

120A



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA

DISEÑO Y MANUFACTURA DE UN DINAMIZADOR  
DE LIQUIDOS HOMEOPATICOS

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

PRESENTA

**JAVIER MUÑOZ PEREZ**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

MEXICO D.F. 1994



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.

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Agradezco a todos mis profesores e instituciones el apoyo que me brindaron para lograr mi formación profesional en su primera etapa que se termina con este trabajo.

En especial vaya mi agradecimiento :

A la Facultad de Ingeniería.

Al Centro de Diseño Mecánico de la Facultad de Ingeniería.

A la Escuela Nacional de Medicina Homeópata del Instituto Politécnico Nacional.

Al Laboratorio de Ingeniería Mecánica Asistida por Computadora  
(L.I.M.A.C.)

Al M. en I. Vicente Borja Ramírez.

Por su dirección en la elaboración tan interesada de este trabajo.

Al Dr. Armando Real Díaz.

Quien apporto la idea para este trabajo.

**A mi madre:**

**Por sus consejos y apoyo que en todo momento sentí de ella.  
Por su amor y cariño incondicional.  
Porque siempre es un ejemplo a seguir.**

**A mi padre:**

**Por ser mi mejor amigo.  
Por ser la persona que mas admiro.  
Porque es un ejemplo a seguir.**

**A mi abuelita Paz:**

**Por su apoyo y cariño.**

**A mis hermanos:**

**Alejandro  
y  
Víctor**

**A mis amigos:**

**Armando León Rosario.  
Mariano García del Gállego.**

**A mis amigos:**

**Fabiola, Verónica, Carla, Alejandro,  
Marx, Fernando, José Luis, Rodrigo.**

**A toda mi familia.**



## INDICE :

Introducción.....	1
Antecedentes.....	2
Objetivos y alcances.....	5
Planteamiento del problema.....	6
Investigación.....	9
Diseño conceptual y de configuración.....	10
Diseño de detalle:	
Análisis cinemático.....	13
Análisis dinámico.....	15
Determinación de las masas equivalentes:	
para manivelas.....	17
para bielas.....	18
Consideraciones.....	19
Diseño del porta-envase.....	19
Desarrollo.....	21
Análisis de resultados de las gráficas 1, 2, 3 y 4.....	23
Cálculo de esfuerzos en bielas, manivelas y barras guía.....	24
Análisis de resultados de la potencia.....	26
Resultado de pruebas.....	27
Conclusiones.....	29

## INTRODUCCIÓN:

Dinamizador de líquidos homeopáticos.

Desde el principio de la práctica de la medicina homeópata, como un medio efectivo de aliviar los padecimientos y enfermedades de la humanidad, y luego de varias investigaciones efectuadas por los médicos y científicos especializados, la medicina homeópata se ha modernizado.

Una etapa del proceso de investigación también usada en la elaboración del medicamento, se refiere a "dinamizar", o sea, cambiar las propiedades químicas y físicas de un líquido que será empleado como medicina homeópata por medio de la agitación.

En la actualidad, solo existe una forma de dinamizar un líquido homeópata, y este consiste en agitar un líquido manualmente. Este procedimiento no garantiza un adecuado dinamizado del líquido, por lo que se demanda un equipo que satisfaga esta necesidad.

Esta tesis presenta el desarrollo del proyecto cuyo propósito es satisfacer la necesidad antes expuesta.

En sus antecedentes, se dará a conocer el diseño y fabricación de un prototipo que se realizó en la materia de Diseño de Máquinas, el cual no cumplió con los objetivos, por lo que se rediseñó y fabricó un equipo que cumpliera con las especificaciones establecidas.

En el resto del trabajo se describe este rediseño y fabricación, incluyendo pruebas del prototipo obtenido.

## ANTECEDENTES

### GENERALIDADES:

Alumnos de la Escuela de Medicina Homeópata del Instituto Politécnico Nacional y médicos homeópatas plantearon , en una entrevista, la necesidad de tener una máquina que sea capaz de "Dinamizar" un líquido homeópata para asegurar la calidad del producto.

Para entender el significado de "Dinamizar" se describe la elaboración de un líquido homeópata a continuación. Cabe destacar que solo se presenta la información que es necesaria para el desarrollo del proyecto y que el proceso no se describe a profundidad por cuestiones de confidencialidad.

Se cuenta con un líquido medicinal (llamado soluto) y un alcohol al 86% (llamado solvente).

Lo primero que se hace es una disolución de soluto en solvente, de la siguiente manera:  
1 parte de soluto por 99 partes de solvente.

En este líquido nuevo ocurrirán algunas reacciones químicas al ser dinamizado que permitirán que las partículas del mismo fluorescan . Es el líquido dinamizado el que podrá ser empleado como medicina homeópata.

Cabe mencionar que este proceso se repite, disminuyendo el porcentaje de solvente, hasta que tenga el poder curativo necesario para una enfermedad determinada.

El proyecto en sí, consiste en construir una máquina o mecanismo que permita agitar al líquido en forma eficiente para dinamizarlo y que pueda ser usado en la elaboración del medicamento.

### DISEÑO INICIAL:

En 1990, cuando se planteó inicialmente el problema, se realizaron una serie de actividades con vistas a obtener un diseño que lo resolviera. Las cuales se explican a continuación:

Se hizo una investigación que arrojó como resultado el conocimiento de la no existencia de equipo que dinamice líquido homeópata; cabe mencionar que los lugares donde se llevó a cabo la misma fueron la Biblioteca de Información Técnica (INFOTEC); en el Departamento de Patentes de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI) y; revistas especializadas en equipos de laboratorio químico y farmacéutico.

Una vez terminada la investigación, se inició el diseño conceptual del equipo para lo que se creó un diagrama de árbol función-medio (figura 1) y un diagrama de bloque (figura 2) que se explican a continuación:

Como elemento principal del diagrama de árbol función-medio, tenemos el dinamizador de líquidos. Se propusieron tres medios por los cuales se podría mover al mismo: manual, mecánico y magnéticamente.

Analizando las tres opciones, se llegó a la conclusión de que el sistema mecánico es el mas apropiado para generar el movimiento, ya que, resultó ser el mas funcional.

Las dos funciones que debía realizar el sistema mecánico eran: control de tiempo de agitado y movimiento de agitado.

El control de tiempo de agitado se hizo por medio de un circuito electrónico.

Para el movimiento de agitado, se usó un sistema mecánico con movimiento vertical y se propusieron cuatro formas de conseguirlo: leva con seguidor de rodillo, leva con resorte, mecanismo de barras y un sistema biela-manivela con volante de inercia.

El diagrama de bloque de la figura 2 representa al dinamizador. El diseño constó de un sistema principal que es el propio dinamizador de líquidos, que está formado por dos subsistemas los cuales fueron: control de tiempo de agitado y mecanismo de movimiento de agitado.

Cuando se analizaron todas las posibilidades anteriores, se llegó a la conclusión de ocupar una leva con seguidor de rodillo.

El equipo que se fabricó se describe a continuación:

El equipo se diseñó con base en el movimiento que hacen las máquinas de coser. El mecanismo está formado de una leva con seguidor de rodillo, una barra unida al rodillo y un par de ejes guía sobre los que corre un porta-probetas. La figura 3 muestra un dibujo del equipo.

En la realización de las pruebas, se encontraron algunos defectos, los cuales se mencionarán a continuación:

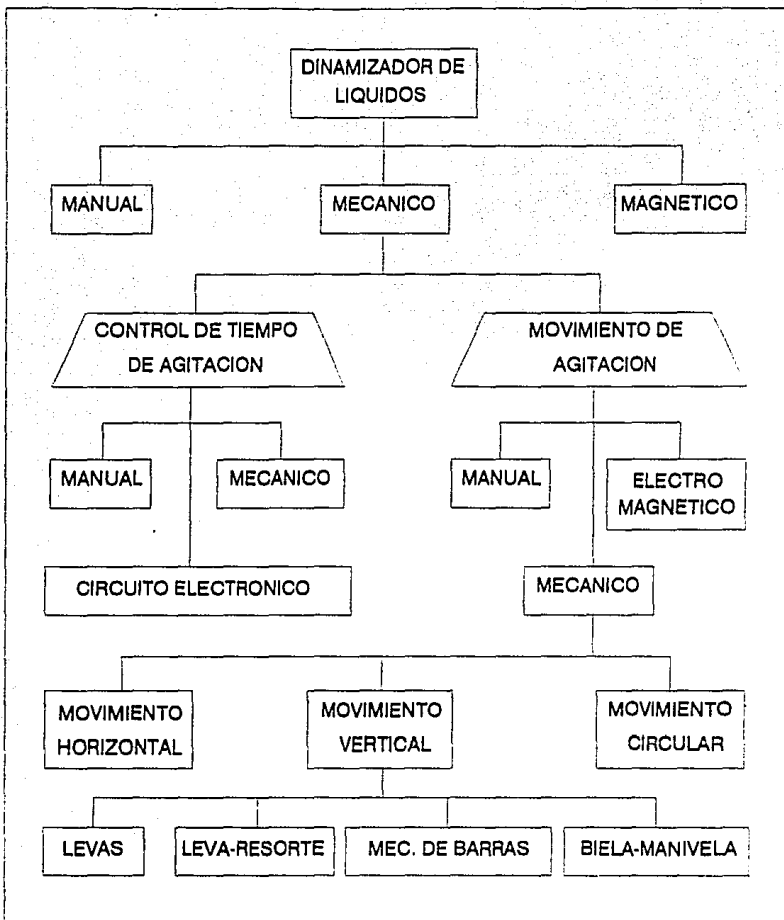


FIGURA NUM. 1. DIAGRAMA DE ARBOL (FUNCION - MEDIO)

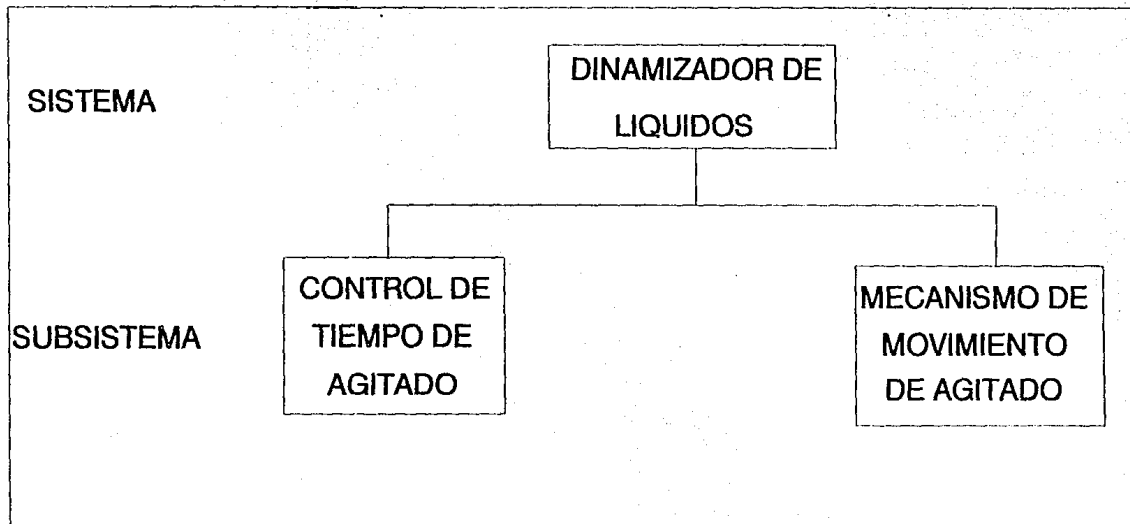


FIGURA NUM. 2. DIAGRAMA DE BLOQUE.

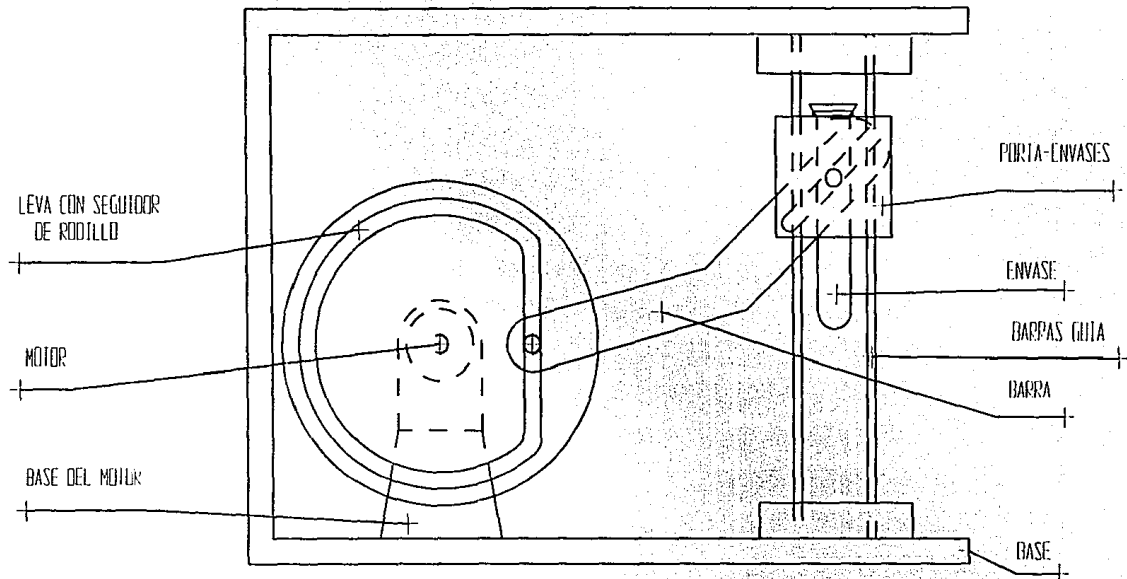


FIGURA NUM. 3

DINAMIZADOR DE LÍQUIDOS

El prototipo tuvo defectos como la fricción que se produce entre las barras guía y el portaprobeta lo que generó un incremento en la potencia demandada del motor, además de calentamiento.

En la barra que se encuentra en el seguidor, se observaron problemas de diseño al tener una geometría que permitiría una gran concentración de esfuerzos lo que originaría la fractura de la barra.

Con base en la explicación dada, se entiende que existe una necesidad y que no se logró un equipo que la satisfaga, de ahí, que se realice otro diseño y manufactura que cumpla con el objetivo en forma eficiente.



## OBJETIVOS Y ALCANCES

Considerando todo lo anterior, el objetivo del proyecto es:

- Obtener una máquina o mecanismo que sea capaz de agitar un líquido homeópata y que lo dinamice para obtener un medicamento.

Alcances del proyecto:

- Se pretende mínimamente fabricar una máquina o mecanismo que cumpla con el objetivo.

### ESPECIFICACIONES:

- La máquina o mecanismo debe de agitar un líquido homeópata 100 veces en 1 minuto y debe de realizar un "martilleo" en cada agitado (se refiere a golpear contra algo el envase que contiene al líquido homeópata, esto se debe a que actualmente la agitación se lleva a cabo por medio del brazo de una persona, la cual agita la sustancia y golpea el recipiente en una mesa, con el fin de obtener un mejor dinamizado). Un agitado es el acto de subir, bajar y golpear al recipiente en una ocasión.

- Debe ser un equipo sencillo, además, no deberá transmitir fuertes vibraciones a equipos cercanos, desplazarse o cambiar de posición al funcionar.

- En los laboratorios se manejan tres cantidades estándares de líquido que se pueden dinamizar, estas son: 60, 180 y 250 ml. El equipo debe ser capaz de dinamizar cualquiera de estas tres cantidades.

- Por la característica anterior, las dimensiones del envase serán variables, de 4 a 8 cm de diámetro y de 5 a 12 cm de largo aproximadamente. El envase será de vidrio, cilíndrico y siempre con tapa esmerilada.

El criterio que se siguió para obtener tanto el objetivo como los alcances del proyecto, se basa en la información que se recopiló al investigar las características que deberá tener el Dinamizador de Líquidos al preguntar a médicos homeópatas de la Escuela de Medicina Homeópata del Instituto Politécnico Nacional.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Una vez establecidos el objetivo y alcances del proyecto, es necesario detallar lo más posible el problema a resolver. Para realizar lo anterior, existen varias técnicas. Una de ellas consiste en contestar cuestionarios (checklist). Siguiendo esta técnica podemos plantear que el problema queda especificado contestando los siguientes puntos:

- 1- Nombre del producto.
- 2- Propósito que debe cubrir el producto.
- 3- Contra qué tipo de producto debe competir.
- 4- A qué mercado debe dirigirse.
- 5- Qué se debe hacer.
- 6- El porqué hay la necesidad.
- 7- Condiciones ambientales.
- 8- Vida útil.
- 9- Mantenimiento.
- 10- Seguridad.
- 11- Peso.
- 12- Estética.
- 13- Materiales.
- 14- Facilidades de manufactura.
- 15- Instalación.
- 16- Consumo de energía.
- 17- Disposición final.
- 18- Lo que no debe hacer.

El equipo recibirá el nombre de "Dinamizador de Líquidos". La función que debe de cumplir es la de agitar un líquido homeópata para que éste pueda ser utilizado como medicina. La figura 4 muestra en forma clara el objetivo del "Dinamizador de Líquidos", en la cual tenemos una entrada, o sea, solvente + soluto; el dinamizador de líquidos y como salida el líquido que se emplea como medicamento.

En la actualidad no existe ninguna máquina o mecanismo que realice la dinamización, por lo que no existe competencia comercial.

El equipo estará dirigido a médicos homeópatas en general, a laboratorios que vendan equipos y a las escuelas de medicina homeópata.

Se debe hacer una máquina o mecanismo que cumpla con las siguientes características:

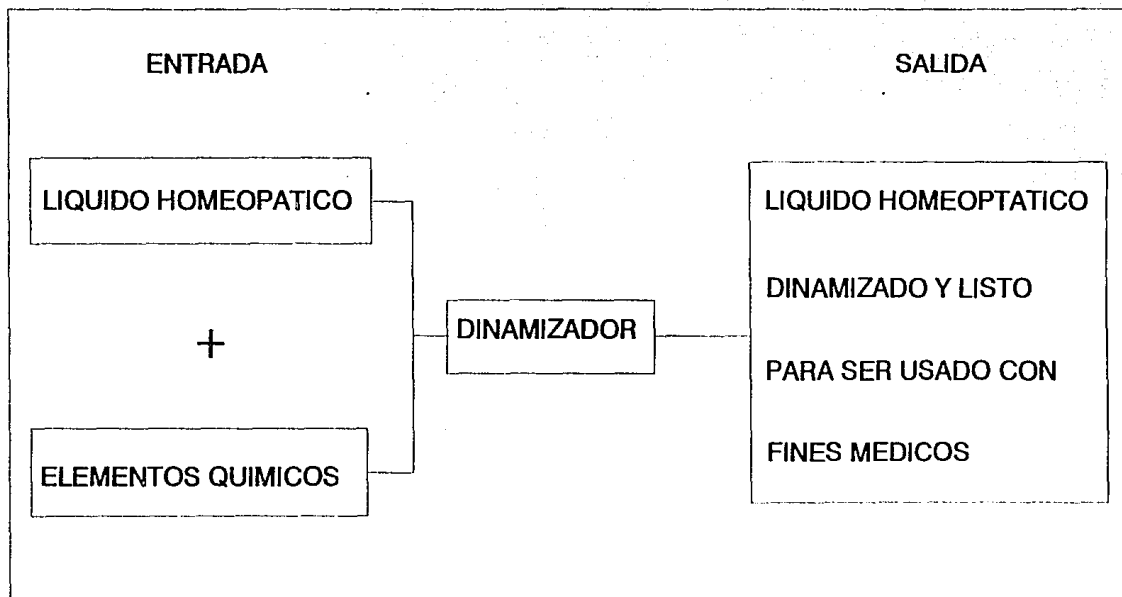


FIGURA NUM. 4. ANALISIS DE ENTRADA Y SALIDA DEL DINAMIZADOR

- a) Debe agitar un líquido homeópata 100 veces.
- b) En cada uno de los agitados debe existir un golpeteo o martilleo (explicado en el objetivo).
- c) El tiempo de dinamizado debe ser de 1 minuto.
- d) El Dinamizador de Líquidos debe trabajar con tres cantidades de líquido que son: 60, 180 y 250 ml.
- e) La amplitud de agitación será variable (dependiendo del medicamento a dinamizar).
- f) El porta-envase debe ser capaz de contener envases de tres diferentes dimensiones. Estas oscilan entre 4 y 8 cm. de diámetro y entre 5 y 12 cm. de altura. Los envases son de vidrio con tapa.

La necesidad de tener un dinamizador de líquidos en la medicina homeópata es debida a no tener un control en la calidad de los dinamizados, debido a esto, el Dinamizador de Líquidos tiene un uso práctico e indispensable.

El equipo que se diseñe, estará trabajando en lugares cerrados y limpios de polvo y basura.

El mantenimiento del equipo será sencillo, lo que implica solo mantenerlo limpio y revisar su cable de corriente.

El equipo debe ser de manufactura sencilla para facilitar la reposición de piezas que fallaran por desgaste o fatiga en el transcurso del tiempo y se emplearán la mayor cantidad de partes comerciales.

El equipo debe ser seguro, fácil de operar y no debe presentar desplazamientos sobre la superficie en que se apoye al estar en operación.

El equipo, en general, debe ser funcional, con un acabado de sus piezas que impidan la corrosión y con una geometría que evite la acumulación de polvo.

Los materiales que se emplearán deben cumplir con las siguientes características:

- a) Deben ser materiales que retarden la oxidación y corrosión.
- b) Los materiales empleados en el porta-envase serán metálicos no ferrosos y de baja densidad.
- c) Los materiales propios del mecanismo deben ser resistentes al desgaste y con buena resistencia mecánica a la fatiga.
- d) Algunas partes podrán ser de madera sí y solo sí en ellos no existen grandes esfuerzos que dañen el funcionamiento del equipo o que promuevan fracturas que causen daños tanto al equipo como al operador.

La energía con la que trabajará el equipo será eléctrica a 110 V. de salida.

El equipo no debe pasar del tiempo estipulado de agitado y/o del número de agitados ya que estos son los adecuados para dinamizar al líquido.

## INVESTIGACIÓN

Se presenta una nueva investigación con el fin de agotar todas las posibilidades de encontrar equipos dinamizadores.

El primer lugar que se visitó fue el laboratorio de prácticas de la Escuela de Medicina Homeópata del Instituto Politécnico Nacional, en donde se obtuvo la siguiente información:

1- Se ha realizado una investigación completa en convenciones internacionales para saber de la existencia de algún equipo que dinamice los líquidos en pequeñas cantidades y se encontró que no hay en el mercado internacional ningún aparato con estas características.

2- Se realizó una búsqueda en las oficinas de patentes de Estados Unidos y algunos países europeos, obteniendo el mismo resultado.

3- La Escuela de Medicina Homeópata del Instituto Politécnico Nacional pidió a ingenieros mecánicos particulares que crearan un equipo para dinamizar líquidos, pero sus equipos no cumplieron con el objetivo.

El segundo lugar en donde se buscó información acerca del Dinamizador de Líquidos fue en la hemeroteca de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México, consultando una serie de artículos y patentes que se han desarrollado desde 1940 y en el cuál no se consiguió nada.

La bibliografía que se investigó fue la siguiente:

- Chemical Abstracts Service

Publicada por: American Chemical Society

El año de la publicación corresponde al año que se consulte en los libros.

- Chemical Engineering Progress

Conjunto de revistas de 1940 a la fecha con referencia en ventas de equipo de laboratorio químico.

En conclusión, podemos asegurar que no existe en el mercado nacional o internacional ningún equipo que dinamice un líquido homeópata pequeñas cantidades del mismo.

## DISEÑO CONCEPTUAL Y DE CONFIGURACIÓN

Una vez definido al dinamizador y los alcances que se pretenden obtener del proyecto, se analizarán algunas de las posibilidades de obtener un resultado satisfactorio en cuanto a la realización del proyecto.

El Dinamizador de Líquidos tiene tres sistemas principales que son:

- 1- Sistema de movimiento del envase portador del líquido.
- 2- Sistema de control del tiempo de agitado.
- 3- Sistema de sujeción del envase.

Los sistemas de movimiento y control de tiempo se analizan en un diagrama de árbol función-medio, figura 5, que genera varias combinaciones para obtener un resultado satisfactorio.

El sistema de sujeción del envase se analiza en un diagrama de bloques, figura 6.

A continuación se presenta el análisis y resultados del diagrama de árbol función-medio de los sistemas de movimiento y control de tiempo:

Como función principal del diseño se tiene el dinamizar un líquido y se proponen dos medios por los cuales se pueda generar el movimiento. El primero es un sistema electromecánico, el cual se refiere a mover al líquido por medio de un motor eléctrico y un sistema mecánico que provocará el movimiento deseado, y el segundo, se refiere a un sistema de palanca y engranes, el cual produce un movimiento en un sistema mecánico que mueve al líquido.

El control que se tiene con el primer medio es mas exacto que el que posee el segundo, ya que, la velocidad y el tiempo de agitado se pueden controlar mas eficientemente por ser mas exacto que el simple movimiento de una palanca que generaría un movimiento no uniforme.

Una vez que se decidió cual será el sistema a emplear, se definen las funciones que debe hacer, éstas son: control de tiempo de agitado y tipo de movimiento del dinamizador.

El tiempo de agitado se puede controlar de dos formas diferentes: con un circuito electrónico o con un control de tiempo manual (cronómetro).

Se decide emplear un circuito electrónico ya que el control que se tendría entre el encendido de la máquina y el cronometraje del tiempo será mas preciso y ofrecerá mejores resultados. Además, existe en el mercado un circuito con las características buscadas llamado temporizador.

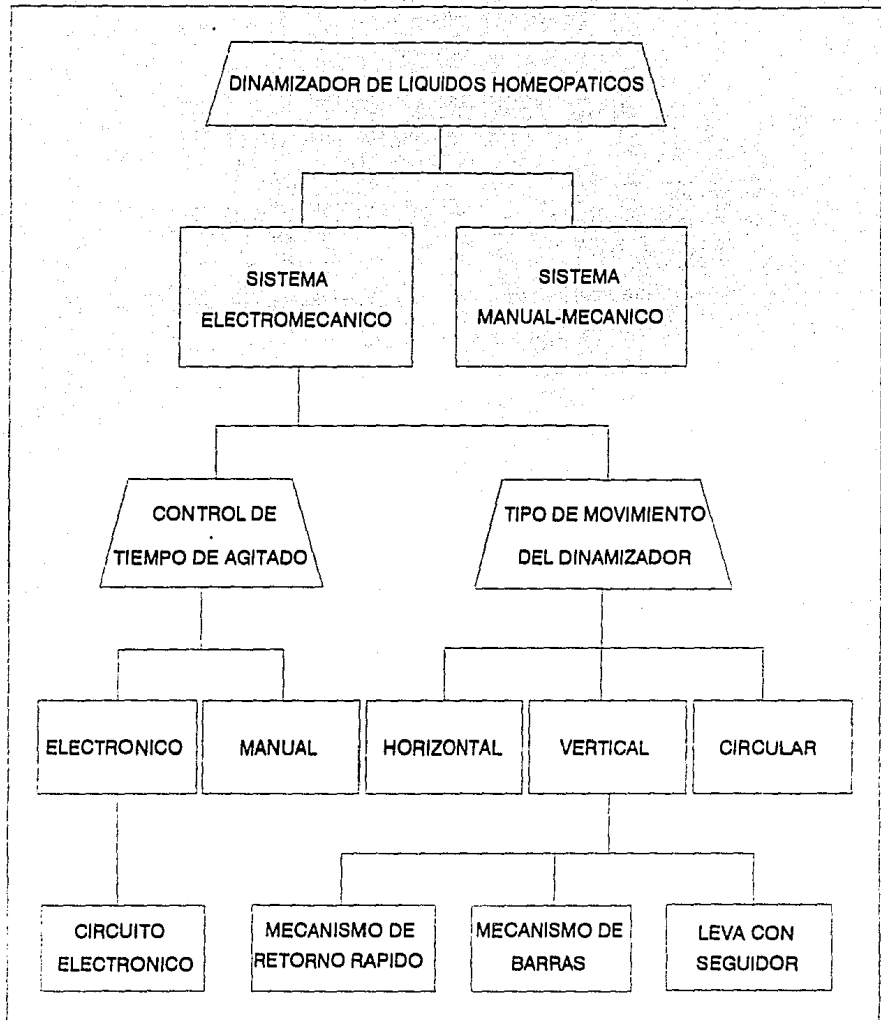


FIGURA NUM. 5. DIAGRAMA DE ARBOL (FUNCION-MEDIO)



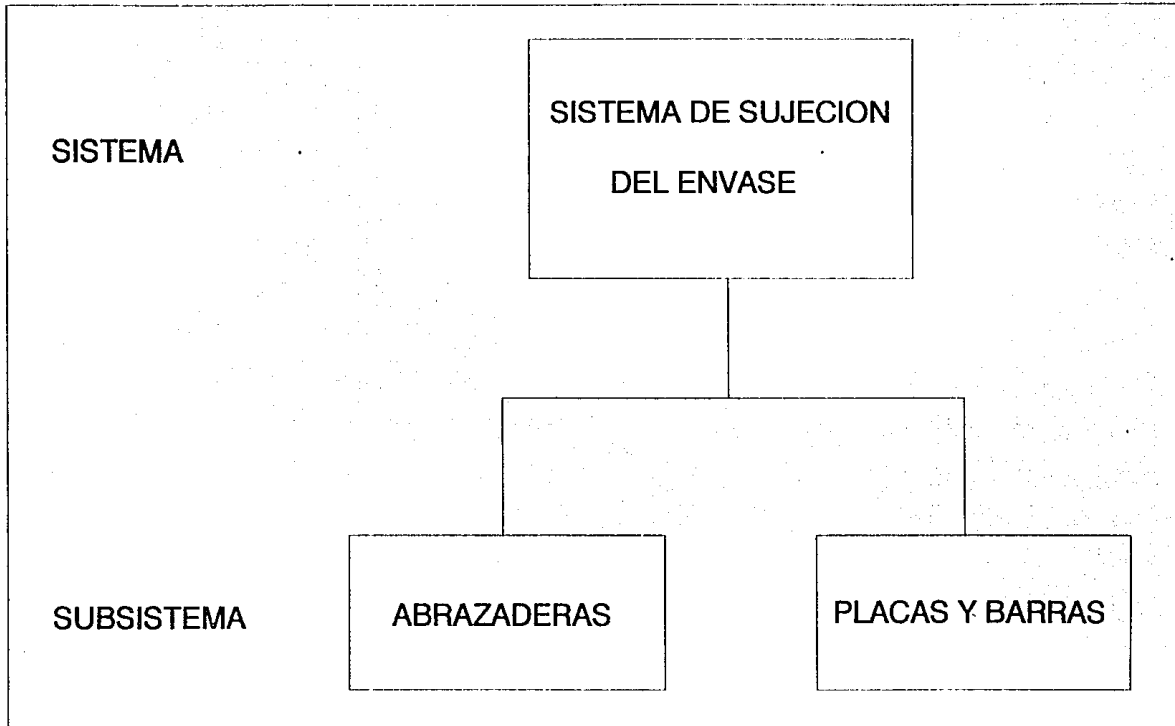


FIGURA NUM. 6. DIAGRAMA DE BLOQUE.

El movimiento del agitador puede ser de tres formas diferentes: horizontal, vertical o circular.

Debido a las características de diseño del Dinamizador de Líquidos, se decide emplear un agitador vertical, ya que, en esta forma, la posibilidad de derrame del líquido por un mal tapado del envase disminuye, además, el manejo del envase en esta posición es más sencilla.

La forma en que se producirá este movimiento puede ser por medio de un mecanismo de retorno rápido, un mecanismo de barras o por medio de una leva con seguidor de rodillo.

Como se observa, no se tiene totalmente definido el agitado, una vez terminado el análisis del diagrama de árbol función-medio de la figura 5, esto se logra en el diseño de configuración.

El diagrama de árbol función-medio de la figura 6 explica las opciones de la forma de sujetar al envase que contengan al líquido a dinamizar, donde la función es la de sujetar al envase y los medios son abrazaderas o tapas y barras.

Se propone a la tapa y barras como sujeción del envase por ser más efectivo, ya que, el envase quedará totalmente fijo a la base del porta-envase evitando desplazamientos que puedan provocar la ruptura del envase.

De acuerdo al diagrama de árbol función-medio de la figura 5, se tienen tres opciones para agitar al líquido las cuales son:

- Leva con seguidor de rodillo, (ver figura 3).
- Mecanismo de barras articuladas (ver figura 7).
- Mecanismo de retorno rápido (ver figura 8).

Para cada una de estas, se consideran algunos criterios básicos, que además, cumplan con los requisitos de diseño del Dinamizador de Líquidos.

Los criterios fueron los siguientes:

- Fabricación
- Eficiencia
- Mantenimiento
- Materiales
- Estética
- Seguridad
- Costo

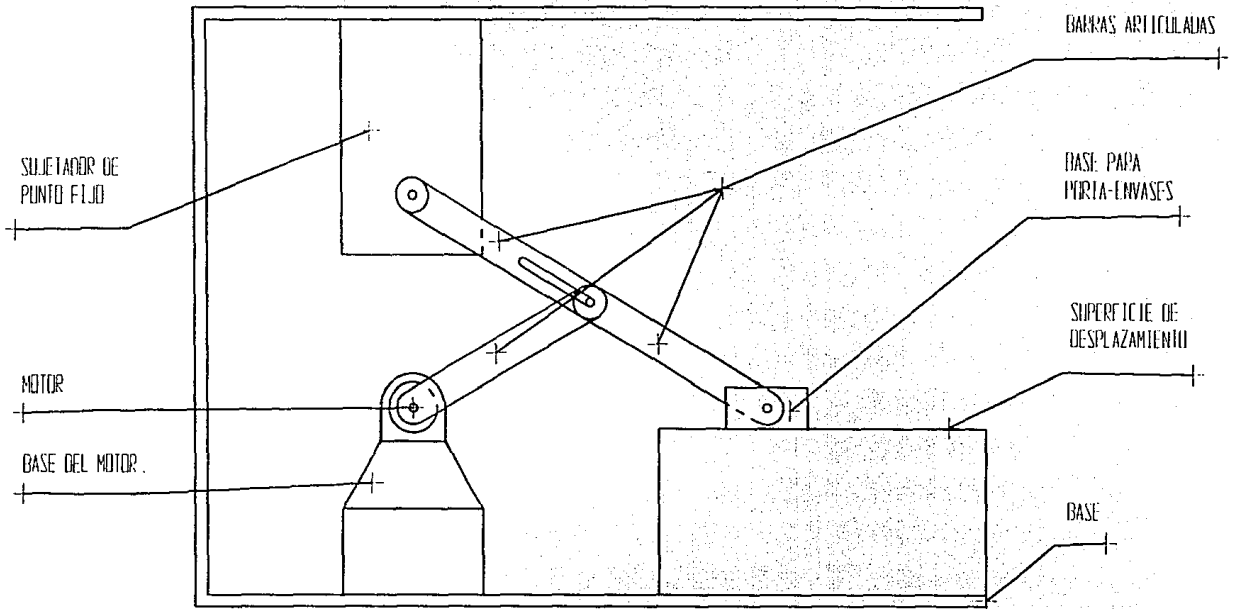


FIGURA NUM. 7  
 MECANISMO DE LINEA RECTA

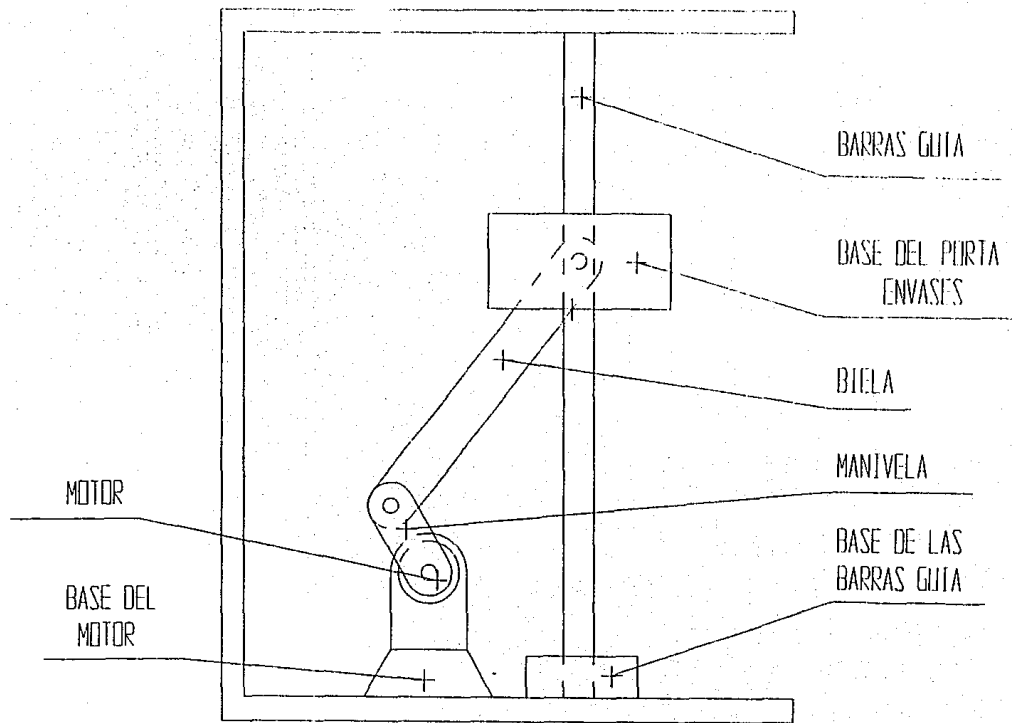


FIGURA NUM. 8

MECANISMO DE RETORNO  
RAPIDO

De acuerdo a los criterios anteriores, se escoge al mecanismo de retorno rápido.

Este mecanismo es fácil de fabricar, cumple eficientemente con el objetivo, su mantenimiento solo aparece con la ruptura de una barra, el número de elementos es menor y de sencilla fabricación, el costo total del equipo disminuye.

## DISEÑO DE DETALLE:

En las etapas anteriores se determina el mecanismo que se empleará, el cual tiene la configuración de la figura 8.

Para este mecanismo, es necesario realizar los análisis cinemático y dinámico, los cuales nos permitirán tener los datos necesarios para poder fabricar un equipo seguro y eficiente.

La figura 9, muestra un diagrama del mecanismo de retorno rápido y sus parámetros.

Al mecanismo de retorno rápido también se le conoce como mecanismo general o excéntrico de corredera y manivela, y tiene como característica mas importante que la velocidad angular  $\theta_2$  gira en sentido contrario a las manecillas del reloj.

### ANÁLISIS CINEMÁTICO:

La figura 10, muestra la representación de los parámetros principales que se deben de considerar al realizar el análisis cinemático.

Se considera que la velocidad angular de la manivela es constante y su aceleración es cero. Se supone el eje de las abscisas (x) paralelo a la carrera del mecanismo.

En la figura 11 se muestra el diagrama vectorial de la figura 10, en donde consideramos:

$$r_1, r_2, r_3, \theta_1, \theta_4 = \text{ctes. y } \theta_2, \theta_3, r_4 = \text{variables} \quad (C1)$$

Dato conocido:

Velocidad angular de la manivela.

Dado el diagrama vectorial de la figura 11, se puede decir que:

$$\begin{aligned} \text{por Euler: } & r_1 + r_4 = r_2 + r_3 & (C2) \\ \text{y} & : r_1 e^{i\theta_1} + r_4 e^{i\theta_4} = r_2 e^{i\theta_2} + r_3 e^{i\theta_3} & (C3) \end{aligned}$$

Desarrollando la ecuación C3 y considerando que  $\theta_1 = -90^\circ$  y  $\theta_4 = 0^\circ$ , entonces:

$$\theta_3 = -\text{sen}^{-1} ((r_1 + r_2 \text{ sen } \theta_2)/r_3) \quad (C4)$$

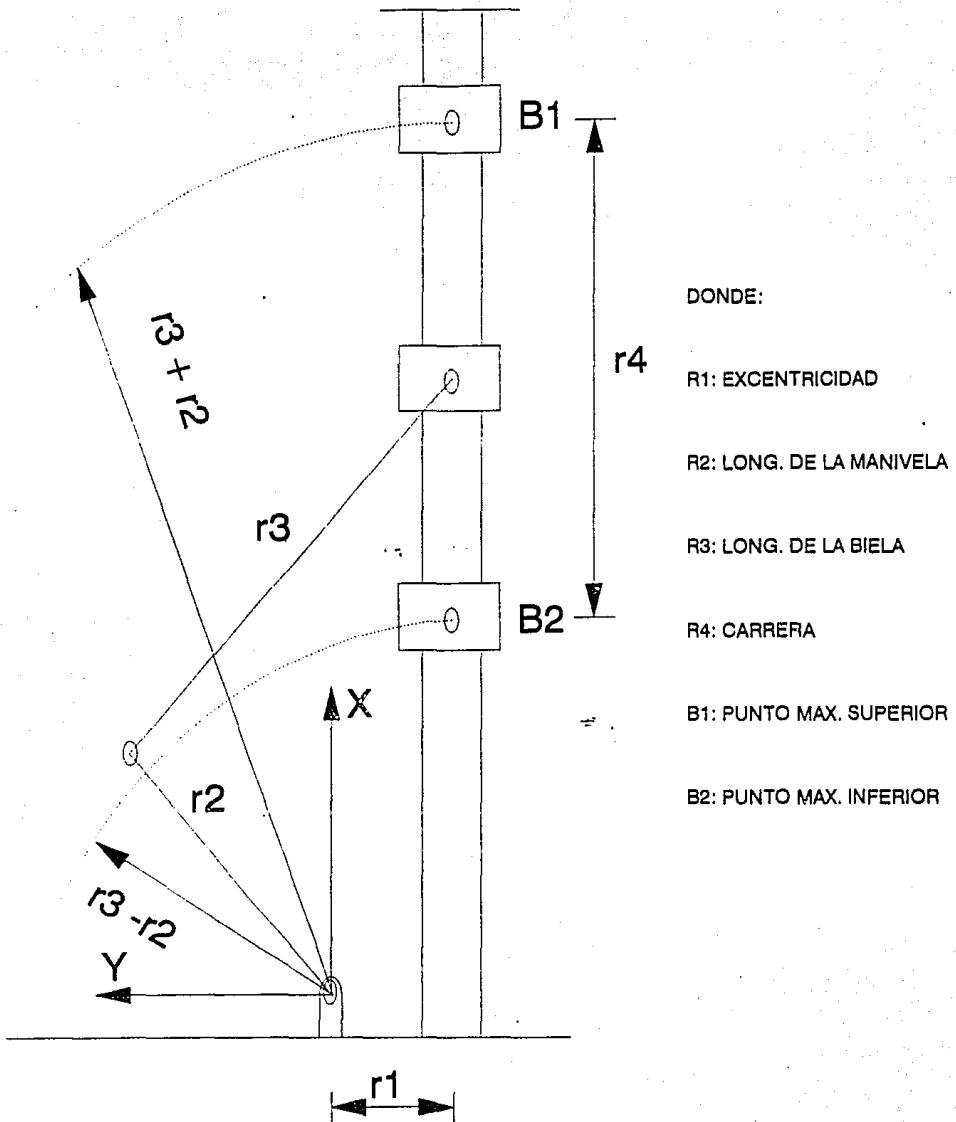


FIG. 9: MECANISMO GENERAL DE CORREDERA Y MANIVELA

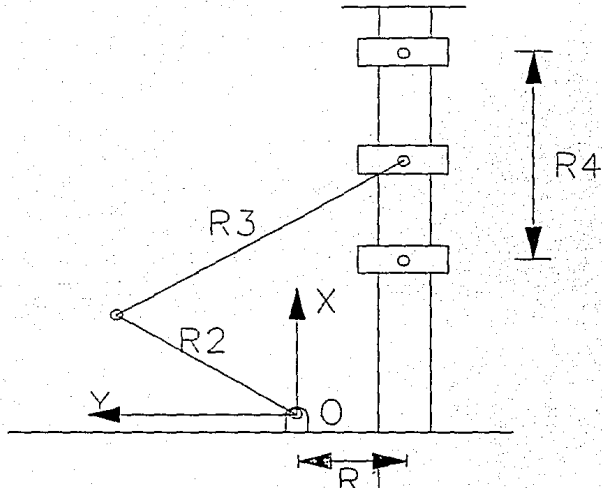


FIG. 10: MECANISMO EXCENTRICO MANIVELA Y CORREDERA.

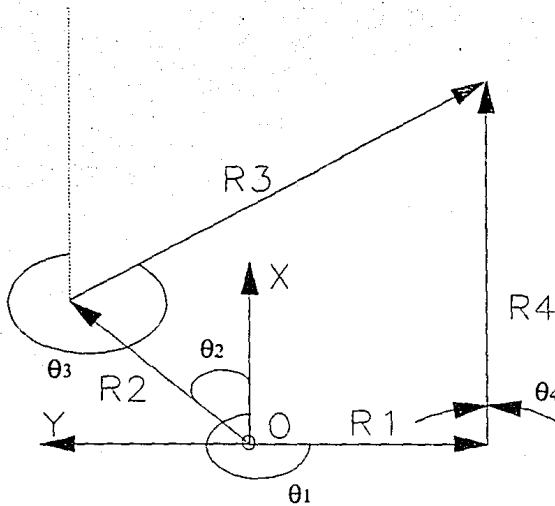


FIG. 11: DIAGRAMA VECTORIAL DEL MECANISMO



$$r_4 = r_3 \cos \theta_3 + r_2 \cos \theta_2 \quad (C5)$$

La ecuación C4 representa el ángulo generado por la biela con respecto al eje de las abscisas (x) dada la posición de la misma.

La ecuación C5 representa la posición de la base del porta-envase cuando se presente un incremento de  $\theta_2$  y gire la manivela.

#### ANÁLISIS DE VELOCIDAD:

Derivando la ecuación C3 y considerando que  $r_1$ ,  $r_2$ ,  $r_3$ ,  $\theta_1$ , y  $\theta_4$  son valores constantes, obtenemos:

$$V_4 = r_3 e^{i\theta_3} i \omega_3 + r_2 e^{i\theta_2} i \omega_2 \quad (C6)$$

Desarrollando la ecuación C6, obtenemos:

$$V_4 = -r_3 \operatorname{sen} \theta_3 \omega_3 - r_2 \operatorname{sen} \theta_2 \omega_2 \quad (C7)$$

$$\omega_3 = (-r_2 \operatorname{cos} \theta_2 / r_3 \operatorname{cos} \theta_3) \omega_2 \quad (C8)$$

La ecuación C7 determina la velocidad instantánea del porta-envase.

La ecuación C8 determina la velocidad angular instantánea de la biela.

#### ANÁLISIS DE ACELERACIÓN:

Derivando la ecuación C6 y considerando que  $r_1$ ,  $r_2$ ,  $r_3$ ,  $\theta_1$ ,  $\omega_2$  y  $\theta_4$  son valores constantes, obtenemos los siguientes resultados:

$$A_4 e^{i\theta_4} = r_3 e^{i\theta_3} i \alpha_3 + r_3 e^{i\theta_3} (i \omega_3)^2 + r_2 e^{i\theta_2} i \alpha_2 + r_2 e^{i\theta_2} (i \omega_2)^2 \quad (C9)$$

Desarrollando la ecuación (C9), obtenemos:

$$A_4 = -r_3 \operatorname{sen} \theta_3 \alpha_3 - r_2 \operatorname{cos} \theta_2 \omega_2^2 - r_3 \operatorname{cos} \theta_3 \omega_3^2 \quad (C10)$$

$$\alpha_3 = (r_2 \operatorname{sen} \theta_2 \omega_2^2 + r_3 \operatorname{sen} \theta_3 \omega_3^2) / r_3 \operatorname{cos} \theta_3 \quad (C11)$$

La ecuación C10 determina la aceleración instantánea del porta-envase.

La ecuación C11 determina la aceleración angular instantánea de la biela.

### ANÁLISIS DINÁMICO:

Se presenta el análisis dinámico empleando el concepto de sistemas rígidos planos dinámicamente equivalentes, con el cual se podrá sustituir un cuerpo rígido por otro más simple, de manera que este último produzca sobre sus vecinos el mismo efecto que el sistema original que pretende sustituir.

Así, se presenta en la siguiente hoja el mecanismo de retorno rápido (figura 12) y el diagrama de cuerpo libre del mismo (figura 13).

Donde :

$r_2$  : longitud de la manivela.

$r_3$  : longitud de la biela.

$M$  : momento resistente.

$P$  : resultante de la fuerza que actúa sobre el pistón.

$\omega_3$  : ángulo agudo definido por el eje de la biela y la línea de desplazamiento del pistón.

$m_{A1}$ : fracción de masa de la manivela correspondiente al punto A.

$m_{A2}$ : fracción de masa de la biela correspondiente al punto A.

$m_{B2}$ : fracción de masa de la biela correspondiente al punto B.

$m_{B3}$ : masa del porta-envase.

$a_A$  : magnitud de la aceleración de la masa  $m_A$

$a_B$  : magnitud de la aceleración de la masa  $m_B$ .

El análisis de las masas equivalentes se hará después de haber encontrado las ecuaciones que determinen las diferentes fuerzas y momentos.

Aplicando la ecuación de momento al punto A:

$$M_A^E = \sum r_i \times m_i a_i \quad (D1)$$

La figura 14 representa el diagrama de cuerpo libre del punto A.

Del cual se obtiene la relación de fuerzas representada por la figura 15.

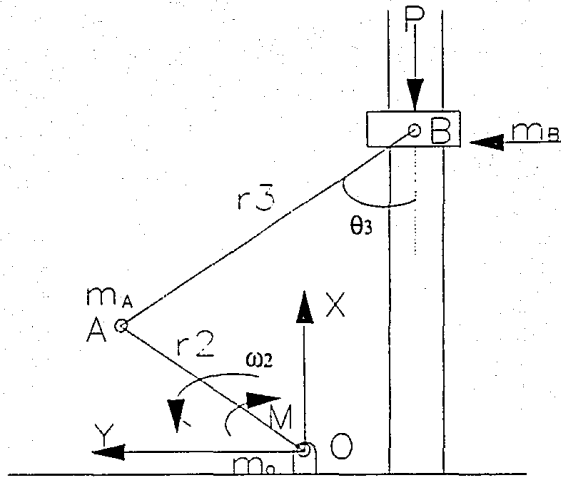


FIG. 12: MECANISMO DE RETORNO RAPIDO

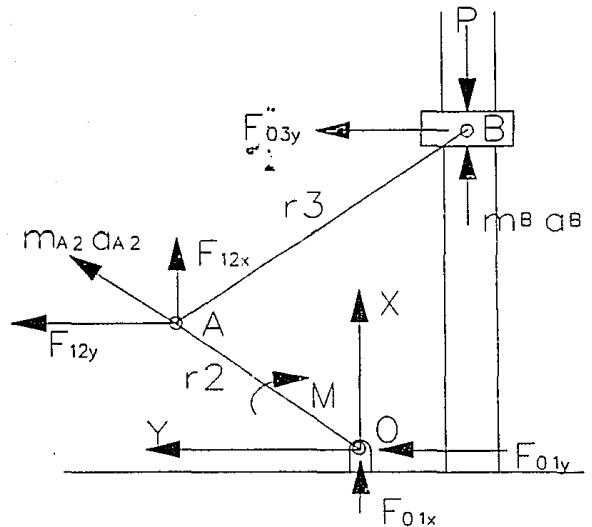


FIG. 13: DIAGRAMA DE EQUILIBRIO DEL MECANISMO DE RETORNO RAPIDO

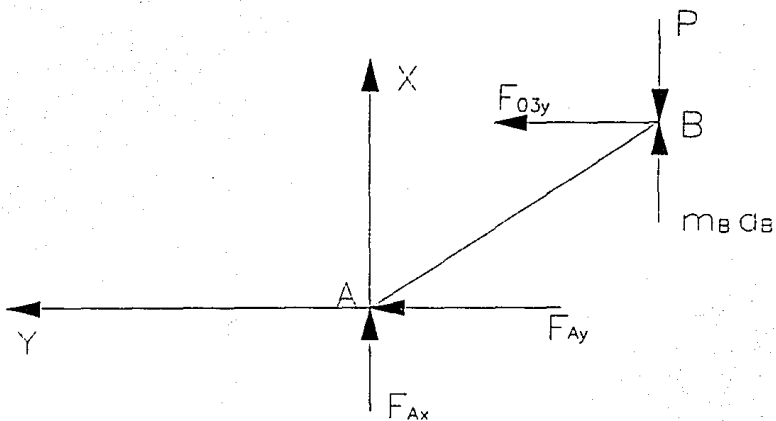


FIG. 14: DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE DEL PUNTO A

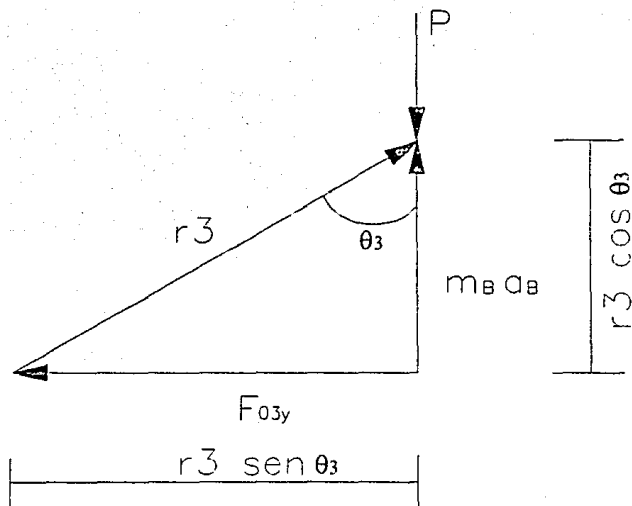


FIG. 15: RELACION DE FUERZAS POR MEDIO DE VECTORES

Aplicando la ecuación D1 obtenemos:

$$F_{03y} r_3 \cos\theta_3 - P r_3 \sin\theta_3 = m_B a_B r_3 \sin\theta_3 \quad (D2)$$

De donde:

$$F_{03y} = (m_B a_B + P) \operatorname{tg}\theta_3 \quad (D3)$$

Aplicando la ecuación:

$$F_0^E = \Sigma m_i a_i \quad (D4)$$

al mecanismo en el punto "O", tenemos:

Fuerza en x:

$$F_{01x} = m_B a_B + m_A a_A \cos\theta_2 + P \quad (D5)$$

Fuerza en y:

$$F_{01y} = -(m_B a_B + P) \operatorname{tg}\theta_3 + m_A a_A \sin\theta_2 \quad (D6)$$

Para calcular el momento en el punto "O", se aplica la ecuación D1.

Calculando el momento debido a la fuerza  $F_{03y}$  tenemos el diagrama de cuerpo libre mostrado en la figura 16.

$$M_0 = (r_2 \cos\theta_2 + r_3 \cos\theta_3) F_{03y} \quad (D7)$$

El momento representado por la ecuación D7 depende de la posición de la biela y de la manivela y la fuerza  $F_{03y}$ .

Calculando el momento debido a  $m_B a_B$  y  $P$ , tenemos el diagrama de cuerpo libre mostrado en la figura 17.

Aplicando la ecuación D1, obtenemos:

$$M_0 = -r_1 m_B a_B \quad (D8)$$

El momento total del punto "O" esta expresado como la suma de las ecuaciones D7 y D8 :

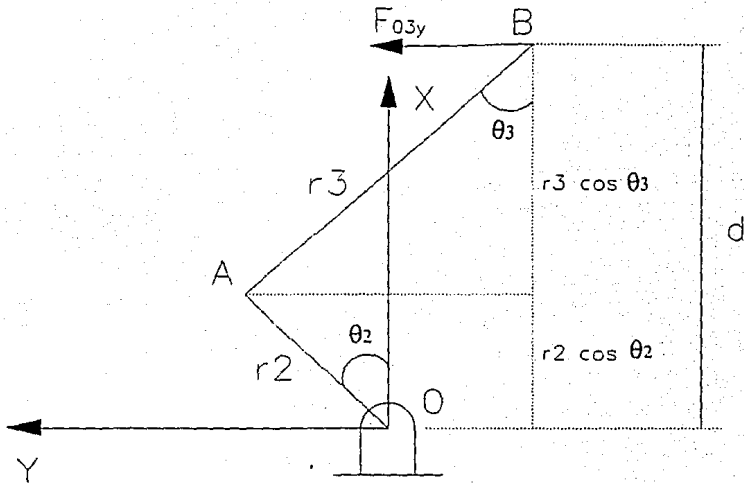


FIG. 16: D.C.L. DEL PUNTO "O"  
DEBIDO A  $F_{03y}$

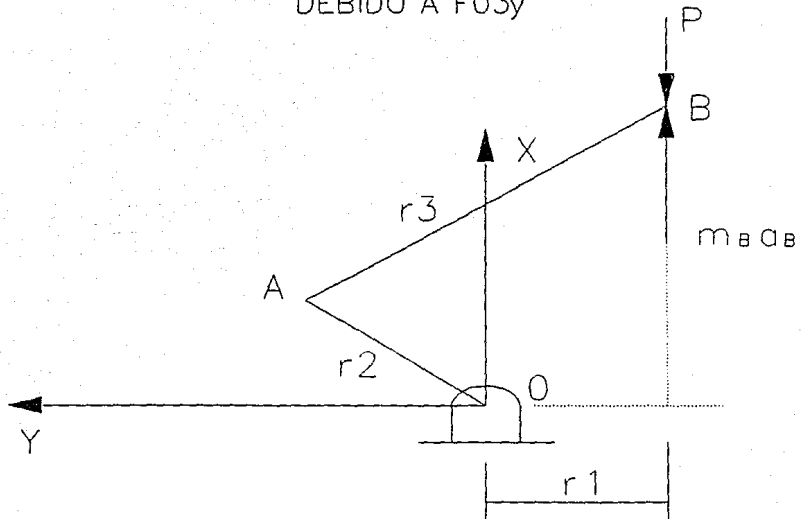


FIG. 17: D.C.L. DEL PUNTO "O" DEBIDO A  
 $m_{B a B}$  Y  $P$

$$Mt = (r_2 \cos \theta_2 + r_3 \cos \theta_3 - (r_1 / \operatorname{tg} \theta_3)) \operatorname{tg} \theta_3 (m_B a_B) \quad (D9)$$

La fuerza en el pasador de la manivela se expresa de la siguiente manera:

$$F_{12y} = m_{A2} a_{A2} \cos \theta_2 \quad (D10)$$

$$F_{12x} = m_{A2} a_{A2} \operatorname{sen} \theta_2 \quad (D11)$$

La potencia requerida para mover el porta-envase, el envase y el líquido, se calcula de la manera siguiente:

$$\operatorname{Pot}_1 = (\omega_2) (Mt_{\text{tot}}) \quad (D12)$$

La ecuación D12 representa la potencia requerida en Watts, para conocer esta en Hp:

$$\operatorname{Pot}_2 = (\operatorname{Pot}_1) (1.341 \times 10^{-3}) \quad (D13)$$

#### DETERMINACIÓN DE LAS MASAS EQUIVALENTES:

Análisis de las masas equivalentes para la manivela:

En el caso particular de estar considerando una manivela que gira a velocidad angular constante, se sustituye por dos masas puntuales, una ubicada sobre el eje de rotación y la otra sobre el pasador que lo une a la biela.

La figura 18, muestra la configuración de la manivela.

Cálculo del centroide de la manivela:

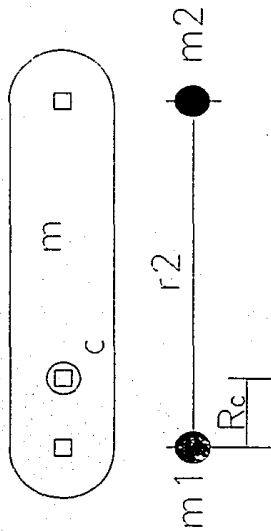
De acuerdo a la figura 19, se tienen las siguientes ecuaciones:

La distancia del origen al centroide con respecto a los ejes X y Y se calculan de la siguiente manera:

$$X_c = (\sum X_i A_i) / A_t \quad (m1)$$

$$Y_c = (\sum Y_i A_i) / A_t \quad (m2)$$

Para un semicírculo la distancia del origen al centroide se calcula de la siguiente manera:



$m$  = masa total

$r_2$  = distancia entre centros

$m_1$  y  $m_2$  = masas equivalentes

$R_c$  = distancia del centroide al

centro del eje de ro-

tación de la barra.

FIG. 18: CALCULO DE MASAS EQUIVALENTES EN LA MANIVELA

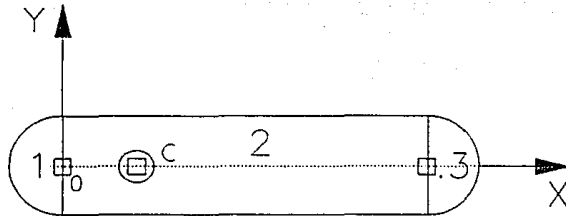


FIG. 19: CALCULO DEL CENTROIDE DE LA MANIVELA



$$\begin{aligned} X &= 4r / 3\pi \\ Y &= 0 \end{aligned} \quad (m3)$$

Para un rectángulo la distancia del origen al centroide se calcula de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} X &= L / 2 \\ Y &= 0 \end{aligned} \quad (m4)$$

Donde:

$A_t$  = área total.

$A_i$  = área de cada uno de los elementos geométricos.

$X_i$  = distancia del origen al centroide de los elementos geométricos con respecto a X que componen a la figura

$Y_i$  = distancia del origen al centroide de los elementos geométricos con respecto a Y que componen la figura.

$r$  = radio de los semicírculos.

$L$  = longitud del rectángulo igual a  $r_2$ .

Las masas equivalentes se calculan a través de las siguientes expresiones:

$$m_1 = ((r_2 - r_c)/r_2) m \quad (m5)$$

$$m_2 = (r_c/r_2) m \quad (m6)$$

La masa "m" se calcula de la siguiente manera:

$$m = V\rho \quad (m7)$$

Donde:

$\rho$  = densidad (Kg / dm<sup>3</sup>)

$m$  = masa (Kg)

$V$  = volumen (dm<sup>3</sup>)

Se emplea aluminio como material, con una densidad de 2.7 Kg/dm<sup>3</sup>

Análisis de las masas equivalentes de la biela:

La figura 20, representa la configuración y parámetros de la biela.

De la relación anterior podemos suponer la masa  $m_1$  ubicada en el centro que une la biela con la manivela, por lo que:  $L_1 = L_A$ .

El cálculo del centroide de la biela se lleva a cabo de la misma manera que para la manivela, empleando las mismas ecuaciones,  $m_1$ ,  $m_2$ ,  $m_3$  y  $m_4$ ; de la misma manera que se calcula la masa "m", ecuación  $m_7$ .

Las masas equivalentes se calculan a través de las siguientes expresiones:

$$m_1 = (l_B / (l_A + l_B)) m \quad (m8)$$

$$m_2 = (l_A / (l_A + l_B)) m \quad (m9)$$

El material empleado para la biela es aluminio.

Consideraciones:

- La fuerza P, se refiere a una fuerza externa, la cual no existe en el mecanismo que se diseña, por lo que:

$$P = 0$$

- La masa  $m_A$  se obtiene de la siguiente manera:

$$m_A = m_{A1} + m_{A2}$$

donde:

$m_{A1}$  = Fracción de masa de la manivela correspondiente al punto A.

$m_{A2}$  = Fracción de masa de la biela correspondiente al punto A.

- La masa  $m_B$  se obtiene de la siguiente manera:

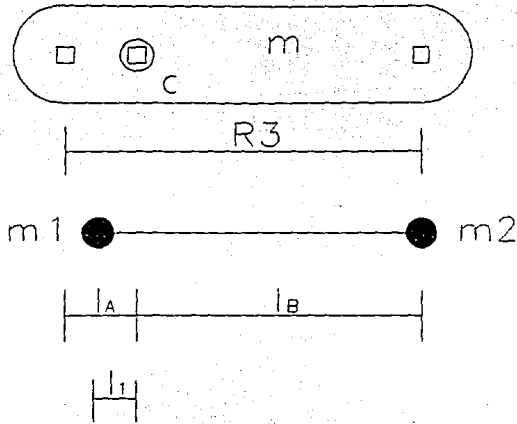
$$m_B = m_{B2} + m_{B3}$$

donde:

$m_{B2}$  = Fracción de masa de la biela correspondiente al punto B.

$m_{B3}$  = Masa del porta-envase.

Para el cálculo de la masa  $m_{B3}$  se requiere el diseño del porta-envase, el cual se realiza a continuación:



$R3$  = distancia entre centros

$m$  = masa total

$m1$  y  $m2$  = masas equivalentes

$I_A$  = distancia entre el centroide y el centro donde se une la biela con la manivela

$I_B$  = distancia entre el centroide y el centro donde se une la biela con el porta-enrase

$I_1$  = distancia en la que se cumple que:

$$\frac{I_A - I_1}{I_A} \ll 1$$

FIG. 20: ANALISIS DE LA MASA EQUIVALENTE DE LA BIELA

Diseño del porta-envase:

La figura 21, muestra el diseño del porta-envase, que se empleará en la fabricación del mismo.

Empleando la ecuación m7 y conociendo que el material de las partes 1, 2 y 3 son aluminio, la masa total de estas partes es:

$$M_{tot_1} = m_1 + m_2 + m_3 = 0.311 \text{ Kg.} \quad (P1)$$

Sabiendo que el material de las piezas 4 y 5 es acero, con una densidad de  $7.9 \text{ Kg/dm}^3$  y empleando la misma ecuación m7, la masa total de estas partes es:

$$M_{tot_2} = m_4 + m_5 = 0.00951 \text{ Kg.} \quad (P2)$$

Considerando un peso del envase y líquido aproximado de 1.5 Kg y 0.05 Kg de peso de los rodamientos de desplazamiento lineal, el peso total de la masa  $m_B$  es de:

$$m_B = M_{tot_1} + M_{tot_2} + 1.55 = 1.983 \text{ Kg ó } 2.0 \text{ Kg aprox.} \quad (P3)$$

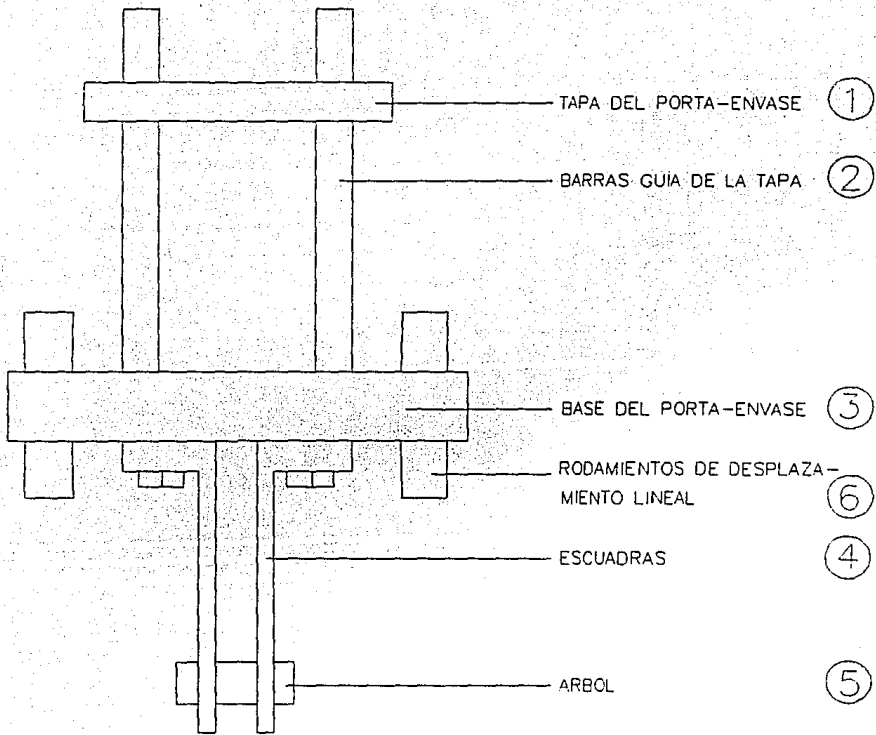


FIG. 21: PORTA-ENVASE

## DESARROLLO:

Una vez determinadas las ecuaciones que representan, en forma general, todos los parámetros necesarios para conocer el comportamiento mecánico del dinamizador, surgen las siguientes preguntas:

- ¿Se tiene el conocimiento de alguna fuerza que dinamice a los líquidos homeopáticos?
- ¿Existirá algún rango de fuerzas, para el cual se asegure que cualquier líquido homeópata este dinamizado, y que, fuera del mismo, no se dinamice el líquido homeópata?
- ¿Se dinamizan igual todos los líquidos homeopatas?
- En la actualidad, ¿cómo se asegura que un líquido homeópata está realmente dinamizado?

Con ayuda de algunos médicos homeopatas del Instituto Politécnico Nacional se llega a las siguientes conclusiones:

- En la actualidad, se han realizado una gran cantidad de experimentos con un espectrómetro, con el cual se obtiene una gráfica que representa la luminosidad emitida por los fotones que se forman al dinamizar un líquido homeópata.
- De la conclusión anterior se obtiene la siguiente información:
  - \*Cada líquido que ha sido agitado, presenta una luminosidad distinta ya que sus cristales son diferentes.
  - \*Una vez que se han formado los fotones, no es necesario un mayor número de agitados ya que estos son constantes en el tiempo.
- Según algunos experimentos, después de 100 agitados se obtiene una gráfica constante en el tiempo, lo que significa que, después de éste número de agitados el líquido se considera dinamizado.
- No se ha realizado ninguna prueba para conocer la fuerza necesaria para dinamizar un líquido homeópata.

Con base en las conclusiones anteriores, y tratando de conocer la fuerza o fuerzas que dinamicen a los líquidos homeopatas, se desarrolló la siguiente investigación:

Se hicieron pruebas a diferentes líquidos homeopatas variando la fuerza entregada por el Dinamizador de Líquidos para conocer la fuerza o grupo de éstas que dinamicen al líquido; por lo que se hizo un grupo de bielas y manivelas con las cuales se pudieran determinar a la misma.

De acuerdo a lo anterior, se obtuvieron conclusiones y resultados de la práctica.

Para poder obtener un conjunto de fuerzas con el que se pueda llegar a un resultado satisfactorio, se variará la carrera y la excentricidad del mecanismo.

Para lograr este objetivo, se desarrolló lo siguiente:

- 1- Se propone una excentricidad máxima (17 cm) y una mínima (10 cm).
- 2- Se proponen 8 diferentes carreras (de 10 a 17 cm) para cada excentricidad.
- 3- De cada excentricidad y carrera se hace una prueba hasta obtener un resultado satisfactorio.

Por lo anterior, se presenta una gráfica de posición, velocidad y aceleración con la excentricidad y carrera mínima y máxima.

De la misma manera, se presenta una gráfica de la potencia requerida.

Antes de presentar las gráficas, se presenta una tabla con los valores de excentricidad, bielas, manivelas y carrera. (Ver tabla 1).

Para este caso se proponen los valores de las bielas, manivelas y excentricidad, con estos tres parámetros definidos la obtención del valor de la carrera es sencilla, ya que:

$$r_4 = f(r_1, r_2, r_3)$$

Además, de acuerdo a la figura 22, si se conocen los valores de la suma de las longitudes de las bielas y manivelas y los valores de las restas de los mismos, además de la excentricidad, es sencillo conocer el valor de  $r_4$ .

La tabla A, representa los cálculos correspondientes para obtener las masas equivalentes de las manivelas, las cuales son necesarias para realizar el análisis dinámico.

La tabla B, representa los cálculos correspondientes para obtener las masas equivalentes de las bielas, las cuales son necesarias para realizar el análisis dinámico.

Con los resultados obtenidos de las tablas anteriores, se presentan las gráficas anteriormente mencionadas.

Además de las gráficas que se muestran, se presentan las tablas correspondientes a estos análisis, las cuales se encuentran en el apéndice A.

EXCENTRICIDAD	MANIVELA	BIELA			CARRERA
R1 [cm]	R2 [cm]	R3 [cm]	R3-R2 [cm]	R1+R2 [cm]	R4 [cm]
14	3.5	20.5	17	24	9.17
	4	21	17	25	9.79
	4.5	21.5	17	26	10.59
	5	22	17	27	11.77
	5.5	22.5	17	28	12.93
	6	23	17	29	14.08
	6.5	23.5	17	30	15.21
15	4	24	17	31	16.34
	4.5	24	18	24	8.79
	5	21.5	18	25	10.05
	5.5	22	18	26	11.28
	6	22.5	18	27	12.3
	6.5	23	18	28	15.59
	7	23.5	18	29	14.86
16	7	24	18	30	16.03
	7.5	24.5	18	31	17.17
	8	22	19	25	8.96
	8.5	22.5	19	26	10.24
	9	23	19	27	11.5
	9.5	23.5	19	28	12.73
	10	24	19	29	13.93
17	10.5	24.5	19	30	15.13
	11	25	19	31	16.3
	11.5	25.5	19	32	17.46
	12	23	20	26	9.13
	12.5	23.5	20	27	10.44
	13	24	20	28	11.71
	13.5	24.5	20	29	12.95
18	14	25	20	30	14.18
	14.5	25.5	20	31	15.38
	15	26	20	32	16.57
	15.5	26.5	20	33	17.74
	16	23	20	26	9.13
	16.5	23.5	20	27	10.44
	17	24	20	28	11.71

TABLA 1: DIMENSIONES DE EXCENTRICIDAD, MANIVELA, BIELA Y CARRERA



EXCENTRICIDAD	MANIVELA		BIELA		CARRERA	
	R1 [cm]	R2 [cm]	R3 [cm]	R3-R2 [cm]	R3+R2 [cm]	R4 [cm]
10		4	18	14	22	9.8
		4.5	18.5	14	23	10.91
		5	19	14	24	12.01
		5.5	19.5	14	25	13.11
		6	20	14	26	14.2
		6.5	20.5	14	27	15.28
		7	21	14	28	16.35
		7.5	21.5	14	29	17.42
11		4	18.5	14.5	23.5	10.18
		4.5	19	14.5	24.5	11.31
		5	19.5	14.5	24.5	12.44
		5.5	20	14.5	25.5	13.55
		6	20.5	14.5	26.5	14.66
		6.5	21	14.5	27.5	15.75
		7	21.5	14.5	28.5	16.84
		7.5	22	14.5	29.5	17.92
12		4.5	19	15.5	22.5	9.22
		4	19.5	15.5	23.5	10.39
		4.5	20	15.5	24.5	11.54
		5	20.5	15.5	25.5	12.68
		5.5	21	15.5	26.5	13.81
		6	21.5	15.5	27.5	14.93
		6.5	22	15.5	28.5	16.07
		7	22.5	15.5	29.5	17.13
13		4.5	19.5	16	23	9.64
		4	20	16	24	10.84
		4.5	20.5	16	25	12.02
		5	21	16	26	13.18
		5.5	21.5	16	27	14.33
		6	22	16	28	15.47
		6.5	22.5	16	29	16.59
		7	23	16	30	17.7

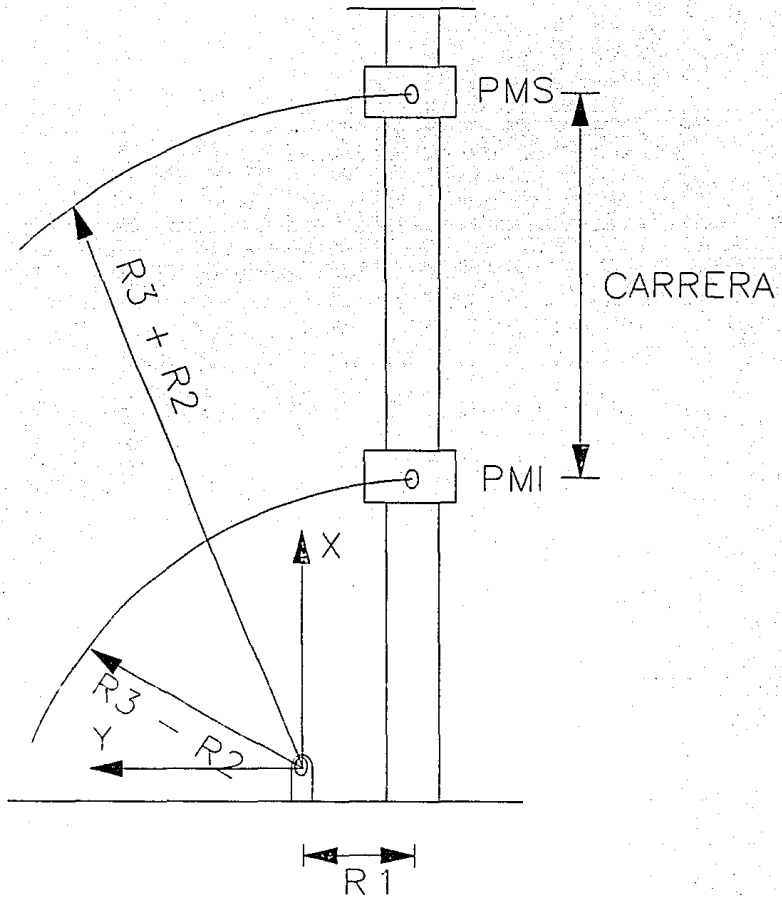


FIG. 22: OBTENCION DE LA CARRERA. Teniendo como datos  $r_1$ ,  $r_2$  y  $r_3$

MANIVELA:

R2	Ar	At	Xc1	Xc2	Xc3	Xc1*A1	Xc2*A2	Xc3*A3	Rc
[cm]	[cm^2]	[cm^2]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm^3]	[cm^3]	[cm^3]	[cm]
3	9	16.06	-0.636	1.5	3.636	-2.245	13.5	12.835	1.5
3.5	10.5	17.56	-0.636	1.75	4.136	-2.245	18.375	14.6	1.75
4	12	19.06	-0.636	2	4.636	-2.245	24	16.365	2
4.5	13.5	20.56	-0.636	2.25	5.136	-2.245	30.375	18.13	2.25
5	15	22.06	-0.636	2.5	5.636	-2.245	37.5	19.895	2.5
5.5	16.5	23.56	-0.636	2.75	6.136	-2.245	45.375	21.66	2.75
6	18	25.06	-0.636	3	6.636	-2.245	54	23.425	3
6.5	19.5	26.56	-0.636	3.25	7.136	-2.245	63.375	25.19	3.25
7	21	28.06	-0.636	3.5	7.636	-2.245	73.5	26.955	3.5
7.5	22.5	29.56	-0.636	3.75	8.136	-2.245	84.375	28.72	3.75

Vt	DENS	AMASA TOT.	MASA m1	MASA m2
[cm^3]	[kg/cm^3]	[Kg]	[Kg]	[Kg]
6.424	0.0027	0.017345	0.00867	0.00867
7.024	0.0027	0.019965	0.00948	0.00948
7.624	0.0027	0.020595	0.01029	0.01029
8.224	0.0027	0.022205	0.0111	0.0111
8.824	0.0027	0.023825	0.01191	0.01191
9.424	0.0027	0.025445	0.01272	0.01272
10.02	0.0027	0.027065	0.01353	0.01353
10.62	0.0027	0.028685	0.01434	0.01434
11.22	0.0027	0.030305	0.01515	0.01515
11.82	0.0027	0.031925	0.01596	0.01596

TABLA 4: MASA EQUIVALENTE DE LA MANIVELA

BIELA:

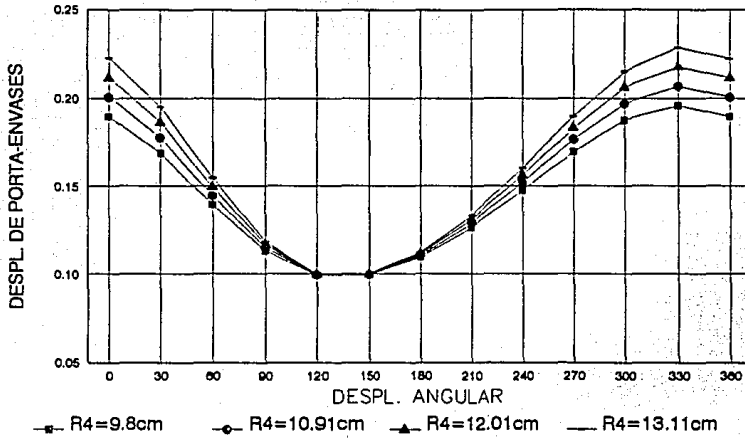
	R3	Ar	At	Xc1	Xc2	Xc3	Xc1*A1	Xc2*A2	Xc3*A3	Rc
	[cm]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm]
	18	54	61.06	-0.636	9	18.636	-2.245	486	65.785	9
1	18.5	55.5	62.56	-0.636	9.25	19.136	-2.245	513.375	67.55	9.25
	19	57	64.06	-0.636	9.5	19.636	-2.245	541.5	69.315	9.5
1	19.5	58.5	65.56	-0.636	9.75	20.136	-2.245	570.375	71.08	9.75
	20	60	67.06	-0.636	10	20.636	-2.245	600	72.845	10
2	20.5	61.5	68.56	-0.636	10.25	21.136	-2.245	630.375	74.61	10.25
	21	63	70.06	-0.636	10.5	21.636	-2.245	661.5	76.375	10.5
3	21.5	64.5	71.56	-0.636	10.75	22.136	-2.245	693.375	78.14	10.75
	22	66	73.06	-0.636	11	22.636	-2.245	726	79.905	11
2	22.5	67.5	74.56	-0.636	11.25	23.136	-2.245	759.375	81.67	11.25
	23	69	76.06	-0.636	11.5	23.636	-2.245	793.5	83.435	11.5
3	23.5	70.5	77.56	-0.636	11.75	24.136	-2.245	829.375	85.2	11.75
	24	72	79.06	-0.636	12	24.636	-2.245	864	86.965	12
2	24.5	73.5	80.56	-0.636	12.25	25.136	-2.245	900.375	88.73	12.25
	25	75	82.06	-0.636	12.5	25.636	-2.245	937.5	90.495	12.5
2	25.5	76.5	83.56	-0.636	12.75	26.136	-2.245	975.375	92.26	12.75
	26	78	85.06	-0.636	13	26.636	-2.245	1014	94.025	13
2	26.5	79.5	86.56	-0.636	13.25	27.136	-2.245	1053.38	95.79	13.25

	Vt	DENS.	AMASA TOT.	LONG. A	LONG. B	MASA m1	MASA m2
	[cm <sup>3</sup> ]	[Kg/cm <sup>3</sup> ]	[Kg]	[cm]	[cm]	[Kg]	[Kg]
	7.2	0.0027	0.01944	9	9	0.00972	0.0097
	7.4	0.0027	0.01998	9.25	9.25	0.00999	0.01
	7.6	0.0027	0.02052	9.5	9.5	0.01026	0.0103
	7.8	0.0027	0.02106	9.75	9.75	0.01053	0.0105
	8	0.0027	0.0216	10	10	0.0108	0.0108
	8.2	0.0027	0.02214	10.25	10.25	0.01107	0.0111
	8.4	0.0027	0.02268	10.5	10.5	0.01134	0.0113
	8.6	0.0027	0.02322	10.75	10.75	0.01161	0.0116
	8.8	0.0027	0.02376	11	11	0.01188	0.0119
	9	0.0027	0.0243	11.25	11.25	0.01215	0.0122
	9.2	0.0027	0.02484	11.5	11.5	0.01242	0.0124
	9.4	0.0027	0.02538	11.75	11.75	0.01269	0.0127
	9.6	0.0027	0.02592	12	12	0.01296	0.013
	9.8	0.0027	0.02646	12.25	12.25	0.01323	0.0132
	10	0.0027	0.027	12.5	12.5	0.0135	0.0135
1	10.2	0.0027	0.02754	12.75	12.75	0.01377	0.0138
1	10.4	0.0027	0.02808	13	13	0.01404	0.014
1	10.6	0.0027	0.02862	13.25	13.25	0.01431	0.0143

TAOLA B: MASA EQUIVALENTE DE LA BIELA

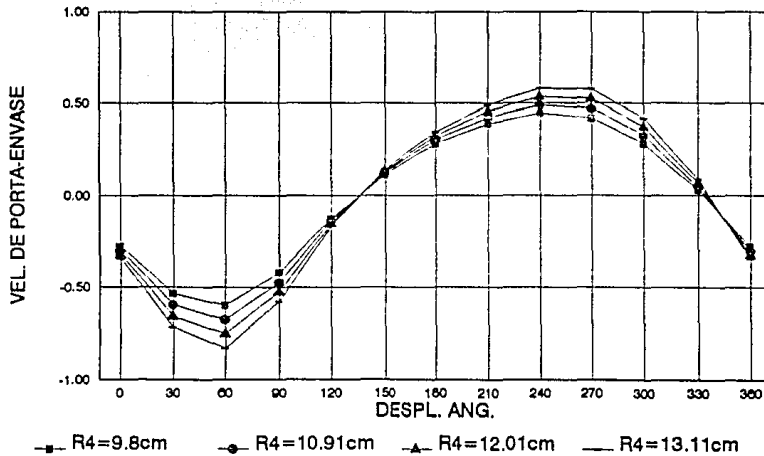
# ANALISIS CINEMATICO

EXCENRICIDAD = 10 cm.



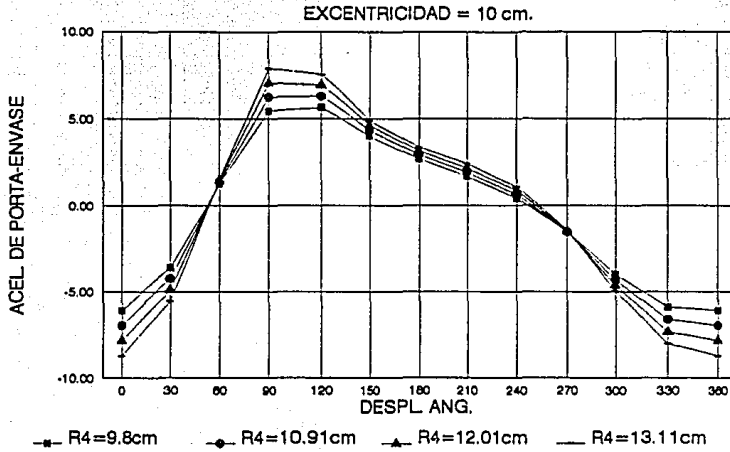
# ANALISIS CINEMATICO

EXCENRICIDAD = 10 cm.

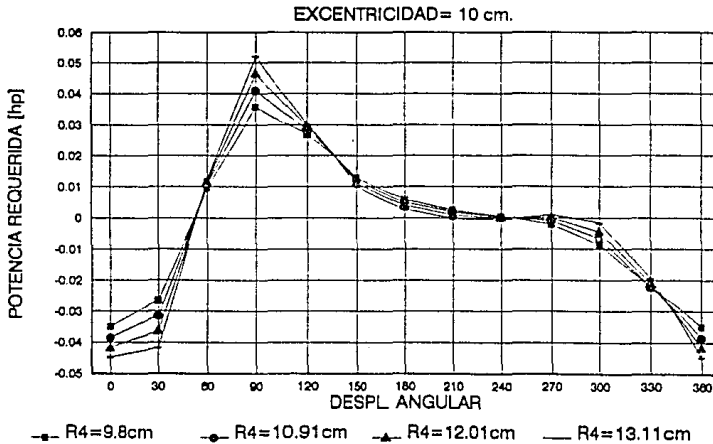


GRAFICA 1: POSICION Y VELOCIDAD CON  $r_1 = 10$  cm.

# ANALISIS CINEMATICO



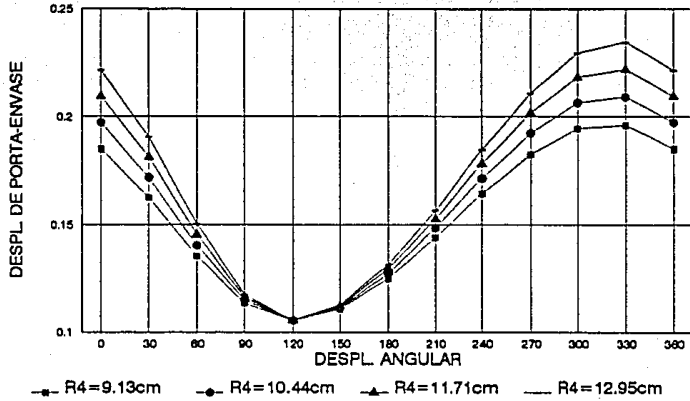
# ANALISIS DINAMICO



GRAFICA 2: ACELERACION Y POTENCIA CON  $r_1 = 10$  cm.

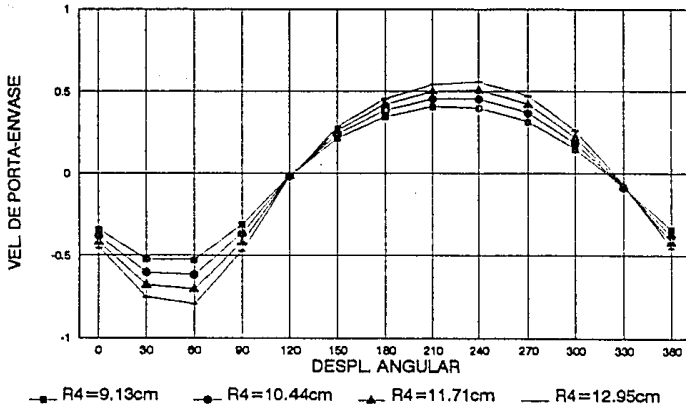
# ANALISIS CINEMATICO

EXCENRICIDAD= 17cm.



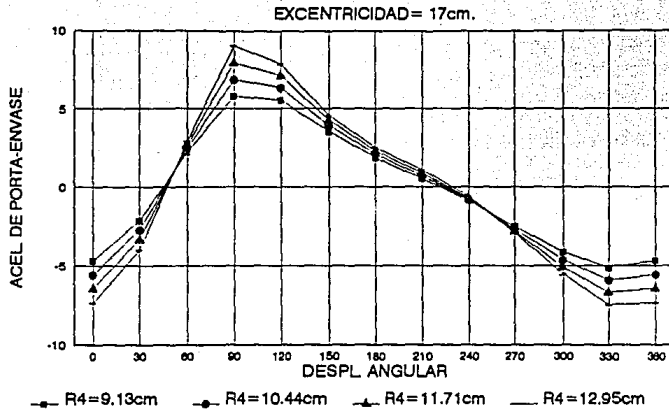
# ANALISIS CINEMATICO

EXCENRICIDAD= 17cm.

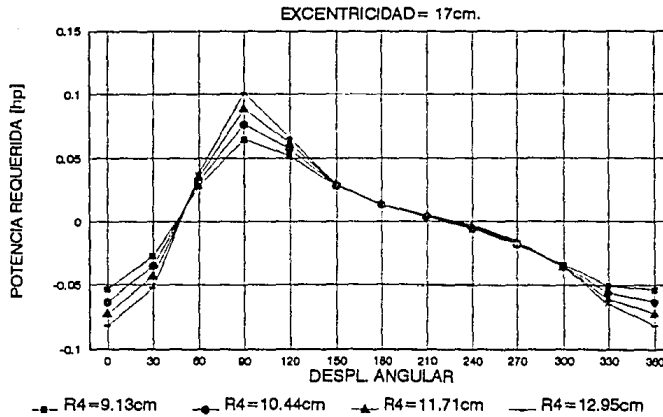


GRAFICA 3: POSICION Y VELOCIDAD CON  $r_1 = 17$  cm.

# ANALISIS CINEMATICO



# ANALISIS DINAMICO



GRAFICA 4: ACELERACION Y POTENCIA CON  $r_1 = 17$  cm.



## ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LAS GRÁFICAS 1, 2, 3 Y 4.

Del análisis cinemático:

Se observa un desplazamiento del porta-envase, debido al movimiento de la biela y manivela y su posición en el tiempo.

De acuerdo a la tabla 1, se observa también que el tiempo del desplazamiento del punto máximo superior (PMS) al punto máximo inferior (PMI) es menor, debido a que el desplazamiento angular también es menor, esto genera una aceleración del PMS al PMI.

Al depender del movimiento de la biela y la manivela la posición y desplazamiento del porta-envase, la velocidad y aceleración del mismo son directamente proporcionales a éstas.

Al observar las gráficas de velocidad y aceleración, el cuadrante donde se encuentre la biela y la manivela y al ángulo que generan con respecto a su origen, entregan al porta-envase una velocidad y aceleración determinada.

Del análisis dinámico:

La potencia requerida para mover el mecanismo, así como las fuerzas que se generan por el movimiento, dependen de dos factores: uno geométrico ( excentricidad, carrera y longitud de las bielas y las manivelas ) y, de la masa del porta-envase.

Cuanto mas grandes sean estos valores, la potencia y fuerza en el porta-envase será mayor.

## CÁLCULO DE ESFUERZOS EN BIELAS, MANIVELAS Y BARRAS GUÍA:

Se analiza solo el caso donde se tienen los valores más grandes en fuerzas y momento, ya que, si se asegura un material para este caso, podemos asegurar que se cumple para cualquier caso donde las fuerzas y el momento sean menores.

De acuerdo al análisis anterior, se asegura que cuando los valores de la longitud de la biela, la longitud de la manivela, la excentricidad y la carrera sean los más grandes, se tienen las fuerzas y el momento más grande, debido a que estos valores son directamente proporcionales a las longitudes anteriormente mencionadas y a la masa del porta-envase.

Por lo tanto, cuando:

$r_1 = 0.17 \text{ m}$ ,  $r_2 = 0.065 \text{ m}$ ,  $r_3 = 0.265 \text{ m}$  y  $r_4 = 0.1774 \text{ m}$ , se tiene que:

$$F_{03y} = 105.622 \text{ N.}$$

$$F_{01x} = 59.29 \text{ N.}$$

$$F_{01y} = -105.622 \text{ N.}$$

$$F_{12x} = -0.0006 \text{ N.}$$

$$F_{12y} = 0.00163 \text{ N.}$$

$$M_0 = 7.5 \text{ N}\cdot\text{m.}$$

Cálculo de esfuerzos en la biela:

Observando el diagrama de la figura 13, y de acuerdo al diagrama de cuerpo libre de la figura 23, se analiza la biela en el punto B.

Conociendo que :

$$\sigma_B = F_B / A \quad (1)$$

donde:

$\sigma_B$  = esfuerzo en el punto B.

$$F_B = \text{fuerza generada en el punto B} = F_{03y} / \text{sen } \theta_3 \quad (2)$$

A = área transversal de la biela.

El esfuerzo en este punto es de  $0.011 \text{ N} / \text{mm}^2$

El esfuerzo máximo permisible para el aluminio es de  $89.65 \text{ N} / \text{mm}^2$

Debido a que el esfuerzo máximo permisible para el aluminio es mayor que el obtenido, se deduce que este material puede ser empleado en la fabricación de las bielas.

Haciendo un análisis similar para las manivelas, y basándose en el diagrama de cuerpo libre de la figura 16, y sabiendo que:

$$F_o = (F_{01x}^2 + F_{01y}^2)^{1/2} \quad (3)$$

Empleando la ecuación 1 y la ecuación 3, se tiene lo siguiente:

El esfuerzo en el origen es de 0.0318 N / mm<sup>2</sup>

Conociendo el esfuerzo máximo permisible para el aluminio, podemos asegurar el uso de este material para la fabricación de las manivelas.

Análisis de barras guía:

Las barras guía están colocadas en forma paralela a la biela.

De acuerdo a la figura 21 y considerando un elemento sólido al porta-envase con el sujetador de la biela, podemos decir que la fuerza  $F_{03y}$  que actúa en el centro del porta-envase y que está perpendicular a la vista de la figura 21, afecta a cada barra como  $F_{03y} / 2$ . Por lo que, de aquí podemos calcular un momento máximo localizado cuando  $F_{03y}$  es máximo a una distancia  $l$ .

De acuerdo a la figura 23, el momento flexionante máximo se calcula con la siguiente expresión:

$$M_{max} = (F l) / L \quad (4)$$

Lo cual da como resultado un momento máximo de 4.49 N\*m.

El esfuerzo máximo por flexión para una sección transversal circular es:

$$\sigma_{max} = 10M / d^3 \quad (5)$$

considerando un diámetro de 1/2 ", o sea, 0.0127 m, el esfuerzo máximo en cada una de las barras guía es de 3535.433 N / m<sup>2</sup>.

El esfuerzo máximo del acero con una variación pulsante es de 105000000 N / m<sup>2</sup>.

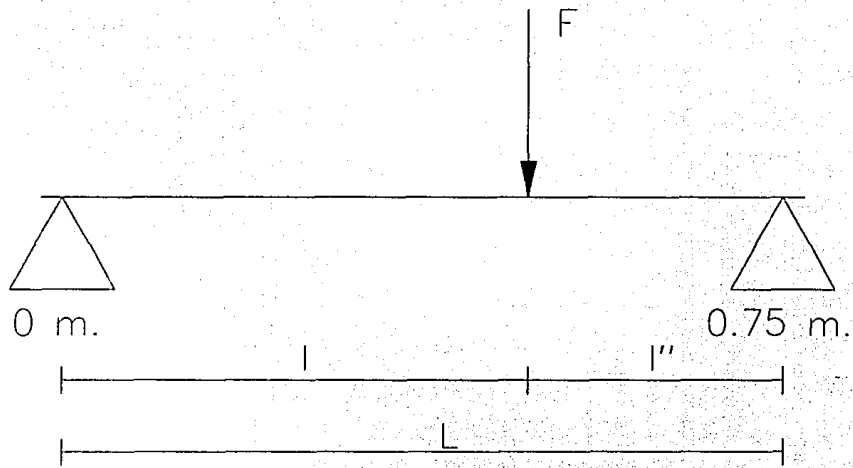


FIG. 23: MOMENTO FLEXIONANTE MAXIMO.

Debido a que el esfuerzo máximo para el acero es mucho mayor al esfuerzo generado en las barras guía, podemos asegurar el uso de este material.

Análisis del resultado de la potencia:

Considerando que la potencia calculada es el valor necesario para mover al mecanismo de retorno rápido, y tomando el valor mas grande, se satisface que con un motor que tenga esta potencia o que sea de una potencia comercial mayor, el motor podrá mover al mecanismo cuando se requiera una potencia de menor valor requerida.

El mayor valor encontrado es: 0.115 hp.

Considerando una eficiencia aproximada del 95%, la potencia real requerida es de:

$$POT = 0.115 / 0.95 \quad (6)$$

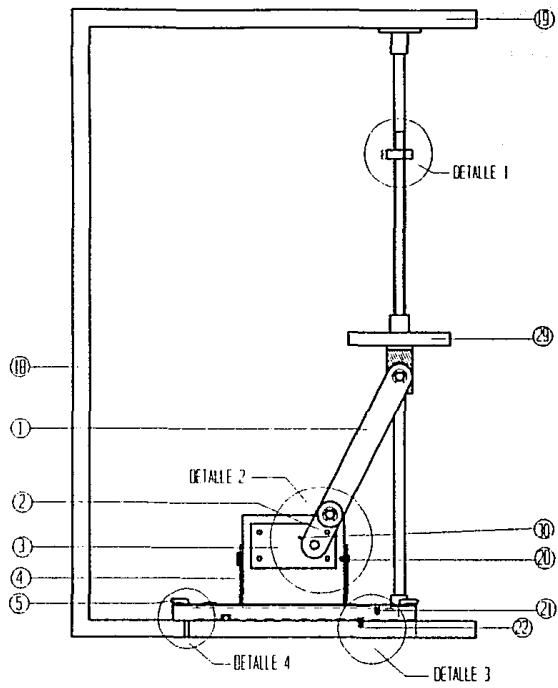
o sea, 0.121 hp.

Se debe de emplear un motor de 1/8 de hp, para asegurar el movimiento del portavase.

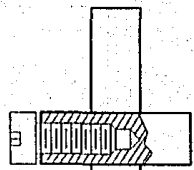
Una vez realizados todos los cálculos y determinados los elementos principales del dinamizador de líquidos, se presentan a continuación los planos de fabricación del dinamizador.

Se muestran los planos de conjunto y planos de las piezas no comerciales así como un plano con todos los elementos del dinamizador de líquidos.

La manufactura y fabricación del prototipo se realizó en los talleres de manufactura de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, y es con este equipo que se realizan las pruebas antes mencionadas.

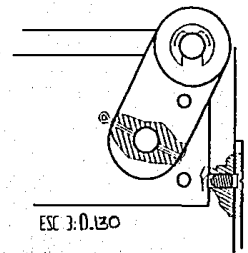


DETALLE 1



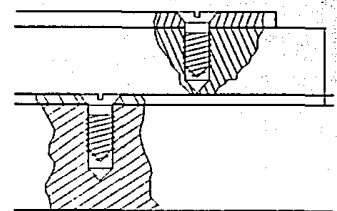
ESC 6: D. 130

DETALLE 2



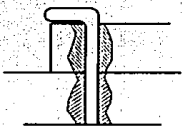
ESC 3: D. 130

DETALLE 3



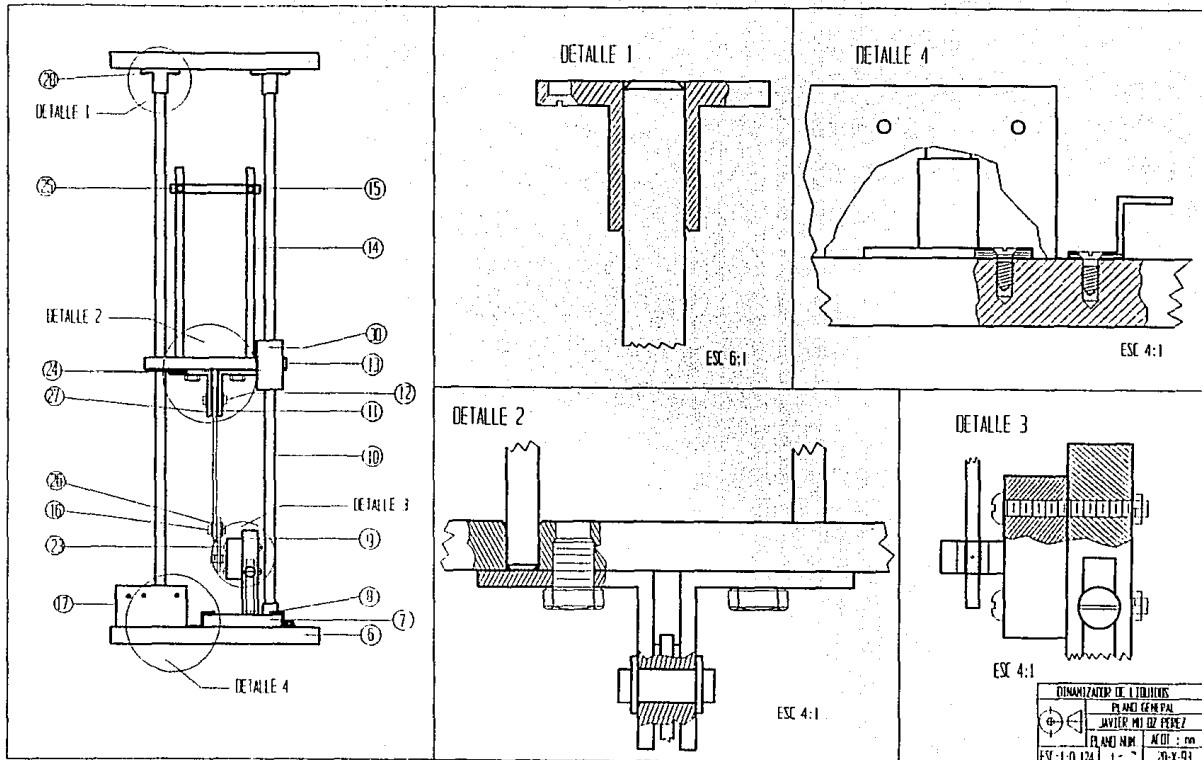
ESC 6: D. 130

DETALLE 4




ESC 3: D. 130

DYNAMIZADOR DE LIGAMIENTOS	
PLANO GENERAL	
SANTER HU HU PER 7	
PLANO N.º	ACEI .mm
ESC: 1:100	1-1 20 X 97



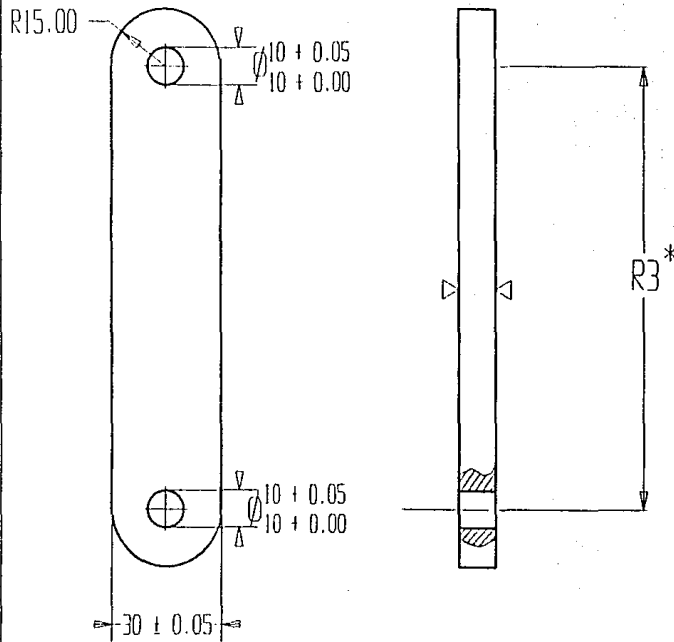
POSICION	NUM. PZAS.	DESIGNACION Y MATERIALES	NUM. DE DIBUJOS
1	10	BIELLA (ALUMINIO 3003 - H14)	2
2	10	MANIVELA (ALUMINIO 3003 - H14)	3
3	1	MOTOR (1/8 h.p., C.D.)	4
9	1	PORTA-MOTOR (MADERA)	4
4	2	ESCUADRAS DE SUELTURA DE MOTOR (ACERO AISI 3130)	5
5	2	JEPE DE LA BASE DEL MOTOR (ACERO AISI 1010)	5
7	1	BASE DEL PORTA-MOTOR (MADERA)	6
8	2	PERFIL GUJA DE LA BASE DEL PORTA-MOTOR (ACERO AISI 1010)	6
10	2	GUJAS (ACERO AISI 3240)	7
11	2	ESCUADRAS BIELLA - PORTA-ENVASE (ACERO AISI 3130)	8
12	1	APRER BIELLA - PORTA-ENVASE (ACERO AISI 3240)	9
16	1	APRER BIELLA - MANIVELA (ACERO AISI 3240)	9
13	1	BASE DEL PORTA-ENVASE (ALUMINIO 3003 - H14)	10
15	1	TAPA DEL PORTA-ENVASE (ALUMINIO 3003 - H14)	10
14	2	BARRAS GUJA DE LA TAPA (ALUMINIO 3003 - H14)	11
6	1	BASE DEL DINAMIZADOR (MADERA)	1
17	1	CAJA DE CONTROLES (LAMINA NEGRA NUM. 10)	1
18	1	PARED DEL DINAMIZADOR (MADERA)	1
19	1	TAPA DEL DINAMIZADOR (MADERA)	1
20	2	TORNILLOS PAPA MADERA CON CABEZA REDONDA RANURADA (3/16-20UNC-2A-L=1/2")*	1
21	2	TORNILLOS PAPA MADERA CON CABEZA REDONDA RANURADA (3/16-20UNC-2A-L=1/2")*	1
22	4	TORNILLOS PAPA MADERA CON CABEZA REDONDA RANURADA (1/4-20UNC-2A-L=1/2")*	1
23	2	TORNILLOS CON CABEZA REDONDA (1/8-20UNC-2A-L=2 1/2")*	1
24	2	TORNILLOS CON CABEZA HEXAGONAL (1/2-20UNC-2A-L=1/2")*	1
25	2	TORNILLOS CON CABEZA BUECA DE CAPAS INTERIORES (1/4-20UNC-2A-L=1/2")*	1
26	2	APARTELAS PLANAS STANDARD (0.430*1.000*0.030)	1
27	1	APARTELAS PLANAS STANDARD (0.430*1.000*0.030)	1
28	6	TORNILLOS PAPA MADERA CON CABEZA REDONDA RANURADA (1/4-20UNC-2A-L=1/2")*	1
29	2	CUPLES (COBRE)	1
30	1	PASADOR (DIAM. 0.078", DIAM. OJO INT. 0.078", DIAM. OJO EXT. 0.156")	1

\* TORNILLOS SIN DE ACERO AISI 3130

DINAMIZADOR DE LÍQUIDOS		
	PLANO DE PIEZAS	
	JAVIER MUJÓZ PÉREZ	
ESC:	PLANO NUM. 2	ACCIÓN: 20-X-93



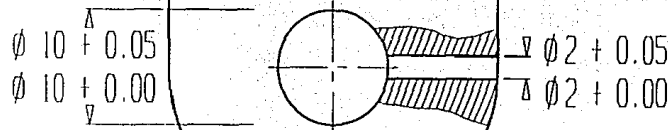
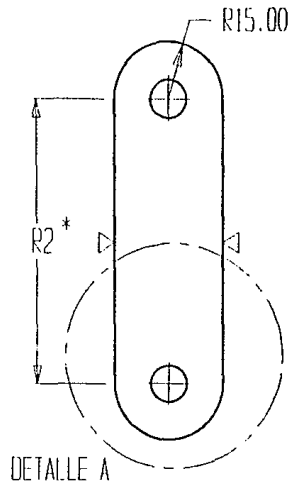
NUM. DE PIEZA: 2



BIELA	R3* [mm]	NOTAS
1	180	1- MATERIAL: PLACA DE ALU- MINIO CON UN ESPESOR DE 0.4 cm. * TOL. $\pm 0.05$
2	185	
3	190	
4	195	
5	200	
6	205	
7	210	
8	215	
9	220	
10	225	
11	230	
12	235	
13	240	
14	245	
15	250	
16	255	
18	260	
18	265	

DINAMIZADOR DE LIQUIDOS			
	BIELA (PIEZA NUM. 2)		
	JAVIER MUÑOZ PEREZ		
PLANO NUM.	2	ACOT: mm	
ESC: 1:0.57			20-X-93

PIEZA NUM. 2: MANIVELA



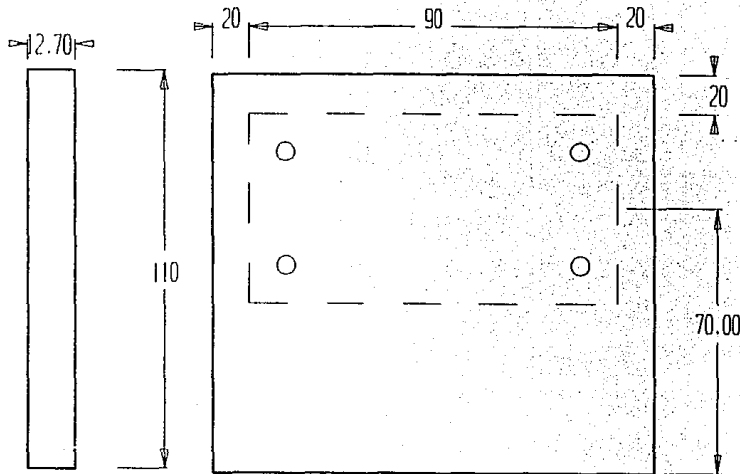
ESC. 3:1

DETALLE A

MANTI-VELA	R2* (mm)	NOTAS
1	30	1- MATERIAL: PLACA DE ALUMINIO CON ESPESOR DE 0.4 cm. * TOL. $\pm 0.05$
2	35	
3	40	
4	45	
5	50	
6	55	
7	60	
8	65	
9	70	
10	75	

DINAMIZADOR DE LIQUIDOS	
MANIVELA	
JAVIER MUJIZ PEREZ	
PLANO NUM.	ACOT: mm
3	20-X-93
ESC: 1:0.57	

# PIEZA NUM. 9: PORTA MOTOR

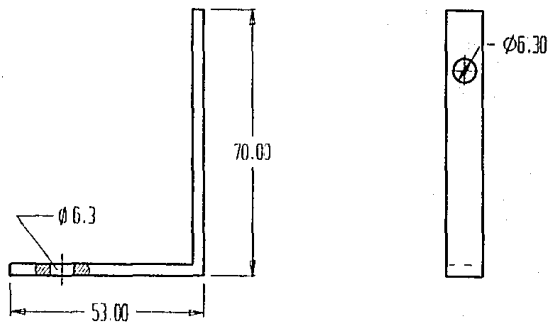


## NOTAS:

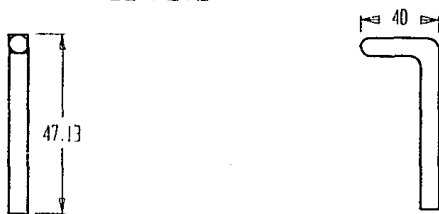
- 1- SE EMPLEARA MADERA COMO MATERIAL.
- 2- EL ESPESOR SERA DE 12.4 mm.

DINAMIZADOR DE LIQUIDOS	
MOTOR Y PORTA-MOTOR	
JAVIER MUÑOZ PEREZ	
PLANO NUM.	ACOT: mm
4	20-X-93
ESC: 1:0.57	

PIEZA NUM. 4: ESCUADRA DE SUJECCION  
DE MOTOR



PIEZA NUM. 5: TOPE DE BASE  
DE MOTOR

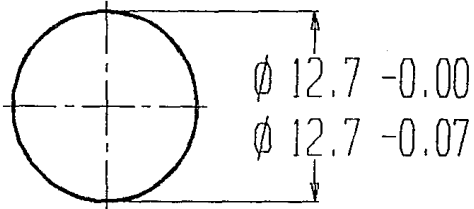


NOTAS:

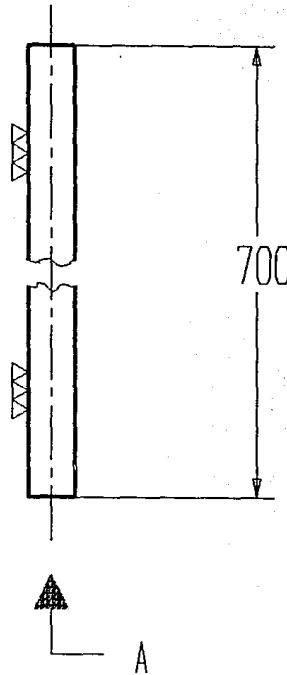
- 1- MATERIAL DE LAS ESCUADRAS DE SUJECCION:  
ACERO A ISI 1045
- 2- ESPESOR DE LAS ESCUADRAS DE SUJECCION:  
3 mm.
- 3- MATERIAL DEL TOPE: ACERO A ISI 1010
- 4- ESPESOR DEL TOPE: 3 mm.

DINAMIZADOR DE LÍQUIDOS	
	ESCUADRAS Y TOPE
	JAVIER MUJÓZ PEREZ
	PLANO NUM. 5
ESC: 1:0.57	ACOT: mm 4-X-93

# PIEZA NUM. 10: -GUIAS



VISTA A

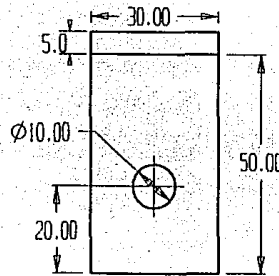
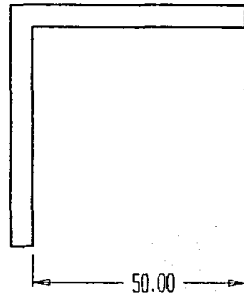
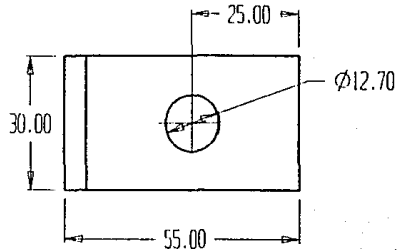


## NOTAS:

- 1- SE EMPLEARAN DOS BARRAS GUIA.
- 2- EL MATERIAL EMPLEADO ES: ACERO A151 1045.
- 3- LAS BARRAS GUIA ESTARAN RECTIFICADAS.

DINAMIZADOR DE LIGUIDOS	
BARRAS GUIA	
JAVIER MUJ:OZ PEREZ	
PLANO NUM.	ACOT: mm
7	20-X-93
ESC: 1:0.57	

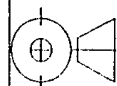
PIEZA NUM. 11: ESCUADRAS DE UNION  
BIELA-PORTA-ENVASES



NOTAS:

- 1- NUMERO DE ESCUADRAS DE UNION BIELA - PORTA-ENVASE: 2.
- 2- MATERIAL DE LAS ESCUADRAS: ACERO AIST 1045.

DINAMIZADOR DE LIQUIDOS



ESCUADRA UNION BIELA PORTA-ENVASE

JAVIER MUÑOZ PEREZ

PLANO NUM.

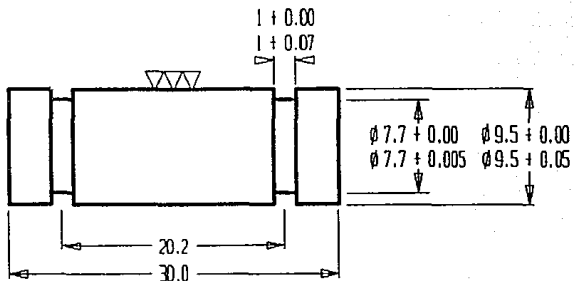
ACOT: mm

ESC: 1:0.66

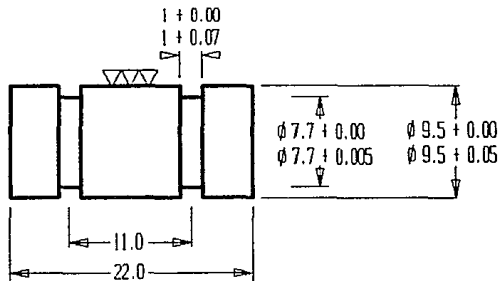
8

20-X-93

PIEZA NUM. 12: ARBOL BIELA PORTA-ENVASE



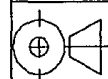
PIEZA NUM. 16: ARBOL BIELA-MANIVELA



NOTAS:

- 1- MATERIAL DE LOS ARBOLES:  
ACERO AIST 1045
- 2- CADA ARBOL LLEVARA DOS  
SEGUROS CON LAS SIG. -  
CARACTERISTICAS:  
MARCA: TRUARC RETAINING RINGS DIVISION  
SERIE 5133  
MEDIDA: 5133-37  
MATERIAL: ACERO COLD ROLLED

DINAMIZADOR DE LIQUIDOS



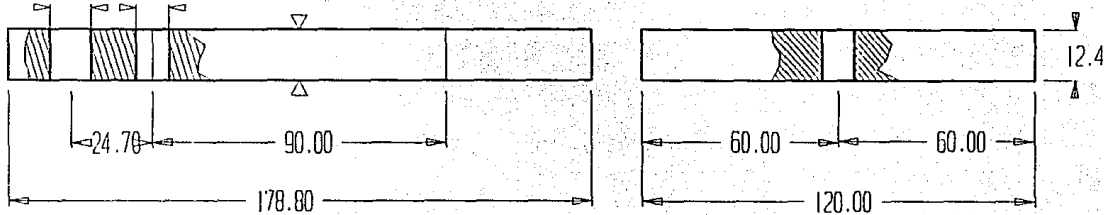
EJES DEL DINAMIZADOR  
JAVIER MUJER PEREZ

PLANO NUM. 9  
ACOT: nn  
20-X-93

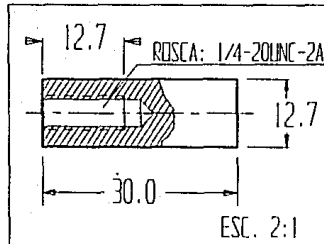
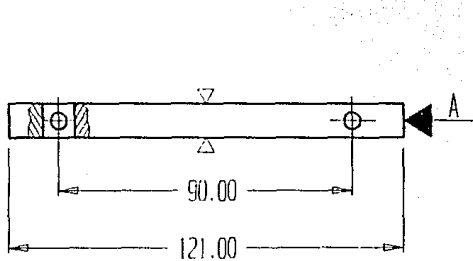
ESC: 1:0.57

# PIEZA NUM. 13: BASE DEL PORTA-ENVASE

$\phi 12.7 \pm 0.05$     $\phi 10 \pm 0.00$   
 $\phi 12.7 \pm 0.00$     $\phi 10 \pm 0.07$



# PIEZA NUM. 15: TAPA DEL PORTA-ENVASE



VISTA A

### NOTAS:

- 1- MATERIAL DE LA TAPA Y DE  
 LA BASE DEL PORTA-ENVASE:  
 ALUMINIO 3003-H14

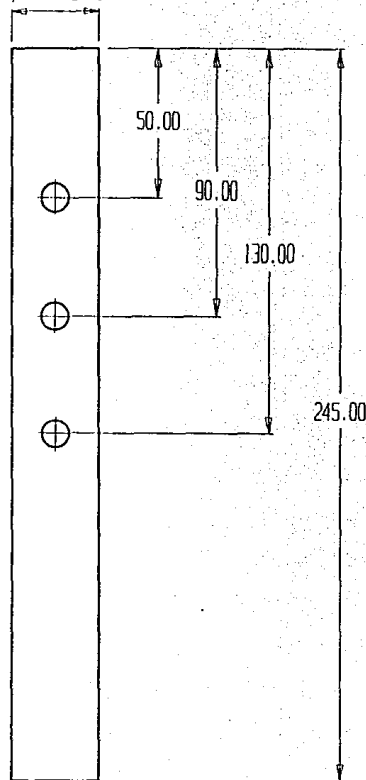
DINAMIZADOR DE LIQUIDOS	
PIEZAS: 13 Y 15	
JAVIER MUJER PEREZ	
PLANO NUM. 10	ACOT: nm
ESC: 1:0.51	20-X-93



PIEZA NUM. 14: BARRA GUIA DEL PORTA-ENVASE

$\phi 10 \pm 0.07$

$\phi 10 \pm 0.00$



NOTAS:

- 1- NUMERO DE PIEZAS: 2.
- 2- MATERIAL DE LAS BARRAS GUIA DEL PORTA-ENVASE: ALUMINIO 3003 - H14

DINAMIZADOR DE LIQUIDOS	
PIEZA 14	
JAVIER MUÑOZ PEREZ	
PLANO NUM. 11	ACOT: mh
ESC: 1:0.47	20-X-93

## RESULTADO DE PRUEBAS:

Las pruebas fueron realizadas en la Escuela de Medicina Homeópata del Instituto Politécnico Nacional y arrojaron los siguientes resultados:

Se analizaron dos medicinas: belladona atropa y nux bomica.

Las pruebas fueron analizadas en un espectrofotofluorómetro el cual dio a conocer el resultado de la dinamización con el Dinamizador de Líquidos comparando los resultados con la dinamización manual y los líquidos dinamizados por los laboratorios AMILIA.

- Primer día de pruebas:

Se realizaron las pruebas usando la belladona atropa y los resultados del dinamizador son los siguientes:

CASO	BIELA (cm)	MANIVELA (cm)	EXCENRICIDAD (cm)	RESULTADOS
1	18	4	10	si dinamiza
2	19	4.5	11	no dinamiza
3	19.5	5	11	no dinamiza
4	20	5.5	11	no dinamiza
5	24	6	15	no dinamza
6	26.5	6.5	17	no dinamiza

Estos resultados, son comparados con las medicinas fabricadas por los laboratorios AMILIA, las gráficas de fluorescencia de las pruebas realizadas con el dinamizador resultaron mas bajas en su sensibilidad.

Al fluorecer el liquido (aún no alcanzando los niveles de fluorescencia de los líquidos de AMILIA), se piensa que debe ser falta de limpieza de las probetas con que se efectuaron los experimentos y a la contaminación del alcohol y la misma medicina.

- Segundo día de pruebas:

Con equipo esterilizado, se realizaron las mismas pruebas con la misma medicina, los resultados son los siguientes:

CASO	BIELA (cm)	MANIVELA (cm)	SENSIBILIDAD	ALTURA
1	20.5	3.5	3	5
2	21.5	5.5	3	8
3	26.5	6.5	3	11
MANUAL	----	---	3	8

De acuerdo a la dinamización manual, que es la que se practica, el equipo dinamiza los líquidos homeópatas si se aplica una fuerza mayor de 72.99 N considerando la fuerza humana como referencia del dinamizado de los líquidos y no los líquidos del laboratorio AMILIA.

Antes del tercer día de pruebas, los médicos homeópatas del Instituto Politécnico Nacional realizaron pruebas manuales variando la tapa del envase y se llega a las mismas conclusiones.

- Tercer día de pruebas:

Se cambió la medicina por NUX BOMICA y se realizaron pruebas de la misma forma que en el caso anterior.

Los resultados fueron similares al segundo día.

Cabe señalar que siempre la primera prueba de dinamizado de los líquidos se aproximaba grandemente a los resultados de los líquidos de los laboratorios AMILIA, desde las segundas pruebas los resultados variaban evidentemente y no se notaba una mejora en los resultados.

## CONCLUSIONES:

De acuerdo al análisis de resultados realizado anteriormente, se concluye lo siguiente:

Respecto a la dinamización de los líquidos:

- Las pruebas resultan satisfactorias para suplir la fuerza humana de la tarea de dinamizar un líquido homeópata.
- Los líquidos homeópatas presentados por los laboratorios AMILIA, presentan gráficas que no corresponden a los líquidos dinamizados en forma manual, por lo que los resultados basados con estos líquidos no se tomarán en cuenta.
- El Dinamizador de Líquidos Homeópatas que se presenta, no alcanza fuerzas mas grandes que las generadas por las bielas y manivelas de mayor longitud, por lo tanto, no se conoce una fuerza que se pueda llamar límite superior y que dinamice un líquido homeópata.

Respecto al equipo:

- La base del motor y la base-guía de la base del motor estarán sujetas a las dimensiones del motor, ya que estas varían de acuerdo a la marca y modelo.
- Se recomienda un moto-reductor que entregue un par mayor que el calculado con la biela y manivela de mayor longitud y una velocidad entre 100 y 150 R.P.M.
- Las barras guía de la tapa del porta-envase, deberán ser de acero, ya que, serán mas económicas y se incrementará el peso del porta-envase. Se recomienda un acero cold-rolled.
- Se propone hacer un análisis posterior para tener una carrera no mayor de 5 cm. y una mayor fuerza en el dinamizado.

Respecto al proyecto:

- De acuerdo al objetivo señalado con anterioridad y al desarrollo de las pruebas que se llevaron a cabo, la necesidad de dinamizar un líquido homeópata empleando un mecanismo que sustituya el trabajo humano se resolvió.

- Al desarrollar un prototipo que resolvió esta necesidad, la información acerca de la dinamización de los líquidos homeópatas aumentó considerablemente.

- Aunque el mecanismo desarrollado resuelve la necesidad, es recomendable hacerle mejoras de acuerdo a lo expuesto previamente en estas conclusiones. Estas mejoras, así como la investigación adicional (límite superior de fuerza de dinamización), no se consideraron en los alcances de este trabajo.

Respecto al método y lo aprendido en el proyecto:

- El método que se empleó en el desarrollo de este trabajo, permite llevar una metodología con respecto al avance y objetivos de cada una de las etapas, lo cual nos permite lo siguiente:

- \* Conocer y evaluar un problema y generar una solución que lo satisfaga.
- \* Determinar los objetivos y alcances del proyecto.
- \* Hacer un planteamiento estratégico de las posibles soluciones.
- \* Desarrollar la solución que a juicio del diseñador dé como resultado satisfacer la necesidad.
- \* Tener una retroalimentación en el proceso que permita asegurar el buen funcionamiento del equipo diseñado.

- Conocer el método y aplicarlo, permite tener un panorama de las dificultades que se pueden presentar en el diseño de una máquina o mecanismo que satisfaga un problema, por ejemplo:

- \* La investigación para conocer la existencia comercial de una máquina que pueda resolver el problema.
- \* La determinación del mejor arreglo de la máquina.
- \* Uso de paquetes de cómputo de ingeniería que faciliten el trabajo.
- \* Conocer los elementos de máquinas necesarios para mejorar la calidad y funcionamiento del equipo.

## **APÉNDICE A:**

ANALISIS CINEMATICO

ANG 2 [GRADOS]	ANG 2 [RAD]	R2 [m]	R3 [m]	A1 [m]	A2 [m]	ANG 3 [RAD]
R1=0.1	R4=0.098					
0	0.000	0.04	0.18	0.000	0.040	-0.589
10	0.175	0.04	0.18	0.007	0.039	-0.636
20	0.349	0.04	0.18	0.014	0.038	-0.684
30	0.524	0.04	0.18	0.020	0.035	-0.730
40	0.698	0.04	0.18	0.026	0.031	-0.773
50	0.873	0.04	0.18	0.031	0.026	-0.812
60	1.047	0.04	0.18	0.035	0.020	-0.845
70	1.222	0.04	0.18	0.038	0.014	-0.870
80	1.396	0.04	0.18	0.039	0.007	-0.886
90	1.571	0.04	0.18	0.040	0.000	-0.891
100	1.745	0.04	0.18	0.039	-0.007	-0.886
110	1.920	0.04	0.18	0.038	-0.014	-0.870
120	2.094	0.04	0.18	0.035	-0.020	-0.845
130	2.269	0.04	0.18	0.031	-0.026	-0.812
140	2.443	0.04	0.18	0.026	-0.031	-0.773
150	2.618	0.04	0.18	0.020	-0.035	-0.730
160	2.793	0.04	0.18	0.014	-0.038	-0.684
170	2.967	0.04	0.18	0.007	-0.039	-0.636
180	3.142	0.04	0.18	0.000	-0.040	-0.589
190	3.316	0.04	0.18	-0.007	-0.039	-0.543
200	3.491	0.04	0.18	-0.014	-0.038	-0.500
210	3.665	0.04	0.18	-0.020	-0.035	-0.461
220	3.840	0.04	0.18	-0.026	-0.031	-0.425
230	4.014	0.04	0.18	-0.031	-0.026	-0.396
240	4.189	0.04	0.18	-0.035	-0.020	-0.372
250	4.363	0.04	0.18	-0.038	-0.014	-0.354
260	4.538	0.04	0.18	-0.039	-0.007	-0.343
270	4.712	0.04	0.18	-0.040	-0.000	-0.340
280	4.887	0.04	0.18	-0.039	0.007	-0.343
290	5.061	0.04	0.18	-0.038	0.014	-0.354
300	5.236	0.04	0.18	-0.035	0.020	-0.372
310	5.411	0.04	0.18	-0.031	0.026	-0.396
320	5.585	0.04	0.18	-0.026	0.031	-0.425
330	5.760	0.04	0.18	-0.020	0.035	-0.461
340	5.934	0.04	0.18	-0.014	0.038	-0.500
350	6.109	0.04	0.18	-0.007	0.039	-0.543
360	6.283	0.04	0.18	-0.000	0.040	-0.589

TABLA 2: ANALISIS CINEMATICO, EXCENTRICIDAD=10cm CARRERA VARI

ANG 3 [GRAD]	A3 [m]	A4 [m]	R4VEL ANG 3 [m] [RAD/S]	VEL 4ACEL ANG 3 [m/s] [RAD/S^2]	ACEL. 4 [m/s^2]		
-33.749	0.150	-0.100	0.190	-2.798	-0.280	-5.233	-6.085
-36.452	0.145	-0.107	0.184	-2.849	-0.377	-0.735	-5.577
-39.165	0.140	-0.114	0.177	-2.820	-0.464	4.269	-4.750
-41.810	0.134	-0.120	0.169	-2.704	-0.534	9.807	-3.605
-44.298	0.129	-0.126	0.159	-2.491	-0.582	15.829	-2.172
-46.534	0.124	-0.131	0.150	-2.174	-0.605	22.144	-0.514
-48.418	0.119	-0.135	0.139	-1.753	-0.599	28.329	1.252
-49.851	0.116	-0.138	0.130	-1.234	-0.563	33.703	2.959
-50.751	0.114	-0.139	0.121	-0.639	-0.501	37.425	4.408
-51.057	0.113	-0.140	0.113	-0.000	-0.419	38.764	5.427
-50.751	0.114	-0.139	0.107	0.639	-0.323	37.425	5.933
-49.851	0.116	-0.138	0.102	1.234	-0.224	33.703	5.962
-48.418	0.119	-0.135	0.099	1.753	-0.127	28.329	5.642
-46.534	0.124	-0.131	0.098	2.174	-0.037	22.144	5.129
-44.298	0.129	-0.126	0.098	2.491	0.044	15.829	4.554
-41.810	0.134	-0.120	0.100	2.704	0.115	9.807	3.998
-39.165	0.140	-0.114	0.102	2.820	0.177	4.269	3.500
-36.452	0.145	-0.107	0.105	2.849	0.232	-0.735	3.069
-33.749	0.150	-0.100	0.110	2.798	0.280	-5.233	2.694
-31.129	0.154	-0.093	0.115	2.677	0.322	-9.271	2.356
-28.656	0.158	-0.086	0.120	2.492	0.358	-12.869	2.032
-26.388	0.161	-0.080	0.127	2.250	0.389	-16.110	1.697
-24.375	0.164	-0.074	0.133	1.957	0.415	-18.929	1.329
-22.664	0.166	-0.069	0.140	1.621	0.433	-21.323	0.906
-21.291	0.168	-0.065	0.148	1.249	0.444	-23.254	0.413
-20.288	0.169	-0.062	0.155	0.848	0.447	-24.676	-0.160
-19.676	0.169	-0.061	0.163	0.429	0.438	-25.548	-0.817
-19.471	0.170	-0.060	0.170	0.000	0.419	-25.843	-1.551
-19.676	0.169	-0.061	0.176	-0.429	0.386	-25.548	-2.342
-20.288	0.169	-0.062	0.183	-0.848	0.341	-24.676	-3.163
-21.291	0.168	-0.065	0.188	-1.249	0.281	-23.254	-3.976
-22.664	0.166	-0.069	0.192	-1.621	0.208	-21.323	-4.737
-24.375	0.164	-0.074	0.195	-1.957	0.124	-18.929	-5.397
-26.388	0.161	-0.080	0.196	-2.250	0.029	-16.110	-5.906
-28.656	0.158	-0.086	0.196	-2.492	-0.072	-12.869	-6.218
-31.129	0.154	-0.093	0.193	-2.677	-0.176	-9.271	-6.290
-33.749	0.150	-0.100	0.190	-2.798	-0.280	-5.233	-6.085



ANALISIS CINEMATICO

ANG 2 [GRADOS]	ANG 2 [RAD]	R2 [m]	R3 [m]	A1 [m]	A2 [m]	ANG 3 [RAD]
R1=17	R4=17.74					
0	0	0.065	0.265	0	0.065	-0.69646
10	0.17453292	0.065	0.265	0.01128713	0.0640125	-0.75337
20	0.34906584	0.065	0.265	0.02223131	0.06108	-0.81162
30	0.52359877	0.065	0.265	0.0325	0.0562917	-0.86972
40	0.69813169	0.065	0.265	0.04178119	0.0497929	-0.92592
50	0.87266461	0.065	0.265	0.04979289	0.0417812	-0.97805
60	1.04719753	0.065	0.265	0.05629165	0.0325	-1.02349
70	1.22173046	0.065	0.265	0.06108002	0.0222313	-1.05927
80	1.39626338	0.065	0.265	0.0640125	0.0112871	-1.08236
90	1.5707963	0.065	0.265	0.065	1.742E-09	-1.09036
100	1.74532922	0.065	0.265	0.0640125	-0.011287	-1.08236
110	1.91986214	0.065	0.265	0.06108002	-0.022231	-1.05927
120	2.09439507	0.065	0.265	0.05629165	-0.0325	-1.02349
130	2.26892799	0.065	0.265	0.04979289	-0.041781	-0.97805
140	2.44346091	0.065	0.265	0.0417812	-0.049793	-0.92592
150	2.61799383	0.065	0.265	0.0325	-0.056292	-0.86972
160	2.79252676	0.065	0.265	0.02223131	-0.06108	-0.81162
170	2.96705968	0.065	0.265	0.01128713	-0.064013	-0.75337
180	3.1415926	0.065	0.265	3.4833E-09	-0.065	-0.69646
190	3.31612552	0.065	0.265	-0.0112871	-0.064013	-0.64215
200	3.49065844	0.065	0.265	-0.0222313	-0.06108	-0.59151
210	3.66519137	0.065	0.265	-0.0325	-0.056292	-0.54553
220	3.83972429	0.065	0.265	-0.0417812	-0.049793	-0.50504
230	4.01425721	0.065	0.265	-0.0497929	-0.041781	-0.47081
240	4.18879013	0.065	0.265	-0.0562916	-0.0325	-0.44348
250	4.36332306	0.065	0.265	-0.06108	-0.022231	-0.42357
260	4.53785598	0.065	0.265	-0.0640125	-0.011287	-0.41147
270	4.7123889	0.065	0.265	-0.065	-5.23E-09	-0.4074
280	4.88692182	0.065	0.265	-0.0640125	0.0112871	-0.41147
290	5.06145474	0.065	0.265	-0.06108	0.0222313	-0.42357
300	5.23598767	0.065	0.265	-0.0562917	0.0325	-0.44348
310	5.41052059	0.065	0.265	-0.0497929	0.0417812	-0.47081
320	5.58505351	0.065	0.265	-0.0417812	0.0497929	-0.50504
330	5.75958643	0.065	0.265	-0.0325	0.0562916	-0.54553
340	5.93411936	0.065	0.265	-0.0222313	0.06108	-0.59151
350	6.10865228	0.065	0.265	-0.0112871	0.0640125	-0.64215
360	6.2831852	0.065	0.265	-6.967E-09	0.065	-0.69646

TABLA 3: ANALISIS CINEMATICO. EXCENTRICIDAD=17 cm. CARRERA VARIABLE

ANG 3 [GRAD]	A3 [m]	A4 [m]	R4VEL ANG 3 [m]	ANG 3 [RAD/S]	VEL 4ACEL ANG 3 [m/s]	ANG 3 [RAD/S^2]	ACEL. 4 [m/s^2]
-39.9043	0.203286	-0.17	0.268286	-3.34807	-0.56917	-9.374166	-11.0055
-43.1649	0.193287	-0.18129	0.2573	-3.46777	-0.74685	-4.87625	-10.2332
-46.5021	0.182406	-0.19223	0.243487	-3.50628	-0.9068	0.4065982	-8.86733
-49.8313	0.170935	-0.2025	0.227227	-3.44827	-1.03858	6.7598359	-6.84115
-53.0511	0.159291	-0.21178	0.209084	-3.27313	-1.13068	14.514528	-4.09697
-56.0377	0.148041	-0.21979	0.189822	-2.9552	-1.17091	23.911239	-0.62246
-58.6416	0.137902	-0.22629	0.170402	-2.46774	-1.14786	34.762357	3.460058
-60.6917	0.129719	-0.23108	0.15195	-1.79453	-1.05425	45.889359	7.746691
-62.0142	0.124351	-0.23401	0.135638	-0.95044	-0.89269	54.74029	11.45892
-62.4727	0.122474	-0.235	0.122474	-1.5E-07	-0.68062	58.188976	13.67441
-62.0142	0.124351	-0.23401	0.113064	0.950436	-0.44786	54.740292	13.93624
-60.6917	0.129719	-0.23108	0.107488	1.794525	-0.22489	45.889362	12.62606
-58.6416	0.137902	-0.22629	0.105402	2.46774	-0.031	34.762361	10.59322
-56.0377	0.148041	-0.21979	0.10626	2.955204	0.128152	23.911232	8.547756
-53.0511	0.159291	-0.21178	0.109498	3.273131	0.255697	14.51453	6.831677
-49.8313	0.170935	-0.2025	0.114643	3.448271	0.357967	6.7598381	5.513856
-46.5021	0.182406	-0.19223	0.121326	3.506284	0.441233	0.4066	4.538634
-43.1649	0.193287	-0.18129	0.129275	3.467765	0.510474	-4.876248	3.816439
-39.9043	0.203286	-0.17	0.138286	3.348074	0.569173	-9.374165	3.260807
-36.7922	0.212215	-0.15871	0.148203	3.15847	0.619477	-13.29237	2.798082
-33.8911	0.219976	-0.14777	0.158896	2.907449	0.662414	-16.75906	2.367004
-31.2562	0.226536	-0.1375	0.170245	2.601921	0.698072	-19.83878	1.91602
-28.9367	0.231916	-0.12822	0.182123	2.248149	0.725746	-22.54686	1.401248
-26.9756	0.236168	-0.12021	0.194387	1.852458	0.74406	-24.86301	0.785966
-25.4096	0.239365	-0.11371	0.206865	1.421712	0.75109	-26.74459	0.041681
-24.2688	0.241581	-0.10892	0.21935	0.963586	0.744523	-28.13964	-0.84959
-23.5751	0.242882	-0.10599	0.231595	0.486605	0.721849	-28.99965	-1.89245
-23.3424	0.243311	-0.105	0.24331	2.25E-07	0.680615	-29.29041	-3.07549
-23.5751	0.242882	-0.10599	0.254169	-0.4866	0.618701	-28.99965	-4.36977
-24.2688	0.241581	-0.10892	0.263812	-0.96359	0.534615	-28.13964	-5.72896
-25.4096	0.239365	-0.11371	0.271865	-1.42171	0.427769	-26.74459	-7.09148
-26.9756	0.236168	-0.12021	0.277949	-1.85246	0.298703	-24.86302	-8.38425
-28.9367	0.231916	-0.12822	0.281709	-2.24815	0.149236	-22.54686	-9.52739
-31.2562	0.226536	-0.1375	0.282828	-2.60192	-0.01746	-19.83878	-10.439
-33.8911	0.219976	-0.14777	0.281056	-2.90745	-0.19685	-16.75906	-11.039
-36.7922	0.212215	-0.15871	0.276228	-3.15847	-0.3831	-13.29238	-11.2515
-39.9043	0.203286	-0.17	0.268286	-3.34807	-0.56917	-9.374169	-11.0055

## ANALISIS DINAMICO

C	mA [Kg]	mB [Kg]	F03y [N]	F01x [N]	F01y [N]	M1 [N*m]	M2 [N*m]	Mtot [N*m]
0.0199	4.692	4.692	-19.076	-28.551	19.076	-3.618	1.142	-2.476
0.0199	4.692	4.692	-19.328	-26.165	19.328	-3.560	1.047	-2.513
0.0199	4.692	4.692	-18.153	-22.285	18.153	-3.216	0.891	-2.324
0.0199	4.692	4.692	-15.131	-16.916	15.131	-2.554	0.677	-1.877
0.0199	4.692	4.692	-9.944	-10.190	9.944	-1.586	0.408	-1.178
0.0199	4.692	4.692	-2.544	-2.412	2.545	-0.380	0.096	-0.284
0.0199	4.692	4.692	6.622	5.876	-6.622	0.924	-0.235	0.689
0.0199	4.692	4.692	16.459	13.884	-16.459	2.135	-0.555	1.580
0.0199	4.692	4.692	25.315	20.683	-25.315	3.059	-0.827	2.232
0.0199	4.692	4.692	31.509	25.463	-31.509	3.565	-1.019	2.546
0.0199	4.692	4.692	34.070	27.836	-34.070	3.643	-1.113	2.530
0.0199	4.692	4.692	33.161	27.972	-33.161	3.395	-1.119	2.276
0.0199	4.692	4.692	29.835	26.472	-29.835	2.968	-1.059	1.909
0.0199	4.692	4.692	25.391	24.066	-25.391	2.491	-0.963	1.529
0.0199	4.692	4.692	20.848	21.365	-20.848	2.047	-0.855	1.192
0.0199	4.692	4.692	16.777	18.757	-16.777	1.670	-0.750	0.919
0.0199	4.692	4.692	13.378	16.423	-13.378	1.364	-0.657	0.707
0.0199	4.692	4.692	10.637	14.400	-10.637	1.121	-0.576	0.545
0.0199	4.692	4.692	8.446	12.641	-8.446	0.926	-0.506	0.421
0.0199	4.692	4.692	6.676	11.054	-6.676	0.766	-0.442	0.324
0.0199	4.692	4.692	5.209	9.532	-5.209	0.627	-0.381	0.246
0.0199	4.692	4.692	3.950	7.961	-3.950	0.500	-0.318	0.182
0.0199	4.692	4.692	2.824	6.233	-2.825	0.377	-0.249	0.127
0.0199	4.692	4.692	1.776	4.252	-1.776	0.249	-0.170	0.079
0.0199	4.692	4.692	0.756	1.940	-0.756	0.112	-0.078	0.034
0.0199	4.692	4.692	-0.278	-0.752	0.278	-0.043	0.030	-0.013
0.0199	4.692	4.692	-1.371	-3.835	1.371	-0.223	0.153	-0.070
0.0199	4.692	4.692	-2.572	-7.275	2.572	-0.437	0.291	-0.146
0.0199	4.692	4.692	-3.929	-10.988	3.929	-0.693	0.440	-0.254
0.0199	4.692	4.692	-5.486	-14.840	5.486	-1.001	0.594	-0.408
0.0199	4.692	4.692	-7.270	-18.656	7.270	-1.365	0.748	-0.517
0.0199	4.692	4.692	-9.281	-22.225	9.280	-1.780	0.889	-0.691
0.0199	4.692	4.692	-11.473	-25.321	11.473	-2.233	1.013	-1.220
0.0199	4.692	4.692	-13.749	-27.712	13.749	-2.693	1.108	-1.585
0.0199	4.692	4.692	-15.944	-29.176	15.944	-3.118	1.167	-1.951
0.0199	4.692	4.692	-17.823	-29.512	17.823	-3.448	1.180	-2.268
0.0199	4.692	4.692	-19.076	-28.551	19.076	-3.618	1.142	-2.476

TABLA 4: ANALISIS DINAMICO

M	Ntot [N*m]	POTENCIA [W]	POTENCIA [Hp]	F12x [N]	F12y [N]
	-2.476	-25.927	-0.035	0.001	0.000
	-2.513	-26.314	-0.035	0.001	0.000
	-2.324	-24.338	-0.033	0.001	0.000
	-1.877	-19.659	-0.026	0.001	0.000
	-1.178	-12.336	-0.017	0.001	0.001
	-0.284	-2.974	-0.004	0.001	0.001
	0.689	7.210	0.010	0.000	0.001
	1.580	16.544	0.022	0.000	0.001
	2.232	23.366	0.031	0.000	0.001
	2.546	26.663	0.036	0.000	0.001
	2.530	26.492	0.034	-0.000	0.001
	2.276	23.833	0.032	-0.000	0.001
	1.909	19.985	0.027	-0.000	0.001
	1.529	16.006	0.021	-0.001	0.001
	1.192	12.486	0.017	-0.001	0.001
	0.919	9.627	0.013	-0.001	0.000
	0.707	7.405	0.010	-0.001	0.000
	0.545	5.707	0.008	-0.001	0.000
	0.421	4.404	0.006	-0.001	0.000
	0.324	3.387	0.005	-0.001	-0.000
	0.246	2.573	0.003	-0.001	-0.000
	0.182	1.902	0.003	-0.001	-0.000
	0.127	1.332	0.002	-0.001	-0.001
	0.079	0.829	0.001	-0.001	-0.001
	0.034	0.357	0.000	-0.000	-0.001
	-0.013	-0.137	-0.000	-0.000	-0.001
	-0.070	-0.728	-0.001	-0.000	-0.001
	-0.146	-1.524	-0.002	-0.000	-0.001
	-0.254	-2.657	-0.004	0.000	-0.001
	-0.408	-4.269	-0.006	0.000	-0.001
	-0.619	-6.476	-0.009	0.000	-0.001
	-0.891	-9.331	-0.013	0.001	-0.001
	-1.220	-12.773	-0.017	0.001	-0.001
	-1.585	-16.594	-0.022	0.001	-0.000
	-1.951	-20.426	-0.027	0.001	-0.000
	-2.268	-23.746	-0.032	0.001	-0.000
	-2.476	-25.927	-0.035	0.001	-0.000

ANALISIS DINAMICO:

C	mA [Kg]	mB [Kg]	F03y [N]	F01x [N]	F01y [N]	M1 [N*m]	M2 [N*m]	Mtot [N*m]
0.0268	4.696	-43.2197	-51.6807	43.21965	-11.5952	3.359326	-8.23588	
0.0268	4.696	-45.0714	-48.0537	45.07163	-11.5969	3.123568	-8.4733	
0.0268	4.696	-43.8839	-41.6399	43.88427	-10.6851	2.706664	-7.97847	
0.0268	4.696	-38.0585	-32.125	38.05907	-8.6479	2.088192	-6.5597	
0.0268	4.696	-25.5791	-19.2384	25.57989	-5.34819	1.250558	-4.09763	
0.0268	4.696	-4.33985	-2.92233	4.340762	-0.8238	0.190001	-0.6338	
0.0268	4.696	26.66294	16.24903	-26.6619	4.54343	-1.05615	3.487282	
0.0268	4.696	64.80418	36.37887	-64.8031	9.847017	-2.3646	7.482417	
0.0268	4.696	101.2656	53.8113	-101.264	13.73547	-3.49772	10.23775	
0.0268	4.696	123.2137	64.21503	-123.212	15.09053	-4.17398	10.91655	
0.0268	4.696	123.1584	65.4444	-123.157	13.92475	-4.2539	9.670852	
0.0268	4.696	105.6221	59.29159	-105.621	11.35308	-3.85398	7.499098	
0.0268	4.696	81.63056	49.74519	-81.6295	8.604062	-3.23348	5.370586	
0.0268	4.696	59.59535	40.1395	-59.5944	6.33258	-2.60912	3.723463	
0.0268	4.696	42.65311	32.08064	-42.6523	4.670448	-2.0853	2.585147	
0.0268	4.696	30.67451	25.99204	-30.6739	3.516627	-1.68305	1.833578	
0.0268	4.696	22.46141	21.31231	-22.461	2.725164	-1.38537	1.339791	
0.0268	4.696	16.80932	17.92083	-16.8091	2.173021	-1.16493	1.008091	
0.0268	4.696	12.80548	15.31157	-12.8055	1.770812	-0.99533	0.775483	
0.0268	4.696	9.827081	13.13863	-9.82729	1.456398	-0.85409	0.602312	
0.0268	4.696	7.466797	11.11434	-7.4672	1.186443	-0.7225	0.463939	
0.0268	4.696	5.461259	8.996602	-5.46185	0.929751	-0.58485	0.344905	
0.0268	4.696	3.638014	6.57935	-3.63878	0.662566	-0.42772	0.234849	
0.0268	4.696	1.87863	3.690133	-1.87954	0.365181	-0.23991	0.125272	
0.0268	4.696	0.092981	0.19514	-0.09401	0.019235	-0.01272	0.006512	
0.0268	4.696	-1.7988	-3.99008	1.797683	-0.39457	0.259329	-0.13524	
0.0268	4.696	-3.87803	-8.88715	3.876866	-0.89813	0.577651	-0.32048	
0.0268	4.696	-6.23263	-14.4425	6.231443	-1.51646	0.938763	-0.5777	
0.0268	4.696	-8.9546	-20.5202	8.953431	-2.27599	1.333829	-0.94215	
0.0268	4.696	-12.1297	-26.9028	12.12854	-3.19995	1.748708	-1.45125	
0.0268	4.696	-15.8197	-33.301	15.81865	-4.30081	2.164605	-2.13621	
0.0268	4.696	-20.0402	-39.3717	20.03928	-5.57015	2.55921	-3.01094	
0.0268	4.696	-24.7357	-44.7397	24.7349	-6.96825	2.908142	-4.06011	
0.0268	4.696	-29.7544	-49.0204	29.75379	-8.41538	3.186396	-5.22898	
0.0268	4.696	-34.8228	-51.8378	34.82238	-9.78715	3.369532	-6.41762	
0.0268	4.696	-39.5162	-52.8359	39.51597	-10.9155	3.484411	-7.48104	
0.0268	4.696	-43.2196	-51.6808	43.21965	-11.5952	3.359326	-8.23588	

TABLA 5: ANALISIS DINAMICO

POTENCIA [W]	POTENCIA [Hp]	F12x [N]	F12y [N]
-----------------	------------------	-------------	-------------

-86.2379	-0.11565	0.001742	0
-88.7239	-0.11898	0.001716	0.000302
-83.5425	-0.11203	0.001637	0.000596
-68.6867	-0.09211	0.001509	0.000871
-42.9063	-0.05754	0.001334	0.00112
-6.63651	-0.0089	0.00112	0.001334
36.51533	0.048967	0.000871	0.001509
78.34839	0.105065	0.000596	0.001637
107.1994	0.143754	0.000302	0.001716
114.3072	0.153286	4.67E-11	0.001742
101.2635	0.135794	-0.0003	0.001716
78.52306	0.105299	-0.0006	0.001637
56.23541	0.075412	-0.00087	0.001509
38.98838	0.052283	-0.00112	0.001334
27.06908	0.0363	-0.00133	0.00112
19.19939	0.025746	-0.00151	0.000871
14.02895	0.018813	-0.00164	0.000596
10.55572	0.014155	-0.00172	0.000302
8.120082	0.010889	-0.00174	9.34E-11
6.306806	0.008457	-0.00172	-0.0003
4.857908	0.006514	-0.00164	-0.0006
3.611499	0.004843	-0.00151	-0.00087
2.459102	0.003298	-0.00133	-0.00112
1.311726	0.001759	-0.00112	-0.00133
0.068186	9.14E-05	-0.00087	-0.00151
-1.41606	-0.0019	-0.0006	-0.00164
-3.35576	-0.0045	-0.0003	-0.00172
-6.0491	-0.00811	-1.4E-10	-0.00174
-9.86529	-0.01323	0.000302	-0.00172
-15.196	-0.02038	0.000596	-0.00164
-22.3682	-0.03	0.000871	-0.00151
-31.5276	-0.04228	0.00112	-0.00133
-42.5134	-0.05701	0.001334	-0.00112
-54.7526	-0.07342	0.001509	-0.00087
-67.1989	-0.09011	0.001637	-0.0006
-78.334	-0.10505	0.001716	-0.0003
-86.2379	-0.11565	0.001742	-1.9E-10

POTENCIA [W]	POTENCIA [HP]	F124 [N]	F127 [N]
-86.2379	-0.11565	0.001742	0
-88.7239	-0.11898	0.001716	0.000302
-83.5425	-0.11203	0.001837	0.000596
-88.6667	-0.09211	0.001509	0.000871
-42.9063	-0.05754	0.001334	0.00112
-8.83651	-0.0089	0.00112	0.001334
36.51533	0.048967	0.000871	0.001509
78.34839	0.105065	0.000596	0.001837
107.1994	0.143754	0.000302	0.001716
114.3072	0.153286	4.67E-11	0.001742
131.2835	0.138794	-0.0003	0.001716
78.52306	0.105299	-0.0006	0.001837
56.23541	0.073412	-0.00087	0.001509
38.98838	0.052283	-0.00112	0.001334
27.06908	0.0363	-0.00133	0.00112
17.19739	0.025746	-0.00151	0.000871
14.92875	0.018813	-0.00184	0.000596
10.55572	0.014155	-0.00172	0.000302
3.120082	0.010899	-0.00174	9.34E-11
5.306806	0.008457	-0.00172	-0.0003
4.65750E	0.008514	-0.00184	-0.0006
3.511499	0.004843	-0.00151	-0.00087
2.459104	0.003278	-0.00133	-0.00112
1.311726	0.001759	-0.00112	-0.00133
0.038186	0.14E-05	-0.00087	-0.00151
-1.41606	-0.0019	-0.0006	-0.00184
-3.55575	-0.0045	-0.0003	-0.00172
-5.8491	-0.00811	-1.4E-10	-0.00174
-7.86829	-0.01323	0.000302	-0.00172
-15.175	-0.02038	0.000596	-0.00184
-32.1682	-0.03	0.000871	-0.00151
-31.3172	-0.04228	0.00112	-0.00133
-42.5174	-0.05701	0.001334	-0.00112
-54.1523	-0.07242	0.001509	-0.00087
-67.1989	-0.09011	0.001837	-0.0006
-79.134	-0.10505	0.001716	-0.0003
-86.2379	-0.11565	0.001742	-1.7E-10