

39 201

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA



## DISEÑO Y FABRICACION DE UN AGITADOR ROTATORIO ALTERNANTE

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

P R E S E N T A N

ALFREDO DIAZ QUIROZ

ALEJANDRO VILLAGRAN ROSALES

Director de Tesis:

M. en I. Alejandro C. Ramírez Reivich

MEXICO, D. F.

1990.





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 está 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.

## TEMARIO

### INTRODUCCION

### OBJETIVOS

#### CAPITULO I

#### METODO DE DISEÑO

- 1.1 Análisis de Necesidades.
- 1.2 Asentamiento de Especificaciones.
- 1.3 Búsqueda de Información.
- 1.4 Creación de Alternativas,  
Factibilidad y Selección.

#### CAPITULO II

#### DESARROLLO DEL PROYECTO

- 2.1 Diseño de detalle
  - 2.1.1 Sistema Motriz.  
Transmisión y Oscilante.
  - 2.1.2 Sistema de Control.
  - 2.1.3 Sistema de Soporteria.
- 2.2 Memoria de calculo.
- 2.3 Elaboración de planos de ensamble.
- 2.4 Elaboración de planos de  
fabricacion.

**CAPITULO III**

**CONSTRUCCION**

**3.1 Fabricación.**

**3.2 Ensamble.**

**3.3 Pruebas.**

**CAPITULO IV**

**RESULTADOS**

**CAPITULO V**

**MANUTENIMIENTO Y OPERACION**

**5.1 Manual de mantenimiento.**

**5.2 Características y**

**Manual de operación.**

**CAPITULO VI**

**CONCLUSIONES**

**BIBLIOGRAFIA**

**INDICE**

## NOMENCLATURA

- w<sub>1</sub>- Velocidad angular en el engrane del motor
- w<sub>2</sub>- Velocidad angular en el engrane de la corona-leva
- w<sub>3</sub>- Velocidad angular en el engrane de la corona
- w<sub>4</sub>- Velocidad angular en el engrane del rodillo
- r<sub>1</sub>- Radio del engrane del motor
- r<sub>2</sub>- Radio del engrane de la corona-leva
- r<sub>3</sub>- Radio del engrane de la corona
- r<sub>4</sub>- Radio del engrane del rodillo
- P<sub>1</sub>- Perimetro de la mitad de la leva
- P<sub>2</sub>- Perimetro del circulo base de la leva
- P<sub>3</sub>- Perimetro del circulo exterior
- F<sub>x</sub>- Fuerza normal al plano
- W- Peso
- θ- Angulo de la rampa
- F<sub>m</sub>- Fuerza tangencial en el eje del motor
- T<sub>m</sub>- Par del motor
- r<sub>f</sub>- Radio de la flecha del motor
- T<sub>1</sub>- Par en engrane 1
- F<sub>1</sub>- Fuerza en engrane 1
- T<sub>2</sub>- Par en engrane 2
- F<sub>2</sub>- Fuerza en engrane 2
- T<sub>3</sub>- Par en engrane 3

$F_3$ - Fuerza en engrane 3  
 $T_4$ - Par en engrane 4  
 $F_4$ - Fuerza en engrane 4  
 $L_1$ - Longitud entre centros de rodillo y probeta  
 $r_r$ - Radio del rodillo  
 $r_p$ - Radio de la probeta  
 $L_s$ - Distancia entre centros de rodillos  
 $S$ - Desplazamiento Vertical de la leva.  
 $m_p$ - Masa de la probeta  
 $m_{r_1}$ - Masa total de 3 probetas  
 $F_n$ - Fuerza normal al plano inclinado  
 $T_p$ - Par en probeta  
 $\mu$ - Coeficiente de fricción entre el neopreno y el vidrio  
 $T_r$ - Par en rodillo  
 $\sigma$ - Esfuerzo ultimo a la fluencia  
 $E$ - Modulo de Young  
 $\rho$ - Densidad  
 $m$ - Costo/kg

## INTRODUCCION

La necesidad de las industrias por adquirir equipos mas competentes y de mayor duracion se viene incrementando dia con dia, lo que induce un desarrollo tecnologico a nivel nacional.

Este desarrollo promueve la participacion activa de centros de investigacion, Universidades y Tecnologicos, lo que crea un estimulo a las inquietudes de profesionistas en la implementacion de equipo netamente nacional.

El Agitador Rotatorio Alternante surge de la necesidad de adquirir equipo que facilite el mezclado de sustancias cuyo periodo de operacion es muy largo, para evitar con ello perdidas economicas y de tiempo. Esta clase de equipo se obtiene solamente de importacion y su costo es elevado.

Para la realización de la presente obra se recurrió a obtener información general sobre agitadores en Centros de Investigación, Laboratorios, Institutos y a los recursos con los que cuenta el Centro de Diseño Mecánico (CDMD). Este último proporcionó: asesorías, equipo de dibujo, equipo de cómputo y el taller mecánico donde se fabricó la mayor parte de los componentes de la máquina así como el proceso de ensamble en su totalidad.



## OBJETIVOS

### OBJETIVO PARTICULAR

Por un lado, este trabajo pretende lograr satisfacer las necesidades que la industria Químico-Farmacéutica se plantea y con ello promover aún más, la fabricación de productos nacionales colocándolos a un nivel competitivo para su impulso comercial.

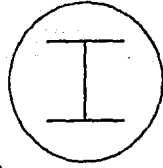
El siguiente objetivo como egresados de la Facultad de Ingeniería es el de aplicar nuestros conocimientos en áreas industriales, en la resolución de problemas y necesidades que la sociedad nos demande.

### OBJETIVO DEL PROYECTO

Diseñar y fabricar un agitador rotatorio alternante debido a que estos equipos solo son asequibles de importación y se pretende crear una máquina mucho más versátil que las ya existentes, logrando con ello mostrar que nuestro país cuenta con los recursos técnicos suficientes.

### OBJETIVO DE LA PRESENTE OBRA

Se presenta con ella los medios que se utilizaron para lograr la creación del proyecto.



METODO  
DE  
DISEÑO

ACA



## CAPITULO I

## METODO DE DISEÑO

### 1.1 ANALISIS DE NECESIDADES

El agitador de probetas con mesa oscilante es un equipo cuya aplicación en áreas de la industria químico-farmacéutica logra reducir los tiempos de operación y agiliza procesos industriales que los productos requieren para su elaboración.

La demanda de equipos agitadores se ha incrementado en los últimos años y han ido surgiendo diferentes modelos que se adaptan a las necesidades inmediatas por algunos sectores. Esto trajo consigo la innovación de un equipo cuyas características fuesen de fácil operación, trabajo continuo y fabricación totalmente nacional.

La incorporación del mismo al sector industrial puede llegar a significar un gran avance en cuanto a la versatilidad de su funcionamiento, complementando con ello una óptima reacción en las sustancias contenidas en las probetas.

Para la creación de la máquina agitadora con movimiento alternante, se elaboró el método de diseño de la figura 1.1.

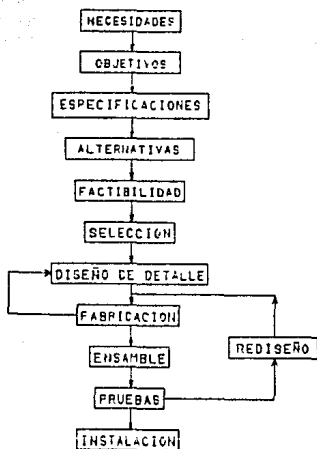


fig. 1.1

## 1.2 ASENTAMIENTO DE ESPECIFICACIONES

En seguida se enuncian los requisitos básicos que debe cumplir dicha máquina:

-Las probetas deben girar, así como también la mesa en la que serán colocadas debe realizar pequeñas oscilaciones para que se tenga la agitación requerida de la sustancia contenida en la probeta.

-Debe operar con un mínimo de 9 probetas a la vez.

-Los rodillos en los que se colocará cada una de las probetas deberán ser de un material resistente al ataque químico en caso de que existiera algún derrame de sustancias sobre los mismos, además de que sirva también como agente de transmisión de movimiento a la probeta.

-La máquina debe contar con un controlador

de velocidad para obtener diferentes rangos de oscilaciones y se sugirió que éstas estuvieran entre 20 y 40 rpm.

-Los rodillos deberán estar colocados de tal manera de que entre ellos puedan colocarse probetas de distinto diámetro (el diámetro de las probetas es de 1/2", 5/8" y 7/8").

-La máquina debe ser de fácil manejo, además de que debe incluirse un programa de mantenimiento y uso adecuado de la misma.

### 1.3 BUSQUEDA DE INFORMACION

En esta etapa se hizo una averiguación previa para ubicar el problema haciendo visitas a laboratorios, centros de investigación (CITICH), bibliotecas, etc.

Existen diversos tamaños y tipos de agitadores cuya comercialización todavía no existe en nuestro país. Según fuentes de información, entre los países que cuentan con agitadores comerciales son Francia e Italia; la información aquí dada será fundamentalmente de agitadores franceses que cumplen similarmente con las funciones que deberá satisfacer nuestro agitador.

Esta información es relevante en el proceso de diseño del Agitador Rotatorio Alternante, ya que nos permitió comparar tamaño, velocidad, capacidad de tubos, peso, estética, etc.

En seguida hablaremos en forma breve de algunos agitadores comerciales:

El agitador de la *fig. 1.2.a* cuenta con campana de protección para el polvo y antievaporación, es muy silencioso y tiene capacidad para 90 tubos.

La amplitud de agitación es de 25 mm por 275 períodos por minuto, su funcionamiento es de 6 a 30 minutos, las dimensiones con las que cuenta son de 350 X 260 X 190 (HD) mm y cuyo peso es de 6.5 Kg. La alimentación es de 220 V - 25 W.

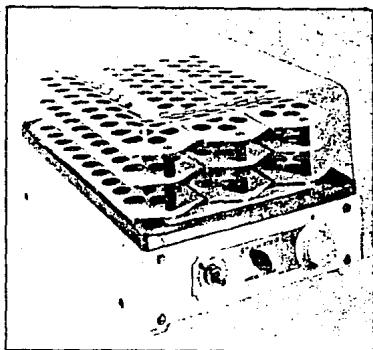


fig. 1.2.a

En la figura 1.2.b se presenta un agitador que cuenta con 6 rodillos que imprimen a los tubos un movimiento de rotación que se combina con uno basculante de izquierda a derecha.

Entre sus características se encuentran:

- Distancia entre rodillos 34 mm.
- Seis rodillos de silicón de 30 mm de diámetro con longitud de 34 cm.
- La mesa tiene una inclinación de 10° y trabaja de 4 a 40 vueltas/min.
- Sus dimensiones son de 21 X 40 X 15 (HD) cm, con un peso de 7 Kg.



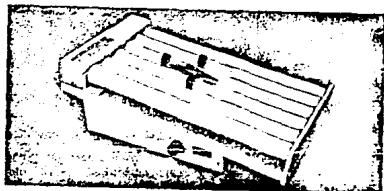


fig. 1.2.b

En la figura 1.2.c se presenta un agitador magnético cuyo principio de funcionamiento es de bobinas que provocan un campo magnético giratorio.

Existen diferentes bases para colocar en el disco del agitador de 35 a 60 tubos. El servicio que proporciona es de 24 h con velocidades desde 10 hasta 1250 vueltas/min.

Cuenta con un sistema de calentamiento para la sustancia de agitación con una precisión de  $\pm 1^\circ \text{C}$ . Sus dimensiones son de 154 X 214 X 102 (H) mm y cuyo peso es de 2.9 a 3.5 Kg.

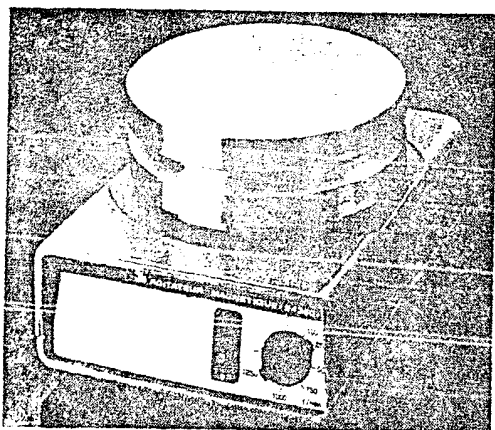
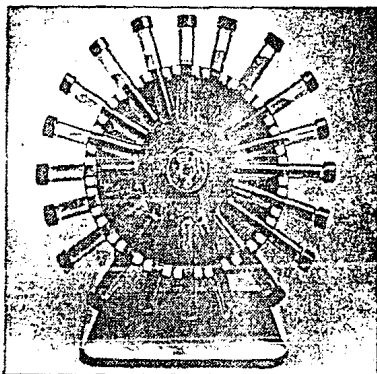


fig. 1.2.c

En la fig. 1.2.d se tiene un agitador con capacidad para 20 tubos. La vuelta del disco que contiene los tubos puede ser total o parcial, con agitación débil o vigorosa según la orientación del disco montado en el soporte; la velocidad es fija de 10 vueltas/min.

El disco tiene un diámetro de 20 cm y trabaja con 20 tubos de 13 a 17 mm de diámetro, el soporte puede ser fijo o móvil y su peso es de 3.2 a 4 Kg.

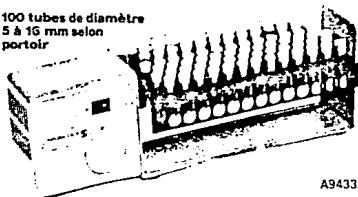


*fig. 1.2.d*

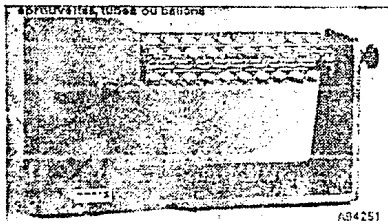
En la *fig. 1.2.e* el agitador de la parte superior trabaja con velocidad fija de 24 vueltas/min en un período de 8 h. La tensión que maneja es de 220 V - 50 Hz. Sus dimensiones son de 400 X 83 X 135 CHD mm con un peso de 1.8 Kg.

El agitador de la parte inferior de la *fig. 1.2.e* trabaja con velocidad regulable de 20 a 100 vueltas/min, con una tensión de 220 V - 50 Hz. Sus dimensiones son de 480 X 175 X 240 CHD mm y su peso es de 7.8 Kg; además, tiene la opción de operar con probetas de mayor longitud.

100 tubes de diamètre  
5 à 16 mm selon  
portoir



A94332



AB4251

Fig. 1.3.e

#### 1.4 CREACION DE ALTERNATIVAS, FACTIBILIDAD Y SELECCION

Se realizó un análisis general de todos los aspectos teórico-prácticos que intervendrían en el proceso del diseño de la máquina, lo que permitió descartar elementos que no fuesen los adecuados basándose en su costo y adquisición comercial.

Esto permitió que se realizara una lista de todos aquellos elementos que nos aportarían una posible solución, así como también sus características, para verificar cual de ellos aplicar al problema.

## DISCUSION DEL SISTEMA MOTRIZ

Se trata de obtener por medio de un motorreductor el movimiento que realizarán los rodillos, así como el movimiento oscilante de la mesa. Este motorreductor debe ser de C.D. para que se obtengan variaciones de velocidad y deberá generar un par del orden de 0.15 (Nm); su peso debe estar entre 1.5 y 2.5 Kg. En la flecha de salida se deben obtener entre 20 y 40 rpm.

### ALTERNATIVA 1: MOTORREDUCTOR COMERCIAL

Se consigue sólo de importación por lo que su costo se incrementa.

### ALTERNATIVA 2: MOTORREDUCTOR DE C.D. PARA LIMPIA-PARABRISAS DE AUTOMOVIL.

Opera en los rangos requeridos, su peso aproximado es de 2 kg y el par generado es del orden de los 0.15 (Nm), en cuanto a su costo es bajo.

**ALTERNATIVA 3: VARIADOR DE VELOCIDAD**

Dispositivo ideal para el funcionamiento de la máquina agitadora, ya que disminuye las oscilaciones de su motor de C.D. manteniendo pequeñas variaciones del par, pero su costo es mucho mayor que cualquier otro dispositivo reductor de velocidad.

**SELECCION.**

Se utilizará el motorreductor para limpia-parabrisas de automóvil.

**DISCUSION DEL SISTEMA DE TRANSMISION**

En seguida se enuncian una serie de elementos que pueden ser utilizados para la transmisión del movimiento rotatorio a los rodillos:

- a) Poleas
- b) Engranajes

c) Ruedas para cadena

d) Poleas antiderrapantes

Para conocer debidamente qué elemento es el indicado para su uso en la máquina agitadora, se fueron agrupando las ventajas y desventajas de cada uno de ellos de acuerdo a sus características y así poder localizar el más apropiado.

**ALTERNATIVA 1: POLEAS**

**VENTAJAS:**

- Bajo Costo.
- Fácil Instalación.
- Bajo Peso.
- Alta y Baja Velocidad.

**DESVENTAJAS:**

- La banda tiene que recorrer todas las poleas montadas en las flechas de los rodillos, lo que conduce a colocar poleas intermedias (poleas locas) para mantener el giro en un mismo sentido.
- Aumenta el número de elementos que intervendrían en el mecanismo.

haciendolo más robusto.

- Requiere de ajustes en la banda.

#### ALTERNATIVA 2:

#### ENORANES

##### VENTAJAS:

- Bajo Costo ( si se usa nylon ).
- Transmiten altos Pares de fuerzas.
- Bajo Peso.
- Fácil Instalación.
- No producen Ruido (helicoidales).
- Poca Lubricación.

##### DESVENTAJAS:

- Para lograr que todos los rodillos giren en el mismo sentido se requiere de un piñón intermedio.

#### ALTERNATIVA 3:

#### RUEDAS PARA CADENA

##### VENTAJAS:

- Bajo Costo ( si se usa nylon ).
- Bajo Peso.
- Fácil Instalación.
- Poca Lubricación.



- Alta y Baja Velocidad.

**DESVENTAJAS:**

- Para la transmisión a varias ruedas se requiere colocar una rueda más (tensor) para asegurar una transmisión continua.
- Requiere de limpieza.

**ALTERNATIVA 4:**

**POLEAS ANTIDERRAPANTES**

**VENTAJAS:**

- Bajo Costo.
- Bajo Peso.
- Fácil Instalación.

**DESVENTAJAS:**

- Requiere ajustes periódicos.
- No se usan para transmitir altos pares de fuerzas.
- Se requiere de una polea más para mantener el mismo sentido de giro.

## FACTIBILIDAD

Se recurrió a la utilización de una Matriz de Decisión, donde se le dió un peso en porcentaje a cada factor que interviene en la misma y la suma total deberá ser igual a uno.

Se tiene entonces:

|       |   |
|-------|---|
| 100 % | Satisfacción Completa.                    |
| 90 %  | Satisfacción de los Objetivos Importantes |
| 75 %  | Considerable Satisfacción.                |
| 50 %  | Satisfacción Moderada.                    |
| 25 %  | Satisfacción Menor.                       |
| 10 %  | Satisfacción Mínima.                      |
| 0 %   | No Satisface.                             |

El producto del peso asignado a cada opción con su calificación correspondiente nos da un valor; el resultado final es la suma de los productos parciales de cada opción. La opción que resulta con mayor valor es la mejor.

MATRIZ DE DECISION

| ALTERNATIVAS<br>CRITERIO DE<br>FACTOR DE PESO | COSTO      | DURA-      | MANTE-    | PESO       | FUNCIO-    | TOTAL |
|---|------------|------------|-----------|------------|------------|-------|
|   | MAT.       | BILIDAD    | NIAMIENTO |            |            |       |
|   | 0.5        | 0.05       | 0.1       | 0.05       | 0.3        | 1.0   |
| POLEAS  | 75<br>37.5 | 90<br>4.5  | 30<br>3   | 90<br>4.5  | 75<br>22.5 | 69    |
| SPROCKET                                      | 80<br>40   | 75<br>3.75 | 50<br>5   | 80<br>4    | 80<br>24   | 76.7  |
| ENGRANES                                      | 90<br>4.5  | 80<br>4    | 75<br>7.5 | 80<br>4    | 90<br>27   | 87.5  |
| POLEAS ANTI-<br>VIBRANTES                     | 75<br>37.5 | 75<br>3.75 | 25<br>2.5 | 75<br>3.75 | 70<br>21   | 68.5  |

Para la elección del tipo de material del equipo elegido en la matriz de decisión, se propusieron tres clases de material, aluminio, plástico y acero.

### INDICE COSTO-FUNCIONALIDAD

| MATERIAL | $\sigma$ lb/in <sup>2</sup> | $\rho$ lb/in <sup>3</sup> | W lb  | E lb/in <sup>2</sup> | $\rho m/\sigma^{1/2}$ | $\rho m/E^{1/3}$ |
|----------|-----------------------------|---------------------------|-------|----------------------|-----------------------|------------------|
| NYLON    |                             |                           |       |                      |                       |                  |
| VALOX    | $7.5 \times 10^3$           | 0.047                     | .0234 | $344 \times 10^6$    | 2.95                  | 3.65             |
| ACERO    |                             |                           |       |                      |                       |                  |
| CRS      | $150 \times 10^3$           | 0.284                     | 0.147 | $30 \times 10^6$     | 10.64                 | 132.71           |
| ALUMINIO | $40 \times 10^3$            | 0.101                     | 0.052 | $10 \times 10^6$     | 4.58                  | 42.54            |

### SELECCION.

Se utilizará engranes para el movimiento de los rodillos.

### DISCUSION DEL SISTEMA OSCILANTE

ALTERNATIVA 1: LEVA

#### VENTAJAS:

- Bajo Costo ( si se usa nylon ).
- Bajo Peso.
- Fácil Instalación.

- Se diseña de acuerdo a las necesidades.
- Las hay de diferentes formas (helicoidales, de disco, de tambor, etc.).
- Convierten el movimiento de una forma a otra.

**DESVENTAJAS:**

- Bajas revoluciones.
- Siempre es necesario un seguidor.
- lubricación periódica.

**ALTERNATIVA 2:**

**EXCENTRICO**

**VENTAJAS:**

- Transmite Grandes Esfuerzos.
- Opera a altas y Bajas velocidades.

**DESVENTAJAS:**

- Costo alto.
- No se suavizan las oscilaciones.
- Aplicaciones muy limitadas
- Mayor peso.

#### SELECCION.

Se utilizará una leva para los movimientos oscilatorios de la mesa.

#### SELECCION DEL SISTEMA DE CONTROL

El sistema de control engloba el encendido y apagado así como el movimiento de la máquina.

El agitador contará con un tablero de control el cual dispondrá de lo siguiente:

- a) Un control de apagado y encendido de la máquina
- b) Un selector triple de velocidad para la elección del ritmo de oscilación deseado.

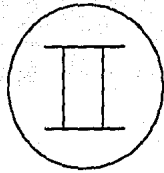
#### DISCUSION DEL SISTEMA DE SOPORTERIA

Para la estructura de la máquina se tienen las siguientes alternativas:

- a) Perfil "L"
- b) Perfil tubular redondo
- c) perfil tubular cuadrado

#### SELECCION.

Se buscó la posibilidad de utilizar cualquiera de estos perfiles en la estructura de la máquina con el fin de verificar cual de ellos es el mas versátil, por lo que se eligió el perfil tubular cuadrado, ya que éste perfil facilita el proceso de manufactura.



DESARROLLO  
DEL  
PROYECTO

ACA





## CAPITULO II DESARROLLO DEL PROYECTO

### 2.1 DISEÑO DE DETALLE

#### 2.1.1 SISTEMA MOTRIZ, TRANSMISION Y OSCILANTE

El sistema matriz lo proporciona un motorreductor, del cual se obtiene entre 30 y 40 rpm. En el eje de este motor se encuentran alojados tanto el piñón como el engrane que transmitirá el movimiento por medio de otros engranes a los rodillos, los cuales giraran todos en el mismo sentido. La siguiente figura ilustra la forma del arreglo de engranes y motorreductor:

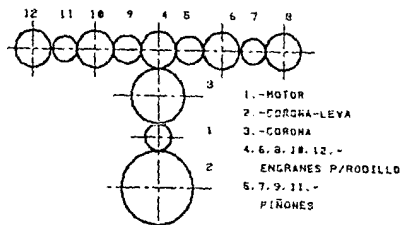


fig. 2.1.1.1

El piñón transmitirá el movimiento a una corona, en la que la relación es 2:1. es decir, el piñón efectúa dos oscilaciones por una de la corona. Además la corona esta acoplada en el mismo eje en el que se encuentra la leva, para que las oscilaciones que se presenten en la mesa disminuyan.

Se pudo haber escogido un sistema de oscilacion de la mesa por medio de otro motor acoplado en uno de los extremos de la mesa con su respectiva leva, pero los recursos estan limitados a utilizar un solo motor, además de que el mantenimiento se reduce a que el sistema opere con un numero pequeño de partes expuestas a posibles fallas, las cuales se pueden detectar con mayor rapidez. La figura 2.1.1.2 muestra la forma en que se pivotea la mesa oscilante para producir los movimientos alternantes.

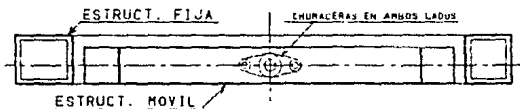


fig. 2.1.1.2

Por otro lado, el rodamiento que se encuentra en contacto con la leva, va fijo a la estructura por medio de un eje, el cual va montado sobre un tornillo sinfin para ajustar el nivel de la mesa oscilatoria. La figura 2.1.1.3 muestra la interacción entre ambos mecanismos.

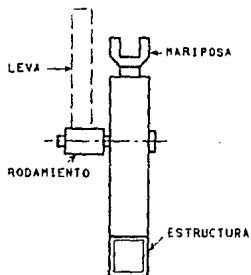
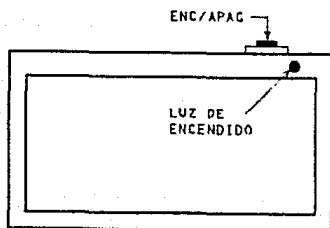


fig. 2.1.1.3

En los extremos de las flechas de los rodillos se colocarán bujes de bronce o latón para evitar la fricción de las flechas con el perfil tubular.

## 2.1.2 SISTEMA DE CONTROL

Los dispositivos de arranque, control de velocidad e indicador de encendido se colocarán como lo muestra la siguiente figura:



### 2.1.3 SISTEMA DE SOPORTERIA

En cuanto a la soporteria se utilizará perfil tubular cuadrado unido con soldadura de arco electrico.

La estructura estará formada por un marco superior de mayor sección que el de apoyo en sus cuatro esquinas. La figura 2.1.3.1 ilustra la forma de la estructura en forma isométrica.

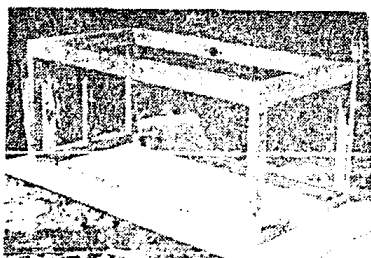


fig. 2.1.3.1

El marco que contendrá los rodillos se hará con perfil tubular cuadrado también de menor sección que el marco superior para evitar un aumento en el peso de la estructura, además de que proporciona un mayor espacio interior para el movimiento oscilatorio de la mesa.

Por otro lado, el peso total de la mesa oscilante deberá estar equilibrado sin el acoplamiento del motor, para que el par de trabajo de éste sea menor y así opere con su propio peso.

## 2.2 MEMORIA DE CALCULO

Para el diseño de la máquina agitadora se recurrió a una serie de calculos que se enuncian enseguida:

- a) Cálculo de Relación de Engranajes
- b) Cálculo para Leva
- c) Cálculo del Esfuerzo para Oscilación
- d) Cálculo del Par en Rodillos
- e) Cálculo para el giro de los Tubos de Ensaye
- f) Análisis del Movimiento de Rodillos

## CALCULO DE LA RELACION DE ENGRANES

Se requieren obtener las revoluciones de los rodillos y de la leva partiendo de los datos de placa del motor (par, rpm, peso, voltage, frecuencia, etc.).

### CARACTERISTICAS DEL MOTORREDUCTOR

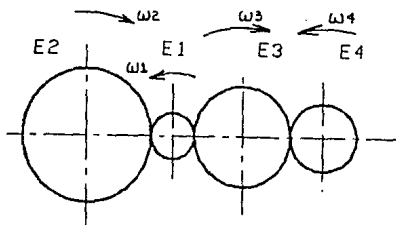
|            |         |
|------------|---------|
| VOLTAGE    | 12 V    |
| PESO       | 2.5 kg  |
| PAP.       | 0.15 Nm |
| FRECUENCIA | 60 Hz   |
| RPM        | 40 A 60 |
| POTENCIA   | 13.2 W  |

### CARACTERISTICAS DE LOS ENGRANES

|                |  |
|----------------|--|
| PARA RODILLOS  | 1" Ø, N=32, P=32 dte/pulg<br>Ø int = 1/4 "     |
| PARA EJE MOTOR | 3/4" Ø, N=24, P=32 dte/pulg<br>Ø int = 5/16 "  |
| PARA CORONA    | 1 1/2" Ø, N=48, P=32 dte/pulg<br>Ø int = 1/4 " |
| PARA LEVA      | 2" Ø, N=64, P=32 dte/pulg<br>Ø int = 5/16 "    |

Para disminuir las revoluciones de salida del motor, se utilizó el acoplamiento de una corona entre el engrane del motor y el engrane del rodillo. Esto mismo se hizo para el movimiento de la leva, ya que se requieren menores oscilaciones de ésta para evitar movimientos bruscos.

En la figura siguiente se muestra el arreglo de engranes:



Se tiene que:

$$\omega_1 \cdot r_1 = \omega_2 \cdot r_2 \quad \text{donde} \quad \omega_2 = \frac{r_1}{r_2} \omega_1$$

$$\omega_2 = \frac{0.375}{1} (50) \quad \text{****} \quad \omega_2 = 18.75 \text{ rpm} \quad \text{****}$$

$$\omega_1 \cdot r_1 = \omega_3 \cdot r_3 \quad \text{donde} \quad \omega_3 = \frac{r_1}{r_3} \omega_1$$

$$\omega_3 = \frac{0.375}{0.75} (50) \quad \text{****} \quad \omega_3 = 25 \text{ rpm} \quad \text{****}$$

$$\omega_3 \cdot r_3 = \omega_4 \cdot r_4 \quad \text{donde} \quad \omega_4 = \frac{r_3}{r_4} \omega_3$$

$$\omega_4 = \frac{0.75}{0.5} (25) \quad \text{****} \quad \omega_4 = 37.5 \text{ rpm} \quad \text{****}$$

Por lo que la mesa da 19 oscilaciones en un minuto, mientras que los rodillos giran a 38 rpm.

#### CALCULO PARA LEVA

Existen una gran variedad de perfiles para levas y de acuerdo a las características del movimiento requerido para la maquina agitadora se trazaron los desplazamientos del seguidor en un diagrama desplazamiento-grados, la cual representa el camino del seguidor, para despues trazar el perfil de la leva.

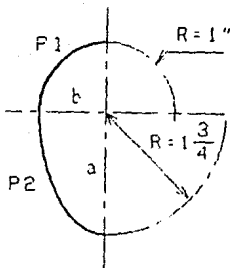
La leva debe tener un punto de levantamiento maximo y uno minimo para que las oscilaciones operen en un rango de amplitudes convertidas en desplazamientos verticales de arriba hacia abajo de acuerdo al numero de puntos que se distribuyan en un periodo de 360°.



### CALCULO DEL ESFUERZO PARA OSCILACION

Considerando que el movimiento de la leva producira las oscilaciones de la mesa, se recurrió a realizar una analogia del desplazamiento angular de la leva en movimiento horizontal sobre un plano inclinado para facilitar el cálculo del esfuerzo de levantamiento de la mesa sobre el seguidor.

Se tiene que la mitad del perimetro total es:



$$P_t = P_1 + P_2$$

donde

$$P_1 = \frac{\pi \cdot D}{4} = \frac{\pi(25.4)}{2}$$

$$*** P_1 = 39.89 \text{ mm} ***$$

ahora

$$P_2 = \frac{\pi}{4} \sqrt{2(a^2 + b^2)}$$

$$= \frac{\pi}{4} \sqrt{2((44.4)^2 + (25.4)^2)}$$

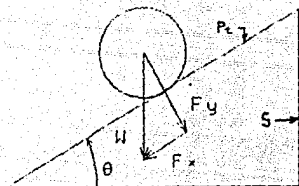
$$*** P_2 = 56.81 \text{ mm} ***$$

Entonces

$$P_t = 39.89 + 56.81$$

\*\*\*  $P_t = 96.7 \text{ mm}$  \*\*\*

Con este dato obtenido y la amplitud vertical de la oscilacion se traza un triangulo que simulara la forma en que el seguidor se movera a lo largo de la rampa, requiriendo para ello obtener el angulo de inclinacion de la misma para determinar posteriormente, junto con el peso del motor, el esfuerzo necesario para mover sobre ella el seguidor.



Se tiene que:

$$\text{sen } \theta = \frac{S}{P_t}$$

$$\theta = \text{ang sen } \frac{30}{96.7} = 18.07$$

\*\*\*  $\theta = 18.07^\circ$  \*\*\*

Ahora con el peso del motor se tiene:

$$\text{sen } \theta = \frac{F_x}{W} \quad \text{donde despejando } F_x \text{ se tiene:}$$

$$F_x = W \text{ sen } \theta$$

y sustituyendo valores:

$$F_x = 24.45 (\text{sen } 18.07^\circ)$$

\*\*\*\*  $F_x = 7.52 \text{ N}$  \*\*\*\*

Por lo que se requiere una fuerza de 7.58 N para lograr los movimientos oscilatorios de la mesa.

#### CALCULO DEL PAR EN RODILLOS

Para la obtención de éste, se utiliza el par de salida del motorreductor. Puesto que en la flecha del motor se tiene un par del orden de 0.15 Nm, y se altera con el acoplamiento del piñón, es necesario determinar el par en el diámetro de paso. Cabe mencionarse que el cálculo de los pares en cada uno de los engranes es sobre el diámetro de paso de cada uno.

Par en el piñón del motor:

$$F_m = \frac{T_m}{r_f} \quad F_m = \frac{0.15}{0.0039} \quad **** \quad F_m = 37.79 \text{ N} \quad ****$$

$$T_1 = F_m \cdot r_1 \quad T_1 = 37.79 (0.0095)$$

$$**** \quad T_1 = 0.35 \text{ Nm} \quad ****$$

Par en la corona de la leva:

$$T_2 = F_z \cdot r_z \quad \text{y además} \quad F_z = F_m$$

$$T_2 = 37.79 (0.0254) \quad \text{****} \quad T_2 = 0.95 \text{ Nm} \quad \text{****}$$

Par en la corona:

$$T_3 = F_3 \cdot r_3 \quad \text{donde} \quad F_3 = F_m$$

$$T_3 = 37.79 (0.019) \quad \text{****} \quad T_3 = 0.71 \text{ Nm} \quad \text{****}$$

Par en el rodillo:

$$T_4 = F_4 \cdot r_4 \quad \text{donde} \quad F_4 = F_m$$

$$T_4 = 37.79 (0.0127) \quad \text{****} \quad T_4 = 0.47 \text{ Nm} \quad \text{****}$$

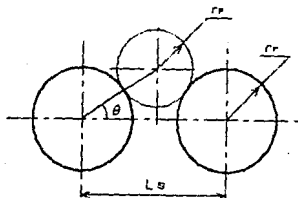
EL par obtenido ( $T_4$ ) es el mismo en cada uno de los engranes de los rodillos.

#### CALCULO PARA EL GIRO DE LOS TUBOS DE ENSAYE

EL par obtenido en los rodillos debe ser el necesario para hacer rotar las probetas; considerando que el peso del liquido contenido en las mismas provoca una oposición al movimiento

giratorio de los rodillos.

La siguiente figura muestra la interacción de los rodillos con las probetas para de ahí determinar el ángulo de contacto.



donde  $l_t = r_r + r_p$

$$l_t = 17.46 + 11 \quad *** \quad l_t = 28.46 \text{ mm} \quad ***$$

luego  $l_s = S_r/2$

$$l_s = 44.45/2 \quad *** \quad l_s = 22.22 \text{ mm} \quad ***$$

$$\cos \theta = l_s/l_t$$

$$\theta = \text{ang} \cos (22.22/28.46)$$

$$*** \quad \theta = 38.67 \quad ***$$

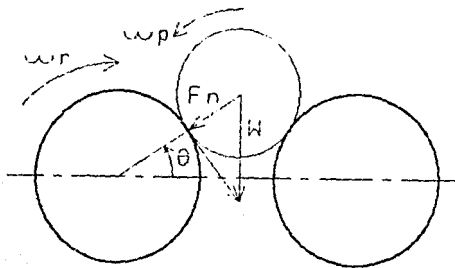
Se supone la suma del peso de cada una de las probetas a lo largo de los rodillos, es decir, se colocarán tres probetas del mismo tamaño por cada hilera.

Para determinar el peso máximo de las probetas se basó el cálculo en la que ocupa el mayor volumen de líquido.

Donde la masa de la probeta ( $m_p$ ) = 51.7 g

y la masa total ( $M_{tp}$ ) = 51.7 \* 3 = 155.1 g

La siguiente figura muestra la interacción de los rodillos con las probetas así como el ángulo de contacto, fuerzas, sentidos de giro y peso.



Se tiene que :

$$F_n = F_y = 0.1551 (0.79) \text{sen } 38.67^\circ = 0.94 \text{ N}$$

pero el par en la probeta ( $T_p$ ) =  $\mu * F_n * r_p$

donde  $\mu \approx 1$  a  $4$  ( se elige  $3$ )

el radio de la probeta ( $r_p$ ) =  $11 \text{ mm}$

entonces  $T_p = 3 * 0.94 * 0.011$

$$*** T_p = 0.031 \text{ Nm} ***$$

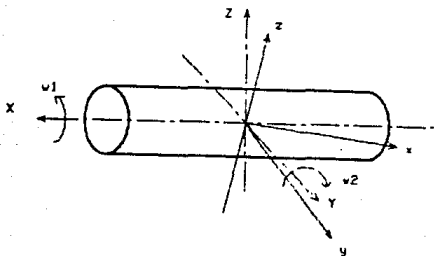
además  $T_r = F_m * r_r$  donde  $T_r = 37.79 (0.0174)$

$$**** T_r = 0.66 \text{ Nm} ****$$

donde  $T_r \gg T_p$  implica que la probeta girará

## ANÁLISIS DEL MOVIMIENTO DEL RODILLO

Puesto que no se conoce si el comportamiento del rodillo es dinámico o cinemático, se realizó el siguiente análisis:



se tiene que  $\omega_{\text{rodillo}} = \omega_1 i + \omega_2 j$

derivando esta expresión con  $\omega_1$  y  $\omega_2$  constantes, se tiene:

$$\dot{\omega}_{\text{rodillo}} = \omega_1 \dot{i} + \omega_2 \dot{j}$$

donde  $\dot{i} = \omega_2 j$  X  $\dot{i} = \omega_2 k$  y  $\dot{j} = 0$

De la relación:

$$H = \rho \times \dot{\rho} M + I_c \omega \quad \text{donde el sistema móvil coincide con el sistema fijo}$$

$$\rho \times \dot{\rho} M = 0$$



Luego

$$H = I_c \omega \text{ rodillo}$$

$$H = \begin{bmatrix} I_x & 0 & 0 \\ 0 & I_y & 0 \\ 0 & 0 & I_z \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I_x \omega_1 \\ I_y \omega_2 \\ 0 \end{bmatrix}$$

De suma de momentos:

$$\sum M = \frac{\partial H}{\partial t} + \omega \times H \quad \text{donde} \quad \frac{\partial H}{\partial t} = 0$$

entonces:

$$\begin{aligned} \omega \times H &= \begin{vmatrix} i & j & k \\ \omega_1 & \omega_2 & 0 \\ H_x & H_y & 0 \end{vmatrix} = (\omega_1 \cdot H_y - \omega_2 \cdot H_x) \hat{k} \\ &= (\omega_1 \cdot \omega_2 I_y - \omega_1 \cdot \omega_2 I_x) \hat{k} \end{aligned}$$

$$\sum M = \omega_1 \cdot \omega_2 (I_y - I_x) \hat{k}$$

donde

$$I_y = \frac{m r^2}{2} \quad ; \quad I_x = \frac{m r^2}{4}$$

sustituyendo

$$\Sigma M = \omega_1 \cdot \omega_2 \cdot m \cdot r^2 (1/2 - 1/4) \hat{k}$$

finalmente

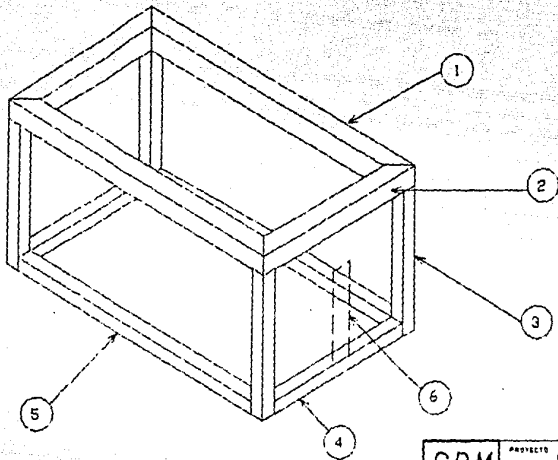
$$\Sigma M = \left[ \frac{\omega_1 \cdot \omega_2 \cdot m \cdot r^2}{4} \right] \hat{k}$$

$$\Sigma M = \frac{38(19)(2.5)(0.0174)^2}{4} \hat{k} \quad \text{donde } \Sigma M = 0.13 \text{ Nm}$$

Como la suma de momentos es muy pequeña, se considera que el comportamiento del sistema es cinemático.

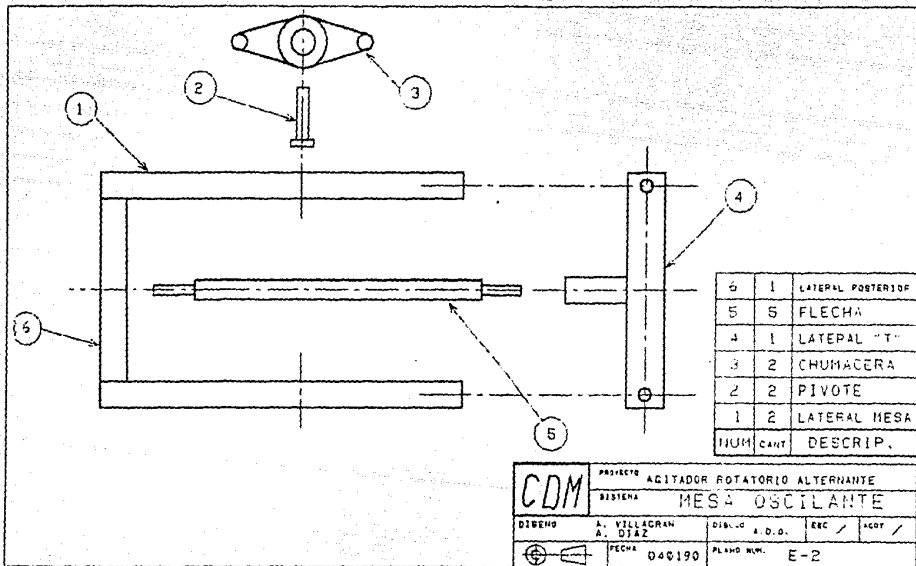
### 2.3 ELABORACION DE PLANOS DE ENSAMBLE

En las siguientes páginas se presentan algunos de los planos que muestran la forma en que se unen las diferentes partes de la máquina.



|     |      |               |
|-----|------|---------------|
| 6   | 1    | EVELADOR      |
| 5   | 2    | LARGUERO INF. |
| 4   | 2    | LATERAL INF.  |
| 3   | 4    | POSTES        |
| 2   | 2    | LATERAL SUP.  |
| 1   | 2    | LARGUERO SUP. |
| PZA | CANT | DESCRIP.      |

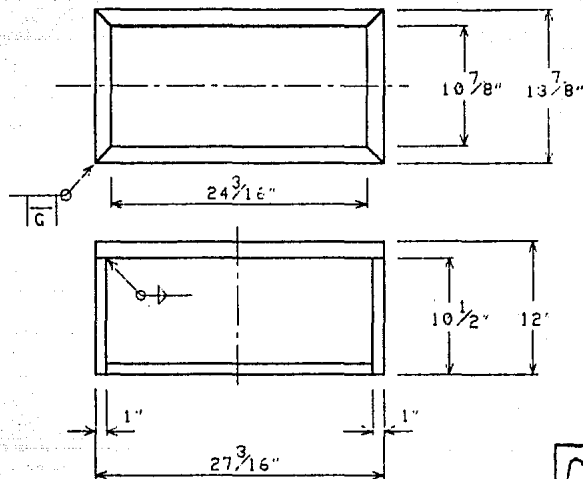
|        |  |        |            |       |
|--------|--|--------|------------|-------|
| CDM    | PROYECTO AGITADOR ROTATORIO ALTERNANTE |        |            |       |
|        | SISTEMA ESTRUCTURA                     |        |            |       |
| DISEÑO | A. VILLAGRAN<br>Z. DIAZ                | DIBUJO | A.D.G.     | ELC / |
|        | FECHA                                  | 050190 | PLANO NÚM. | E-1   |



|            |  |            |          |        |         |  |
|------------|--|------------|----------|--------|---------|--|
| <b>CDM</b> | PROYECTO AGITADOR ROTATORIO ALTERNANTE |            | DIS. /   |        | ACOT. / |  |
|            | SISTEMA MESA OSCILANTE                 |            | A. D. D. |        |         |  |
| DISEÑO     | A. VILLACRAN<br>A. DIAZ                | DIS. /     | A. D. D. | REC. / | ACOT. / |  |
|            | FECHA 040190                           | PLANO NUM. | E-2      |        |         |  |

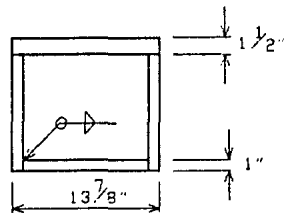
## 2.4 ELABORACION DE PLANOS DE FABRICACION

En el presente apartado se hallan una serie de planos que sirvieron de guía para la conformación del agitador:

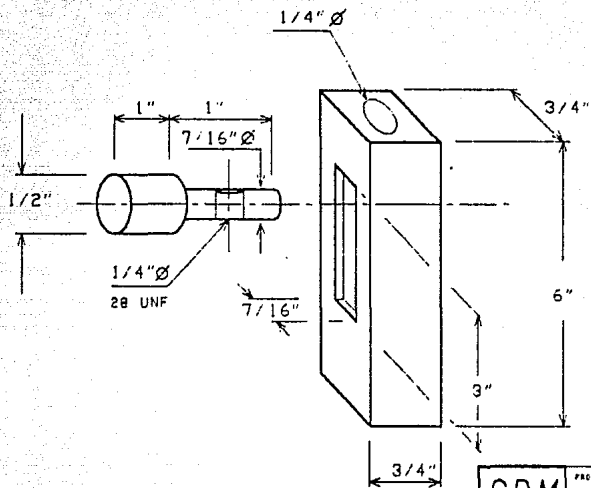


MATERIAL:

PERFIL TUBULAR □ CAL. 16



|        |  |        |            |          |           |
|--------|--|--------|------------|----------|-----------|
| CDM    | PROYECTO ACITADOR ROTATORIO ALTERNANTE |        |            |          |           |
|        | SISTEMA ESTRUCTURA                     |        |            |          |           |
| DISEÑO | A. VILLAGRAN<br>A. DIAZ                | DIBUJO | A. V. R.   | ESC 1:10 | ACOT pulg |
|        | FECHA                                  | 221189 | PLANO NUM. | F-1      |           |

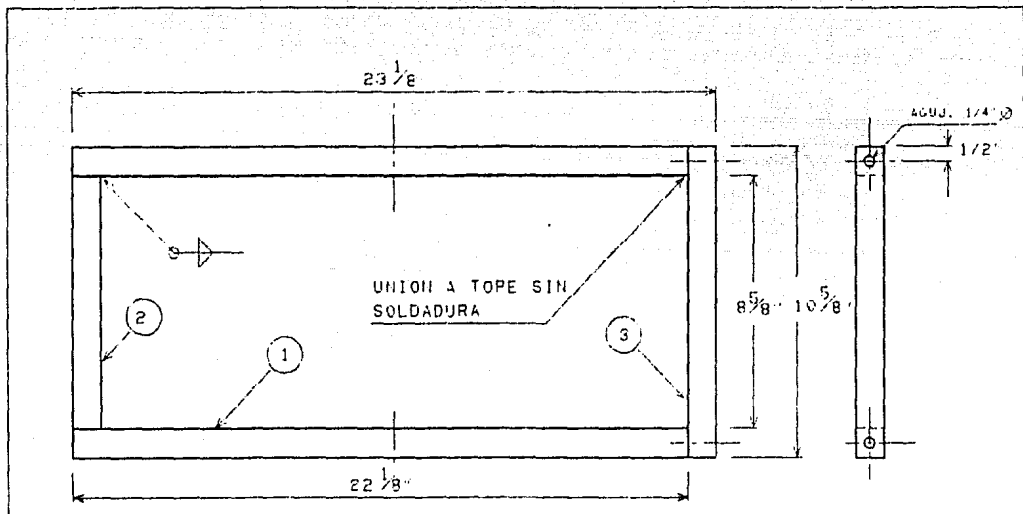


MATERIAL:

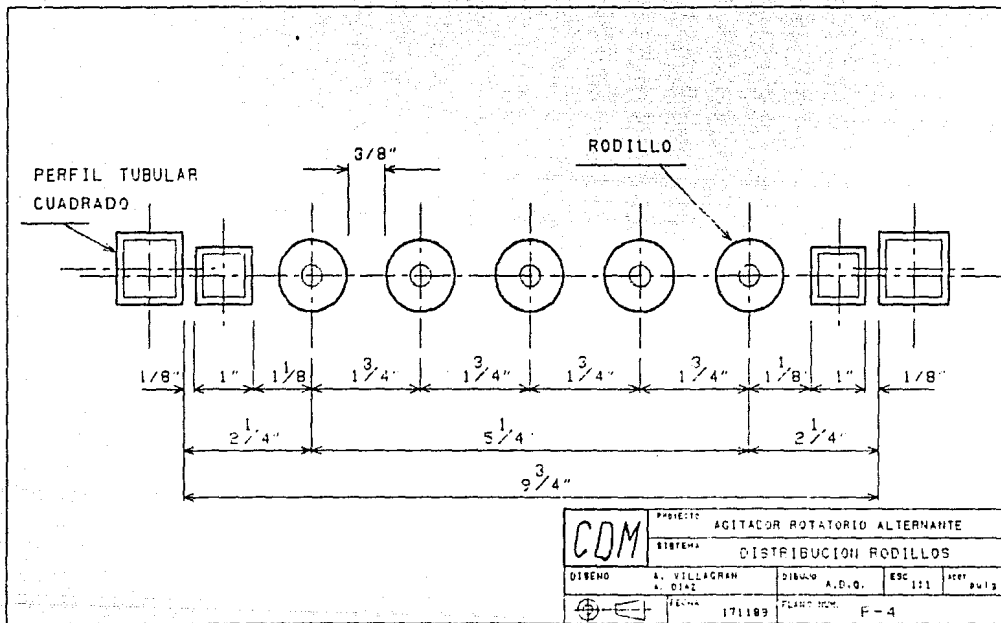
- PERFIL TUBULAR □
- CRS (DESBASTE)

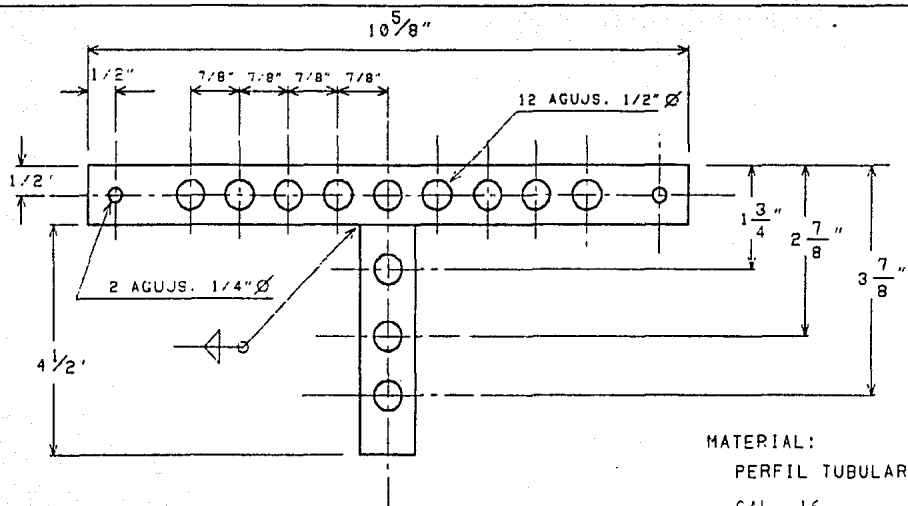
|            |  |        |            |                    |
|------------|--|--------|------------|--------------------|
| <b>CDM</b> | PROYECTO AGITADOR ROTATORIO ALTERNANTE |        |            |                    |
|            | SISTEMA NIVELADOR DE LEVA              |        |            |                    |
| DISEÑO     | A. VILLACRAN<br>A. DIAZ                | DIBUJO | A. D. O    | REC / ACOT<br>pulg |
| ⊕          | FECHA                                  | 151189 | PLANO NUM. | F-2                |





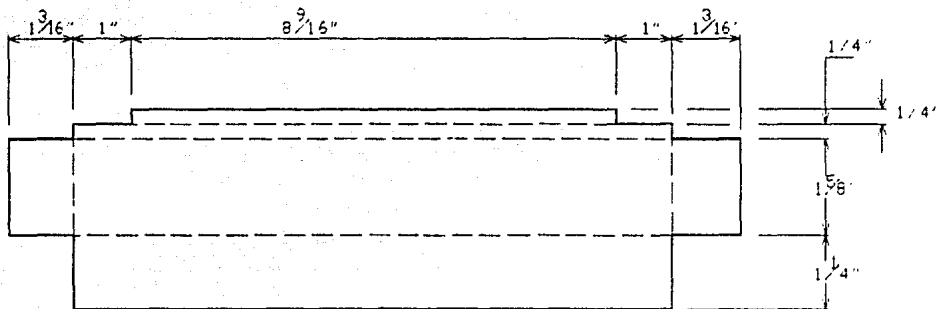
| PZA | CANT. | NOMBRE        | OBSERVACION  | PROYECTO | AGITADOR ROTATORIO ALTERNANTE |                 |            |          |      |     |     |      |
|-----|-------|---------------|--------------|----------|-------------------------------|-----------------|------------|----------|------|-----|-----|------|
| 1   | 2     | LATERAL       | VER PLANO 3a | CDM      | SISTEMA                       | ESTRUCTURA MESA |            |          |      |     |     |      |
| 2   | 1     | LATERAL COPTO | VER PLANO 3b |          | DISEÑO                        | A. VILLAGRAN    | DIBUJO     | A. V. R. | ESC. | 1:4 | HOY | 19/9 |
| 3   | 1     | LATERAL "1"   | VER PLANO 3c |          | FECHA                         | 23/1/89         | PLANO NÚM. | F-3      |      |     |     |      |





MATERIAL:  
 PERFIL TUBULAR □  
 CAL. 16

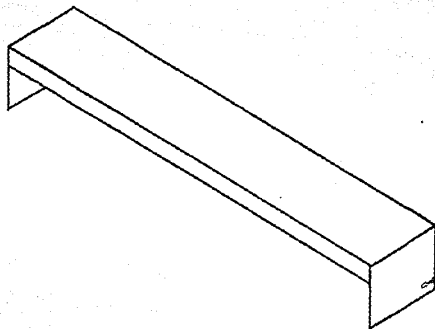
|            |  |            |          |         |
|------------|--|------------|----------|---------|
| <b>CDM</b> | PROYECTO AGITADOR ROTATORIO ALTERNANTE |            |          |         |
|            | SISTEMA LATERAL "T"                    |            |          |         |
| DISEÑO     | A. VILLACRAN<br>A. DIAZ                | DEBULO     | A. V. R. | ESC 1:3 |
|            | FECHA 040190                           | PLANO NUM. | F-5      |         |



MATERIAL:


LANINA CAL. 26

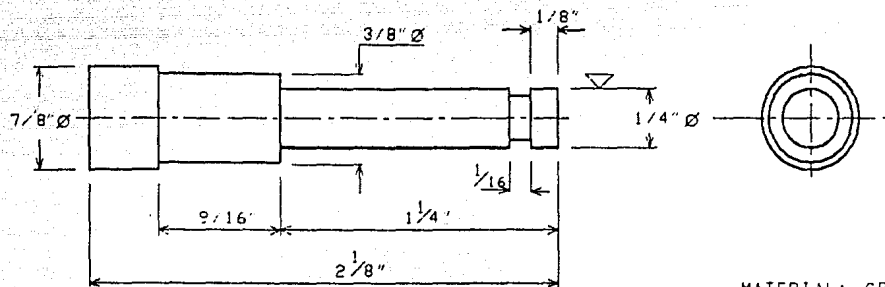
|        |  |        |            |          |
|--------|--|--------|------------|----------|
| CDM    | PROYECTO ACITADOR ROTATORIO ALTERNANTE |        |            |          |
|        | SISTEMA PLANTILLA DE CUPPE-ENGRANES    |        |            |          |
| DISEÑO | A. VILLAGRAN<br>A. DIAZ                | DIBUJO | A. V. P.   | ESC. 1:1 |
|        | FECHA                                  | 201189 | PLANO NUM. | F-6      |



AGUJEPO DE  
FIJACION

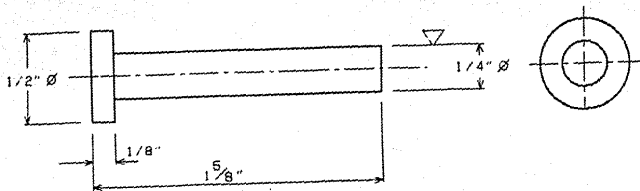
MATERIAL:  
LAMINA NEGRA CAL. 26

|   |   |        |           |     |             |
|---|---|--------|-----------|-----|-------------|
| CDM   | PROYECTO AGITADOR ROTATORIO ALETERNANTE |        |           |     |             |
|   | SISTEMA CUBIERTA PARA ENGRANES          |        |           |     |             |
| DISENYO   | A. VILLACRAN<br>A. GILZ                 | DESENO | A. V. R   | ERC | STOF<br>S/M |
|  | FECHA                                   | 191189 | PLANO N.º | F-7 |             |



MATERIAL: CPS  
CANT. 1 PIEZA

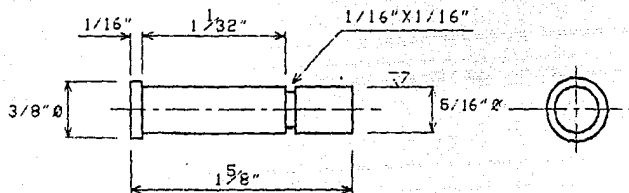
|        |  |                 |                |             |
|--------|--|-----------------|----------------|-------------|
| CDM    | PROYECTO AGITADOR ROTATORIO ALTERNANTE |                 |                |             |
|        | SISTEMA EJE DE CORONA Y LEVA           |                 |                |             |
| DISEÑO | A. VILLAGRAN<br>A. DIAZ                | DIBUJÓ A. V. R. | ESC. 2:1       | ACOT. PULG. |
| FECHA  | 261189                                 |                 | PLANO NUM. F-8 |             |



MATERIAL:

CRS

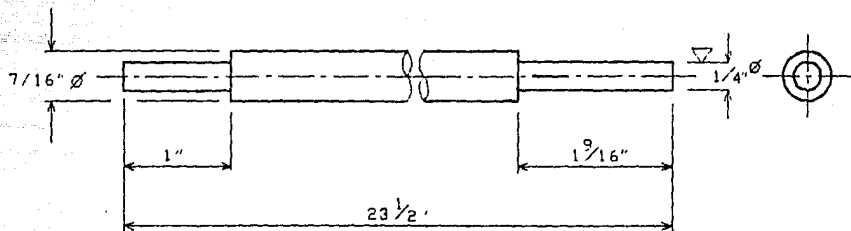
|        |                         |                               |            |                        |
|--------|-------------------------|-------------------------------|------------|------------------------|
| CDM    | PROYECTO                | AGITADOR ROTATORIO ALTERNANTE |            |                        |
|        | SISTEMA                 | EJE DE CORONA                 |            |                        |
| DISEÑO | A. VILLAGRAN<br>A. DIAZ | DIBUJO                        | A. V. A.   | ESC. 4:1<br>ACOT. PULG |
|        | FECHA                   | 251189                        | PLANO NUM. | F-9                    |



MAT. CRS

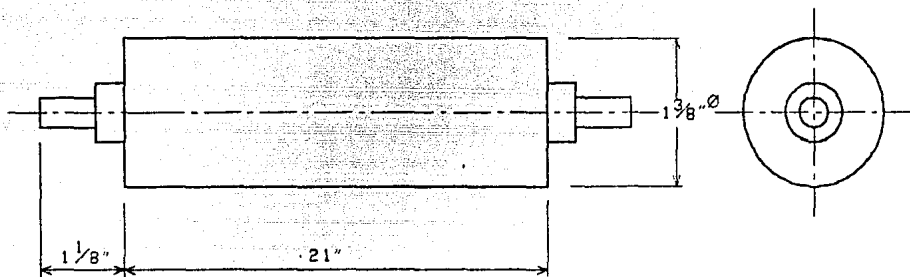
|        |  |           |        |         |           |
|--------|--|-----------|--------|---------|-----------|
| CDM    | PROYECTO AGITADOR ROTATORIO ALTERNANTE |           |        |         |           |
|        | SISTEMA EJE DE PIÑON                   |           |        |         |           |
| DISEÑO | A. VILLAGRAM<br>A. DIAZ                | DIBUJO    | A.V.R. | ESC 3:1 | ACOT PULG |
|        | FECHA 070190                           | PLANO NUM | F-10   |         |           |





MATERIAL:  
AC. INOX.

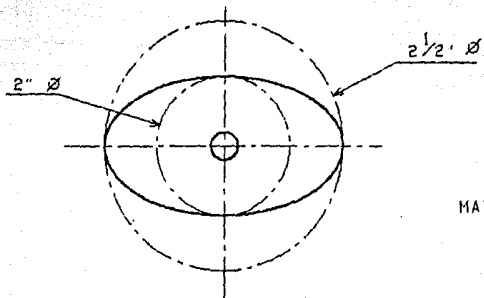
|        |                         |                               |            |           |
|--------|-------------------------|-------------------------------|------------|-----------|
| CDM    | PROYECTO                | ACITADOR ROTATORIO ALTERNANTE |            |           |
|        | SISTEMA                 | FLECHA                        |            |           |
| DISEÑO | A. VILLACRAN<br>A. OIAZ | DIBUJO A.D.O.                 | ESC 2:1    | ACOT pulg |
|        | FECHA                   | 060190                        | PLANO NUM. | F-11      |



MATERIAL:

RECUBRIMIENTO  
DE NEOPRENO

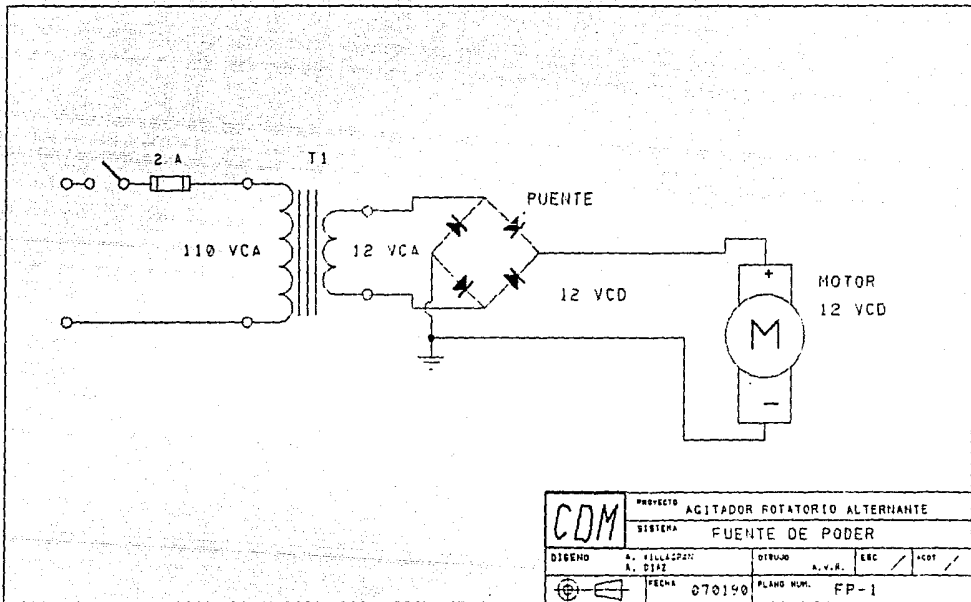
|        |  |                    |            |              |
|--------|--|--------------------|------------|--------------|
| CDM    | PROYECTO AGITADOR ROTATORIO ALTERNANTE |                    |            |              |
|        | SISTEMA RODILLO                        |                    |            |              |
| DISEÑO | A. VILLACRAN<br>A. DIAZ                | DEBUCO<br>A. D. O. | ESC<br>S/N | ACOT<br>pulg |
|        | FECHA                                  | 121189             | PLANO N.º. | F-12         |

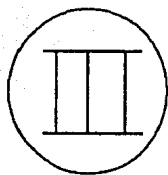


MATERIAL:

ALUMINIO 1/4" DE ESPESOR

|        |  |        |            |            |              |
|--------|--|--------|------------|------------|--------------|
| CDM    | PROYECTO AGITADOR ROTATORIO ALTERNANTE |        |            |            |              |
|        | SISTEMA LEVA                           |        |            |            |              |
| DISEÑO | A. VILLAGRAN<br>A. DIAZ                | DIBUJO | A.V.R.     | ERC<br>2:1 | ACOT<br>pulg |
|        | FECHA                                  | 191189 | PLANO NUM. | F-13       |              |





CONSTRUCCION

ACA



## CAPITULO III. CONSTRUCCION

### 3.1 FABRICACION

En seguida se mencionan todas aquellas piezas que requirieron de algún proceso de manufactura:

- a) Flechas
- b) Bujes
- c) Ejes
- d) Levas

#### FLECHAS

Estas se obtuvieron de material redondo de 7/16" de diámetro y

con una longitud de 25". Se maquinaron en un torno automático en ambos extremos y se hizo un rayado en toda su longitud debido a que el recubrimiento de neopreno requiere de cierta adherencia.

El acabado final de las flechas fue a desbaste sin tratamiento térmico.

#### BUJES

Se obtuvieron de un material redondo (latón) de 1/2" de diametro. Se maquina en un torno únicamente el interior del buje a 1/4" de diametro y una longitud 1 1/16".

Los bujes se colocaron en los agujeros hechos previamente en el perfil de la mesa oscilante, los cuales se realizaron en una fresadora vertical.

#### EJES

Algunos de los elementos como:

-Oscilación de la mesa.

-Giro de la corona.

-Giro de la leva.

-Flecha de motor.

requerian de ejes cuya geometría se consiguió en un torno automático con un desbaste como acabado superficial.

### LEVAS

El perfil de la leva se trazó en una placa de aluminio de 1/4" de espesor. Para ello se trazaron primero los radios máximo y mínimo, que traducidos a desplazamientos lineales, representan el rango de oscilación en que se moverá la mesa, es decir, que una oscilación de 2°, como lo muestra la figura 3.1.1, necesita que el seguidor baje o suba una cierta distancia la cual es provocada por la leva al girar. Entonces, de acuerdo a los grados de oscilación deseados, corresponderá una trayectoria en la leva.

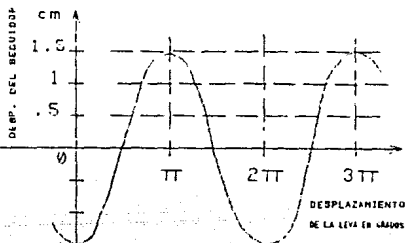


fig. 3.1.1



El perfil de la leva se trazó en forma de óvalo para evitar saltos en el seguidor como lo muestra la figura 3.1.2.

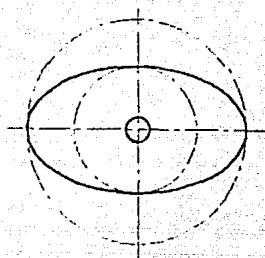


fig. 3.1.2

El contorno de la misma se hizo dejando una tolerancia para dar el acabado final a lima, procurando que éste quedara lo más liso posible con el fin de evitar ruido y vibración en la estructura.

#### FLECHA DEL MOTOR

Debido a que el motor no contaba con una flecha que se adaptara a las condiciones de nuestro diseño, se recurrió a fabricarla a partir de un material redondo de 5/16" de diámetro y

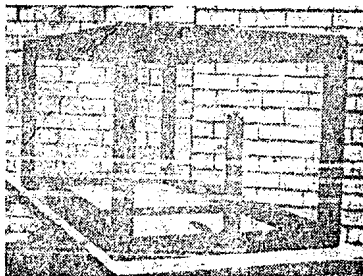
una longitud de  $2\frac{3}{4}$ ".

### 3.2 ENSAMBLE

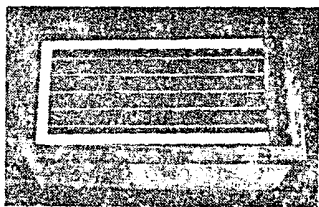
Se procuró que la máquina agitadora fuera lo más sencilla posible para su fácil manejo, además de que también el armado y desarmado de la misma ofrece una mejor posibilidad para su mantenimiento. Para esto se efectuó lo siguiente:

I.- Para los elementos que constituyen la estructura de soportería, el bastidor de la mesa y el nivelador de la leva, se utilizó soldadura de arco eléctrico.

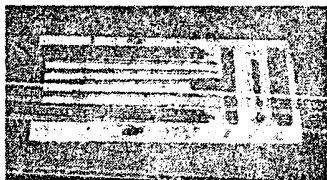
Los siguientes esquemas muestran la forma de ensamble de algunos de los elementos citados en este apartado:



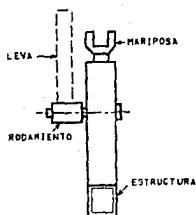
ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA



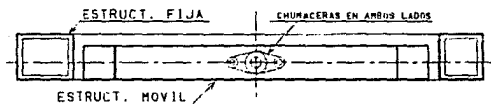
II.- La mesa oscilante está formada de dos partes, una que va soldada en forma de "U" y otra que puede ser desmontable. La figura siguiente indica la forma en que se efectua lo anterior.



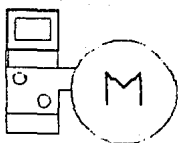
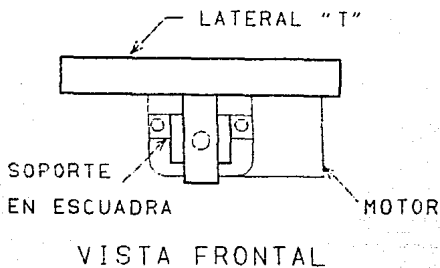
III. - El nivelador de la leva tiene la posibilidad de subir o bajar el seguidor de la misma, lo que se consigue con hacer girar la tuerca (mariposa) que se ubica en la parte superior del nivelador. El dibujo siguiente muestra en su conjunto el mecanismo.



IV. - Para el montaje de la mesa oscilante con la estructura fija, se colocan las dos chumaceras de pared en la parte media de la misma y un perno colocado en ambos lados. La figura siguiente indica la forma en que se realiza este montaje:

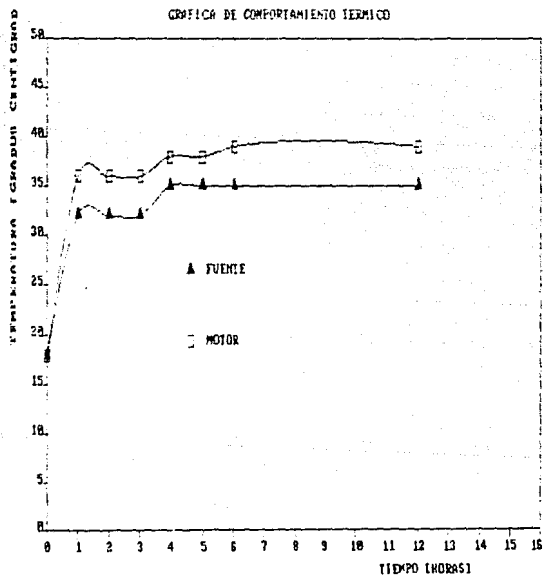


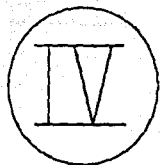
V.- Para la colocación del motor se le fijan primeramente los soportes en escuadra, posteriormente se colocará en la parte desmontable de la mesa oscilante. La figura siguiente muestra este arreglo:



### 3.3 PRUEBAS

Una vez construida la máquina, el parámetro importante a cuidar es la Temperatura tanto en el motor como en la fuente de poder. Para éste análisis efectuamos lecturas de temperatura y de tiempo, para mostrar con ello el comportamiento de los dispositivos mediante un diagrama (T-t).





RESULTADOS

ACA



## CAPITULO IV

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos cumplen en su totalidad con las necesidades planteadas, considerando que los mecanismos que conforman la máquina fueron materiales obtenidos de partes de otros equipos inservibles.

A continuación se hace una crítica de los aspectos funcionales y deficientes del Agitador Rotatorio Alternante:

### FUNCIONALIDAD

Su puesta en marcha resultó excelente, no hubo acumulación de errores durante su desarrollo.

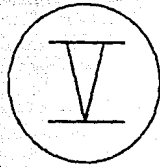


La versatilidad de la máquina comprende entre otras cosas: la colocación de probetas de un sólo tamaño (menores o iguales a 7/8" Ø), del ajustamiento de ángulo de agitación y del ritmo de oscilación.

#### **DEFICIENCIAS**

El peso de la máquina es un poco elevado debido en su mayor parte a la estructura.

Las dimensiones de la misma son grandes.



MANTENIMIENTO

Y

OPERACION

ACA



## CAPITULO V

## MANTENIMIENTO Y OPERACION

Debido a que la mayoría de los equipos cuentan con elementos que requieren de revisiones periódicas para un buen comportamiento de éstos, es necesario elaborar un programa de mantenimiento y operación, lo que nos trae como resultado una vida útil más prolongada de los equipos, menor costo de operación, y lograr un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles.

### 5.1 MANUAL DE MANTENIMIENTO

Para que la máquina agitadora esté en óptimas condiciones y cumpla con un buen funcionamiento, se recomienda lo siguiente:

## I. -LUBRICACION:

### a) Sistema de Transmisión.

La máquina agitadora cuenta con un sistema de engranes que interactúan entre sí y es necesario que éstos operen por medio de un lubricante (grasa para engranajes), con el fin de evitar un calentamiento y desgaste.

Para efectuar la lubricación es necesario que la máquina se encuentre apagada, para proceder entonces a desmontar la cubierta para engranes lo cual se consigue con sólo aflojar los tornillos que se ubican en ambos extremos de ésta. Una vez retirada la cubierta se coloca una pequeña cantidad de grasa en cada uno de los piñones, para después volver a fijar la cubierta en su sitio, asegurándose de que los tornillos queden apretados.

### b) Sistema de Apoyo:

Considerando que en los sistemas de apoyo interactúa un material blando con uno duro, no es necesario un programa de mantenimiento periódico, es decir, basta con la lubricación dada durante su ensamble. Cabe mencionarse que si la máquina es desensamblada se vuelva a engrasar estos elementos.

## 11.- LIMPIEZA:

Para el buen cuidado de la máquina agitadora se recomienda lo siguiente:

- No colocar objetos que no sean probetas sobre los rodillos.
- Evitar sustancias corrosivas y solventes sobre la estructura.
- Para limpieza exterior utilizar un trapo húmedo.

## 5.2 CARACTERISTICAS Y MANUAL DE OPERACION

La figura 5.2.1. muestra la máquina agitadora en su conjunto:

### DATOS TECNICOS:

Alimentación: 127 V.

Ciclos: 60 Hz.

Potencia: 12 W.

Peso Aprox. 25 Kg.

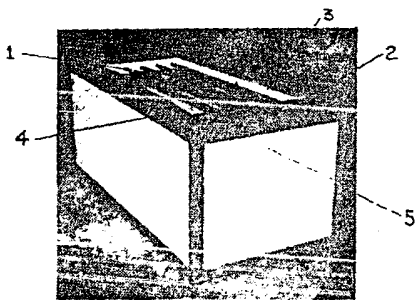


figura 5.2.1

Donde:

- 1.- Rodillos.
- 2.- Engranaje.
- 3.- Mesa Oscilante.
- 4.- Tablero de Control.
- 5.- Motor.

Previamente al arranque de la máquina se debe asegurar que no se encuentren objetos que impidan el movimiento libre de los rodillos y de la mesa oscilante.

La figura 5.2.2 muestra el tablero de control de la máquina agitadora el cual consiste de un boton de encendido-apagado y un selector triple de velocidad.

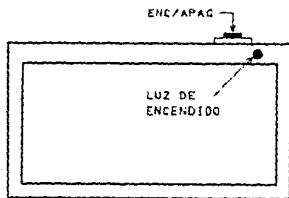
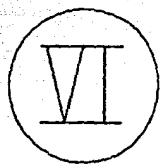


figura 5.2.2



CONCLUSIONES

ACA



## CAPITULO VI

## CONCLUSIONES

Los comentarios que se citan a continuación fueron realizados por cada una de las personas que intervinieron en el proceso de diseño y fabricación del Agitador Rotatorio Alternante.



Me siento satisfecho en haber logrado desarrollar una máquina cuya incorporación a nivel industrial puede llegar a significar un gran ahorro de energía.

El proyecto fué determinado gracias a los conocimientos que mi facultad me brindó, así como a los adquiridos en áreas de la industria metal-mecánica, los cuales trajeron consigo un mejor análisis de las necesidades y a una pronta búsqueda de la solución, partiendo de una serie de objetivos que en ningún momento se perdieron de vista.

Por otra parte, puedo asegurar que la participación activa de más de una persona en el diseño de máquinas, conduce a un mayor número de ideas que posiblemente alguna de ellas sea la más acertada.

El Agitador Rotatorio Alternante puede llegar a ser implementado aún más, considerando que su versatilidad coadyuva un incremento en la demanda del mismo.

Por último puedo decir que con la culminación del proyecto mejoraron considerablemente mis conocimientos sobre los procesos de manufactura, además de que la fabricación resultó bastante agradable debido a la ayuda prestada por el personal que labora en los talleres del CDM.

Alejandro Villagran

Durante el Diseño y fabricación de la maquina se hizo patente la necesidad de conjuntar conocimientos adquiridos en mi etapa de formación dentro de la Facultad.

Quiero reiterar que al trabajar en equipo se comparten conocimientos e ideas, dando como resultado mayor calidad y ahorro de tiempo.

El metodo de diseño es muy flexible, el presentado en libros es común en varios de ellos, lo que indica que un método no necesariamente se cumple para diferentes máquinas, existe la necesidad de plantearlo.

El concluir este trabajo es una gran satisfaccion porque permite terminar mis estudios a nivel licenciatura. Además, en el proceso de Diseño y Fabricacion del Agitador se incrementaron mis conocimientos teorico-practicos.

Alfredo Díaz Quiroz.

## BIBLIOGRAFIA

SHIGLEY JOSEPH, MITCHELL LARRY

Diseño en Ingeniería.

3a Edición, Mc Graw Hill.

México, 1985.

JENSEN C. H.

Dibujo y Diseño en Ingeniería.

1a Edición, Mc Graw Hill.

México 1981.

OBBERG ERIK, JONES FRANKLIN Y HORTON HOLBROOK.

Machinery's Handbook.

21 st. Edition, Industrial Press.

New York 1979.

DIETER GEORGE.

Engineering Design.

A Materials and Processing Approach.

International Student Edition, Mc Graw Hill.

U. S. A., 1983.

FLINN RICHARD, TROJAN PAUL.

Materiales de Ingeniería y sus aplicaciones.

1a Edición. Mc Graw Hill.

México 1982.

McLEAN Y NELSON.

Mecánica para Ingenieros.

2a. Edición, Mc Graw Hill.

México 1979.

CHEVALIER

Dibujo Industrial.

1a. Edición, Tomsa.

España 1979.

## INDICE

|                                       | PAGINA |
|---------------------------------------|--------|
| INTRODUCCION                          | 1      |
| OBJETIVOS                             | 3      |
| CAPITULO I METODO DE DISEÑO           | 4      |
| 1.1 Analisis de Necesidades.          | 4      |
| 1.2 Asentamiento de Especificaciones. | 6      |
| 1.3 Busqueda de Informacion.          | 7      |
| 1.4 Creacion de Alternativas.         | 13     |
| Factibilidad y Selección.             |        |
| CAPITULO II DESARROLLO DEL PROYECTO   | 25     |
| 2.1 Diseño de detalle                 | 25     |
| 2.1.1 Sistema Motriz.                 | 25     |
| Transmision y Oscilante.              |        |
| 2.1.2 Sistema de Control.             | 27     |
| 2.1.3 Sistema de Soporteria.          | 28     |

|                     |   |           |
|---------------------|---|-----------|
| 2.2                 | Memoria de calculo.                       | 29        |
| 2.3                 | Elaboración de planos de ensamble.        | 43        |
| 2.4                 | Elaboración de planos de<br>fabricación.  | 44        |
| <b>CAPITULO III</b> | <b>CONSTRUCCION</b>                       | <b>45</b> |
| 3.1                 | Fabricación.                              | 45        |
| 3.2                 | Ensamble.                                 | 49        |
| 3.3                 | Pruebas.                                  | 53        |
| <b>CAPITULO IV</b>  | <b>RESULTADOS</b>                         | <b>54</b> |
| <b>CAPITULO V</b>   | <b>MANTENIMIENTO Y OPERACION</b>          | <b>56</b> |
| 5.1                 | Manual de mantenimiento.                  | 58        |
| 5.2                 | Características y<br>Manual de operación. | 58        |
| <b>CAPITULO VI</b>  | <b>CONCLUSIONES</b>                       | <b>60</b> |
|                     | <b>BIBLIOGRAFIA</b>                       | <b>65</b> |