancias químicas excepto en situaciones muy especiales. Esto se debe básicamente a la protección de los átomos de flúor sobre la cadena carbonada. Esta carencia de reactividad hace que su toxicidad sea prácticamente nula; además, tiene un muy bajo coeficiente de rozamiento. Otra cualidad característica es su impermeabilidad, manteniendo además sus cualidades en ambientes húmedos.

Aplicaciones

En la rama automotriz, es utilizado para sellar o proteger la superficie de las pinturas acrílicas, aplicando una capa de teflón en cera, creando una superficie impenetrable, brillante a prueba de agua, creando un escudo invisible que protege de los factores de oxidación o desgaste del medio ambiente. Otorga un brillo superior e inigualable protección.

Uno de los primeros usos que se dio a este material fue en el Proyecto Manhattan como recubrimiento de válvulas y como sellador en tubos que contenían hexafluoruro de uranio (material altamente reactivo).

- En revestimientos de aviones, cohetes y naves espaciales debido a las grandes diferencias de temperatura que es capaz de soportar.
- En la industria se emplea en elementos articulados, ya que su capacidad antifricción permite eliminar el uso de lubricantes como el Krytox.
- En medicina, aprovechando que no reacciona con sustancias o tejidos y es flexible y antiadherente se utiliza para prótesis, creación de tejidos

artificiales y vasos sanguíneos, en incluso operaciones estéticas (body piercing).

- En electrónica, como revestimiento de cables o dieléctrico de condensadores por su gran capacidad aislante y resistencia a la temperatura. Los condensadores con dieléctrico de teflón se utilizan en equipos amplificadores de sonido de alta calidad. Son los que producen menores distorsiones de audiofrecuencias. Un poco menos eficientes, les siguen los de poliéster metalizado (MKP).
- En utensilios de cocina, como sartenes y ollas por su capacidad de rozamiento baja, así son fáciles de limpiar y mantiene un grado menor de toxicidad.
- En pinturas y barnices.
- En estructuras y elementos sometidos a ambientes corrosivos, así como en mangueras y conductos por los que circulan productos químicos.
- Como recubrimiento de balas perforantes. El teflón no tiene efecto en la capacidad de perforación del proyectil, sino que reduce el rozamiento con el interior del arma para disminuir su desgaste.
- Como hilo para coser productos expuestos continuamente a los agentes atmosféricos o químicos.
- En Odontología como aislante, separador y mantenedor del espacio interproximal durante procedimientos de estética o reconstrucciones con resinas compuestas.

EI COBRE

Del latín cuprum, y éste del griego kypros, cuyo símbolo es Cu, es el elemento químico de número atómico 29. Se trata de un metal de transición de color rojizo y brillo metálico que, junto con la plata y el oro, forma parte de la llamada familia del cobre, se caracteriza por ser uno de los mejores conductores de electricidad (el segundo después de la plata). Gracias a su alta conductividad eléctrica, ductilidad y maleabilidad, se ha convertido en el material más utilizado para fabricar cables eléctricos y otros componentes eléctricos y electrónicos.

Propiedades y características del Cobre

Propiedades físicas

El Cobre posee varias propiedades físicas que propician su uso industrial en múltiples aplicaciones, siendo el tercer metal, después del hierro y del aluminio, más consumido en el mundo. Es de color rojizo y de brillo metálico y, después de la plata, es el elemento con mayor conductividad eléctrica y térmica. Es un

Puesta a Punto y Elaboración de Guías para Prácticas de Laboratorio de Tribología

material abundante en la naturaleza; tiene un precio accesible y se recicla de forma indefinida; forma aleaciones para mejorar las prestaciones mecánicas y es resistente a la corrosión y oxidación.

La conductividad eléctrica del Cobre puro fue adoptada por la Comisión Electrotécnica Internacional en 1913 como la referencia estándar para esta magnitud, estableciendo el *International Annealed Copper Standard* (Estándar Internacional del Cobre Recocido) o IACS. Según esta definición, la conductividad del cobre recocido medida a 20 °C es igual a $58,108^6$ S/m. A este valor de conductividad se le asigna un índice 100% IACS y la conductividad del resto de los materiales se expresa en porcentaje de IACS. La mayoría de los metales tienen valores de conductividad inferiores a 100% IACS pero existen excepciones como la plata o los cobres especiales de muy alta conductividad designados C-103 y C-110.

Propiedades mecánicas

Tanto el Cobre como sus aleaciones tienen una buena maquinabilidad, es decir, son fáciles de mecanizar. El cobre posee muy buena ductilidad y maleabilidad lo que permite producir láminas e hilos muy delgados y finos. Es un metal blando, con un índice de dureza 3 en la escala de Mohs (50 en la escala de Vickers) y su resistencia a la tracción es de 210 MPa, con un módulo de elasticidad transversal de 42.500 MPa. Admite procesos de fabricación de deformación como laminación o forja, y procesos de soldadura y sus aleaciones adquieren propiedades diferentes con tratamientos térmicos como temple y recocido. En general, sus propiedades mejoran con bajas temperaturas lo que permite utilizarlo en aplicaciones criogénicas.

Características químicas

En la mayoría de sus compuestos, el cobre presenta estados de oxidación bajos, siendo el más común el +2, aunque también hay algunos con estado de oxidación +1.

Expuesto al aire, el color rojo salmón, inicial se torna rojo violeta por la formación de óxido cuproso (Cu_2O) para ennegrecerse posteriormente por la formación de óxido cúprico (CuO). La coloración azul del Cu^{+2} se debe a la formación del ion $[\text{Cu}(\text{OH}_2)_6]$.

BRONCE

Es toda aleación metálica de Cobre y Estaño, en la que el primero constituye su base y el segundo aparece en una proporción del 3 al 20 %.

Propiedades

Exceptuando el acero, las aleaciones de Bronce son superiores a las de hierro en casi todas las aplicaciones. Por su elevado calor específico, el mayor de todos los sólidos, se emplea en aplicaciones de transferencia del calor.

Versatilidad

El Bronce y sus aleaciones tienen una amplia variedad de usos como resultado de la versatilidad de sus propiedades mecánicas, físicas y químicas. Téngase en cuenta, por ejemplo, la conductividad eléctrica del cobre puro, la excelente maleabilidad de los cartuchos de munición fabricados en latón, la baja fricción de aleaciones cobre-plomo, la sonoridad del Bronce para campanas y la resistencia a la corrosión de la mayoría de sus aleaciones.

Propiedades mecánicas

- Dureza Brinell: de 70 a 200
- Módulo de elasticidad: de 80 a 115 GPa
- Resistencia a la cizalla: de 230 a 490 MPa
- Resistencia a la tracción: de 300 a 900 MPa

Aplicación.

Existen múltiples elementos de ferretería, electrónica y de la industria en general que utilizan elementos o productos de Bronce, esto debido a las propiedades físicas que posee. Alguno de los elementos o productos que se pueden fabricar de bronce son: cintas, láminas, lingotes, instrumentos musicales, herramientas, armas, mosaicos, estatuas o construcciones artísticas, entre otros.

Cabe destacar entre sus aplicaciones actuales su uso en partes mecánicas resistentes al roce y a la corrosión, en instrumentos musicales de buena calidad como campanas, platillos de acompañamiento, saxofones, y en la fabricación de cuerdas de pianos, arpas y guitarras.

ALUMINIO

Es ligero, resistente y de larga duración el Aluminio genera de forma natural una capa de óxido que lo hace muy resistente a la corrosión especialmente útil para aquellos productos que requieren de protección y conservación. El aluminio es un excelente conductor del calor y la electricidad y, en relación con su peso, es casi dos veces mejor conductor que el cobre, tiene buenas propiedades de reflexión tanto de la luz como del calor esta característica, junto con su bajo peso, hace de él el material ideal para reflectores, por ejemplo, en la instalación de tubos fluorescentes, bombillas o mantas de rescate.

Usos del Aluminio

El Aluminio es un metal importante para una gran cantidad de industrias.

- El Aluminio metálico es muy útil para el envasado. Se utiliza para fabricar latas y papel de aluminio.
- El boro hidruro de aluminio se añade al combustible de aviación.
- El cableado eléctrico se hace a veces a partir de aluminio o de una combinación de aluminio y cobre.
- Muchos de los utensilios del hogar están hechos de aluminio. Cubiertos, utensilios de cocina, bates de béisbol y relojes se hacen habitualmente de aluminio.
- El gas hidrógeno, un combustible importante en los cohetes, puede obtenerse por reacción de aluminio con ácido clorhídrico.
- El Aluminio de pureza extra (99,980 a 99,999% de Aluminio puro) se utiliza en equipos electrónicos y soportes digitales de reproducción de música.
- Muchas piezas de coche, avión, camión, tren, barco y bicicleta están hechos de aluminio.
- Algunos países tienen monedas en que están hechos de aluminio o una combinación (aleación) de cobre y aluminio.
- El aluminio es muy bueno para absorber el calor. Por lo tanto, se utiliza en la electrónica (por ejemplo en ordenadores) y transistores como disipador de calor para evitar el sobrecalentamiento.
- Las luces de la calle y los mástiles de barcos de vela son normalmente de Aluminio.
- El borato de aluminio se utiliza en la fabricación de vidrio y cerámica.
- Otros compuestos de aluminio se utilizan en pastillas antiácidas, purificación de agua, fabricación de papel, fabricación de pinturas y fabricación de piedras preciosas sintéticas.

Características físicas

El Aluminio es un elemento muy abundante en la naturaleza, sólo aventajado por el oxígeno. Se trata de un metal ligero, con una densidad de 2700 kg/m^3 , y con un bajo punto de fusión ($660 \text{ }^\circ\text{C}$). Su color es blanco y refleja bien la radiación electromagnética del espectro visible y el térmico. Es buen conductor eléctrico (entre 35 y 38 $\text{m} / (\Omega \text{ mm}^2)$) y térmico (80 a 230 $\text{W} / (\text{m}\cdot\text{K})$). Características mecánicas

Mecánicamente es un material blando y maleable. En estado puro tiene un límite de resistencia en tracción de $160\text{-}200 \text{ N/mm}^2$ ($160\text{-}200 \text{ MPa}$). Todo ello le hace adecuado para la fabricación de cables eléctricos y láminas delgadas, pero no como elemento estructural. Para mejorar estas propiedades se alea con otros metales, lo que permite realizar sobre él operaciones de fundición y forja, así como la extrusión del material. También de esta forma se utiliza como soldadura.

HIERRO FUNDIDO NODULAR

Los hierros fundidos nodulares producidos en fundición continua, cuya característica estructural dominante es presentar carbono libre en la forma de nódulos (esferas) de grafito, pueden ser encontrados en las clases FE 40015, FE 45012, FE 55006 y FE 70002.

La obtención del grafito tipo I y II es consecuencia de la adición de determinados elementos químicos o condiciones particulares de fabricación, que modifican la forma de crecimiento de la misma. Este tipo de material es recomendado para fabricación de piezas que requieran elevadas propiedades mecánicas, buena tenacidad y piezas estancas a los fluidos. Además de la forma del grafito, los niveles de ferrita y/o perlita de la matriz son los que determinan las propiedades mecánicas del material y, consecuentemente, su clase. El límite de resistencia a la tracción, en la condición normal de fusión, puede variar entre 400 a 700 MPa con alargamiento de 2 a 15%.

Descripción

FE 40015 es un hierro fundido nodular con grafito tipo I y II, en una matriz totalmente ferrítica obtenida por medio de tratamiento. Además de la excelente maquinabilidad, la matriz ferrítica proporciona una elevada tenacidad y alta permeabilidad magnética. Este material posee un límite de resistencia a la tracción y fluidez similares a los aceros SAE 1020 laminados a caliente, en la

Puesta a Punto y Elaboración de Guías para Prácticas de Laboratorio de Tribología

condición normal de fusión. Esta especificación es similar a la ASTM A 536, clase 60 - 40 - 18.

Micro estructura: la micro estructura típica del FE 40015 es constituida de grafito en forma de nódulos (esferas), forma I y II, tamaño 6 - 8. La matriz es totalmente ferrífica.

Clase	Resistencia PSI×1000	Límite de fluencia	Dureza Brinell	Alargamiento (%)
60-40-18	42000	28000	149-187	18
65-45-12	45000	32000	170-207	12
80-55-06	56000	38000	187-255	6
100-70-03	7000	47000	217-267	3
120-70-02	84000	63000	240-300	2

Tabla I. Clasificación de la Fundición Nodular teniendo en cuenta sus características mecánicas.

Los valores típicos de dureza, límite de resistencia a la tracción, fluidez y alargamiento FE 40015 están en la tabla 1 y se refieren a resultados encontrados en cuerpos de prueba retirados de las barras en la sección medio-rayo.

CAPITULO 1

1.1 DEFINICION E IMPORTANCIA DE LA TRIBOLOGÍA

En el presente capítulo, se plantea la importancia del estudio de la Tribología, como ciencia que ayuda a mejorar los diferentes procesos en la industria generando un ahorro económico.

Etimológicamente, la palabra Tribología deriva del griego “*tribos*” que significa rozamiento o frotamiento y “*logos*” que es tratado o estudio. La ciencia que se refiere al rozamiento o frotamiento. Sin embargo, el concepto de “*tribología*” fue utilizado por primera vez en el informe elaborado por la Comisión del Ministerio de Educación y Ciencia de la Gran Bretaña, encabezada por el científico británico Peter Jost. Fue el 9 de marzo de 1966, fecha que se reconoce como la del nacimiento de la tribología, definiéndola como: “Ciencia y tecnología que estudia a los cuerpos que están en contacto y movimiento relativo así como los fenómenos que de ello se deriven. En consecuencia la fricción, el desgaste y la lubricación son tópicos fundamentales que sustentan esta ciencia”. Ya en este informe se señalaba su carácter multidisciplinario. Posteriormente, se le comenzó a reconocer como fuente de gran potencial para economizar recursos financieros, materias primas y materiales energéticos. En la actualidad, hay un número muy importante de publicaciones, tales como, “*Wear, Tribology Letters, Tribology and International*”, entre otras, que impactan y promueven positivamente el desarrollo de esta ciencia interdisciplinaria.

Los fenómenos tribológicos han sido estudiados durante muchos años, regularmente los resultados de amplios experimentos empíricos han encontrado inmediatas aplicaciones en la práctica, solucionando problemas específicos. Sin embargo, el estudio de las superficies y las interfaces ha crecido exponencialmente en las últimas décadas, gracias a la tecnología del alto vacío, lo que permite preparar y mantener una buena caracterización de las superficies a estudiar. Estos adelantos han permitido explorar un amplio rango de estrategias, que permiten entender el fenómeno tribológico a un nivel sin precedente.

1.2 TRIBO-SISTEMAS

Otro aspecto fundamental es el referente al medio que rodea a los cuerpos que están en contacto y movimiento relativo denominándose “tribo-sistema”, el cual va a ser determinante para la respuesta que den los mismos y puede ser seco, lubricado, al alto vacío, ácido, etcétera, o la posible combinación de algunos de ellos, ver Figura 1.1.

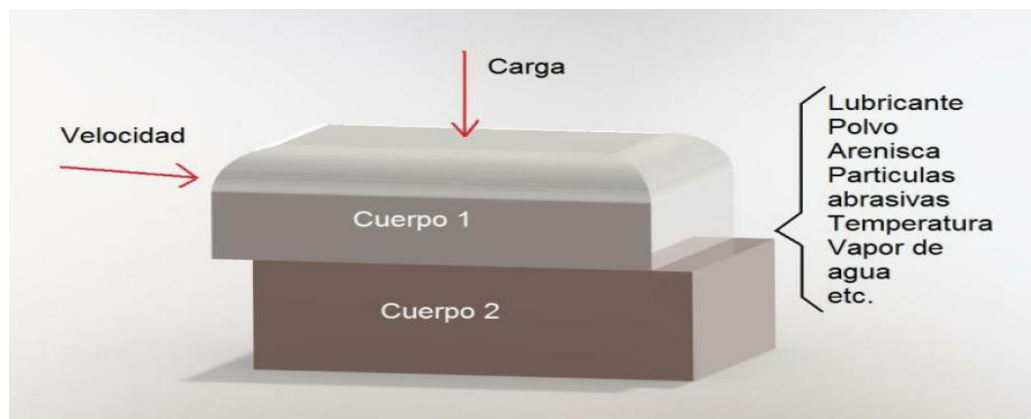


Figura 1.1 Tribo-sistema.

1.2.1 SISTEMA TRIBOLÓGICO

Basado en la estructura que presenta la **Norma DIN 50.320**, se realizó un análisis de cómo está compuesto un SISTEMA TRIBOLÓGICO:

- a) **Par de materiales:** son dos sólidos o cuerpos, uno principal y el otro secundario que actúan entre sí.
- b) **Sustancia Intermedia:** puede ser sólida, líquida o gaseosa. La llamaremos lubricante.
- c) **Parámetros de Interacción:** Representa el tipo y características del material del cual están compuestos los cuerpos y de la terminación superficial (rugosidad).
- d) **Movimiento Relativo:** Son los parámetros que cuantifican el desplazamiento de un cuerpo respecto del otro.
- e) **Conjunto de Cargas:** Son los esfuerzos a los que están sometidos los cuerpos.
- f) **Medio Ambiente:** Condiciones del entorno.

Son importantes las variables a tener en cuenta a la hora de realizar el estudio de un sistema tribológico. Es indispensable tener presente cada detalle para no cometer ningún error por omisión. Siempre es preferible pecar por exceso al momento de realizar este estudio, nos permitirá una visión más amplia y detallada para diseñar de manera adecuada el mecanismo y la lubricación.

1.2.2 INTERACCIONES DEL SISTEMA TRIBOLÓGICO

En el podremos comprobar que son más aún las variables que se presentan a la hora de realizar un estudios del sistema tribológico. En la siguiente figura vemos un detalle de todos los elementos y cómo interactúan entre sí y las influencias de las condiciones externas, ver figura 1.2.

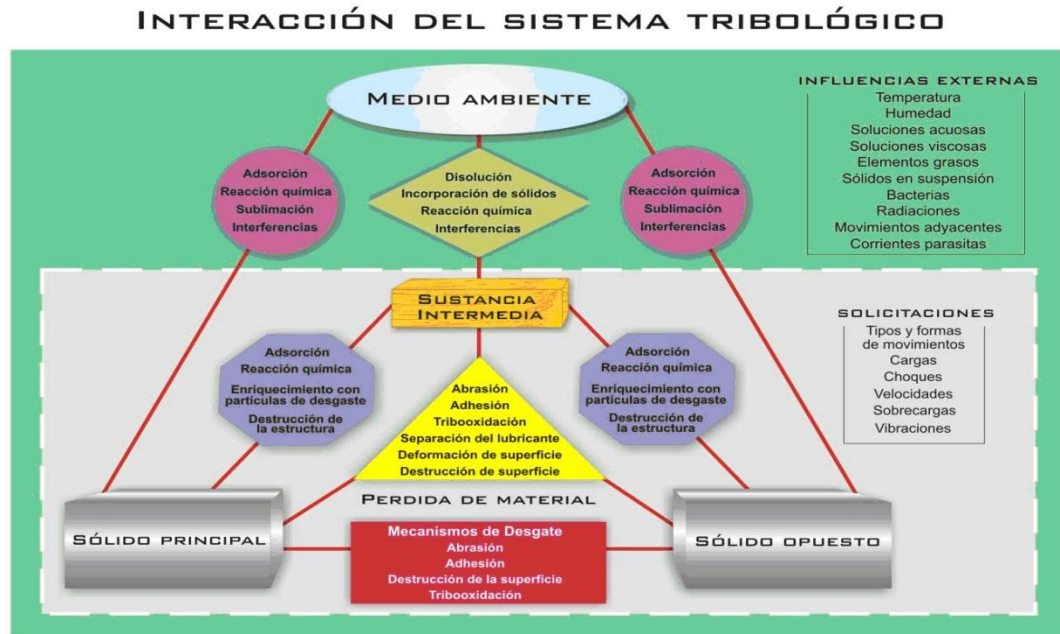


Figura 1.2.

A- INTERACCIÓN ENTRE SÓLIDOS

En este caso se dará un trabajo en seco que generará una importante pérdida de material y una rápida destrucción de la superficie.

B- INTERACCIÓN ENTRE AMBOS SÓLIDOS Y LA SUSTANCIA INTERMEDIA

En este caso tendremos pérdida de material por efecto de los mecanismos de desgaste, que se presentarán en función de las condiciones de trabajo y las propiedades lubricantes de la sustancia intermedia. La separación del lubricante puede estar dada por efectos de choques, cargas, trabajo mecánico. Altas velocidades de trabajo pueden centrifugar al lubricante al que las altas temperaturas, generadas por exceso de fricción, pueden fundir o licuar. La deformación y/o destrucción de la superficie de los sólidos puede estar dado por una insuficiente capa de la película lubricante.

C- INTERACCIÓN ENTRE UN SÓLIDO Y LA SUSTANCIA INTERMEDIA

Cada sólido, tanto el principal como el opuesto, interactúan individualmente con la sustancia intermedia. La adsorción puede ser beneficiosa o perjudicial, de acuerdo a que tipo de partículas se depositen sobre la cara del sólido. Lo mismo sucede con la reacción química. Los casos beneficiosos por lo general están orientados a los aportes de aditivos que se depositan sobre la superficie o deben reaccionar químicamente para actuar. También hay interacciones negativas que derivarán en la destrucción de la superficie del sólido. Cuando se genera el desgaste del sólido debido a un efecto insuficiente de la sustancia intermedia se generan partículas de desgaste que son contenidas generalmente por la sustancia intermedia, ésta es llevada repetitivamente a la zona de trabajo produciendo un acelerado desgaste y destrucción de la superficie. La destrucción de la estructura de uno de los elementos interactivos está dada por la falla que provoquen los componentes o la terminación del otro elemento.

D- INFLUENCIAS EXTERNAS

Las influencias generadas por el medio ambiente son amplias y variadas. Todas condicionan en mayor o menor medida el correcto funcionamiento del sistema tribológico. Las temperaturas extremas son un factor muy común de falla, en especial cuando es producido por una fuente externa que no puede ser limitada. En ocasiones es necesario colocar pantallas deflectoras que minimicen este efecto, o incorporar elementos refrigerantes, líquidos o gaseosos, o calefactores. Las variaciones de temperatura generan condensaciones de humedad que precipitan y afectan al sistema. La presencia de soluciones acuosas ácidas o alcalina, soluciones viscosas o elementos grasos son otro factor de contaminación. La incorporación de sólidos en suspensión es por demás perjudicial para un adecuado funcionamiento del sistema tribológico. Los aceites de deben mantener dentro de parámetros predeterminados por el código de limpieza para garantizar un adecuado funcionamiento en un sistema hidráulico, turbina, reductor o en un centralizados de lubricación por recirculación de aceite. En el caso de aplicaciones de grasa se busca lograr un efecto de sello con esta, para evitar que ingresen sólidos contaminantes al sistema. Las descomposiciones por bacterias son muy comunes en la industria alimenticia o en los fluidos refrigerantes de corte en mecanizados. Las radiaciones son efectos muchos menos frecuentes, pero se presentan en centrales atómicas o en equipos que emitan este tipo de contaminación. Por último, no quiero dejar de mencionar los movimientos adyacentes, que no son ni más ni menos que vibraciones generadas por equipo o maquinarias que están funcionando en las adyacencias del sistema tribológico. Así como las vibraciones generadas por un

vehículo pueden generar fallas en un edificio, también lo puede hacer en un mecanismo. Las corrientes parásitas generados por equipos eléctricos son causales de destrucciones y se presentan muy a menudo en los equipos, principalmente cuando estos no tienen una adecuada puesta a tierra.

F- INTERACCIÓN ENTRE LOS SÓLIDOS Y EL MEDIO AMBIENTE

La adsorción de cualquier elemento aportado por el medio ambiente sobre la cara de uno o ambos sólidos puede condicionar la vida útil de este. La reacción química es otro de los efectos muy comunes en la destrucción de superficies. La sublimación de un cuerpo sólido sobre una de las superficies puede presentarse como no deseado. Las interferencias por ondas o radiaciones no son tan frecuentes, si lo son las generadas por corrientes parásitas.

1.3 RAMAS DE LA TRIBOLOGÍA

La Tribología ha tenido gran despliegue y desarrollo en la industria mundial porque a logrado la incidencia importante en el aspecto técnico- económico relacionados con el incremento de la durabilidad de las partes de una máquina. La tribología se puede dividir en las siguientes ramas científico- técnicas:

1. **Tribociencias:** Estudio e investigaciones de los fenómenos o procesos que ocurren entre las superficies en contacto.
2. **Tribofísica:** Es el estudio de los aspectos físicos que presentan las superficies en contacto y con movimiento relativo.
3. **Triboquímica:** Estudio de la interacción de las superficies en contacto en medios químicamente activos. Analiza además los fenómenos corrosivos producidos por el ambiente químico.
4. **Tribomecánica:** Analiza las leyes de conservación de la energía, fenómenos de conservación oscilaciones y vibraciones de los elementos.
5. **Tribometalografía:** Estudia la estructura y propiedades de dos capas superficiales durante el proceso de fricción
6. **Tribotecnia:** Estudia los medios y procedimientos para el dominio técnico- económico de la fricción, lubricación y el desgaste en la proyección, construcción y explotación de los sistemas mecánicos.
7. **Tribotecnología:** Comprende el estudio relacionados con dos aspectos ,
 - 7.1 Procedimientos para la elaboración de materiales y elementos de máquinas considerando los aspectos positivos de la fricción y el desgaste.
 - 7.2 El desarrollo de métodos y tecnologías para el recubrimiento superficial de los elementos de máquinas para aumentar su vida útil.

Puesta a Punto y Elaboración de Guías para Prácticas de Laboratorio de Tribología

8. **Tribomanutención:** Estudia lo relacionado con el diagnóstico, mantenimiento y explotación de las máquinas.

1.4 ÁRBOL TRIBOLOGICO



1.5 CARACTERÍSTICAS Y FUNCIONAMIENTO DE LAS MÁQUINAS

En este punto encontraremos la descripción de cada máquina que se encuentra en el Laboratorio, así mismo el funcionamiento de estas para un mejor manejo.

1.5.1 Características y Funcionamiento de la Máquina Desgaste Abrasivo

La máquina Tribológica de Desgaste Abrasivo se utiliza para determinar:

Desgaste abrasivo que es un fenómeno que se presenta en la mayoría de los procesos productivos. Los metales sufren los efectos de las partículas abrasivas que provocan pérdidas sensibles en los mismos. La acción de esta partícula es tanto más intensa, como intensa sea la productividad del proceso y por ello está también en función de la forma, tamaño y tipo de partícula así como la estructura del material.

El desgaste se mide en su método más común por la pérdida de peso que experimenta el material después del ensayo. Así como por los métodos comparativos puede determinarse la influencia de la composición química y la estructura en la resistencia al desgaste abrasivo y dependiendo del tipo de máquina de ensayo, pueden usarse las mezclas de arena y sílice sola o de polvo de esmeril. Estos agentes externos deben ser controlados en una serie de parámetros como son:

1. Grado de compacticidad en las mezclas
2. Humedad
3. Tamaño de las partículas abrasivas.
4. Forma, entre otras.

Funcionamiento:

La máquina de desgaste abrasivo funciona con un motor eléctrico de 220v/380v, fase trifásica, tiene un peso de 320 - 18.9 kg, con una tolva con capacidad de arena de 3lt.

1.5.2 Característica y Funcionamiento de la Máquina Cuatro Bolas

Características:

Este método de prueba se puede utilizar para determinar el coeficiente de fricción de fluidos lubricantes en las condiciones de ensayo determinados.

La máquina Tribológica de Cuatro Bolas se utiliza para determinar las propiedades de carga de un lubricante (aceite o grasa) sometido a altas cargas

Puesta a Punto y Elaboración de Guías para Prácticas de Laboratorio de Tribología

de ensayos. Las variables en el ensayo como son la temperatura, carga normal y velocidad permite recrear las condiciones para aplicaciones específicas. Además de ello, los resultados experimentales obtenidos son fundamentales para el análisis de la generación de nuevos lubricantes, así como sus aditivos, con lo que se busca mejorar las propiedades físicas en las condiciones más severas.

Las pruebas se dividen en dos clases:

- No extrema presión (NEP): donde las cuatro bolas son sometidas a baja carga durante un periodo largo de tiempo de 60 segundos.
- Extrema presión (EP): donde las cuatro bolas son sometidas a elevadas cargas durante corto tiempo de 10 segundos.

Todo instrumental de laboratorio, empleado para hacer investigación experimental, debe cumplir con ciertos requerimientos normativos, en este caso particular, se encuentran realizados por ASTM (American Society for testing Materials) o DIN (Deutsche Industrie Normen), a fin de tener una homogeneidad en los resultados para que las mediciones sean confiables y reproducibles.

Funcionamiento

La máquina de Cuatro Bolas funciona con un motor eléctrico de $\frac{3}{4}$ de Hp, un voltaje de 110v y Amperaje, el motor se encuentra colocado en la parte posterior, trabaja con una bola de acero normalizada, de 12.7 mm de diámetro que se encuentra situada en la punta y se pone en contacto con las otras tres bolas iguales colocadas en una base de alojamiento recubiertas con aceite o grasa a ensayar. La presión de la bola motriz sobre las otras tres es variable mediante un brazo de palanca, que concentrada en los puntos de contactos de las bolas producen elevadísimas presiones.

1.5.3 Características y Funcionamiento de Máquina Tribómetro

Se entiende por Tribómetro al equipo mediante el cual es posible determinar la resistencia al desgaste de un material cuando se encuentra en contacto con otro y entre ellos existe movimiento relativo, en un determinado tiempo. Mediante un Tribómetro es posible llevar a cabo pruebas y, simulaciones de fricción, desgaste y lubricación, que son objeto de estudio de la tribología.

Los Tribómetros son instrumentos únicos diseñados para llevar a cabo y con muy alta precisión la medición de una fuerza. Industrias como la aeroespacial, la automotriz, el diseño de herramientas, donde las fallas pueden llegar a ser catastróficas se han beneficiado de la capacidad de medición y precisión de los

Puesta a Punto y Elaboración de Guías para Prácticas de Laboratorio de Tribología

tribómetros durante años. Versiones más especializadas de tribómetros se han diseñado para operaciones de altas y bajas temperaturas, y pruebas de alto vacío.

Brazo de Palanca

- Se puede conocer la magnitud de la carga aplicada
- Mantiene una carga casi constante
- Se requiere manipular pesados bloques
- Desplazamiento en una sola dirección
- Fácil de manejar

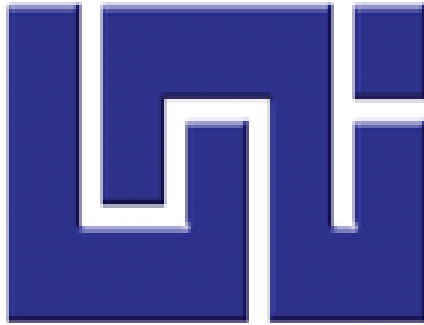
Funcionamiento

La máquina Tribómetro funciona con un motor eléctrico de Hp, con un voltaje de 220v, motor trifásico, las probetas están hechas de diferentes materiales. Se calibra utilizando un bloque estacionario de acero que se apoya con una carga de 68 Kg sobre un anillo de acero parcialmente sumergido en lubricante y gira a determinadas RPM. El volumen de desgaste del bloque de prueba, se determina por el ancho de la huella de desgaste, y el anillo, por la pérdida de peso.

La duración de la prueba es de 5000 ciclos, equivalente a 69 minutos, se mide la fuerza de fricción y la temperatura en el punto de contacto de las probetas a 200, 400, 600 y 4500 ciclos.

CAPITULO 2

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA
INGENIERIA MECÁNICA
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA MECÁNICA**



**ASIGNATURA
TRIBOLOGÍA**

GUIA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO No.1

TITULO DE LA PRÁCTICA: DESGASTE ABRASIVO



**ELABORADO POR:
BR. MARTINEZ BRIONES MEYLING
BR. SANDOVAL HERNÁNDEZ MARÍA**

GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO DE TRIBOLOGÍA

2. INDICE

2.1 INTRODUCCIÓN

2.2 GENERALIDADES

2.3 OBJETIVO DE LA PRÁCTICA

2.4 TIEMPO DE REALIZACIÓN

2.5 VALOR DE LA PRÁCTICA

2.6 MATERIALES, EQUIPOS, INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN Y HERRAMIENTAS

2.7 MEDIDAS DE SEGURIDAD

2.8 PROCEDIMIENTOS

2.9 CUESTIONARIO

2.10 INFORME

2.11 BIBLIOGRAFÍA

2.1 INTRODUCCIÓN

Hoy en día las máquinas son las herramientas más fuertes, creadas por los seres humanos, estas realizan trabajos que requieren de exactitud, fuerza entre otras muchas características que el ser humano sin su ayuda no lograría, el continuo avance requiere máquinas que tengan mejores cualidades en sus materiales, esto garantiza un mejor trabajo y una mayor durabilidad de las piezas que componen las máquinas, por esta razón, es necesario el conocimiento de las características mecánicas y las condiciones a las que van estar sometidas los materiales. Unos de los grandes problemas que presentan las máquinas es el desgaste abrasivo, es decir debemos conocer la resistencia, la fricción y al desgaste de los materiales a ser utilizados. Para una buena selección de estos, debemos realizar ensayos con los que puedan determinar los materiales óptimos para utilizar y alargar la vida útil de las piezas.

El desgaste es una consecuencia indeseable del razonamiento entre superficies. El hecho de que un componente se desgaste excesivamente conduce a la destrucción de la máquina tras superar ciertos límites.

2.2 GENERALIDADES

La arena gruesa es uno de los tipos de arena más dura, usada comúnmente como parte de la mezcla para hacer soleras (bordes de concreto usados como guías para colocar el resto del piso) para zonas como receptáculos de duchas o

Puesta a Punto y Elaboración de Guías para Prácticas de Laboratorio de Tribología

entradas más grandes que tienen un subsuelo bajo. El grano más grueso de la arena permite una consistencia más espesa del concreto.

La arena fina se usa comúnmente en productos como adhesivos y lechadas para colocar baldosas cerámicas y piedra natural. También se usa para hacer la argamasa para ladrillos y determinaciones, como en el exterior de una casa, donde se necesita una arena más fina para dar un mejor acabado.

2.3 OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA

2.3.1 Determinar la intensidad de desgaste provocado por la arena en seco con diferentes métodos de cálculos

2.3.2 Medir números de revoluciones en el ciclo del ensayo (Tacómetro Digital)

2.4 TIEMPO DE REALIZACIÓN

2 horas

2.5 VALOR DE LA PRÁCTICA

10 puntos

2.6 MATERIALES, EQUIPOS, INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN Y HERRAMIENTAS

2.6.1 Materiales

Arena fina de 0.05-0.2mm de tamaño, Arena gruesa de 0.05-2.0mm.
Probeta acero 1045
Pesas varias

2.6.2 Equipos

Máquina de ensayo abrasivo
Banco de ensayo
Balanza analítica (Precisión 0.00001g; 0.01mg)

2.6.3 Instrumentos de Medición

TACÓMETRO DIGITAL

Es un dispositivo que mide la velocidad de giro de un eje, normalmente la velocidad de giro de un motor se mide en revoluciones por minuto (RPM).

Puesta a Punto y Elaboración de Guías para Prácticas de Laboratorio de Tribología

Actualmente se utilizan con mayor frecuencia los tacómetros digitales, por su mayor precisión, ver figura 2.3.



Figura 2.3 Tacómetro Digital.

Partes del tacómetro

1. Marca reflectante
2. Luz
3. Indicador de señal
4. Pantalla
5. Botón de medida para láser
6. Botón de selección
7. Interruptor de funciones
8. Antena exterior
9. Antena en construcción.
10. Resistencia variable

PIE DE REY

También denominado calibrador, cartabón de corredera, pie de rey o Vernier, es un instrumento utilizado para medir dimensiones de objetos relativamente pequeños, desde centímetros hasta fracciones de milímetros (0.5 de milímetro, 0.05 de milímetro, 0.02 de milímetro).

Puesta a Punto y Elaboración de Guías para Prácticas de Laboratorio de Tribología

Es un instrumento sumamente delicado y debe manipularse con habilidad, delicadeza, con precaución de no rayarlo ni doblarlo (en especial, la colisa de profundidad). Deben evitarse especialmente las limaduras, que pueden alojarse entre sus piezas y provocar daños, ver figura 2.4.

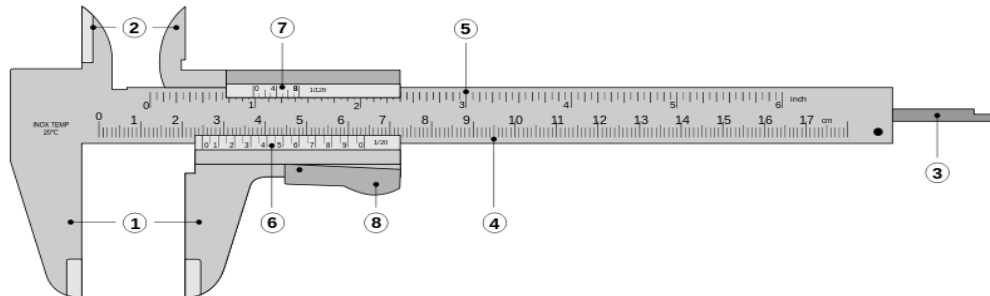


Figura 2.4 Pie de Rey.

1. Mordazas para medidas externas.
2. Mordazas para medidas internas.
3. Coliza para medida de profundidades.
4. Escala con divisiones en centímetros y milímetros.
5. Escala con divisiones en pulgadas y fracciones de pulgada.
6. Nonio para la lectura de las fracciones de milímetros en que esté dividido.
7. Nonio para la lectura de las fracciones de pulgada en que esté dividido.
8. Botón de deslizamiento y freno.

2.6.4 HERRAMIENTAS

Juego de llaves varias

2.7 MEDIDAS DE SEGURIDAD

- 2.7.1 Usar gafas de protección.
- 2.7.2 Usar mascarilla.
- 2.7.3 No colocar los instrumentos de medición sobre mesas sucias, ni sobre los elementos a ser analizados, procure no golpearlos.
- 2.7.4 Use instrumento de medición acorde a la operación realizar.
- 2.7.5 Presentarse al laboratorio con zapatos cerrados, preferiblemente de cuero, pantalón largo y camisa de trabajo.
- 2.7.6 Dejar limpio el puesto de trabajo una vez finalizada la práctica.

2.8 PROCEDIMIENTOS

- 2.8.1 Antes de empezar este ensayo se necesita conocer las partes de la

Puesta a Punto y Elaboración de Guías para Prácticas de Laboratorio de Tribología

máquina de desgaste de ensayo abrasivo.

1. Tolva: Es el contenedor de arena seca, empleada como material abrasivo.
 2. Brazo de palanca: Es el mecanismo a través del cual se aplica la carga a la probeta.
 3. Pesas: Es la carga aplicada al brazo de palanca para realizar la abrasión en el espécimen o probeta.
 4. Boquilla: Conducto por donde fluye la arena.
 5. Disco metálico vulcanizado: Es el elemento interactuante que fricciona la probeta.
 6. Probeta: parte del material a desgastar previamente dimensionado
 7. Carga: es la fuerza normal que aplica la probeta contra el disco vulcanizado.
- El diagrama de la máquina tribológica se presentan en la figuras 2.5.

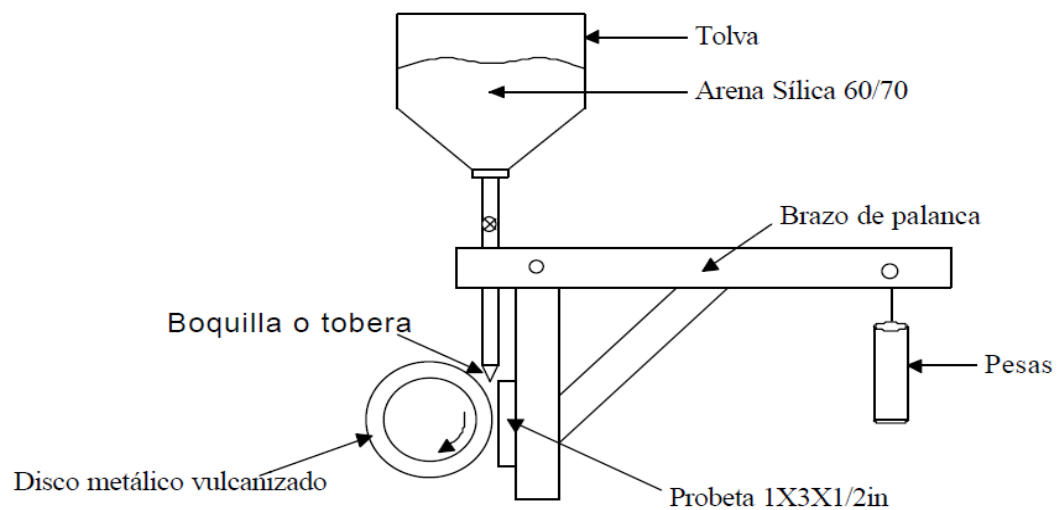


Figura 2.5 Esquema de la máquina tribológica para desgaste abrasivo.

- 2.8.2 Lo primero que se tiene que hacer es encender la máquina de ensayo.
- 2.8.3 Ubicar correctamente la probeta en la máquina.
- 2.8.4 Colocar las pesas necesarias en el brazo de la palanca.
- 2.8.5 Vertir en la tolva la cantidad de arena calculada para la realización del ensayo.
- 2.8.6 Medir los números de revoluciones con el tacómetro digital.
- 2.8.7 Tomar las dimensiones iniciales de la probeta, la probeta fuente no tiene tratamiento térmico.
- 2.8.8 Realizar el ensayo de cada probeta al régimen establecido para ello.
- 2.8.9 Tomar las dimensiones de las probetas después de cada ensayo, determinar el desgaste a través de los diferentes procedimientos establecidos.

Puesta a Punto y Elaboración de Guías para Prácticas de Laboratorio de Tribología

2.9 CUESTIONARIO

- 2.9.1 ¿Mencione los tipos de desgaste?
- 2.9.2 ¿Qué tipo de desgaste se observó durante el ensayo?
- 2.9.3 ¿Qué debemos de hacer para evitar el desgaste?
- 2.9.4 Enumerar las causas que provoca el desgaste abrasivo
- 2.9.5 Para realizar las pruebas de abrasión se establece el siguiente régimen:
 - 2.9.5.1 Velocidad de deslizamiento (medir con el tacómetro digital)
 - 2.9.5.2 Flujo de arena
 - 2.9.5.3 Equilibrio de brazo de palanca
 - 2.9.5.4 Relación carga/pesas
 - 2.9.5.5 Número de revoluciones

VELOCIDAD DE DESLIZAMIENTO:								
FLUJO DE ARENA:								
CARGA APLICADA:								
NÚMERO REVOLUCIONES:								
Resultados:								
PROBETA No.	DIMENSIONES			DIMENSIÓN FINALES F	PESO (g)			
	L	A	E		INICIAL	FINAL	PERDIDO	%
1								
2								
3								
4								

TABLA II. PARAMETROS DE LA PRUEBA DE ABRASIÓN EN ACEROS 1045
SEGÚN NORMA ASTM G-65

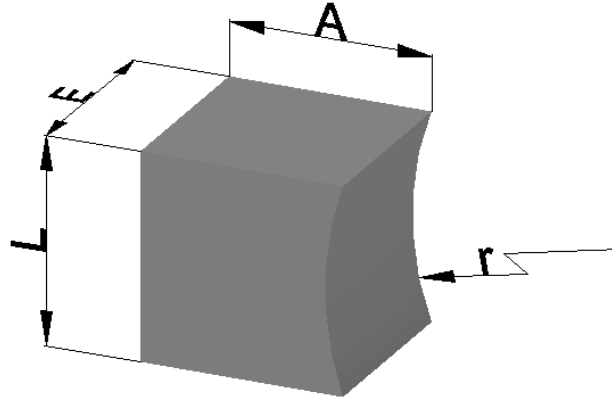


Figura 2.6 Probeta de ensayo.

- Realizar grafica de desgaste abrasivo en acero SAE 1045, donde tomaran en cuenta peso perdido (g) con la balanza analítica y números de revoluciones (rpm) con el tacómetro.

2.10 INFORME

PORTADA

Universidad Nacional de Ingeniería

Facultad de Tecnología de la Industria

Ingeniería Mecánica

Departamento de: Tecnología Mecánica.

Asignatura: Tribología

Logotipo de la UNI

Reporte de Laboratorio No. 1, 2,3 etc. Según corresponda

Grupo: 4T1- MEC. Subgrupo: 1, 2, 3, etc. (Según corresponda)

Elaborado por: Integrantes del grupo (máximo cinco) (Anotando primero los apellidos y después el o los nombres y número de carné)

Fecha de entrega.

Valor de la práctica

Estructura del informe

- **CONTENIDO:** Esto se refiere al contenido de la información que llevara el reporte, se le puede llamar también índice. Debe contener los tópicos que a continuación se describe.
- **INTRODUCCION:** Debe ser específica de la práctica realizada, como máximo una página.
- **OBJETIVO:** Se debe destacar cual es la idea o propósito conseguido en la realización de la práctica.

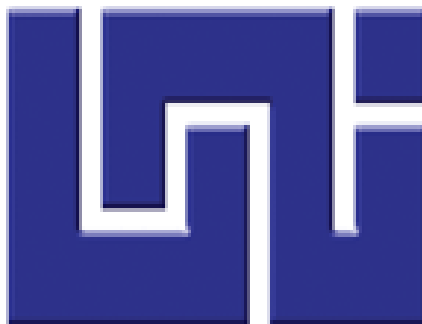
- **MARCO TEORICO:** Es semejante a lo que en la guía es conocido como Generalidades, se debe incluir en este, todas las fórmulas (ecuaciones) empleadas, para la obtención de resultados, igual forma incluir la nomenclatura utilizada.
- **PROCEDIMIENTO:** Si bien en la guía se señala este apartado, se debe mencionar en el reporte los pasos que fueron desarrollados en la práctica, con lo anterior se procura verificar la diferencia entre lo señalado en la guía y lo que realmente sucedió.
- **RESULTADOS:** Se deben presentar todo lo referido a lo que se realizó en la práctica, se debe dar repuesta al cuestionario presentado en la guía. Además se debe presentar el análisis de datos teóricos y prácticos.
- **CONCLUSIONES:** Se deben presentar las conclusiones a la que llegan los participantes una vez analizados los resultados obtenidos, deben de estar relacionados con el objetivo de la práctica, señalando las debilidades y fortalezas de la experimentación realizada.
- **ANEXOS:** Importante incluir la información original de la toma de datos durante la práctica, gráficos, así también las tablas utilizadas en la obtención de los resultados.

2.11 BIBLIOGRAFÍA

- Alejandro Toro, Dario Mesa, Juan Gutiérrez. Evaluación de la resistencia al desgaste abrasivo en recubrimientos duros para aplicaciones en la industria minera. Revista Scientia et Technica, N°25. Agosto 2004.
- Hutchings I. M. "Tribology Friction and wear of engineering materials. Ed Edward Arnold.
<http://www.ingenierosdelubricacion.com/articulo.htm>
- Introducción a la tribología
www.ingenierosdelubricacion.com/articulo.htm

CAPITULO 3

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA
INGENIERIA MECÁNICA
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA MECÁNICA**



**ASIGNATURA
TRIBOLOGÍA**

GUIA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO No.2

**TITULO DE LA PRÁCTICA: ENSAYOS DE GRASAS, ACEITES
MEDIANTE LA MÁQUINA CUATRO BOLAS**



**ELABORADO POR:
BR. MARTINEZ BRIONES MEYLING
BR. SANDOVAL HERNÁNDEZ MARÍA**

GUIA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO DE TRIBOLOGIA MÁQUINA DE CUATRO BOLAS

3. INDICE

3.1 INTRODUCCIÓN

3.2 GENERALIDADES

3.3 OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA

3.4 TIEMPO DE REALIZACIÓN

3.5 VALOR DE LA PRÁCTICA

3.6 MATERIALES, EQUIPOS, INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN Y HERRAMIENTAS

3.7 MEDIDAS DE SEGURIDAD

3.8 PROCEDIMIENTOS

3.9 CUESTIONARIO

3.10 INFORME

3.11 BIBLIOGRAFÍA

3.1 INTRODUCCIÓN

La máquina Tribológica de Cuatro Bolas para ensayo lubricado está enfocada a realizar ensayo de extrema y no extrema presión a películas lubricantes, estas prácticas contribuirán al desarrollo de nuevos lubricantes y aditivos, ahorro de energía de materias primas y materiales todo ello va dirigido a mejorar la vida útil de las piezas lubricadas sometidas a fricción y desgaste, en condiciones extrema de alta temperatura, carga y par.

El desgaste, definido como la remoción de material donde existe un desprendimiento de partículas en la interface de dos cuerpos que interactúan con movimiento deslizante, rodante, reciprocante, o la combinación de ellos y sometidos a cargas, es uno de los mayores problemas que enfrenta la industria viéndose reflejado en el decremento de la calidad de las piezas y en el peor de los casos el paro de la producción, provocado por la fractura de algunas piezas de maquinarias. El estudio de las características de lubricantes, es de suma importancia, ya que al realizar una selección adecuada del lubricante, así como su forma de aplicación reduce la fricción y los problemas que esta conlleva.

3.2 GENERALIDADES

Se define fricción como la fuerza de resistencia tangencial debido a la pérdida gradual de energía cinética que ocurre en la interface de dos cuerpos que se encuentran sometidos a la acción de una fuerza externa y uno de ellos se mueve o tiende a moverse sobre la superficie del otro. Todo ello en concordancia de la

Puesta a Punto y Elaboración de Guías para Prácticas de Laboratorio de Tribología

primera ley de la termodinámica, también conocida como principio de la conservación de la energía.

Viscosidad: Propiedad de un fluido que tiende a oponerse a su flujo cuando se le aplica una fuerza. Los fluidos de alta viscosidad presentan una cierta resistencia a fluir; los fluidos de baja viscosidad fluyen con facilidad. La fuerza con la que una capa de fluido en movimiento arrastra consigo a las capas adyacentes de fluido determina su viscosidad, que se mide con un recipiente (viscosímetro) que tiene un orificio de tamaño conocido en el fondo. La velocidad con la que el fluido sale por el orificio es una medida de su viscosidad.

La rugosidad y la ondulación de las superficies contribuyen al desgaste de las piezas, ya sea en estado seco o lubricado, si un material duro se desliza sobre otro menos fuerte, las asperezas se fracturan o se deforman afectando la tasa inicial de desgaste, resultando ser más grande en superficies rugosas que en lisas.

Contacto mecánico: Cuando dos superficies interactúan encontrándose sometidas a cargas se genera una distorsión o una deformación en cada una de ellas, estas pueden ser elásticas o elasto-plástica pueden ser observadas en diferentes escalas macroscópicamente o microscópicamente. Grasa lubricante: La norma ASTM-D-288 (Definitions of Terms Relating to Petroleum) define una grasa lubricante como un producto sólido o semifluido que incluye un agente espesante en un líquido lubricante. Esta definición indica que las grasas son un tipo de líquido espeso lubricante para proveer propiedades que no puede satisfacer un líquido lubricante por sí solo.

Pruebas de extrema presión (EP): Donde las cuatro bolas son sometidas a periodos cortos de tiempos a elevadas cargas normales, incrementando secuencialmente estas últimas hasta lograr la ruptura de la película de lubricante y originando la soldadura de las cuatro bolas.

Pruebas no extrema presión (NEP): Donde las cuatro bolas son sometidas a baja carga durante un determinado periodo de tiempo, generando así marcas en los puntos de contacto con lo cual se busca caracterizar al lubricante sometido a la prueba.

3. 3 OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA

3.3.1 Establecer la magnitud de los parámetros de funcionamiento como carga, par, temperatura y tiempo de ruptura de la película de lubricante sometido al ensayo.

3.3.2 Caracterizar las propiedades de los lubricantes utilizados.

3.3.3 Realizar pruebas de no extrema presión y extrema presión.

3.4 TIEMPO DE REALIZACIÓN

2 Horas

3.5 VALOR DE LA PRÁCTICA

10 Puntos

3.6 MATERIALES, EQUIPOS, INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN Y HERRAMIENTAS

3.6.1 Materiales

Probeta según las normas ASTM son bolas de acero estándar AISI Nº E-52100 de aleación de Cromo con diámetro de 12.7 mm (0.5 pulg) grado 25 (Extra pulidas). Como se muestra en la figura 3.7.



Figura 3.7 Probeta de bolas de acero.

Puesta a Punto y Elaboración de Guías para Prácticas de Laboratorio de Tribología

Lubricante según las normas internacionales:

NORMA	LUBRICANTE	PRUEBA	RPM	TIEMPO (seg)
ASTM D-2266	Grasa	NEP	1200	10
ASTM D-4172	Aceite	NEP	1200	60
DIN 51350	Aceite con polímeros	NEP	1450	10
ASTM D-2596	Grasa	EP	1770	10
ASTM D-2783	Aceite	EP	1770	10

Nafta: Solvente para la industria de la goma.

Raspador rectangular para eliminar rebaba que se forma alrededor de la huella de desgaste en las bolas.

Espátula para grasa.

Papel para filtro y absorbente.

3.6.2 EQUIPOS

Banco de ensayo

Máquina Cuatro Bolas

3.6.3 INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

Viscosímetro: (denominado también *viscometro*) es un instrumento empleado para medir la viscosidad y algunos otros parámetros de flujo de un fluido. Fue Isaac Newton el primero en sugerir una fórmula para medir viscosidad de los fluidos, postuló que dicha fuerza correspondía al producto del área superficial del líquido por el gradiente de velocidad, además del producto de un coeficiente de viscosidad.

Viscosímetros de Ostwald pueden llegar a tener una reproducibilidad de un 0,1% bajo condiciones ideales, lo que significa que puede sumergirse en un baño no diseñado inicialmente para la medida de la viscosidad, con altos contenidos de sólidos, o muy viscosos. No obstante, es imposible emplearlos con precisión en la determinación de la viscosidad de los fluidos no-newtonianos, lo cual es una dificultad, ya que la mayoría de los líquidos interesantes tienden a comportarse

Puesta a Punto y Elaboración de Guías para Prácticas de Laboratorio de Tribología

como fluidos no-newtonianos. Hay métodos estándares internacionales para realizar medidas con un instrumento capilar, tales como el ASTM D445.

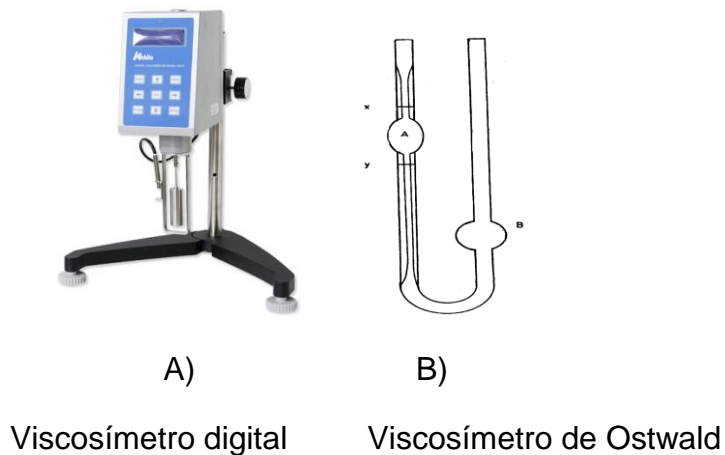


Figura 3. 8 Tipo de viscosímetro

PIE DE REY

También denominado calibrador, cartabón de corredera, pie de rey o Vernier, es un instrumento utilizado para medir dimensiones de objetos relativamente pequeños, desde centímetros hasta fracciones de milímetros (0.10 de milímetro, 0.05 de milímetro, 0.02 de milímetro).

Es un instrumento sumamente delicado y debe manipularse con habilidad, cuidado y delicadeza, con precaución de no rayarlo ni doblarlo (en especial, la colisa de profundidad). Deben evitarse especialmente las limaduras, que pueden alojarse entre sus piezas y provocar daños, ver figura 3.9.

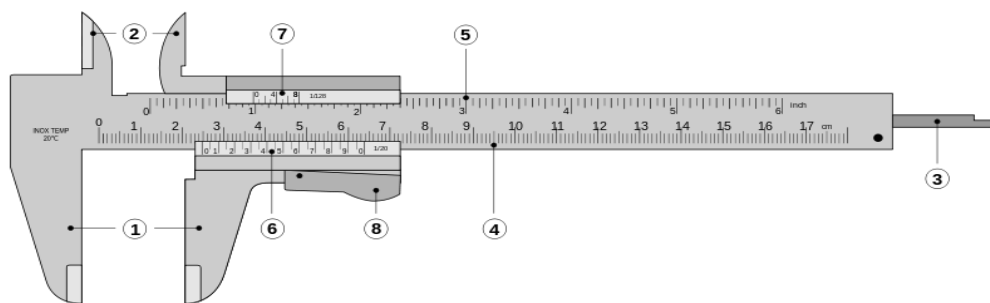


Figura 3. 9 Pie de rey.

1. Mordazas para medidas externas.
2. Mordazas para medidas internas.
3. Coliza para medida de profundidades.
4. Escala con divisiones en milímetros.
5. Escala con divisiones en pulgadas.

6. Nonio para la lectura de las fracciones de milímetros.
7. Nonio para la lectura de las fracciones de pulgada.
8. Botón de deslizamiento y freno.

MICRÓSCOPIO

Con un aumento de 24X y más, provisto de escala con valor de división de 0.01 mm y menos. Obsérvese figura 3. 10.

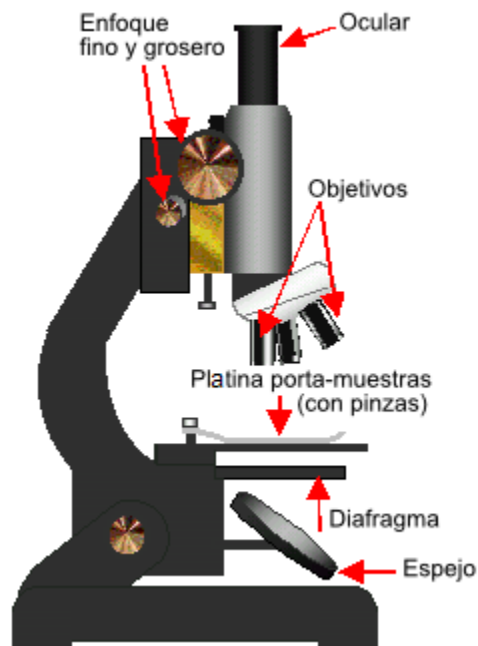


Figura 3. 10 Microscopio.

CRONÓMETRO

Es un reloj de precisión que se emplea para medir fracciones de tiempo muy pequeñas. A diferencia de los relojes convencionales que se utilizan para medir los minutos y las horas que rigen el tiempo cotidiano, los cronómetros suelen usarse en competencias deportivas y en la industria para tener un registro de fracciones temporales más breves, como milésimas de segundo, ver figura 3. 11.



Figura 3. 11 Cronómetro.

3.6.4 HERRAMIENTAS

Juego de llave varias.

3.7 MEDIDAS DE SEGURIDAD

- 3.7.1 Presentarse al laboratorio con zapatos cerrados, preferiblemente de cuero, pantalón largo y camisa de trabajo.
- 3.7.2 Durante la realización de la práctica no use prendas en sus manos.
- 3.7.3 No colocar los instrumentos de medición sobre las mesas sucias, ni sobre los elementos a ser analizados.
- 3.7.4 Durante el proceso de montaje y desmontaje de los elementos, use las herramientas adecuadas.
- 3.7.5 En el caso específico del microscopio, usar adecuadamente el tornillo macrométrico y el micrométrico, ello garantiza una mejor observación del objeto.
- 3.7.6 Interacciones entre Persona – Máquina: En la figura 3. 12 (A, B, C) muestra las posiciones correctas para realizar el ensayo.



Figura 3. 12 Interacción persona-máquina.

3.7.7 Dejar limpio el puesto de trabajo una vez finalizada la práctica.

3.8 PROCEDIMIENTO

3.8.1 Antes de realizar cualquier ensayo se debe preparar a la probeta; en primer lugar deben limpiarse perfectamente (con acetona, o alcohol) para liberarla de alguna impureza y después secarse perfectamente con algún paño que no deje hilachas. Se debe tener extremo cuidado al quitar toda la suciedad y la materia extraña de las mismas.

3.8.2 En este ensayo los elementos rozantes son cuatro bolas de acero de 12.7mm de diámetro unidas en un contacto puntual y formando un conjunto de tetraedro equilátero, obsérvese en la figura 3. 13.

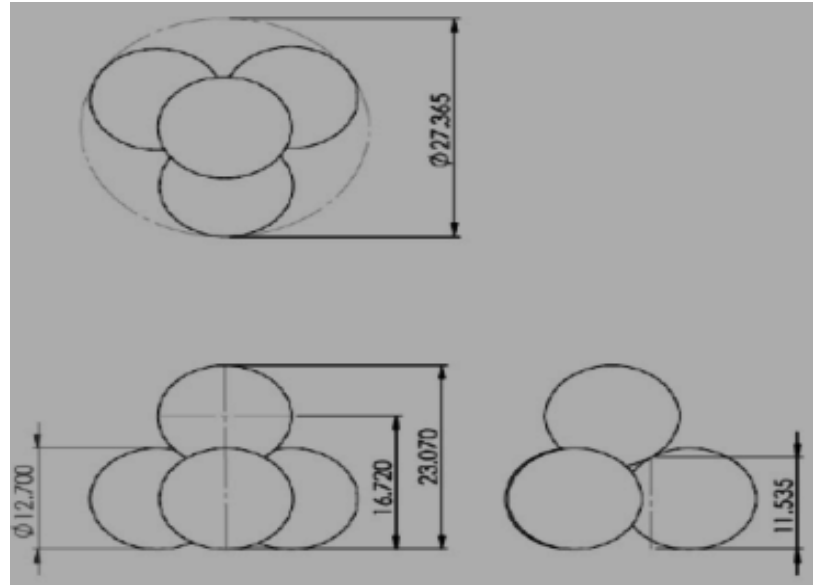


Figura 3. 13 Dimensiones básicas del arreglo tetraédrico.

3.8.3 Cubrir las bolas con grasa.

3.8.4 Montar un anillo de sujeción con tres bolas que va sobrepuesto en una cuna.

3.8.5 Instalar la tapa y montar la cuarta bola en el eje superior obsérvese figura 3. 14.

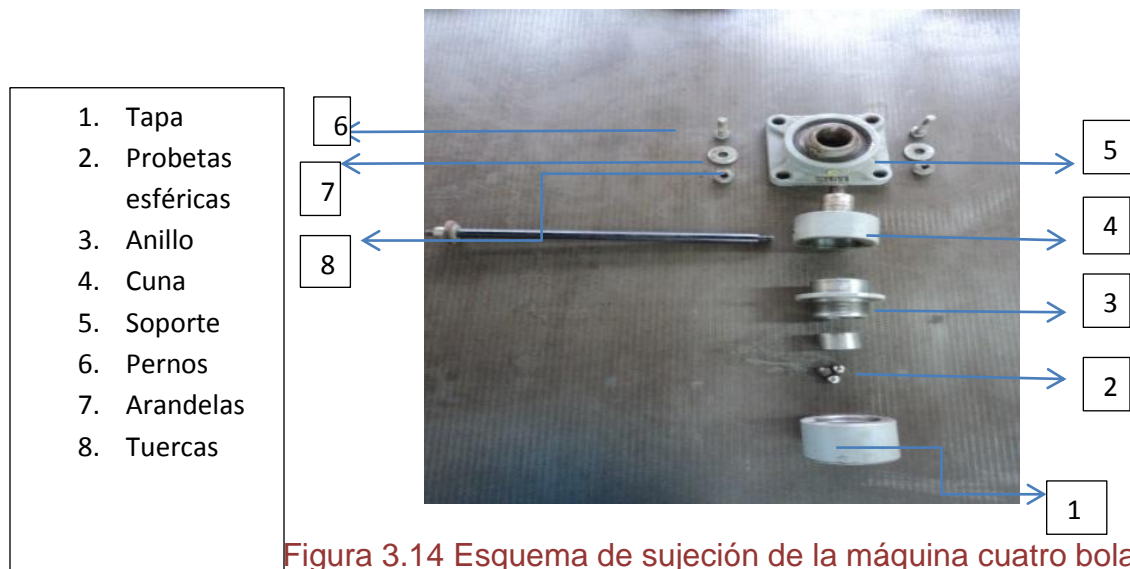


Figura 3.14 Esquema de sujeción de la máquina cuatro bolas.

3.8.6 Se regula mediante un brazo de palanca colocándole unas pesas en los extremos que permite una carga de 800 Kg.

Puesta a Punto y Elaboración de Guías para Prácticas de Laboratorio de Tribología

3.8.7 La prueba cuenta con una serie de determinaciones; cada determinación se realiza con una muestra nueva del lubricante que se ensaya y cuatro bolas nuevas. La duración de la prueba desde el momento de conexión hasta el momento de parada durante la determinación de la carga crítica, carga de soldadura e índice de desgarramiento debe ser de 10 ± 2 s y en la determinación del índice de desgaste de 60 ± 0.5 min.

3.8.8 Caracterización de extrema y no extrema presión bajo condiciones de rozamiento de deslizamiento.

3. 8.9 Calculo:

Determinar el coeficiente de fricción usando una de las dos ecuaciones siguientes:

$$\mu = 0,00223 f L / P \qquad \text{Ec. 2}$$

Dónde:

μ =coeficiente de fricción,
 f = Fuerza de fricción, fuerza en gramos,
 L = Longitud del brazo de fricción de la palanca, cm, y
 P = Carga de prueba, en kg.

Ó

$$\mu =0.00227 f L / P \qquad \text{Ec.3}$$

Dónde:

μ = coeficiente de fricción,
 f = Fuerza de rozamiento, N,
 L = Longitud del brazo de fricción de la palanca, cm, y
 P = Carga de prueba, en kg

3.8.10 Después de la prueba desmontar el ensamblado de la máquina.

3.9 CUESTIONARIO:

3.9.1 ¿Qué tipo de desgaste se produce en el ensayo?

3.9.2 ¿Qué tipo de fuerzas actúan en la máquina de cuatro bola y realizar el esquema?

3.9.3 ¿Qué función tienen los lubricantes en el ensayo?

3.9.4 ¿Bajo qué condiciones falla una película lubricante?

3.10 INFORME

Se debe elaborar de acuerdo a la guía anexa.

ESTRUCTURA Y GUIA PARA LA ELABORACIÓN DEL INFORME

PORTADA

Universidad Nacional de Ingeniería
Facultad de Tecnología de la Industria
Ingeniería Mecánica

Departamento de: Tecnología Mecánica.

Asignatura: Tribología

Logotipo de la UNI

Reporte de Laboratorio No. 1, 2,3, etc., según corresponda.

Grupo: 4T1- MEC. Subgrupo: 1,2, 3, etc., según corresponda.

Elaborado por: Integrantes del grupo (máximo cinco) (Anotados primero los apellidos y después el o los nombres y número de carné.)

Fecha de entrega

Valor de la práctica

Estructura del informe

- **CONTENIDO:** Esto se refiere al contenido de la información que llevara el reporte, se le puede llamar también índice. Debe contener los tópicos que a continuación se describe.
- **INTRODUCCIÓN:** Debe ser específica de la práctica realizada, como máximo una página.
- **OBJETIVO:** Se debe destacar cual es la idea o propósito conseguido en la realización de la práctica.
- **MARCO TEORICO:** Es semejante a lo que en la guía es conocido como Generalidades, se debe incluir en este, todas las fórmulas (ecuaciones) empleadas, para la obtención de resultados, igual forma incluir la nomenclatura utilizada.
- **PROCEDIMIENTO:** Si bien en la guía se señala este apartado, se debe mencionar en el reporte los pasos que fueron desarrollados en la práctica, con lo anterior se procura verificar la diferencia entre lo señalado en la guía y lo que realmente sucedió.

Puesta a Punto y Elaboración de Guías para Prácticas de Laboratorio de Tribología

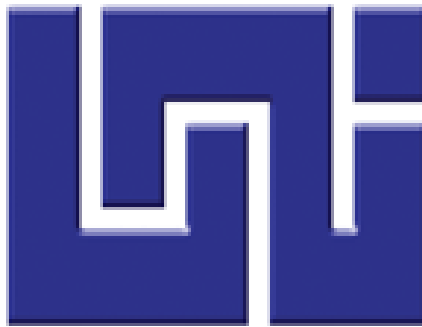
- **RESULTADO:** Se deben presentar todo lo referido a lo que se realizó en la práctica, se debe dar respuesta al cuestionario presentado en la guía. Además se debe presentar el análisis de datos teóricos y prácticos.
- **CONCLUSIONES:** Se deben presentar las conclusiones a la que llegan los participantes una vez analizados los resultados obtenidos, deben de estar relacionados con el objetivo de la práctica, señalando las debilidades y fortalezas de la experimentación realizada.
- **ANEXOS:** Importante incluir la información original de la toma de datos durante la práctica, gráficos, así también las tablas utilizadas en la obtención de los resultados.

3.11 BIBLIOGRAFÍA

- Canada Center for Surface Transportation Technology.
- Catálogo de rodamiento SKF (1979). Editorial ORBE.
- CIPID Programas de lubricación y tribología. National Research Council. Canadian Institute for Petroleum Industry Development (1997).
- Cubalub (1996). Shell Additives. Cuba.
- Dmermy, I. (1962). Tecnología del automóvil. Ediciones Técnicas. Marcombo S.A., Barcelona.
- Marco Antonio Figueroa. Tesis Diseño mecánico de máquina tribológica de Cuatro Bola. México Diciembre 2009.

CAPITULO 4

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA
INGENIERIA MECÁNICA
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA MECÁNICA**



**ASIGNATURA
TRIBOLOGÍA**

GUIA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO No.3

**TITULO DE LA PRÁCTICA: ANALISIS DE ACEITES
LUBRICANTES**



**ELABORADO POR:
BR. MARTINEZ BRIONES MEYLING
BR. SANDOVAL HERNÁNDEZ MARÍA**

GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO DE TRIBOLOGÍA

4. INDICE

4.1 INTRODUCCIÓN

4.2 GENERALIDADES

4.3 OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA

4.4 TIEMPO DE REALIZACION

4.5 VALOR DE LA PRÁCTICA

4.6 MATERIALES, EQUIPOS, INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN Y HERRAMIENTAS

4.7 MEDIDAS DE SEGURIDAD

4.8 PROCEDIMIENTOS

4.9 CUESTIONARIO

4.10 INFORME

4.11 BIBLIOGRAFÍA

4.1 INTRODUCCIÓN

El encontrar nuevos métodos que permitan reducir la fricción ha llevado a la creación de equipos los cuales simulen condiciones semejantes a las que se presentan en las máquinas. La gran y extensa necesidad de poder medir la fricción y el desgaste en piezas que son sometidas a condiciones de operación donde se exige alto desempeño llevo a la construcción de los Tribómetros.

Tribómetro es el nombre general que se le asigna a una máquina utilizado para llevar a cabo pruebas y simulaciones de desgaste, fricción y lubricación los cuales son objetivos que persigue la Tribología. Un Tribómetro puede medir la fricción sobre una superficie en base a una gran cantidad de métodos.

El estudio de nuevas aleaciones tribológicas u optimizadas es posible con un equipo que imite el contacto en una máquina y permita medir el coeficiente de fricción y desgaste, este equipo facilitará la evaluación de las propiedades de estas aleaciones y la selección de su aplicación.

4.2 GENERALIDADES

Se define fricción como la fuerza de resistencia tangencial debido a la pérdida gradual de energía cinética que ocurre en la interface de dos cuerpos que se encuentran sometidos a la acción de una fuerza externa y uno de ellos se mueve o tiende a moverse sobre la superficie del otro. Todo ello en concordancia de la primera ley de la termodinámica, también conocida como principio de la conservación de la energía.

Puesta a Punto y Elaboración de Guías para Prácticas de Laboratorio de Tribología

Contacto mecánico: Cuando dos superficies interactúan encontrándose sometidas a cargas se genera una distorsión o una deformación en cada una de ellas, estas pueden ser elásticas o elasto- plástica pueden ser observadas en diferentes escalas macroscópicamente o microscópicamente.

El proceso de desgaste, puede definirse como una pérdida de material de la interface de dos cuerpos, cuando se les ajusta a un movimiento relativo bajo la acción de una fuerza. En general, los sistemas de ingeniería implican el movimiento relativo entre componentes fabricados a partir de metales y no metales, y se han identificado seis tipos principales de desgaste, como sigue:

1. Desgaste por adherencia.
2. Desgaste por abrasión
3. Desgaste por ludimiento.
4. Desgaste por fatiga.
5. Desgaste por erosión.
6. Desgaste por cavitación.

Al diseñar partes a prueba de desgaste, no es recomendable seleccionar un par de metales que presenten solubilidad mutua. De este modo, acero que se deslice sobre acero no es una proposición lógica aunque se ha tenido éxito de deslizar hierro colocado sobre sí mismo, quizá por la presencia de grafito; tanto las leyes del desgaste por adherencia, como las del desgaste por abrasión, muestran que entre más duro sea un componente, más resistente será el desgaste y esto se confirma en la práctica. Una de las dificultades con los materiales excesivamente duros es que son susceptibles de sufrir fallas por fractura y, para evitar las fallas mecánicas, el componente debe ser tenaz lo que es característico de los materiales blandos y dúctiles; por lo tanto, para mantener la tenacidad parece necesario sacrificar dureza. Sin embargo, mediante tratamientos superficiales y térmicos de los componentes es posible alcanzar un núcleo tenaz con una superficie dura.

4. 3 OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA

- 4.3.1 Obtener los datos de diferentes muestras bajo diferentes condiciones.
- 4.3.2 Caracterizar las propiedades de los materiales utilizados.
- 4.3.3 Determinar la resistencia al desgaste de los diferentes materiales.
- 4.3.4 Calcular la perdida de volumen de cada material utilizado.

4.4 TIEMPO DE REALIZACIÓN

2 Horas.

4.5 VALOR DE LA PRÁCTICA

10 Puntos.

4.6 MATERIALES, EQUIPOS, INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN Y HERRAMIENTAS

4.6.1 Materiales

Algodón, Acetona o Alcohol

Probetas de Bronce de anillos de interior 19.6mm, exterior 39.4mm y dados altura de 20mm y radio de 15.6.

Probetas de Acero de anillos de interior 19.6mm, exterior 39.4mm y dados altura de 20mm y radio de 15.6.

Probetas de Aluminio de anillos de interior 19.6mm, exterior 39.4mm y dados altura de 20mm y radio de 15.6.

Probetas de Teflón de anillos de interior 19.6mm, exterior 39.4mm y dados altura de 20mm y radio de 15.6.

Probetas de acero 1045 de anillos de interior 19.6mm, exterior 39.4mm y dados altura de 20mm y radio de 15.6. Vea la figura 4. 15.

Lubricantes SAE 5,-W40 u otro tipo.



Figura 4. 15 Tipos de probetas.

4.6.2 Equipos

Máquina Tribómetro

Banco de ensayo

Balanza de precisión

4.6.3 Instrumentos de Medición

TACÓMETRO DIGITAL

Es un dispositivo que mide la velocidad de giro de un eje, normalmente la velocidad de giro de un motor. Se mide en revoluciones por minuto (RPM). Actualmente se utilizan con mayor frecuencia los tacómetros digitales, por su mayor precisión. Vea la figura 4.16.



Figura 4. 16 Tacómetro Digital.

Partes del tacómetro

1. Marca reflectante
2. Luz
3. Indicador de señal
4. Pantalla
5. Botón de medida para láser
6. Botón de selección
7. Interruptor de funciones
8. Antena exterior
9. Antena en construcción.
10. Resistencia variable

PIE DE REY

También denominado calibrador, cartabón de corredera, pie de rey, pie de metro, forcípula (para medir árboles) o Vernier, es un instrumento utilizado para

Puesta a Punto y Elaboración de Guías para Prácticas de Laboratorio de Tribología

medir dimensiones de objetos relativamente pequeños, desde centímetros hasta fracciones de milímetros (0.10 de milímetro, 0.05 de milímetro, 0'02 de milímetro). En la escala de las pulgadas tiene divisiones equivalentes a 0.06 de pulgada, y, en su nonio, de 0.007 de pulgada.

Es un instrumento sumamente delicado y debe manipularse con habilidad, cuidado delicadeza, con precaución de no rayarlo ni doblarlo (en especial, la colisa de profundidad). Deben evitarse especialmente las limaduras, que pueden alojarse entre sus piezas y provocar daños. Vea la figura 4. 17.

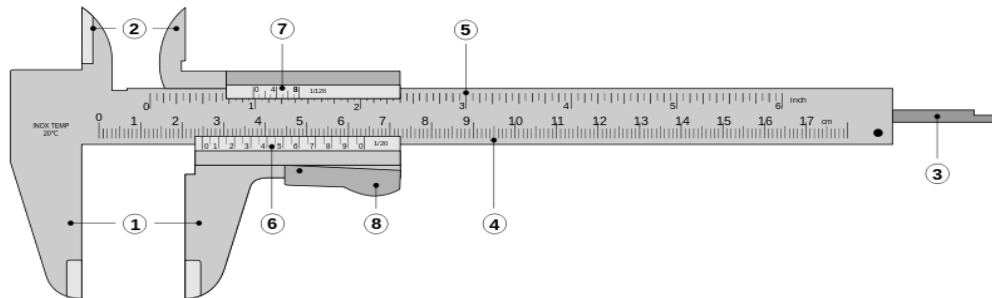


Figura 4. 17 Pie de rey.

Consta de una "regla" con una escuadra en un extremo, sobre la cual se desliza otra destinada a indicar la medida en una escala. Mediante piezas especiales en la parte superior y en su extremo, permite medir dimensiones internas y profundidades. Posee dos escalas: la inferior milimétrica y la superior en pulgadas.

1. Mordazas para medidas externas.
2. Mordazas para medidas internas.
3. Coliza para medida de profundidades.
4. Escala con divisiones en milímetros.
5. Escala con divisiones en pulgadas y fracciones de pulgada.
6. Nonio para la lectura de las fracciones de milímetros.
7. Nonio para la lectura de las fracciones de pulgada.
8. Botón de deslizamiento y freno.

CRONÓMETRO

Es un reloj de precisión que se emplea para medir fracciones de tiempo muy pequeñas. A diferencia de los relojes convencionales que se utilizan para medir los minutos y las horas que rigen el tiempo cotidiano, los cronómetros suelen usarse en competencias deportivas y en la industria para tener un registro de

fracciones temporales más breves, como milésimas de segundo. Vea la figura 4.18.



Figura 4. 18 Cronómetro.

4.6.4 Herramientas

Juegos de Herramientas para el montaje y desmontaje de las probetas.

4.7 MEDIDAS DE SEGURIDAD

- 4.7.1 No arrancar, el equipo sin previa autorización.
- 4.7.2 Usar gafas de protección.
- 4.7.3 Usar mascarilla.
- 4.7.4 No colocar los instrumentos de medición sobre mesas sucias, ni sobre los elementos al ser analizados , además procure no golpearlos.
- 4.7.5 Usar instrumento de medición acorde a la operación a realizar.
- 4.7.6 Presentarse al laboratorio con zapatos cerrados, preferiblemente de cuero, pantalón largo y camisa de trabajo.
- 4.7.7 No usar accesorios como anillos, pulseras, cadenas, chapas etc...
- 4.7.8 Deje limpio el puesto de trabajo una vez finalizada la práctica.

4.8 PROCEDIMIENTOS

4.8.1 Antes de realizar cualquier ensayo se debe preparar la probeta fabricada para tal acción; en primer lugar deben limpiarse perfectamente (con acetona, alcohol o) para liberarla de alguna impureza y después secarse perfectamente con algún paño que no deje hilachas. Se debe tener extremo cuidado al quitar toda la suciedad y la materia extraña de las mismas.

4.8.2 Encienda la máquina y verifique con el tacómetro digital que la velocidad Se conserve en los valores establecidos en el experimento a realizar.

- 4.8.3 Pesar las probetas en la balanza de precisión ($\pm 0.00001\text{g}$; 0.01mg).
- 4.8.4 Colocar y centrar las probetas en contacto frontal en el mecanismo porta Probeta.
- 4.8.5 Desplazar el dispositivo porta probeta hasta hacer coincidir la cara frontal Con la porta probeta.
- 4.8.6 Aplicar la carga de prueba.
- 4.8.7 Colocar (si así lo requiere el experimento) la cantidad de aceite lubricante Necesaria para mantener lubricado el punto de contacto.
- 4.8.8 Preparar el cronómetro para controlar el tiempo de duración del ensayo.
- 4.8.9 Encender el Tribómetro.
- 4.8.10 Pasado el tiempo de prueba del experimento, separar las probetas.
- 4.8.11 Detener la instalación.
- 4.8.12 Desmontaje de las probetas.
- 4.8.13 Limpieza de las probetas con los limpiadores establecidos.
- 4.8.14 Pesar las pruebas.

4.9 CUESTIONARIO

- 4.9.1 ¿De qué factores depende la fricción?
- 4.9.2 ¿Cuál es el propósito de los ensayos realizados en el Tribómetro?
- 4.9.3 ¿Qué es lo que mide el Tribómetro?

4.9.4 CÁLCULO

- Emplear para el cálculo del desgaste volumétrico la siguiente ecuación:

$$Wv = Wg / \rho \quad \text{Ec.4}$$

Dónde:

Wg: pérdida de masa de la muestra ensayada, en gramos.

ρ : densidad de la muestra de ensayo, en (g/cm^3 o mg/mm^3)

Wv: Desgaste volumétrico

Puesta a Punto y Elaboración de Guías para Prácticas de Laboratorio de Tribología

NUMERO DE MUESTRA	PESO (g)		DESGASTE	
	INICIAL	FINAL	GRAVIMETRICO Wg (g)	VOLUMETRICO Wv (mm ³)
1				
2				
3				

Tabla III. Magnitud del desgaste durante la prueba para cada una de sus réplicas y tabular los mismos.

CARACTERISTICAS GENERALES DEL MATERIAL DE LA MUESTRA								
FORMA								
INICIAL				FINAL				
MATERIAL DE LA PROBETA								
COMPOSICIÓN QUÍMICA (%)				Acero	Cu	Fe	Al	Teflón
PROPIEDADES MECÁNICAS								
LIMITE DE ROTURA (MPa)								
RESISTENCIA MECÁNICA (Kg/mm ²)								
DUREZA								
FACTOR DE DESGASTE								
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN								

Tabla IV. Características generales del material.

4.10 INFORME

PORTADA

Universidad Nacional de Ingeniería

Facultad de Tecnología de la Industria

Ingeniería Mecánica

Departamento de: Tecnología Mecánica.

Asignatura :Tribología

Logotipo de la UNI

Reporte de Laboratorio No. 1, 2,3 etc.

Grupo: 4T1- MEC. Subgrupo: 1, 2, 3, etc. Según corresponda

Elaborado por: Integrantes del grupo (máximo cinco) (Anotando primero los apellidos, después el o los nombres y número de carné)

Fecha de entrega.

Valor de la práctica

Estructura del informe

- **CONTENIDO:** Esto se refiere al contenido de la información que llevara el reporte, se le puede llamar también índice. Debe contener los tópicos que a continuación se describe.
- **INTRODUCCION:** Debe ser específica de la práctica realizada, como máximo una página.
- **OBJETIVO:** Se debe destacar cual es la idea o propósito conseguido en la realización de la práctica.
- **MARCO TEORICO:** Es semejante a lo que en la guía es conocido como Generalidades, se debe incluir en este, todas las fórmulas (ecuaciones) empleadas, para la obtención de resultados, igual forma incluir la nomenclatura utilizada.
- **PROCEDIMIENTO:** Si bien en la guía se señala este apartado, se debe mencionar en el reporte los pasos que fueron desarrollados en la práctica, con lo anterior se procura verificar la diferencia entre lo señalado en la guía y lo que realmente sucedió.
- **RESULTADOS:** Se deben presentar todo lo referido a lo que se realizó en la práctica, se debe dar repuesta al cuestionario presentado en la guía. Además se debe presentar el análisis de datos teóricos y prácticos.

Puesta a Punto y Elaboración de Guías para Prácticas de Laboratorio de Tribología

- **CONCLUSIONES:** Se deben presentar las conclusiones a la que llegan los participantes una vez analizados los resultados obtenidos, deben de estar relacionados con el objetivo de la práctica, señalando las debilidades y fortalezas de la experimentación realizada.
- **ANEXOS:** Importante incluir la información original de la toma de datos durante la práctica, gráficos, así también las tablas utilizadas en la obtención de los resultados.

4.11 BIBLIOGRAFÍA

- Baumeister J. Manual del ingeniero Mecánico Mc. Graw Hill. Bogota 1988.
- Benllach J. Lubricantes y Lubricación Aplicada tomos I y II Editorial pueblo y educación la Habana 1988.
- Diseño y construcción de un Tribómetro rotatorio, Rivera Alberto, Tesis México, Agosto de 2007.
- Martínez J. Teoría y practica de razonamiento editorial pueblo y educación la Habana 1988.

CAPITULO 5

5.1 FICHAS TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LAS MÁQUINAS

5.1.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

En las operaciones de mantenimiento, el mantenimiento preventivo es el destinado a la conservación de equipos o instalaciones mediante realización de revisión y reparación que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad. El mantenimiento preventivo se realiza en equipos en condiciones de funcionamiento, por oposición al mantenimiento correctivo que repara o pone en condiciones de funcionamiento aquellos que dejaron de funcionar o están dañados.

El primer objetivo del mantenimiento es evitar o mitigar las consecuencias de los fallos del equipo, logrando prevenir las incidencias antes de que estas ocurran. Las tareas de mantenimiento preventivo incluyen acciones como cambio de piezas desgastadas, cambios de aceites y lubricantes, etc. El mantenimiento preventivo debe evitar los fallos en el equipo antes de que estos ocurran.

Algunos de los métodos más habituales para determinar que procesos de mantenimiento preventivo deben llevarse a cabo son las recomendaciones de los fabricantes, la legislación vigente, las recomendaciones de expertos y las acciones llevadas a cabo sobre activos similares.

El mantenimiento preventivo es el que resulta de las inspecciones periódicas que revelan condiciones de falla y su objetivo es reducir paros de planta y depreciación excesiva, que muchas veces resultan de la negligencia. Entre las ventajas que presenta este tipo de mantenimiento se encuentra:

5.1.2 VENTAJAS:

- Reducción importante del riesgo por fallas o fugas.
- Reduce la probabilidad de paros imprevistos.
- Permite llevar un mejor control y planeación sobre el propio mantenimiento a ser aplicado en los equipos.
- Bajo costo en relación con el mantenimiento correctivo.

5.1.2 DESVENTAJAS:

Entre sus pocas desventajas se encuentran:

- Se requiere tanto de experiencia del personal de mantenimiento como de las recomendaciones del fabricante para hacer el programa de mantenimiento a los equipos.

Puesta a Punto y Elaboración de Guías para Prácticas de Laboratorio de Tribología

- No permite determinar con exactitud el desgaste o depreciación de las piezas de los equipos.
- Representa una inversión inicial en mano de obra. El desarrollo de planes de mantenimiento debe de ser realizado por personal especializado.
- Si no se hace un correcto análisis del nivel de mantenimiento preventivo, se puede sobrecargar el costo de mantenimiento sin mejoras sustanciales en la disponibilidad.

5.1.3 FICHA DE TÉCNICA MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA MÁQUINA DE DESGASTE ABRASIVO

FICHA TÉCNICA				
EQUIPO: Máquina de Desgaste Abrasivo			CODIGO: 406019/11.19843	
FABRICANTE: Facultad de Tecnología de la Industria				
MODELO: 761 KMRB 71 C4		CAPACIDAD: 3 lt de Arena		
PESO: (320 - 18.9) kg		SERIE No : 07-2-11001-15-53-3		
PRUEBAS:				
AGUA _____ AIRE _____ ARENA <u> X </u> _____ ACEITE: _____				
ESPECIFICACIONES DEL MOTOR				
VOLTIOS: 220/380	RPM: 56/80	CICLOS: 50	FASE: Trifásico	Hp: 0.80

Puesta a Punto y Elaboración de Guías para Prácticas de Laboratorio de Tribología

REQUISICIÓN DEL MATERIAL

Laboratorio de Tribología		Requisición de Material		
Equipo: Maquina de Desgaste Abrasivo	Fecha:	Orden de Trabajo:	Ubicación:	Tipo de Mantenimiento: MPP
Código		Descripción del Artículo		Cantidad
Persona que solicita el material:			Firma de Recibido:	

Puesta a Punto y Elaboración de Guías para Prácticas de Laboratorio de Tribología

Hoja de Inspección

Laboratorio de Tribología Uni-Rupap		Hoja de Inspección		
Equipo:		Código:		
Máquina de Desgaste Abrasivo		Código: 406019/11.19843		
Tipo de Mantenimiento		Frecuencia:		
Mantenimiento Preventivo		Semanal		
Nº.	Descripción	Aceitar	Engrasar	Chequear
1	Rueda de goma			
2	Brazo de palanca			
3	Boquilla			
4	Tolva			
5	Motor de Transmisión			
6	Tipo de lubricante aceite o grasa			
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
Observaciones				
Inspeccionado por		Tiempo Estimado:		
Fecha y Firma		Tiempo Real:		

5.1.4 FICHAS TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA MÁQUINA CUATRO BOLAS

FICHA TÉCNICA				
EQUIPO: Máquina de Cuatro Bolas			CODIGO: 07-2-11001-1553-2	
FABRICANTE: Facultad de Tecnología de la industria				
MODELO: Sc – 16N				
SERIE N°: 151209				
SERVICIOS:				
ACEITE: <input checked="" type="checkbox"/> GRASA: <input checked="" type="checkbox"/>				
ESPECIFICACIONES DEL MOTOR				
VOLTIOS:110	RPM:1720	CICLOS:60	FASE: Monofásico	Hp:3/4

Puesta a Punto y Elaboración de Guías para Prácticas de Laboratorio de Tribología

REQUISICIÓN DEL MATERIAL

Laboratorio de Tribología		Requisición de Material		
Equipo: Máquina de cuatro bola	Fecha:	Orden de Trabajo:	Ubicación:	Tipo de Mantenimiento: MP
Código	Descripción del Artículo		Cantidad	
Persona que solicita el material:			Firma de Recibido:	

Puesta a Punto y Elaboración de Guías para Prácticas de Laboratorio de Tribología

Hoja de Inspección

Laboratorio de Tribología Uni-Rupap		Hoja de Inspección		
Equipo:		Código:		
Máquina de cuatro bola		Código: 07-2-11001-1553-2		
Tipo de Mantenimiento		Frecuencia:		
Mantenimiento Preventivo		Semanal		
Nº.	Descripción	Aceitar	Engrasar	Chequear
1	Perno de sujeción			
2	Porta probeta			
3	Cremallera			
4	Motor			
5	Indicador			
6	Mecanismo de velocidad			
7	Tensor de banda			
8	Resorte de avance			
9	Baño de Aceite			
10	Tornillo de seguro de la cabeza			
11	Manivela de ajuste de la mesa			
12	Resorte de avance			
13	Soporte de mesa			
14	Soporte de columna			
Observaciones				
Inspeccionado por		Tiempo Estimado:		
Fecha y Firma		Tiempo Real:		

5.1.5 FICHAS TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA MÁQUINA TRIBOMETRO

FICHA TÉCNICA				
EQUIPO: Tribómetro		CODIGO: 406019/12		
FABRICANTE: Facultad de Tecnología de la Industria				
SERIE No : 07-7-11001-15410				
PRUEBAS: ACERO 1045__X__ ALUMINIO__X__ TEFLON__X__ BRONCE__X__				
ESPECIFICACIONES DEL MOTOR				
VOLTIOS: 220	RPM: 1740	CICLOS: 60	FASE: Trifásico	Hp: 0.73

Puesta a Punto y Elaboración de Guías para Prácticas de Laboratorio de Tribología

REQUISICIÓN DEL MATERIAL

Laboratorio de Tribología		Requisición de Material		
Equipo: Maquina del Tribómetro	Fecha:	Orden de Trabajo:	Ubicación:	Tipo de Mantenimiento: MPP
Código		Descripción del Artículo		Cantidad
Persona que solicita el material:			Firma de Recibido:	

Puesta a Punto y Elaboración de Guías para Prácticas de Laboratorio de Tribología

Hoja de Inspección

Laboratorio de Tribología Uni-Rupap		Hoja de Inspección		
Equipo:		Código:		
Máquina de Tribometro		Código:		
Tipo de Mantenimiento		Frecuencia:		
Mantenimiento Preventivo		Semanal		
Nº.	Descripción	Aceitar	Engrasar	Chequear
1	Brazo de palanca			
2	Motor			
3	Pernos			
4	Rodamientos			
5	Eje			
6	Cilindro			
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
Observaciones				
Inspeccionado por		Tiempo Estimado:		
Fecha y Firma		Tiempo Real:		

5.2 DEFINICIÓN DE ERGONOMÍA

La **ergonomía** es la disciplina tecnológica que se encarga del diseño de lugares de trabajo, herramientas y tareas que coinciden con las características fisiológicas, anatómicas, psicológicas y las capacidades del trabajador. Busca la optimización de los tres elementos del sistema (humano-máquina-ambiente), para lo cual elabora métodos de estudio de la persona, de la técnica y de la organización.

5.3 IMPORTANCIA DE LA ERGONOMÍA

Alcanzar la mejor calidad de vida en la interacción Hombre-Máquina, tanto en la acción sobre dispositivos complicados como en otros más sencillos. En todos los casos se busca incrementar el bienestar del usuario adaptándolo a los requerimientos funcionales, reduciendo los riesgos y aumentando la eficacia.

5.4 CONDICIONES DE TRABAJO

5.4.1 Ruido y vibraciones

El ruido es un contaminante que puede producir hipoacusia o fatiga auditiva, pero también puede generar daños y efectos indeseables de tipo extra-auditivo. Situación similar ocurre con las vibraciones, que pueden producir daños y lesiones o bien efectos relacionados con el malestar. El enfoque del ruido y de las vibraciones en este portal es ergonómico por tanto relacionado con el malestar, los efectos subjetivos, la alteración del comportamiento y del rendimiento. Vea la figura 5. 19.



Figura 5. 19 Hacer silencio.

5.4.2 Iluminación

Una iluminación inadecuada constituye un riesgo en cuanto que la apreciación errónea de la posición, forma o velocidad de un objeto puede provocar errores y accidentes, debidos, en la mayoría de los casos, a falta de visibilidad y deslumbramiento. Asimismo, una iluminación inadecuada puede provocar la

Puesta a Punto y Elaboración de Guías para Prácticas de Laboratorio de Tribología

aparición de fatiga visual y otros trastornos visuales y oculares. Es necesario, por tanto, realizar un acondicionamiento de la iluminación en los puestos de trabajo, con objeto de favorecer la percepción visual y asegurar así la correcta ejecución de las tareas y la seguridad y bienestar de los trabajadores. Obsérvese en la figura. 5. 20 la posición incorrecta de las luminarias.

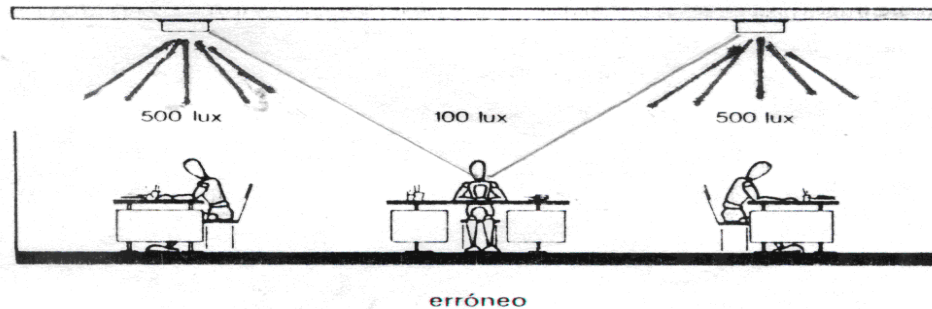


Figura 5. 20 Iluminación errónea.

5.4.3 ANÁLISIS DEL PUESTO DE TRABAJO

Antes de iniciar el diseño del puesto de trabajo será conveniente examinar los siguientes aspectos:

- Métodos de trabajo que existen o existirán en el puesto: Proceso de trabajo.
- Dimensiones del o los usuarios del puesto: Condiciones físicas.
- Posturas, movimientos, tiempos y frecuencias: Dimensión del puesto de trabajo.
- Fuerzas y cadencias que desarrollará el usuario: Condiciones físicas
- Importancia y frecuencia de atención y manipulación de los dispositivos informativos y controles: Información recibida.
- Regímenes de trabajo y descanso, sus tiempos y horarios: Proceso de trabajo.
- Carga mental que exige el puesto: Estado psíquico. En la figura 5. 21 obsérvese algunos de los equipamientos utilizados en el puesto de trabajo.

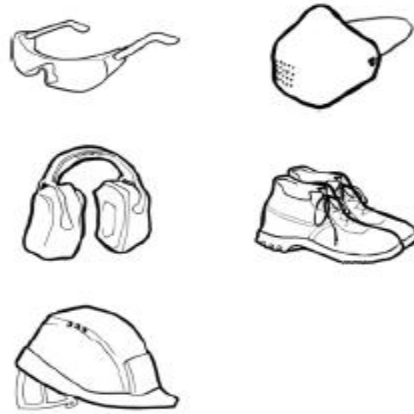


Figura 5. 21 Equipos utilizados en el puesto de trabajo.

5.5 DISEÑO ERGONOMICO DEL MOBILIARIO

Se dan las pautas básicas para poder realizar un diseño ergonómico del mobiliario de un laboratorio siguiendo algunos de los datos recogidos en las normas UNE relacionadas con este tema más otros criterios técnicos de ergonomía geométrica.

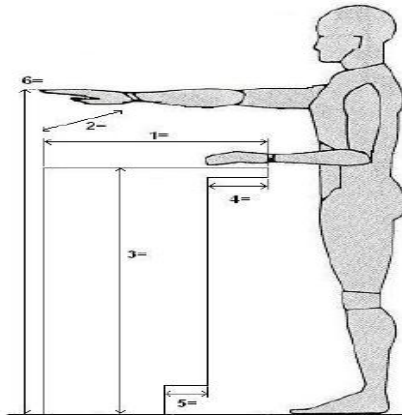


Figura 5. 22 Puesto de trabajo en posición de pie

MEDIDAS PARA PUESTO DE TRABAJO EN POSICION DE PIE

- 1- Profundidad de la superficie de trabajo
- 2- Ancho de la superficie de trabajo
- 3- Altura de la superficie de trabajo
- 4- Espacio libre para las rodillas
- 5- Profundidad horizontal para los pies

6- Altura máxima para controles de uso frecuentes

DIMENSIONES RECOMENDADAS

LONGITUDES: La longitud de la mesa de laboratorio debe ser múltiplo de 300mm.

Las longitudes que se recomiendan son:

600 mm hasta 1800mm

A- Zona de actividad 700 mm

B- Anchura mesa 600 mm

C- Alcance sentado 1000 mm

D- Altura mesa 750- 900 mm

E- Alcance sentado 1100 mm

Espacio posterior al puesto >1000mm

Paso entre muebles > 900mm

Distancia entre dos puestos > 1400mm

Dos puestos y zona de paso >1450mm

Personas con discapacidad más espacio. En la figura 5. 23 se muestra algunas de las dimensiones recomendadas.

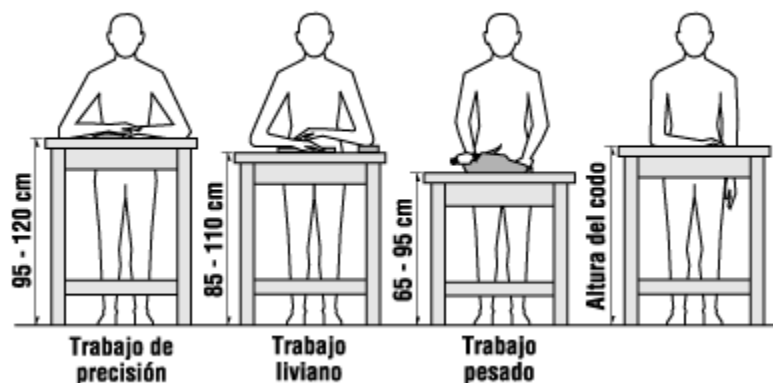


Figura 5. 23 Dimensiones de puesto de trabajo.

CAPITULO 6

6. INSTALACIÓN DEL LABORATORIO

En el proceso de instalación del laboratorio de Tribología tuvimos que mejorar el local para que prestara las condiciones ideales así ubicar el laboratorio y ponerlo a funcionar, ya que nuestra facultad carecía de uno. Dicho local no contaba con instalaciones eléctricas necesarias, ni mobiliarios.

6.1 UBICACIÓN DEL LABORATORIO

Se encuentra ubicado al costado derecho de la entrada de la universidad, contiguo al Taller de Máquinas Herramientas, que está frente al Laboratorio de Metrología Nacional.

6.2 CONDICIONES DEL LOCAL

ANTES:

El local lo encontramos en muy mal estado con parte del cielo raso dañado debido a que se filtraba agua de la lluvia y no contaba con energía eléctrica.

DESPÚES:

Se le instalo cielo raso nuevo, la energía eléctrica, bancos de ensayo, pizarra, abanico para mejorar la ventilación, se pintaron las paredes y se le proporcionó un rotulo.

Se hizo la adecuada ubicación de los banco de ensayo lo que se podrá observar en los planos que se encuentran en los anexos.

6.3 PRESUPUESTO DE LA OBRA

Actividades que se realizaron en la instalación del sistema eléctrico:

- Seis puntos eléctricos de tomacorriente.
- Tres puntos para interrupción.
- Instalación de panel, de dos lámparas sencillas.
- Conexión y tendido de cometida quince metros lineales.
- Fijación de caja metálica de 2x4 y 4x4.
- Tendido de líneas eléctricas.

Valor total de la obra: C\$1300 córdobas.

Puesta a Punto y Elaboración de Guías para Prácticas de Laboratorio de Tribología

PRESUPUESTO DE MATERIALES PARA INSTALACIÓN ELECTRICA DE LABORATORIO DE TRIBOLOGÍA

Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Total + I.V.A
13 m	Cable protoduro TSJ 3x10	60.06	897.85
27 m	Cable protoduro TSJ 3x12	37.20	1155.27
11 m	Cable protoduro TSJ 2x14	18.24	230.77
1	Centro de carga CH8	1089.18	1252.56
2	Lámpara económica 2x40 watt	300	600
1	Breaker 2x30 CH	250	250
3	Breaker 1x15 CH	150	450
2	Breaker 2x15 CH	200	400
1	Tapa ciega 4x4 pesada UL	8.08	9.29
2	Conector EMT 1 pulgada	10	20
2	Curva EMT 1 pulgada	65	130
2	Tomacorrite Águila 220 Amp	90	180
2	Toma para empotrar	19.20	44.16
1	Apagador sencillo para empotrar	20	23
5	Caja 2x4 UL (pesada)	17.52	100.75
1	Caja 4x4 UL (pesada)	18.98	21.82
1 docena	Brida 1 pulgada EMT	2	48
3 docenas	Brida ½ pulgada EMT	1.50	54
2	Rollo de type 3M	90	180
2 docenas	Espicher plástico 2x3/16 con sus tornillos	35	70
100	Tornillo punta de broca	25	25
1	Acarreo de materiales	300	300
1	Abanico de pedestal	400	400
5 gal	Pintura	1200	1200
1	Rotulo del nombre de laboratorio	100	100
	TOTAL		C\$8144.47

Materiales: 8144.47

Mano de Obra: 1300.00

TOTAL: 9444.47

CONCLUSIONES

- La instalación del Laboratorio de Tribología dará paso a un mayor desempeño a los estudiantes para su profesionalización para mejorar su calidad de trabajo.
- Los ensayos propuestos solo insinúan algunos problemas de fricción que enfrenta la industria.
- Se caracterizó cada máquina para mejorar el funcionamiento, sirviendo como una guía para que los estudiantes lograran identificar correctamente el uso de las mismas.
- La implementación de formatos de fichas técnicas de mantenimiento preventivo darán lugar a futuras revisiones periódicas para mejorar la vida útil de las máquinas.

RECOMENDACIONES

1. Realizar seminarios informativos y educativos a los alumnos con personas experta en la materia de Tribología sobre la importancia y la necesidad de conocer sobre esta rama de la ciencia.
2. Equipar el Laboratorio con aire acondicionado para mejorar el local ,y dar más criterio de fiabilidad de los ensayos.
3. Comprar los instrumentos necesarios para las prácticas del Laboratorio y mantener en constante renovación los materiales.
4. Capacitar a una persona en la ciencia tribológica, para garantizar la calidad de las prácticas de Laboratorio y la vida útil de las máquinas.

BIBLIOGRAFÍA

- **Álvarez Augusto Emilio.** Tribología, fricción, desgaste y lubricación, septiembre del 2000.
- **Baltodano Gabriel y Dávila Miguel.** Elaboración de manual de guía para la realización de prácticas de laboratorio en Motores Diesel, octubre 2008.
- **Cárdenas Jorge,** Construcción de maquina universal para la caracterización tribológica de materiales y procedimientos de aplicación, 1999.
- **Friction and wear testing, source book of selected reference from ASTM standars and ASM handooks,** 1997.
- **Ing. Miguel A.Velazquez Mejia y Ing. Sonia C. Fuentes Cruz,** Tribología cfe central laguna verde, 2006.
- **Mott I. Robert,** Diseño de elemento de máquinas, cuarta edición Pearson educación, México 2006.
- **Manual de lubricación Maraven,** octubre 1993.
- **Peter J. Blau,** Friction Science and technology, second Edition STLE (Society of tribologist and lubrication Engineers).
- **K. C Ludema,** friction,wear, lubrication CRC press LLC, 1996.

REFERENCIA ELECTRONICA

<http://www.westrockusa.com/spanish/pdfs/Informacion%20Tecnica%20WR.pdf>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Tribolog%C3%ADa#Aplicaciones>

<http://aula2.elmundo.es/aula/laminas/lamina1144314452.pdf>