

11126
15



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA
MÁQUINA DE PRUEBAS DE DESGASTE
CON MEDIDORES DIGITALES.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A :

JULIO MIGUEL CHÁVEZ LÓPEZ

ASESOR: ING. RAMÓN OSORIO GALICIA.

CUAUTITLÁN IZCALLI, EDO. DE MÉXICO. 2003.

A



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



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

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

U. N. A. M.
 FACULTAD DE ESTUDIOS
 SUPERIORES CUAUTITLAN



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

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

Con base en el art. 23 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

Diseño y construcción de una máquina de pruebas de desgaste con inductores digitales.

que presenta el pasante Julio Miguel Chávez López
 con número de cuenta: 9102483-9 para obtener el título de :
Ingeniero Mecánico Electricista

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

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 1 de Octubre de 2003

PRESIDENTE

Ing. Ramón Osorio Galicia

VOCAL

Ing. José Luis Palma Velasco

SECRETARIO

Ing. Antonio Ramírez Martínez

PRIMER SUPLENTE

Ing. Albino Arteaga Escamilla

SEGUNDO SUPLENTE

Ing. José Frías Flores

B

AGRADECIMIENTOS

A DIOS: *Por darme la oportunidad de vivir y conocer este mundo y al mismo tiempo dejarme conocer a mis padres que al término de mi carrera y hasta la fecha vivieran con migo.*

A MIS PADRES: *Por darme sustento y educación, por sus desvelos, por haber estado siempre a mi lado, por sus esfuerzos para brindarme la oportunidad de estudiar y apoyarme incondicionalmente, gracias mamá por tener esa forma de ser que da todo sin pedir nada a cambio, gracias papá por todo lo que hasta la fecha me has dado*

A MIS HERMANAS: *que alguna vez en mi vida me apoyaron y me recordaron que el estudio era muy importante para enfrentar este mundo y así motivaran en mi el continuar mis estudios, gracias a dios todavía están todos conmigo*

A MI NOVIA: *Que me has apoyado incondicionalmente y me comprende y acepta con mis defectos y mis virtudes, gracias flaquita por darme todo lo que me has dado y que ha sido mucho, gracias a dios por haberte puesto en mi camino, gracias por todo flaquita (TA) muchas gracias.*

A MI GRAN AMIGO OMAR: *Que sabe brindar su apoyo y amistad incondicional y sincera, que me ayudó mucho para culminar mi tesis, gracias por todo maik*

A MIS TIOS LAURA Y JORGE: *Que me brindaron incondicionalmente su casa y apoyo en los inicios de mi carrera y siempre han sido unas personas muy especiales para mi familia y un ejemplo a seguir para mí, gracias tíos muchas gracias y que dios les de más.*

A MI ASESOR ING. RAMON OSORIO GALICIA: *Que dirigió mi tesis y es un profesor ejemplar que sabe perfectamente cual es la labor de un académico comprometido con sus alumnos y siempre tiene un tiempo para explicar y aclarar cualquier duda que esté a su alcance, muchas gracias inge por brindarme su confianza y apoyo para realizar mi tesis y servicio social. Muchas gracias por dedicarme su tiempo muchas gracias.*

AL ING. JAIME DOMÍNGUEZ ALVAREZ: *Que apoyó incondicionalmente este proyecto de tesis orientándome para obtener un buen resultado en la elaboración de las diferentes piezas maquinadas*

A todas aquellas personas que no haya recordado muchas gracias!

D

ÍNDICE

	PAG.
OBJETIVOS	1
INTRODUCCIÓN	2
CAPÍTULO I TIPOS DE DESGASTE	5
CAPÍTULO II DISEÑO MECÁNICO DE LA MÁQUINA DE PRUEBAS DE DESGASTE	23
CAPÍTULO III DISEÑO ELÉCTRICO DE LA MÁQUINA DE PRUEBAS DE DESGASTE	52
CAPÍTULO IV MEDIDORES ELECTRÓNICOS	57
Velocidad Tiempo.	
CAPÍTULO V PRUEBAS DE DESGASTE UTILIZANDO LA MÁQUINA.	65
CONCLUSIONES	70
BIBLIOGRAFÍA	72

E

OBJETIVOS DE LA TESIS.

- Diseñar una máquina de pruebas de desgaste que se pueda utilizar en el laboratorio.
- Seleccionar el equipo electrónico adecuado de medición de tiempo y velocidad.
- Realizar pruebas en la máquina de desgaste para verificar su funcionamiento.

INTRODUCCIÓN

El fenómeno del desgaste en la industria a nivel mundial es uno de los problemas más serios que enfrenta este sector, pues anualmente provoca millones de dólares en pérdidas.

El uso continuo de diferentes materiales provoca el deterioro principalmente de la superficie de estos metales, la cantidad de este deterioro depende de la calidad de elaboración de los productos metálicos. Ya que todos los componente mecánicos que estén sometidos a contacto de rodamiento o deslizamiento son sujetos de desgaste. Si el desgaste constituye o no una falla depende de la forma en que se afecte el funcionamiento del componente.

Para que haya desgaste debe existir una interacción de superficies, las fallas por desgaste pueden ser graduales y ocasionalmente súbitas. Aunque las fallas súbitas no se aceptan como un aspecto de desgaste, deben ser consideradas ya que los materiales más resistentes al desgaste son completamente frágiles y propensos a fracturas. Las fallas pueden ocurrir dentro de un amplio rango de temperatura de esfuerzos. Casi siempre el esfuerzo es una consideración primaria en el análisis aunque a veces se puede evaluar de manera cualitativa.

Los tecnólogos siempre han estado concientes del desgaste, por lo que han buscado la manera de combatir este proceso o aprovecharlo. Los ingenieros interponen un lubricante que separa las superficies y contrarresta el contacto directo de los componentes .

Una definición de desgaste se puede ver como la pérdida progresiva del material de una superficie como resultado del movimiento relativo entre superficies del mismo material o diferentes materiales.

Se cree que es más fácil reemplazar una parte en constante desgaste, que diseñarla con una vida adecuada para maximizar el rendimiento de ésta. Evitando de esta manera prácticas costosas.

La fricción y la lubricación están estrechamente relacionadas al desgaste: la tribología es la ciencia que está enfocada al estudio de estos tres componentes, tomando en cuenta que el desgaste, la lubricación y la fricción son fenómenos distintos.

La variación en la interpretación de los procedimientos de prueba depende de diferentes factores. Una prueba de lubricación evalúa la capacidad de un lubricante para mantener la temperatura, velocidad o carga y seguir ofreciendo protección contra el desgaste y la medida de la respuesta del desgaste ofrece la calidad del lubricante desarrollado, además una prueba de desgaste es factible realizarse en seco o con lubricación.

Una prueba de fricción nos ayuda a medir el coeficiente de fricción entre dos materiales y se usa para evaluar el funcionamiento del lubricante; las pruebas de desgaste constantemente monitorean la fricción. Una de las pruebas más destructivas de los metales ocurre cuando se les expone al desgaste y por otro lado existe el deterioro no intencional que resulta del uso de éstos metales o del medio ambiente, a esto se le puede considerar como un fenómeno de superficie. Al desplazar dos materiales se produce la separación de partículas de la superficie por el contacto que éstos generan, pero también existen desgaste por abrasivos metálicos, no metálicos, líquidos y gases en movimientos.

En la mayoría de los tipos de desgaste se asocian dos casos el adhesivo y el abrasivo, pero en la práctica intervienen una variedad de condiciones diferentes que generan el desgaste y casi nunca ha sido posible evitar por completo el fenómeno del desgaste, aún cuando se han desarrollado lubricantes químicos que soportan condiciones de temperatura extremas. En estos casos los ingenieros fabrican piezas económicamente aceptables para hacer reemplazos en forma periódica de piezas que se encuentran constantemente en contacto con el desgaste.

Las superficies ingenieriles son rugosas tienen colinas y valles de manera que el contacto entre dos sólidos solo ocurre entre unos cuantos puntos aislados por ello el área de contacto real se localiza únicamente de una fracción del área aparente. De este modo el esfuerzo normal aplicado es muy alto en las regiones de contacto y puede exceder el punto de fluencia de los sólidos o de ambos. En cuyo caso las áreas de contacto se soldaran entre sí formando uniones o juntas, las cuales deben romperse para iniciar y sostener el movimiento relativo. La fuerza necesaria para romper estas uniones es una medida de la fricción y para evitar que aparezcan residuos por el desgaste e impedir la formación de uniones se separa la interfase con una película extraña que inhiba la interacción de los átomos de metal en los puntos de contacto entre los sólidos.

CAPÍTULO I

TIPOS DE DESGASTE

Desgaste.

Siempre que hay movimiento relativo entre dos sólidos que soportan una carga existe una situación potencial de desgaste. En términos generales se sabe el que movimiento puede ser unidireccional, ya sea deslizante o de rotamiento. Puede existir una combinación de estos dos últimos, o el desgaste puede deberse a un movimiento oscilatorio de pequeñas amplitudes. El desplazamiento y desprendimiento de material que sucede en las superficies de los metales es conocido como desgaste.

Topografía de Superficie.

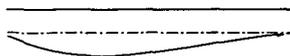
Conocer la naturaleza original de las superficies es muy importante a fin de comprender la interacción interfacial de las partes móviles de una máquina. Un aspecto muy importante de las superficies es saber si se encuentran libres de contaminantes u óxidos. Además, es necesario saber si una superficie es mecánicamente suave, aunque la premisa más importante o principal para comprender los mecanismos de fricción o desgaste es conocer que no existe una superficie perfectamente plana a escala microscópica.

Asperezas

Mediante los métodos convencionales de preparación de superficies como son el maquinado, pulido, cepillado, etc. en donde nunca se obtiene una superficie perfectamente lisa, las superficies presentan asperezas, o sea ondulaciones en la forma de colinas y valles. Es posible observar que las superficies tienen protuberancias, todas de la misma profundidad, pero la longitud de onda es macrogeométrica o microgeométrica. Por lo que las asperezas tienen una longitud de onda grande; este tipo de superficies se describe como lisa, pero no plana.

También podemos encontrar muchas protuberancias de longitud de onda corta y estas superficies se estima plana pero rugosa. Las superficies que se encuentran entre las descritas como lisa pero no plana, y plana pero no rugosa, se ilustran en la figura No 1.

Por ejemplo, en superficies reales que han sido trabajadas, la altura de las crestas pueden variar, dependiendo del método de producción, desde 0.5 micrómetros hasta 50 micrómetros



Superficie perfectamente lisa.

Lisa pero no plana



Superficie rugosa

FIGURA No.1

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Desgaste Inicial

Según el tipo de mecanismo que cause la eliminación de material de las superficies se clasifica el proceso de desgaste. Así pues, el desgaste por corrosión se refiere a la formación de fragmento débilmente unidos a la superficie y su subsecuente separación cuando dos cuerpos se encuentran en movimiento relativo. Se mencionan otras formas de desgaste, como lo es por erosión, cavitación, ludimiento y fátiga. La mayoría de los procesos de desgaste implica aparentemente la adherencia de asperezas y el corte subsecuente de las uniones o un proceso directo de abrasión de una superficie blanda por medio de un material duro, sin importar la naturaleza de la geometría de movimiento o del entorno.

Si en forma continua se grafica la pérdida de volumen o peso relacionándola con la distancia de deslizamiento, se obtiene una curva característica (ver figura No. 2) donde el punto de origen o cero corresponde al encendido de una máquina, inicialmente, la pérdida de peso es curvilínea y la relación de pérdida de peso o volumen por unidad de distancia de deslizamiento disminuye hasta que llega a Δ con la recta ΔB . La cantidad de pérdida de volumen en el régimen determinado por OA es el desgaste en el arranque inicial y AB es el estado estacionario. La pendiente del régimen estacionario es lineal y se utiliza para expresar la razón de desgaste de un material por unidad de distancia de deslizamiento y a una carga y velocidad dadas, es constante para cada material dependiendo de la naturaleza de la otra de la otra superficie.

Se ha demostrado que en ciertas partes reales el patrón de la curva es el mismo que en la figura No. 2 haciendo énfasis en la importancia del desgaste en el arranque inicial antes de

que un componente que se desliza soporte la carga total que resistirá durante su vida de operación

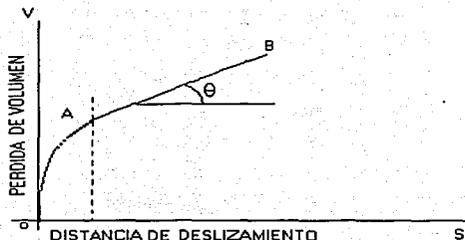


FIGURA No. 2

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tipos de Desgaste

Dependiendo de la naturaleza del movimiento o de los medios que intervienen en una interacción de metales bajo carga, los tipos de desgaste se clasifican en:

- a) Desgaste por adherencia
- b) Desgaste por abrasión
- c) Desgaste por ludimiento o frotamiento
- d) Desgaste por fatiga
- e) Desgaste por erosión

- f) Desgaste por cavitación
- g) Desgaste corrosivo.

a) Desgaste por adherencia

En este caso, el movimiento relativo puede ser deslizamiento unidireccional o de vaivén, o bien la interacción ocurre bajo carga en un contacto oscilatorio de pequeña amplitud. Se sabe que los picos superficiales que coinciden fluyen plásticamente y forman fuertes uniones endurecidas por el trabajo. A medida que éstas se rompen bajo la tracción tangencial impuesta, los sólidos van perdiendo material.

El desgaste por adherencia se define como el proceso que produce pérdida de metal entre superficies que interactúan como resultado de la adherencia entre asperezas.

En éste proceso de desgaste, a medida que comienza el deslizamiento, el contacto entre átomos elimina los átomos superficiales, de manera que la pérdida de volumen V para una distancia de deslizamiento S es:

$$V = Z A_r S \quad (1)$$

Donde A_r es el área real de contacto y Z el número de átomos que se eliminan.

$$A_r = \frac{W'}{\sigma_y} \quad (2)$$

Donde W' es la carga aplicada y (σ_y) es la presión del metal más blando

Sustituyendo A_r , obtenemos.

$$\frac{V'}{S} = z \frac{H'}{\sigma_y} \quad (3)$$

La ecuación No. 3 establece que el volumen total del material eliminado por deslizamiento es proporcional :

- A la carga normal aplicada.
- A la distancia de deslizamiento.
- Inversamente proporcional a la presión de flujo de material.

Otro modelo propuesto para el desgaste por adherencia, es suponiendo modelos superficiales cónicos, se dedujo de la siguiente forma.

Se supone una interfase en donde la superficie superior es perfectamente plana pero la superficie inferior está ondulada con asperezas metálicas de naturaleza cónica distante 0,h, 4h, 2h, 3h, etc., de la superficie plana, figura No. 3.

Se supone también que las asperezas tienen una distribución aleatoria en el espacio y que cada una tiene un ángulo base 0.

En el instante en que no hay carga la línea de referencia es $Z=0$, pero si las puntas de las asperezas son aplastadas debido al esfuerzo de contacto, la superficie superior se mueve en relación $Z=0$ en la dirección Z según se observa en la figura No. 3

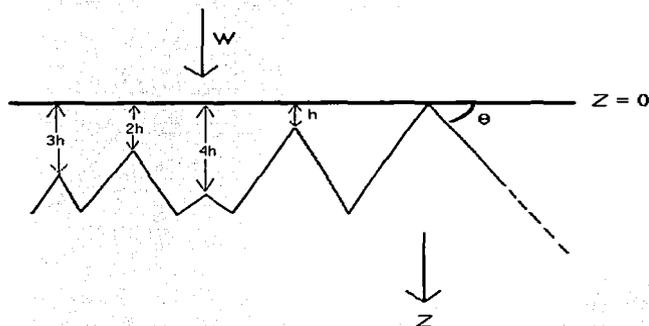


Figura No. 3

Sea n = número total de asperezas.

σ_y = presión de flujo del material inferior en la figura No. 3

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El modelo simplificado muestra que sólo la cúspide de una aspereza toca la superficie superior de manera que todas las cúspides de las n asperezas se encuentran a distancias.

$[r = 0, 1, 2, 3, \dots, n]h$ respectivamente.

Una aspereza será aplastada a un diámetro basal $2r$ dependiendo de la carga y se supone que la superficie superior elimina esta porción deformada del cono a medida que se desliza a través de una distancia $2r$. Esto se muestra esquemáticamente en la figura No. 4.

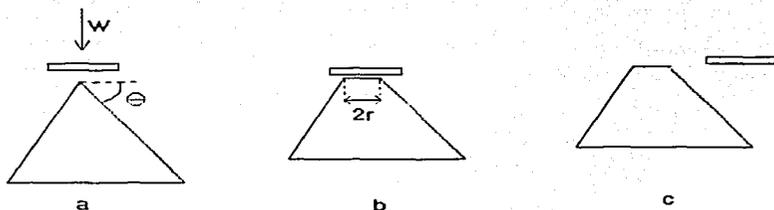


Figura No. 4

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Se supone que las superficies que se deslizan primero hacen un contacto de diámetro $2r$ y después se desplazan para hacer contacto con otra parte, con el mismo diámetro, ya que la carga es constante: así el proceso continúa hasta que hayan tenido contacto todas las n asperezas. Ahora bien, si h_0 es la altura de la porción de una aspereza cónica que se ha eliminado, el volumen ΔV de metal perdido por aspereza es.

$$\Delta V = \frac{1}{3} \pi r^2 h_0 \quad (4)$$

Pero $h_0 = r \tan \theta$

Al sustituir esto en la ecuación No. 4.

$$\Delta V = \frac{1}{3} \pi r^2 r \lg \theta = \frac{1}{3} \pi r^3 \lg \theta \quad (5)$$

Por lo tanto, el volumen eliminado por unidad de distancia de deslizamiento ΔV es.

$$\Delta V_0 = \left[\frac{1}{3} \pi r^3 \lg \theta \right] / 2r \quad (6)$$

$$\Delta V_0 = \frac{1}{6} \pi r^2 \lg \theta \quad (7)$$

Si se sustenta la premisa de que la superficie superior se mueve a través de una distancia igual al diámetro $2r$ del área de contacto en relación a la superficie inferior, el volumen desgastado por unidad de distancia deslizada debido a n asperezas.

$$V = \sum_{r=0}^{n-1} \frac{1}{6} \pi r^2 \lg \theta \quad (8)$$

Ahora $V = \sum_{r=0}^{n-1} \pi r^2 = A_t$ el área total de contacto, y

$$A_t = \frac{W}{\sigma_y}$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Por lo tanto,

$$V = \frac{1}{6} \frac{K G \rho}{\sigma_v} W \quad (9)$$

En la ecuación No. 9 se observa que el volumen de desgaste es directamente proporcional a la carga W e inversamente proporcional a la presión de flujo del metal que sufre el desgaste. El modelo es aplicable al desgaste por adherencia, o a lo que los autores denominaron desgaste mecánico.

Si suponemos una aspereza hemisférica, tendríamos.

$$V = \frac{W'}{3 \sigma_v} S \quad (10)$$

Donde S es la distancia total deslizada.

Otra forma de realizar pruebas de resistencia al desgaste es considerar la dureza previa de los materiales, esto se puede expresar como:

$$\frac{V}{S} = c \frac{W'}{H} \quad (11)$$

H - Dureza previa del metal a desgastar.

C - Constante para igualar los términos.

Considerando la ecuación No. 11 la cantidad de desgaste es directamente proporcional a la distancia de deslizamiento e inversamente proporcional a la dureza previa del metal.

Frecuentemente el desgaste adhesivo se halla bajo condiciones de contacto seco y cuando además estas superficies de contacto son metálicas, es común que en situaciones prácticas se conozca como rallado, restregado, raspado. Normalmente se conoce por una superficie desgarrada producto del movimiento relativo entre dos superficies mecánicamente unidas. Este proceso también puede resultar en la formación o pérdida de partícula de desgaste que pueden contribuir al desgaste abrasivo que mas adelante se explica.

Una superficie blanda en el microscopio es una serie de crestas y valles; cuando dos superficies son obligadas a deslizarse una sobre la otra, una traba o fuerza friccional se opone al movimiento y la de formación plástica de las asperezas es lo que ocasiona esto. Los altos esfuerzos de contacto causan soldadura local y llegan a contener grandes esfuerzos, si se siguen forzando a deslizar las superficies se provoca la ruptura en la base de las asperezas que es el punto más débil en ese momento. El desgaste adhesivo es directamente proporcional a la carga aplicada, velocidad, temperatura área real de contacto y la dureza de las superficies que rozan.

b) Desgaste por abrasión

Los abrasivos son tan antiguos como el mismo hombre, y desde los tiempos más remotos han sido empleados por él, primero en su estado natural, y en los últimos años, elaborados artificialmente. Desde el pedazo de piedra natural de silicio pasando por el abrasivo natural aglomerado, el artificial obtenido por el horno eléctrico, hasta la moderna muela de

diamante. se ha recorrido un largo camino de miles de años; actualmente se trabaja con abrasivos artificiales materiales tan diversos como la madera, plástico, tejido, fieltro, huesos, piedras de todas clases, cuero, porcelana, fibra, cristal, carbón, caucho y todos los materiales conocidos.

En la moderna industria, el abrasivo es considerado tan imprescindible que sin él no podría lograrse el grado de precisión exigido en las modernas máquinas actuales. Su aplicación se debe en gran parte el logro de industrias tales como las del automóvil, la aviación y toda la mecánica de precisión. La producción económica de grandes series y la intercambiabilidad de piezas por el sistema de tolerancia han sido posibles gracias a los abrasivos; pero nos encontramos con que, aun reconociendo su gran importancia, todavía la técnica de su uso es poco conocida por muchas personas que vienen empleándolos normalmente, y una gran parte de este desconocimiento hace que no se apliquen con la extensión posible o que no sean aprovechadas todas sus enormes posibilidades.

Las partículas abrasivas producidas por los residuos del desgaste o partículas extrañas como polvo circundante permanecen atrapadas en la superficie deslizante y eliminan material principalmente por formación de surcos.

Bowden y Tabor demuestran que durante el hundimiento el volumen total del surco marcado por centímetros de deslizamiento es $w/2\sigma_y$, donde w es la carga normal aplicada y σ_y es la presión de presión de flujo metal blando que sufre la abrasión. Entonces la resistencia de desgaste por abrasión se expresa como:

$$R = 2\sigma_y / W \quad (12)$$

Entonces mientras más duro sea el material más resistente será a la abrasión. Kragelskii resumió el trabajo de Krushchov y Babichev, quienes obtuvieron la siguiente relación para metales comercialmente puros:

$$\frac{R_2}{R_1} = A \frac{H}{\sigma}$$

Donde

R_1 = Resistencia al Desgaste de una muestra de referencia.

R_2 = Resistencia al Desgaste del material que se investiga

A . = Constante (área de contacto a desgastar de la muestra)

H = Dureza del material que se investiga

σ = Presión de contacto normal aparente.

c) Desgaste por Ludimiento o Frotamiento

Este tipo de desgaste aparece como resultado del movimiento oscilatorio de dos superficies en contacto. En la mayoría de los equipos mecánicos, químicos o estructurales, hay muchas superficies que se deslizan en pequeña amplitud. Esto no es necesariamente intencional y puede deberse a la vibración de las máquinas que producen un movimiento oscilatorio, por ejemplo en una junta bridada. El resultado de esto es el ludimiento o desgaste por vibración; que se define como un proceso de desgaste que se produce entre dos superficies que un movimiento oscilatorio relativo de pequeña amplitud. Actualmente se sabe bastante acerca de los aspectos de la fricción, el desgaste y la lubricación en los casos en que ocurre un deslizamiento de poca amplitud entre 2 superficies.

Para estudiar el desgaste por deslizamiento, la magnitud del desgaste por vibración o ludimiento se evalúa representando en forma gráfica la pérdida de peso de una muestra respecto del número de oscilaciones.

El ludimiento en función del número de ciclos depende también de la carga normal aplicada que causa adherencia de las asperezas, lo que da lugar a una situación de desgaste a medida que las áreas de contacto se deslizan, se producen ruidos de desgaste que se acumulan en el valle adyacente.

Las Cuatro etapas del Ludimiento

Los pasos durante el deslizamiento relativo y modo de desgaste es como sigue:

1. Lo que causa adherencia de las asperezas es la carga normal aplicada y da lugar a una situación como se observara en la figura No. 5 pero a medida que las áreas de contacto se deslizan, se producen residuos de desgaste que se acumulan en el valle adyacente.

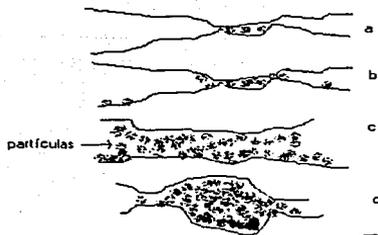


FIGURA No. 5

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2. Lo que da paso a un mecanismo por abrasión es el desgaste por adherencia y las partículas endurecidas por trabajo desgasta el metal a su alrededor lo que hace que la zona e desgaste se difunda hacia los lados, ver figura No. 5b

3. Las partículas ya no pueden estar contenidas en la zona inicial cuando la abrasión ya no es suficiente y escapan a los valles adyacentes, figura No.5c

4. Debido al endurecimiento por trabajo y el esfuerzo máximo ahora la naturaleza del contacto es elástica y se encuentran el centro, de manera de la geometría se hace curva como se muestra en la figura No.5d. Esto es una micropicadura y en los valles adyacentes se desarrollan cavidades similares. A medida que la oscilación continua, estas micropicaduras coalescen para formar cavidades más grandes y profundas.

d) Desgaste por fatiga

Surge como resultado de las cargas cíclicas un ejemplo se encuentra en los baleros con rodillos que produce pérdida de material al desbastarse las capas superficiales. Cuando las partículas duras inciden sobre los sólidos se produce desgaste por Erosión, y cuando un componente rota en un medio fluido habrá erosión por cavitación.

Es probable que el modo predominante de la mayoría de los tipos de desgaste sea por desprendimiento de la superficie por fatiga, ya sea que la naturaleza del movimiento sea unidireccional o de vaivén. Clasificar un tipo particular de falla como desgaste por fatiga

puede ser confuso. Sin embargo, a fin de hacer una clasificación el término desgaste por fatiga se reserva para identificar las fallas de contacto lubricado en casos como los de baleros de bolas o rodillo, engranes, levas y mecanismos impulsores de fricción. La pérdida de material es por desprendimiento de capas superficiales y por picaduras, como en los engranes.

Se piensa que las grietas por fatigas aparecen por debajo de la superficie e un punto en que el esfuerzo cortante es máximo. Obviamente puede lograr una mejoría en la vida de estos elementos si se trabaja con una carga de contacto baja y el método más preferido en la industria es producir componentes con una profundidad óptima de capa endurecida junto con un buen acabado superficial. El propósito de esta capa externa es obtener una masa con un alto límite de resistencia en una región vulnerable a la iniciación de grietas.

También existe un tipo de desgaste que se relaciona con el desgaste por fatiga conocido como desgaste por fatiga superficial, en la fatiga una superficie experimenta esfuerzos cíclicos repetidos que le producen ruptura. Ya que es un deterioro gradual debido al uso la falla por fatiga se incluye en el estudio de desgaste para incrementar la resistencia a la fatiga se necesita un diseño adecuado para eliminar las concentraciones de esfuerzos en muescas y ángulos agudos, además las fallas por fatiga se deben siempre a esfuerzos de tensión y un esfuerzo residual compresivo en la superficie proporcionará protección adicional y es posible llevarse a cabo esto por endurecimiento superficial.

e) Desgaste por erosión

Es el proceso de eliminación de metal provocado por la incidencia de partículas sólidas sobre una superficie. Mientras que la erosión en la cual el movimiento relativo de las partículas es casi normal a la superficie erosionada, es llamado erosión incidente; La

erosión en la cual el movimiento relativo de las partículas sólidas es casi paralelo a la superficie erosionada se le llama erosión abrasiva este desgaste involucra pérdida de superficie de material por contacto con un fluido que contiene partículas. El movimiento relativo entre la superficie y el fluido es esencial en este proceso y la fuerza que actúa en las partículas que ocasionan el daño se aplica cinemáticamente, aunque involucra partículas sólidas. Otro tipo denominado erosión por líquido incidente es ocasionado por gotas llevadas en movimiento rápido de una corriente de gas.

f) desgaste por cavitación

La erosión por cavitación se presenta cuando un sólido se mueve a alta velocidad en un medio líquido mientras que el desgaste por erosión implica una acción meramente mecánica, se cree que la acción por cavitación esta relacionada con la función de burbujas dentro del medio líquido a través del cual pasa el componente sólido. Para la prueba de materiales en el laboratorio el método preferido es el uso de un tubo de Venturi. La erosión por cavitación se atribuye a la desintegración mecánica del metal bajo estos impulsos de alta presión se ha demostrado que la fuerza del impacto causado excede el punto de fluencia de la mayoría de los metales.

g) Desgaste corrosivo

El medio ambiente y una reacción química o electroquímica produce el desgaste corrosivo. A veces la reacción química ocurre primero y después la reacción de los productos de la corrosión por acción mecánica, de cualquier forma resultan partículas muy pequeñas que después reaccionan con el medio.

La reacción química y la acción mecánica pueden acrecentarse mutuamente. Y la superficie del material es cambiada químicamente por factores del entorno, que provoca la formación de una capa superficial con propiedades que difieren de aquellas del material original; consecuentemente esta puede desgastarse distintamente. En cambio puede inducir fractura por la interferencia de la capa superficial y el material original resultando en la remoción de la capa superficial completa. En tal caso el comportamiento efectivo del desgaste del sistema es función del tiempo para el crecimiento de la capa superficial y los contactos de desgaste.

En este desgaste los parámetros químicos son más efectivos que los mecánicos. Las transiciones en el comportamiento del desgaste son función de parámetros tales como la temperatura y la velocidad. A un lado de la transición muestra poca o ninguna formación de capa mientras que en el otro la formación de una capa significativa es más evidente.

A una velocidad alta de deslizamiento la superficie puede no tener tiempo para oxidarse entre contactos, sin embargo a una velocidad baja sí puede.

La formación de una capa no es necesariamente un medio de incremento de desgaste; ya que ciertas capas reducen el desgaste como algunos óxidos del cobre y acero tienen excelente resistencia al desgaste, en el desgaste mecánico, la corrosión química puede combinarse con otros factores de desgaste.

CAPÍTULO II**DISEÑO MECÁNICO DE LA MÁQUINA DE PRUEBAS DE DESGASTE.**

Se plantea realizar un diseño que sea económico y funcional, considerando que los precios en el mercado de este tipo de máquinas es muy elevado. Por lo que para el diseño se han seleccionado materiales de bajo precio y accesibles, como son el aluminio, hierro colado y bronce, materiales que nos garantizan un buen funcionamiento y durabilidad.

Para llevar a cabo el diseño mecánico se planteó realizar una serie de piezas por separado y posteriormente ensamblarlas en un solo dispositivo.

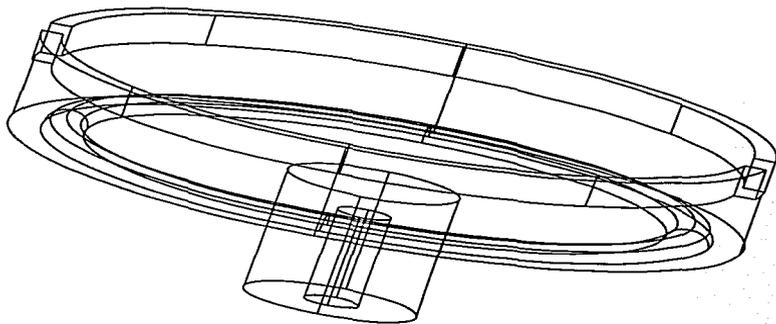
Es importante mencionar que las acotaciones en el diseño de este dispositivo fueron realizadas utilizando el sistema de unidades inglesas aunque para fines más prácticos sea conveniente hacer la conversión al sistema internacional de unidades.

PORTA DISCOS DE DESGASTE.

Este dispositivo se diseñó con la idea de hacer versátil su uso ya que se podrá cambiar el disco de pruebas de una manera muy sencilla según sea la necesidad de dureza y rugosidad que se requiera del metal. Se sugiere que la dureza del disco cuando menos sea el doble que la dureza del material a desgastar.

Figura No. 6

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



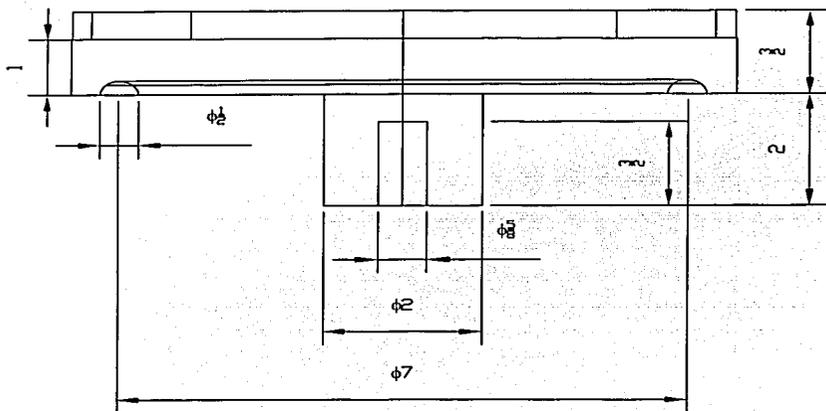
UNAM-FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

ISOMÉTRICO DEL PORTADISCOS DE DESGASTE (Acot. ver fig. 7 y 8)

JULIO MIGUEL CHÁVEZ LÓPEZ ESC. 112 ACOT. PULGADAS FECHA: 2003

Figura No. 7

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



UNAM-FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

V. F. DEL PORTADISCOS DE DESGASTE

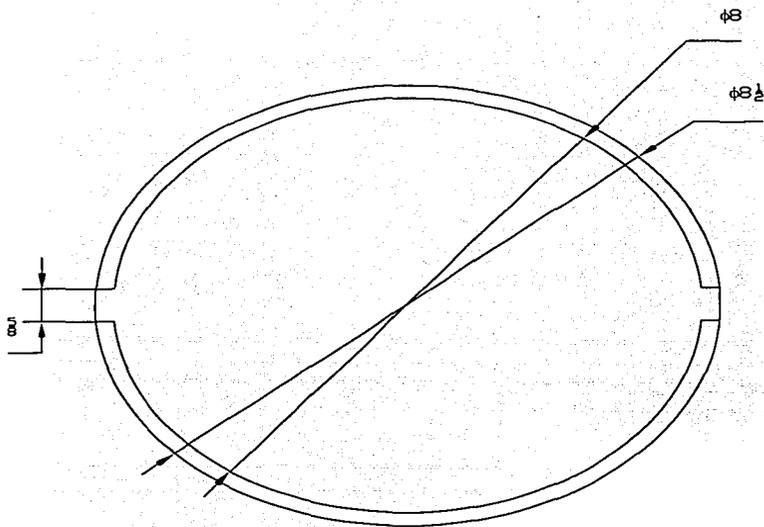
JULIO MIGUEL CHÁVEZ LÓPEZ

ESC. 1-2

ACDT. PULGADAS

FECHA: 2003

Figura No. 8



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

UNAM-FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTILÁN

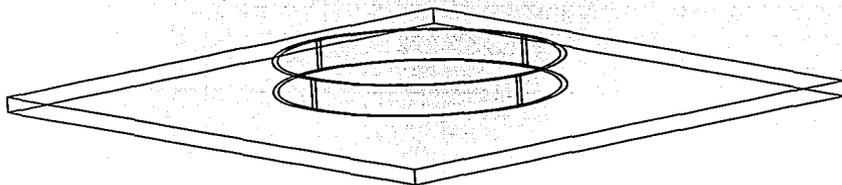
V. S. DEL PORTADISCOS DE DESGASTE

JULIO MIGUEL CHÁVEZ LÓPEZ | ESC. 12 | ACOT. PULGADAS | FECHA: 2003

BASE ESTABILIZADORA PARA EL MOTOR.

Este dispositivo se diseño con una placa de acero de 1 ½" de espesor por 16" de lado con una masa aproximada de 40 kg. Con el fin de evitar por un lado el torque que se genera al girar la flecha del motor con el roce del material a desgastar. Por otra parte evitar la vibración que genera el propio movimiento del motor, debido a las velocidades con que gira (100 rpm. a 1800 rpm.).

Figura No. 9



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

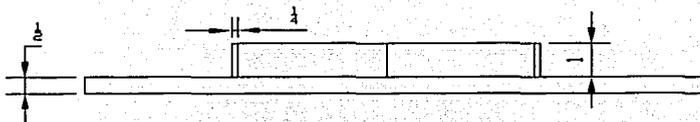
UNAM-FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

ISOMETRICO DE BASE MÁQUINA DE DESGASTE (Acot. ver fig. 10 y 11)

JULIO MIGUEL CHÁVEZ LÓPEZ | ESC. 1/2 | ACOT. PULGADAS | FECHA: 2003

Figura No. 10

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

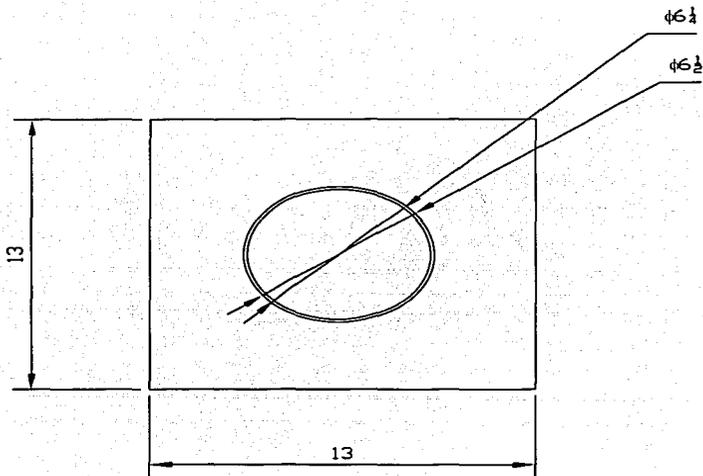


UNAM-FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

V. F. BASE MÁQUINA DE DESGASTE

JULIO MIGUEL CHÁVEZ LÓPEZ | ESC. 12 | ACOT. PULGADAS | FECHA: 2003

Figura No. 11



UNAM-FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

V. S. BASE MÁQUINA DE DESGASTE

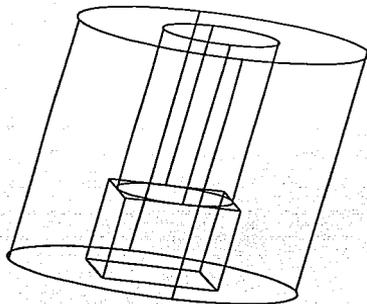
JULIO MIGUEL CHÁVEZ LÓPEZ | ESC. 1-2 | ACOY. PULGADAS | FECHA: 2003

DISPOSITIVO DE CONTRAPESO Y SOSTIÉN DE LAS PROBETAS DE DESGASTE.

El diseño de este dispositivo cubre dos funciones importantes a la vez, la primera es sostener la probeta de desgaste alianzándola al cuerpo propio de este dispositivo y la segunda función, es presionar con una fuerza constante a la probeta de desgaste contra el disco previamente elegido, aprovechando la fuerza de gravedad para así obtener un contrapeso constante que nos permita encontrar resultados más fidedignos

Figura No. 12

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



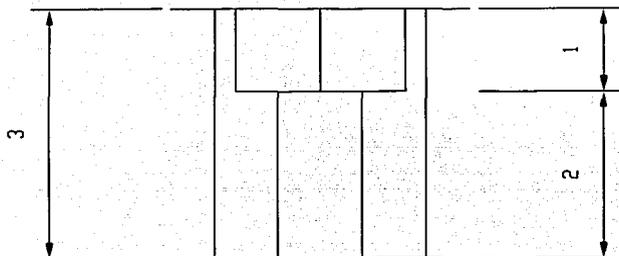
UNAM-FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTILÁN

ISOMÉTRICO DE PESA DE DESGASTE (Acot. ver figura 33, 34 y 35)

JULIO MIGUEL CHÁVEZ LÓPEZ | ESC. 1/2 | ACOT. PULGADAS | FECHA: 2003

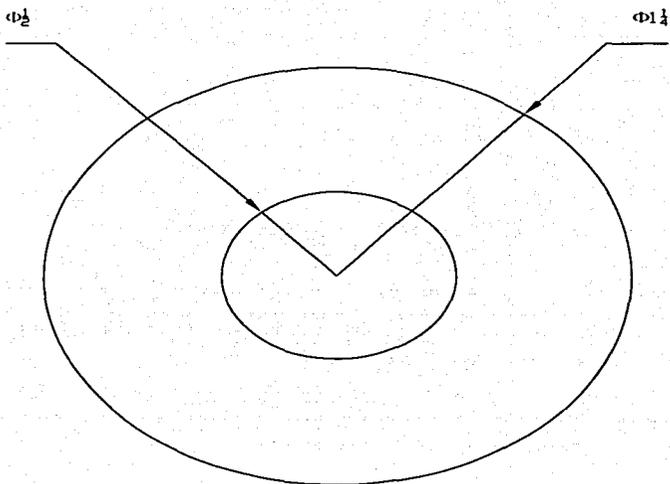
Figura No. 13

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



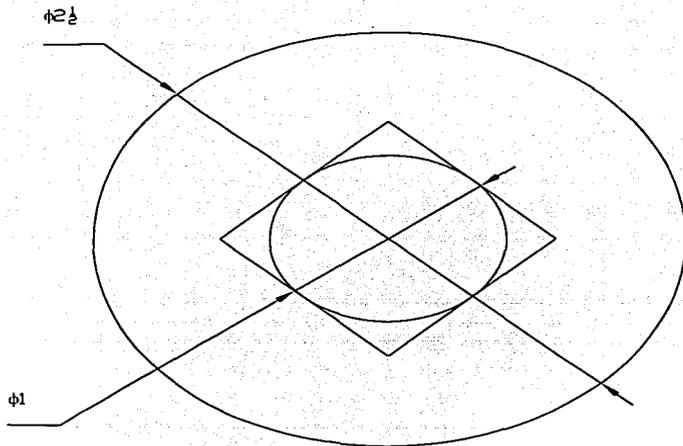
UNAM-FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN			
V. F. DE PESA DE DESGASTE			
JULIO MIGUEL CHÁVEZ LÓPEZ	ESC. 21	ACOT. PULGADAS	FECHA: 2003

Figura No. 14



UNAM-FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN			
V. I. DE PESA DE DESGASTE			
JULIO MIGUEL CHÁVEZ LÓPEZ	ESC. 21	ACDT. PULGADAS	FECHA: 2003

Figura No. 15



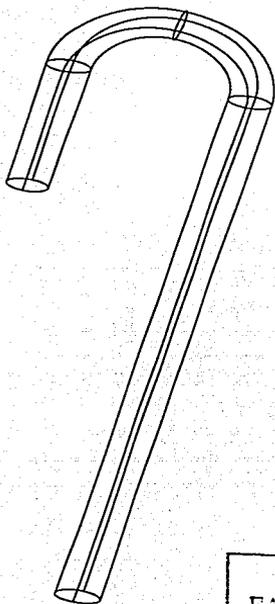
**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

UNAM-FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTILÁN			
V. S. DE PESA DE DESGASTE			
JULIO MIGUEL CHÁVEZ LÓPEZ	ESC. 21	ACDT. PULGADAS	FECHA: 2003

BASTÓN GUÍA PARA DISPOSITIVO DE CONTRAPESO

El diseño de este bastón es para darle una posición constante a la probeta y guiar el dispositivo llamado pesa de desgaste para su buen funcionamiento

Figura No. 16



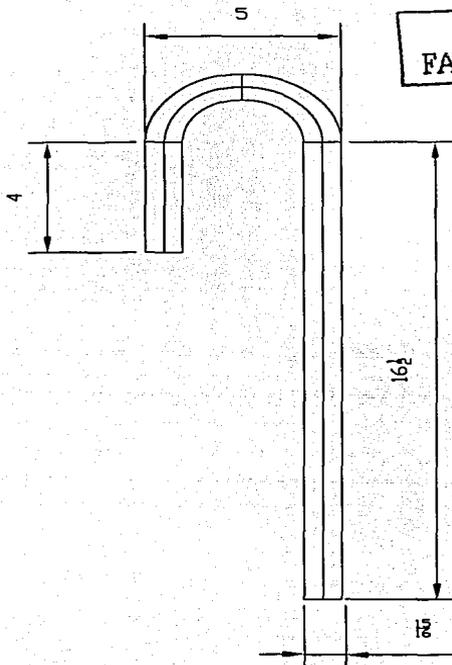
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

UNAM-FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

ISOMÉTRICO DE BASTÓN POSICIONADOR DE DESGASTE (Acot. ver fig. 17 y 18)

JULIO MIGUEL CHÁVEZ LÓPEZ | ESC. 12 | ACOT. PULGADAS | FECHA: 2003

Figura No. 17



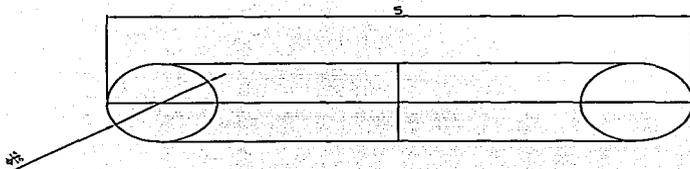
UNAM-FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

V. F. DE BASTÓN POSICIONADOR DE DESGASTE

JULIO MIGUEL CHÁVEZ LÓPEZ ESC. 1/3 ACDT. PULGADAS FECHA: 2003

Figura No. 18

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



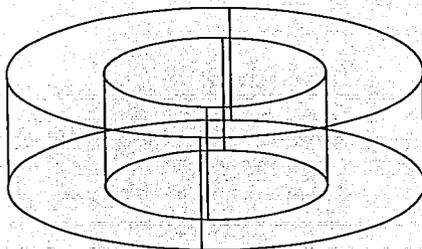
UNAM-FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN			
V. S. DE BASTÓN POSICIONADOR DE DESGASTE			
JULIO MIGUEL CHÁVEZ LÓPEZ	11	ACOT. PULGADAS	FECHA: 2003

BALERO POSICIONADOR DE BASTÓN GUÍA.

Este dispositivo es la base giratoria y su función principal es hacer girar el bastón para colocar la probeta en el radio deseado, el cual conviene que sea constante para comparar el desgaste de las diferentes probetas metálicas.

Figura No. 19

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



UNAM-FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

ISOMÉTRICO BALERO POSICIONADOR (Acot. ver fig. 42 y 43)

JULIO MIGUEL CHÁVEZ LÓPEZ

ESC. 21

ACOT. PULGADAS

FECHA: 2003

Figura No. 20

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



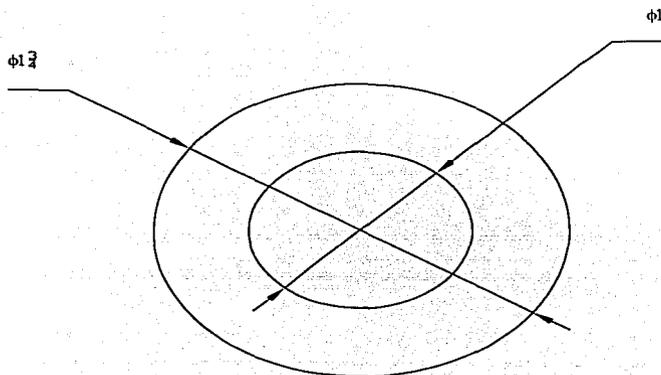
UNAM-FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

V. F. DE BALERO POSICIONADOR

JULIO MIGUEL CHAVEZ LOPEZ | ESC. 2-1 | ACOT. PULGADAS | FECHA: 2003

Figura No. 21

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



UNAM-FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

V. S. DE BALERO POSICIONADOR

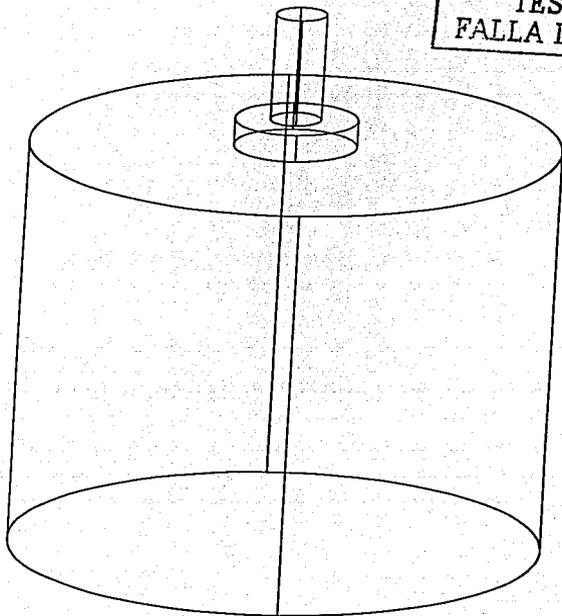
JULIO MIGUEL CHÁVEZ LÓPEZ | ESC. 21 | ACOT. PULGADAS | FECHA: 2003

MOTOR.

Es el dispositivo generador de la fuerza motriz, para obtener el movimiento rotatorio entre el disco y la pieza de desgaste, pudiendo ser este a diferentes velocidades.

Figura No. 22

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



UNAM-FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

ISOMÉTRICO DE MOTOR

JULIO MIGUEL CHÁVEZ LÓPEZ

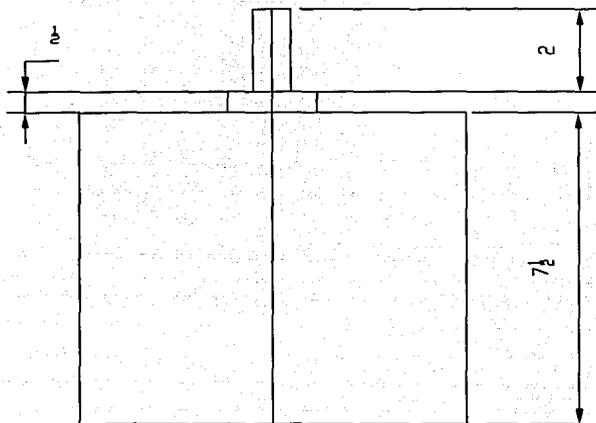
ESC. 1-2

ACOT. PULGADAS

FECHA: 2003

Figura NO. 23

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



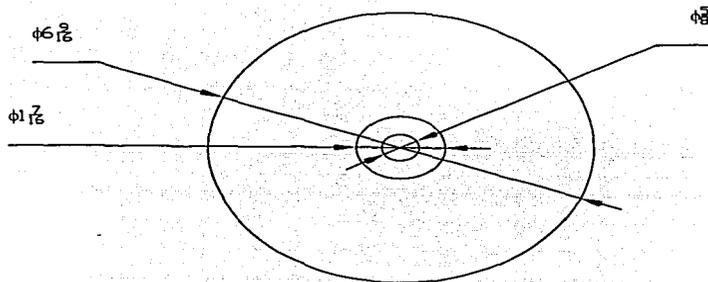
UNAM-FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTILÁN

V. F. DE MOTOR

JULIO MIGUEL CHÁVEZ LÓPEZ | ESC. 1/2 | ACOT. PULGADAS | FECHA: 2003

Figura NO. 24

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

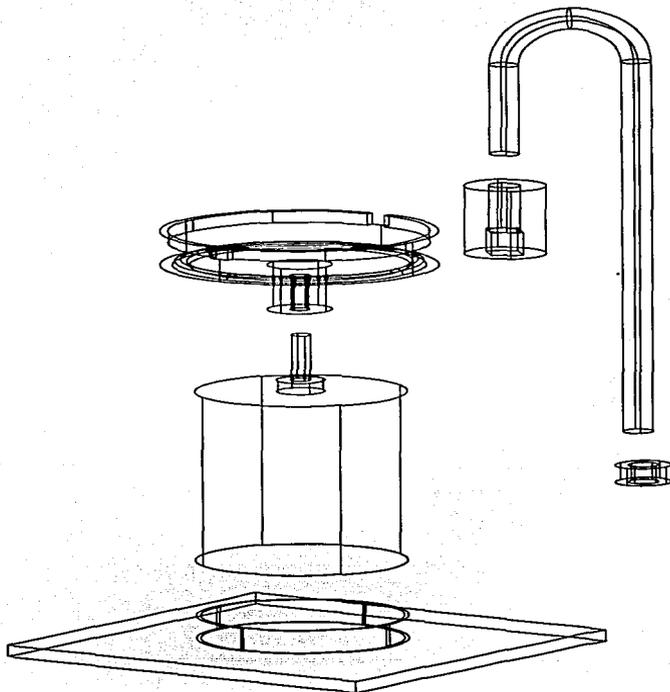


UNAM-FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

VISTA SUPERIOR DE MOTOR

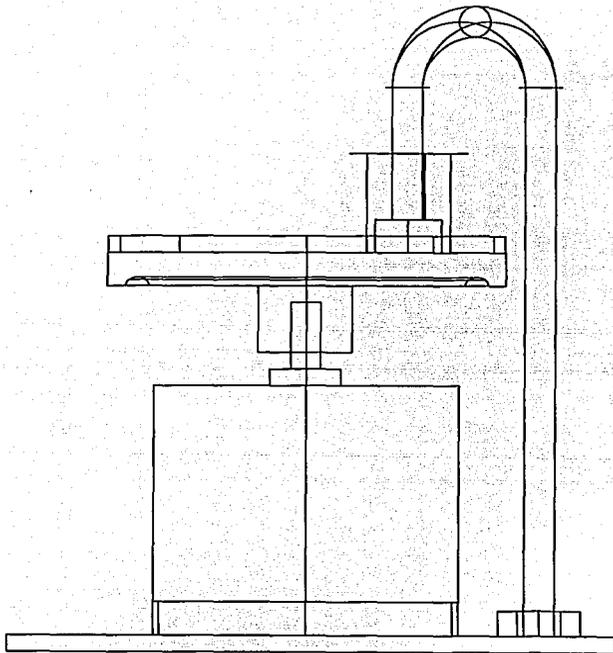
JULIO MIGUEL CHÁVEZ LÓPEZ | ESC. 12 | ACOT. PULGADAS | FECHA: 2003

Figura NO. 25



UNAM-FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTILÁN			
PREENSAMBLE DE LA MÁQUINA			
JULIO MIGUEL CHÁVEZ LÓPEZ	ESC. 12	ACOT. PULGADAS	FECHA: 2003

Figura No. 26

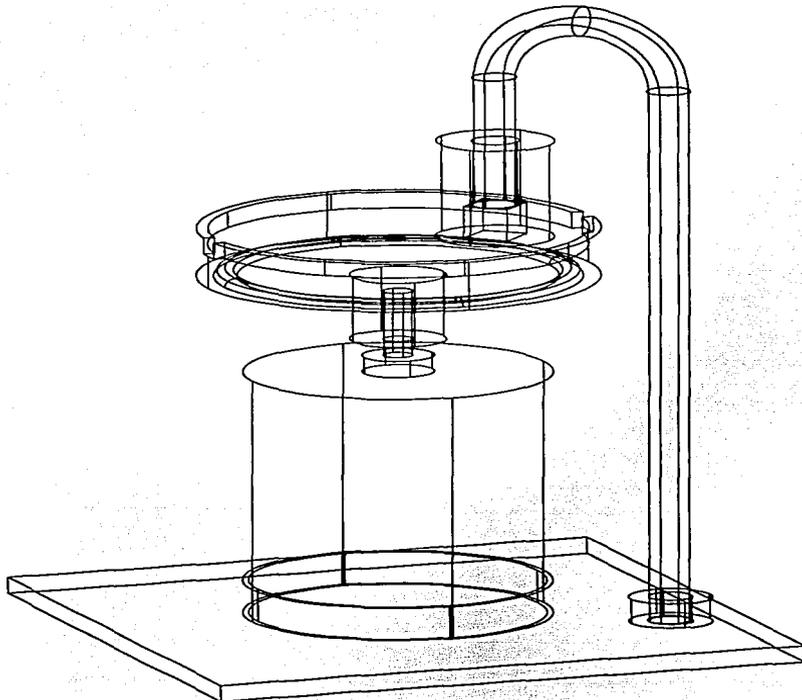


UNAM-FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

V. F. DE LA MÁQUINA ENSAMBLADA

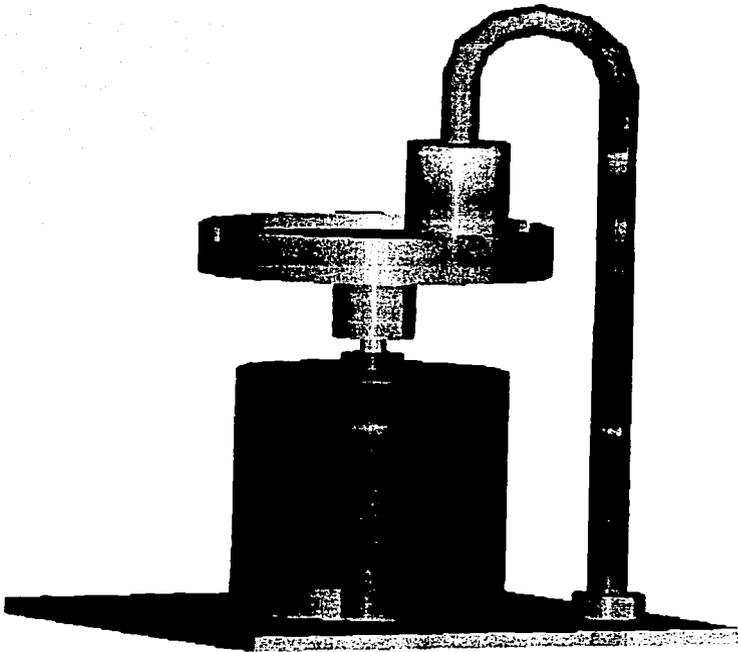
JULIO MIGUEL CHAVEZ LOPEZ | ESC. 21 | ACDT. PULGADAS | FECHA: 2003

Figura NO. 27



UNAM-FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN			
ISOMÉTRICO MÁQUINA DE DESGASTE			
JULIO MIGUEL CHÁVEZ LÓPEZ	ESC. 12	ACOT. PULGADAS	FECHA: 2003

Figura No. 28



UNAM-FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

SÓLIDO MÁQUINA DE DESGASTE

JULIO MIGUEL CHÁVEZ LÓPEZ

ESC. 21

ACOT. PULGADAS

FECHA: 2003

CAPÍTULO III**DISEÑO ELÉCTRICO DE LA MÁQUINA DE PRUEBAS DE DESGASTE.**

En el diseño del sistema eléctrico se considera la alimentación, la protección y el control de los siguientes elementos:

- Motor de corriente alterna
- Controlador de velocidad
- Medidor digital de tiempo .

El motor tiene las siguientes características:

- Alimentación monofásica (127 volts)
- Velocidad máxima 1755 r.p.m.
- Frecuencia 60 hz
- Amperes a plena carga 6.6 amp.
- Temperatura máxima 80 ° C
- Peso 8.6 kg.
- Potencia. 1/3 de hp.
- Arranque a tensión plena.

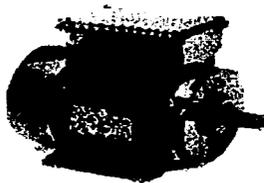


Figura No. 29

Las características del control de velocidad y del medidor de tiempo se especifican en el capítulo siguiente.

Para el control del motor y los medidores se propuso el siguiente arreglo considerando los siguientes elementos:

- Arrancador tipo "A" (para menos de 5 hp).
- Estación de botones
- Fusibles de 10 amp.
- Lámparas de señalización

DIAGRAMA DE CONTROL

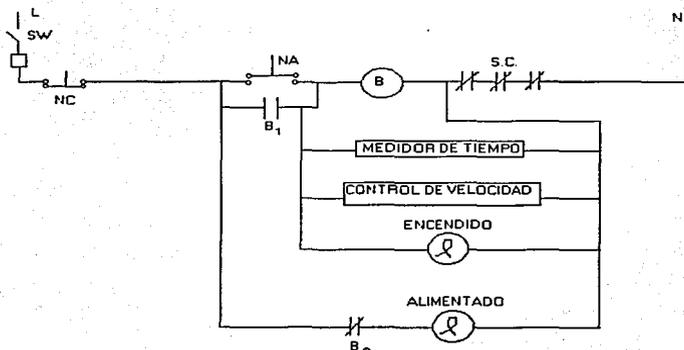


Figura No. 30

DIAGRAMA DE FUERZA

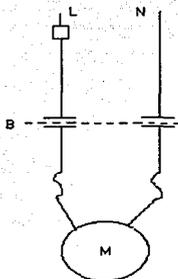
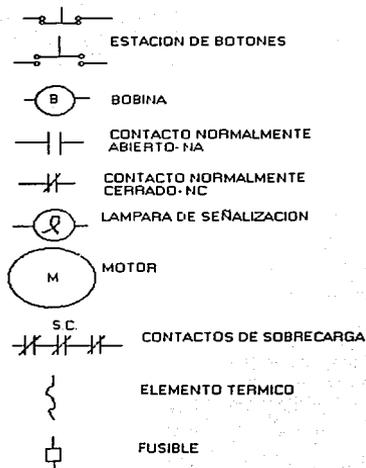


Figura No. 31

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

SIMBOLOGÍA



Descripción de la operación del sistema eléctrico.

El sistema esta alimentado con voltaje de corriente alterna monofásico a 127volts, está controlado a través de un arrancador termo magnético y cuenta con lámparas de señalización.

El funcionamiento del circuito comienza cuando se activa una alimentación a través del interruptor de cuchillas (SW) y se enciende la lámpara de alimentación indicándonos que el circuito esta energizado; para arrancar la máquina se debe de apretar el botón de arranque(NA), energizando con esto a la bobina "B" y cerrando el contacto de sello (B₁) y

abriendo el normalmente cerrado (B_2), dando como resultado que el circuito quede energizado y funcionando en ese momento la máquina de desgaste, el medidor de tiempo, el variador de velocidad y la lámpara de señalización de encendido. Para apagar el sistema basta con presionar el botón de paro (NC).

Considerando que el medidor de tiempo y el variador de velocidad cuentan con un sistema de encendido y apagado propio.

CAPÍTULO IV**MEDIDORES ELECTRÓNICOS***Velocidad.*

Para la medición y control de velocidad se optó por usar un equipo marca Varitel, modelo "XTRAVERT", este equipo se consiguió para realizar el prototipo del equipo de desgaste,

En general cuenta con las siguientes características:

- Display
- Cinco entradas digitales y dos entradas analógicas.
- Dos salidas a relé y una salida analógica.
- Alta capacidad de sobrecarga.
- Capacidad de operación a 50 °C.
- Opción de frenado dinámico para detenciones rápidas.

Con este aparato se logra que el arranque sea suave, el torque se limite al necesario, la aceleración ajustable y la corriente de arranque sea baja.

Con este equipo se logra mantener una velocidad bajo cambios ligeros de carga, lo que se requiere para realizar las pruebas de resistencia al desgaste.

Sus especificaciones son las siguientes.

-Tensión de entrada de 1 a 200 VCA.

-Rango de frecuencia de la entrada de 48 – 62 Hz.

-Factor de potencia de entrada $> 0,99$

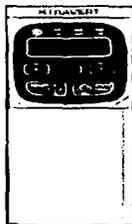
-Salida de servicio por falla en alimentación > 1 seg.

Las salidas del equipo son:

Capacidad de sobrecarga de corriente de 150 % durante 30 seg.

Rango de frecuencia 0 a 120 hz.

Temperatura de operación de 0 a 50 °C



VARIADOR DE VELOCIDADES

figura No. 32

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tiempo

Dentro de la prueba de resistencia al desgaste para un material, es importante el conocimiento de tiempo en que se realizó la prueba, siendo un parámetro que nos indica el nivel de resistencia al desgaste en función de la masa perdida. El tiempo se puede obtener por medio de diferentes medidores:

Cronómetro analógico.

Cronómetro digital.

cual consta de los siguientes elementos:

- Fuente de alimentación
- Generador de pulsos.
- Contador
- Decodificador
- Compuertas lógicas
- Display

A continuación se muestra un diagrama del medidor de tiempo.

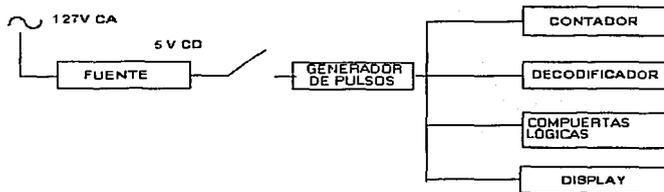


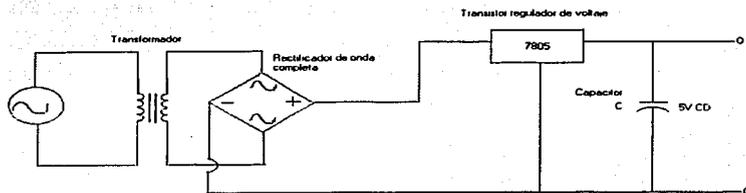
DIAGRAMA GENERAL DEL MEDIDOR DE TIEMPO

Figura No. 33

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La fuente de alimentación: Consta de un transformador, rectificador de onda completa y un transistor regulador de voltaje:

La fuente de alimentación: Consta de un transformador, rectificador de onda completa y un transistor regulador de voltaje:



FUENTE DE ALIMENTACIÓN

Figura No.34

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La fuente tiene las siguientes características 127 VCA a 5 VCD a 5 A, esta se usa para la alimentación de todo el circuito del medidor de tiempo.

Generador de pulsos: Por medio de un circuito oscilador, formado con un integrado LM 555, podemos obtener los pulso necesarios para alimentar a nuestro contador de tiempo. La frecuencia se obtiene a través de el capacitor (C_2) y la resistencia variable R_3 (0 – 10 $K\Omega$), recordando que la constante de tiempo viene dada por:

Si lo que necesitamos es medir minutos entonces la constante de tiempo total será 60 segundos.

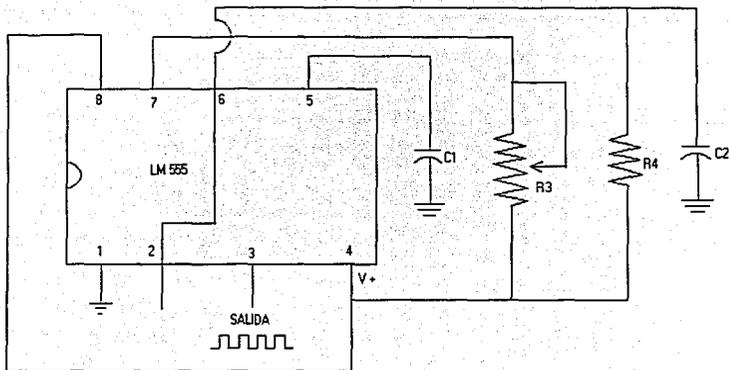
Si se sugiere un capacitor con un valor de 2200 μF , se necesitará una resistencia de 5454 Ω .

$$R_1 = \frac{12\text{seg}}{2200\mu\text{F}} = 5454\Omega$$

Por consiguiente se debe calibra a una frecuencia de 0.016667 Hz, para obtener 60 segundos.

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{Hz}$$

A continuación se muestra el diagrama electrónico.



GENERADOR DE PULSOS

Figura No. 35

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Lista de material

- circuitro integrado LM 555
- Capacitor cerámico de 0.047 F (C_1)
- Capacitor cerámico de 2200 μF (C_2)
- Resistencia variable de 0 – 10 $\text{K}\Omega$ a 1 WATT (R_3)
- Resistencia de 10 $\text{K}\Omega$ a ½ WATT (R_4)

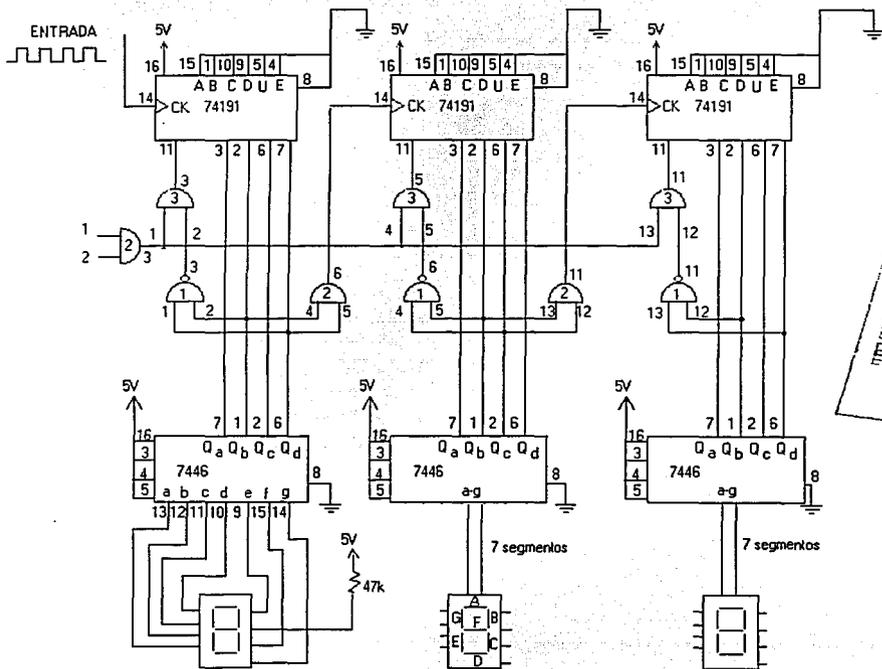
Contador, decodificador, compuertas lógicas y display:

El medidor consta de cuatro etapas. en la primera se encuentran los circuitos integrados 74191, contadores binarios de 0 a 15, estos se encargan de llevar el conteo atendiendo a los pulsos obtenidos del oscilador (generador de pulsos).

La segunda etapa es el control del conteo según sean los minutos u horas, esto se logra por medio de compuertas AND (7408) y compuertas NAND (7400), conectándolas de tal forma que el primer contador tenga un conteo de 0 a 10 y alcanzando el valor 10 se resetee a cero para volver a iniciar el conteo, esto se logra alimentando a la compuerta que alimenta al RESET en las terminales 2 y 7 del contador, además con la misma condición se alimenta a otra compuerta para dar un pulso a el siguiente contador. El segundo contador tendrá que contar del 0 al 6 debido a que el marcara las décadas de minutos y su control se volverá a realizar por medio de compuertas AND y NAND, de tal forma que la compuerta se alimenta para su reseteo con las terminales 2 y 6 del circuito contador, de igual forma se alimenta otra compuerta para mandar un pulso al contador siguiente. El tercer contador contará de 0 al 9; dando un rango al medidor de tiempo de 10 horas, como en los casos anteriores su control es a través de compuertas, en este caso se manda a cero el contador cuando la compuerta se alimenta de las terminales 2 y 7 del circuito contador. En todos los caso cuando se indica alimentadas es cuando se tiene un estado lógico alto o un 1 lógico.

La tercera etapa, esta constituida por los decodificadores 7446 de sistema binario a decimal, estos tienen justamente la función de traducir un número binario a un número en forma decimal, para poderlo mostrar en un display.

La cuarta etapa son los display, elementos que se encargan de mostrar el conteo a partir de encender sus segmentos para presentar los números en que va. En este caso los display que se ocuparon son de ánodo común.



CONTADOR DE TIEMPO

Figura No. 36

CAPÍTULO V

PRUEBAS DE DESGASTE UTILIZANDO LA MÁQUINA

Una de las pruebas determinantes para caracterizar a cualquier material metálico es la prueba de resistencia al desgaste. Recordando que el desgaste en los materiales es un factor de los más importantes en la vida de cualquier equipo.

Para este trabajo se pretende aplicar el equipo diseñado para realizar las pruebas a una serie de probetas de una aleación de cobre, esto debido a que se tienen caracterizadas por su dureza y su tratamiento térmico, estas probetas se consiguieron de un estudio que se está realizando para sustituir el Berilio, por aleaciones de Cobre en los émbolos para moldes de aluminio, se ha determinado que la aleación a usar sea la C18000 (base cobre, níquel, cromo y fierro).

Para realizar la prueba de resistencia al desgaste se consideraron ocho muestras, las cuales tiene un determinado tratamiento térmico.

MUESTRA	TRATAMIENTO TÉRMICO	DUREZA R13
1	SIN TRATAMIENTO TÉRMICO	22.83
2	TEMPLADA	-2.22
3	ENVEJECIDA TRES HORAS	51.93
4	ENVEJECIDA CINCO HORAS	51.53
5	DOS ENVEJECIMIENTOS DE TRES HORAS CADA UNO	59.07
6	DOS ENVEJECIMIENTOS UNO DE TRES HORAS Y OTRO DE CINCO HORAS	61.23
7	DOS ENVEJECIMIENTOS UNO DE CINCO HORAS Y OTRO DE TRES HORAS	51.92
8	DOS ENVEJECIMIENTOS DE CINCO HORAS CADA UNO	58.57

Tabla No. 1

Se planeo llevar a cabo la prueba considerando que lo esencial es obtener una relación de la resistencia al desgaste contra el tipo de tratamiento térmico que se le ha realizado a cada muestra.

Para realizar la prueba de resistencia al desgaste se considero el método de desgaste por "Adherencia", por ser uno de los mas fáciles de implementar y por ser uno de los más usados, se realizo usando la máquina de desgaste, considerando controlar las siguientes variables:

- Velocidad angular constante (2000 r.p.m.)
- Contrapeso constante (500 gr.)
- Tiempo de desgaste constante (25 min/muestra).
- Área de contacto constante (1 pulgada lo más aproximado posible).

Debido a que el interés es observar el comportamiento de como el material se desgasta dependiendo a que tipo de tratamiento térmico se ha sometido, se procedió a basar el análisis en la pérdida de masa, por tal motivo se utilizó una balanza del tipo analítico para tomar las medidas de peso de cada muestra antes y análisis de la prueba.

Se realizaron tres pruebas por muestra y se considero para realizar el análisis de los resultados un valor promedio.

Para la prueba se utilizo un disco de desgaste de acero SW 55 con una dureza de 60 RC.

RESULTADOS DE LA PRUEBA DE DESGASTE EFECTUADA A LAS MUESTRAS DE LA ALEACIÓN C18000

MUESTRA	Masa inicial (gr)	Masa final (gr)	Masa perdida (gr x10 ⁻³)
1	26.1841	26.1807	34
2	25.0865	25.0811	54
3	26.3977	26.3951	26
4	24.6048	24.6023	25
5	25.2000	25.1983	17
6	24.6995	24.6981	14
7	23.2475	23.2449	26
8	25.8811	25.8792	19

Tabla No. 2

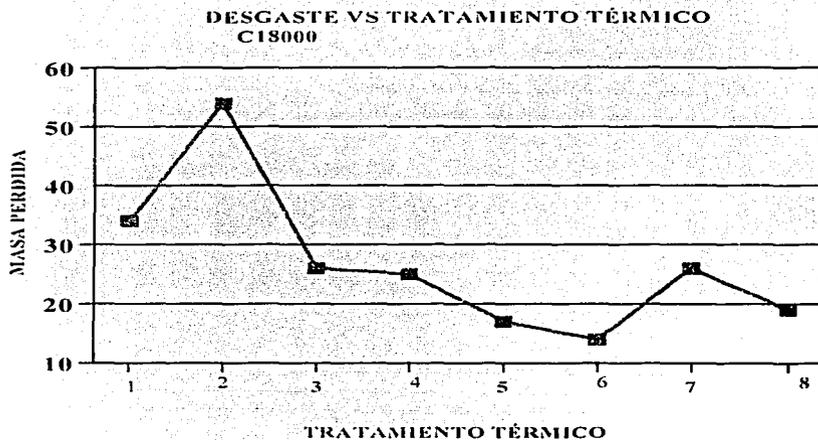


Figura No. 37

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Se observa que el desgaste obtenido respecto a la dureza del material tienen una correspondencia como se estaría esperando.

ESTIMADO DEL COSTO DEL PROYECTO

• Corte de aluminio circular de nueve pulgadas de diámetro	\$ 80.00
• Placa de aluminio de aproximadamente 8 kilogramos	\$ 1180.00
• Maquinado del portadiscos de desgaste	\$ 380.00
• Placa de acero de ¼ de pulgada de espesor por 16 pulgadas lado	\$ 270.00
• Corte de solera de 1 pulgada de ancho por 21 pulgadas aprox.	\$ 40.00
• Corte de bronce circular de 2 ½ pulgadas de diámetro por 3 pulgadas De altura	\$ 120.00
• Maquinado de pesa de desgaste en bronce	\$ 250.00
• Corte y doblado de bastón guía	\$ 60.00
• 2 baleros de diámetro interno de ¼ de pulgada	\$ 120.00
• Motor siemens de 1/3 de hp	\$ 780.00
• 1 variador de velocidad marca Varitel modelo " XTRAVERT "	\$ 7800.00
• Fuente de alimentación de 127V. CA a 5V. CD	\$ 70.00
• Generador de pulsos	\$ 80.00
• Contador de tiempo	\$ 450.00
• Otros (armado, investigación de costos y presupuestos etc.)	\$ 700.00
	<hr/>
	\$ 12380.00

El costo aproximado de nuestro proyecto fue de \$ 12380.00 superando por mucho el ahorro en la construcción de esta máquina comparada con las de importación en donde su costo fluctúa entre los 2000 dólares hasta 5000 dólares

CONCLUSIONES

Al iniciar el proyecto nos enfrentamos a una serie de dificultades de diseño y presupuesto, el primer rubro fue porque existe muy poca información acerca de éste tema que esté aceptado en lo general y las máquinas existentes son muy escasas, grandes y de tecnología extranjera, lo cual eleva demasiado el costo en el estudio de la resistencia al desgaste en productos metálicos que en la industria mexicana se requieren.

Se planteo desarrollar una máquina, práctica versátil y de fácil manejo, que ocupara poco espacio, que brindara seguridad a los usuarios, de buen funcionamiento, a bajo costo y que además cubriera las necesidades y expectativas del proyecto, ya que se deseaba colaborar con una máquina con medidores digitales para hacerla más manejable, que funcionara en los laboratorios de la FES-C.

Para finalizar hicimos las pruebas de funcionamiento de la máquina, las cuales se realizaron con un material previamente tratado térmicamente, para esto se contaba con muestras de la aleación de cobre C 18000, las cuales resultaron un excelente material ya que se llegó al resultado previsto.

Se espera que este proyecto ayude a la realización de las pruebas de resistencia al desgaste de los materiales sin dejar de mencionar que el proyecto es

perfectible y se puede ir mejorado agregando otros dispositivos como son medidores de masa y de longitudes recorridas.

BIBLIOGRAFÍA

F. J. HYDE
SEMICONDUCTORES
ED. EDICIONES URMO

DAVID E. JONSON
ANÁLISIS BÁSICOS DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS
5ª EDICIÓN
ED. PRENTICE HALL

IRVING L. KOSOW
MÁQUINAS ELÉCTRICAS Y TRANSFORMADORES
2ª EDICIÓN
ED. PRENTICE HALL

GORDON J. DEBO
CIRCUITOS INTEGRADOS Y DISPOSITIVOS SEMICONDUCTORES
ED. MARCOMBO

IRVING L. KOSOW
CONTROL DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS
ED. REVETE

CARL H. DURNEY
CIRCUITOS ELÉCTRICOS
ED. CONTINENTAL

GULIAER A. P.
METALOGRAFÍA
2ª EDICION
MOSCU, 1983 , MIR

FALK DIETMAR
LABRADO DE METALES
ED. REVERTE

HERENGUEL JEAN
METALURGIA ESPECIAL
ED. URMO

KUMAR ANIL BISWAS
EXTRACTIVE METALLURGY OF COPPER
ED. OXFORD

ROBERTO GONZALEZ TORRES
METALES PUROS Y SUS ALEACIONES
ED. INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO

LIVSHITS Y KRAPOSHIN
PROPIEDADES FÍSICAS DE METALES Y ALEACIONES
ED. MOSCU, MIR