

870117

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA DE INGENIERIA

92
Ejemplar



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

*Diseño y Cálculo de una Bomba Dosificadora
al 1% de Lubricante*

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A

FERNANDO DAVID GISPERT ESPINOZA

Guadalajara, Jalisco,

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.

I N D I C E

| | |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| Introducción | 1 |
| Antecedentes | 2 |
| | |
| I ESTUDIO DE NECESIDADES | |
| 1.1. Necesidad en el campo de trabajo | 6 |
| 1.2 Parámetros de trabajo | 7 |
| 1.3 Condiciones de trabajo | 8 |
| | |
| II DISEÑO Y CLASIFICACION | |
| 2.1 Diseño de partes estáticas | 12 |
| 2.2 Diseño del émbolo | 17 |
| 2.3 Diseño del seguidor y anillos | 20 |
| 2.4 Diseño del cilindro y válvula check | 24 |
| | |
| III DISEÑO DEL DISPOSITIVO INVERSOR DE MOVIMIENTO.. | |
| 3.1. Diseño de sujeción al émbolo | 30 |
| 3.2 Diseño de inversión de salidas | 34 |
| 3.3 Acoplamiento de articulaciones y resorte | 38 |
| | |
| IV CALCULO DE VOLUMENES Y PORCENTAJES DE MEZCLA. | |
| 4.1 Volúmen de entrada y salida por ciclo | 42 |
| 4.2 Volúmen de lubricante por ciclo y relación H ₂ O - LUB. | 43 |
| 4,3 ---Mantenimiento----- | 45 |
| 4.4 Instalación y ensamble | 47 |
| | |
| Conclusiones | 49 |

NOMENCLATURA EMPLEADA

| | |
|----------|----------------------------------------------|
| A | AREA TRANSVERSAL |
| A_{f+} | AREA DE EMBOLO MAYOR DE APLICACION DE FUERZA |
| A_{f-} | AREA DE EMBOLO MENOR DE APLICACION DE FUERZA |
| E | ENERGIA DE PRESION |
| P | PRESION |
| V | VOLUMEN |
| v | VELOCIDAD |
| Z | POSICION EN EL EJE VERTICAL |
| s | DESPLAZAMIENTO |
| G | GRAVEDAD |
| L | ALTURA |
| ρ | DENSIDAD ABSOLUTA |
| W | FESO |
| T | TRABAJO |
| F | FUERZA |
| γ | PESO ESPECIFICO |
| Q | CAUDAL TOTAL |
| q | CAUDAL O FLUJO |
| R | RADIO DEL EMBOLO MAYOR |
| r | RADIO DEL EMBOLO MENOR |
| r_p | RADIO DE PISTON |
| t | ESPESOR |
| D_s | DIAMETRO DE SEGUIDOR |

SUBINDICES

| | |
|---|----------|
| e | EMBOLO |
| P | PISTON |
| S | SEGUIDOR |
| F | FUERZA |

I N T R O D U C C I O N

Hasta la fecha, para la transmisión y control de volúmenes se han utilizado las máquinas de desplazamiento positivo, - mientras que para el bombeo de líquidos y gases se han utilizado generalmente, las máquinas rotodinámicas, existiendo para - estos tipos de máquinas una gran cantidad de usos.

Las máquinas que trabajan con energía eléctrica o combustóleo, en ocasiones presentan problemas debido a la falta de - cualquiera de estos tipos de energía.

Mediante el aprovechamiento de la energía generada por - la presión del fluido, se simplificaría el proceso y se abatirían los costos al eliminar el consumo de energía (eléctrica, - combustóleo, etc.).

La realización de una bomba de desplazamiento positivo - que permita el aprovechamiento de la energía generada por el - flujo, así como su presión evitará que las interrupciones de - corriente eléctrica principalmente, o la falta de combustible, deje pasar exclusivamente al agua sin existir una dosificación que bien puede ser; detergente, alcohol, sustancias químicas, - lubricantes, etc.

Se trata de una bomba que mediante el aprovechamiento de la presión del agua, provoque un movimiento alternativo en un émbolo, el cual transmitirá su movimiento mediante un seguidor, para realizar la succión de lubricante y así obtener una dosificación del 1% de lubricante y 99% de agua.

ANTECEDENTES.

Existen en el mercado diferentes tipos de máquinas de desplazamientos positivo, fabricadas todas ellas por firmas extranjeras. Las hay electromagnéticas, de diafragma y rotoestáticas. Entre ellas encontramos las siguientes:

BOMBA DOSIFICADORA MACROY.

La bomba dosificadora de desplazamiento positivo con movimiento alternativo de diafragma está diseñada para mover volúmenes específicos de líquidos con una diferencia de presión entre la succión de la bomba y la descarga de la misma.

Esta bomba consta de cinco partes principales: motor, transmisión, control de capacidad, mecanismo de succión y mecanismo de descarga. La capacidad de la bomba está en función de la descarga y ésta se controla mediante un regulamiento de volumen.

Principios de Operación.

El motor y el equipo impulsan el diafragma curvo de la bomba el cual conduce al líquido adentro del expulsor donde se ejerce la succión, para subsecuentemente descargar el líquido. Es factible asegurar el control del fluido sólo si la presión de la línea de descarga (cabezal de descarga) es mayor que la presión en la línea de succión (cabezal de succión).

DOSIFICADOR DE LIQUIDOS TIPO DE EMBOLO. "WALLACE & TIERNAN".

Estos dosificadores de líquidos son de tipo de desplazamiento positivo con movimiento alternativo de émbolo, poseen

ranto las cualidades de medición de flujo, como las de desarrollo de energía de las bombas.

Las hay de tipos de cabezal de dosificación sencilla y -
doble. Los materiales de construcción, dimensiones, capacidades y presiones de descarga son una función de las características cuantitativas y cualitativas del líquido a manejar.

Consta de un motor y posee una transmisión a base de -
engranes reductores de velocidad, que combinado con un mecanismo de ajuste de longitud de carrera del émbolo, proporciona --
mayor eficiencia con menor desgaste y mantenimiento.

Tanto el motor como el mecanismo de transmisión están --
montados en una base de acero, con una unidad compacta.

Principios de Operación,

El ajuste de la dosificación es manual con el dosifica--
dor en movimiento y susceptible de controlarse automáticamente, mediante un mecanismo variador de la velocidad de un motor de corriente directa. Cada cabezal posee una carátula con escala graduada de 0 a 100% de longitud de carrera del émbolo, siendo la longitud máxima de 3.2 cm (1 1/4").

El cabezal de dosificación consiste de émbolo cilindro -
de desplazamiento o cabeza, juego de empaques ajustados mecánicamente y haces de válvulas de succión y descarga, cuyos mantenimientos son sencillos tanto por su accesibilidad como por el hecho de la intercambiabilidad de sus piezas como es el caso de

los accesorios de las válvulas.

Los émbolos en el caso del dosificador de doble cabezal poseen la misma velocidad de carrera (ciclo por minuto), pero tienen ajustes de su longitud de carrera, independientes, logrando así controles de dosificación individuales.

Mecanismo Motriz.

El mecanismo motriz del dosificador está basado en el principio de diseño del Yugo Escocés. El mecanismo empieza su movimiento, al accionar el motor a un sinfín o flecha mediante un cople. El sinfín es soportado en los extremos por dos baleros.

El motor y el sinfín accionan una corona a una velocidad constante, estando unida ésta a un excéntrico y una varilla de extensión a los que hace girar. El excéntrico embraga con un bloque deslizable mediante un balero de agujas; dicho bloque acciona un yugo que posee un pivote ajustable cambiando la longitud de la carrera al alterar la posición de este pivote. Al yugo se inserta el brazo conector del vástago del émbolo, de tal forma que cuando el yugo se encuentra en ángulo recto con respecto al movimiento transversal (vástago del émbolo), la acción máxima del excéntrico es transmitida al vástago permitiendo al dosificador su máxima longitud de carrera (32 mm). En este caso de que el yugo sea girado de manera de quedar paralelo al vástago del émbolo, se obtiene la mínima dosificación al quedar anulada la acción del excéntrico. Este mecanismo proporciona cualquier longitud de carrera deseada desde cero hasta su máxima.

En las máquinas a las que nos referimos anteriormente, la energía mecánica es absorbida y transformada en energía en presión al fluido y son conocidas estas máquinas como generadoras.

"Las máquinas generadoras absorben energía mecánica y la transforman en energía cinética. A este grupo pertenecen las bombas, ventiladores y compresores". *

Sin embargo, el objetivo que se persigue al hacer la máquina de desplazamiento positivo, que nos ocupa, requerimos que el fluido le dé energía al émbolo, o sea en forma contraria a las máquinas antes analizadas.

La máquina en estudio es del tipo llamado motoras generadoras, son máquinas que transforman la energía de un fluido en energía mecánica en el eje, o émbolo y producen un movimiento requerido. El movimiento será aprovechado también para dar energía cinética a otro fluido que manejaremos y con esto nos damos cuenta que este estudio es de una bomba-motor.

*Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas, Claudio Mataix, Segunda Edición, Castillo, S.A., México 1983. Página 2.

CAPITULO I

ESTUDIO DE NECESIDADES

1.1. Necesidad en el campo de trabajo.

En la mayor parte de la Industria, en sus diferentes procesos, tanto en nuestro país como en el mundo entero, es necesaria la dosificación de sustancias tanto líquidas como sólidas, el campo de trabajo que tomaremos será la dosificación de sustancias líquidas como pueden ser detergentes, lubricantes, agua, sustancias químicas, etc., la dosificación de líquidos generalmente es realizada mediante bombas eléctricas o mecánicas, pero éstas requieren de algún tipo de energía exterior al sistema, cuando el objetivo principal de este diseño como ya se mencionó antes es aprovechar la energía potencia del agua que posteriormente se juntará con el lubricante.

El dosificador o bomba dosificadora, estará diseñado para dosificar un 1% del total de la mezcla resultante, pudiendo ser variado éste mediante cambios en las dimensiones de la bomba según sean las necesidades de las empresas, se podrán realizar cambios tanto en el émbolo como en el pistón que serán diseñados en los capítulos siguientes.

La bomba podrá ser utilizada en lubricación centralizada mediante un sistema de espreado en las plantas embotelladoras para mantener en condiciones óptimas de trabajo las cadenas transportadoras de botellas, provocando con esto un mejor servicio ininterrumpido, buena lubricación y limpieza.

Esta bomba también puede ser usada en la Industria de enlatadoras, que aunque se utilizan para la fabricación de las bandas transportadoras materiales autolubricados, es necesario que se mantenga una constante limpieza mediante la dosificación de algún tipo de detergentes. Así en toda la Industria como son ingenios, en plantas de tratamiento de aguas, como sistema de dosificación de cloro en albercas, en la industrial textil, también puede ser utilizado en tintorerías, lavanderías, cocinas en donde se tengan máquinas para automatizar la dosificación de detergentes, en plantas químicas, etc.

Como se puede observar, el campo de trabajo de los dosificadores es muy amplio, existen también algunas partes de la industria en donde no será conveniente utilizar una bomba de este tipo, debido a que si se requieren dosificaciones de porcentajes grandes será necesario utilizar dosificadores exteriores a los sistemas o al flujo que se requiere dosificar mediante bombas eléctricas o mecánicas.

1.2. Parámetros de trabajo.

Tomando en cuenta las necesidades de trabajo, antes mencionadas, nos damos cuenta que sería contraproducente y hasta cierto punto ilógico realizar una dosificación manualmente, debido a los gastos que representarían el costo de trabajo por horas-hombre que estarían sujetos a las horas de trabajo de la maquinaria que necesita que se este dosificando cualquier tipo de sustancia; en la mayor parte de la industria el trabajo es continuo, esto es que la producción no se detiene hasta el sábado y domingo y en algunas ocasiones continúa debido a las necesidades de producción de cada empresa.

Por eso es necesario automatizar al máximo la dosificación en los sistemas de trabajo continuos, con la realización de esta bomba, se pretende eliminar la dosificación con sistemas electrónicos que necesitan ser vigilados continuamente - para ver que exista corriente eléctrica y en caso de que esta última estuviera ausente en el sistema, se tendría que resolver mediante la utilización de personal trabajando en ello, - afectando con esto y dejando descubiertas algunas áreas de -- trabajo.

De acuerdo al estudio realizado se desprende que la utilización de una máquina de desplazamiento positivo dosificado nos da un rendimiento de 7.45 hrs. por jornada de trabajo, y tomando en cuenta que la industria opera horario continuo, el costo de la producción se abarataría notablemente.

La máquina dosificadora, propuesta en el presente estudio, nos reditúa también un ahorro notable en cuanto al consumo de energía eléctrica.

1.3 Condiciones de Trabajo.

Es de gran importancia tomar en cuenta las condiciones a las que la máquina estará expuesta, pues de esto dependerá considerablemente el buen funcionamiento y que esté en óptimas condiciones de trabajo.

Principalmente debemos mencionar que la máquina deberá estar expuesta a la intemperie, por lo que será necesario que sea fabricada de un material antioxidante, resistente a la -

corrosión, podemos decir que la máquina estará sujeta a cambios de temperatura, así como a la humedad y dependiendo de la empresa en donde se encuentre ubicada puede estar expuesta también a sustancias químicas.

El principal elemento al que debe ser resistente la máquina será el agua, y a la presión ya que es la base de su -- perfecto funcionamiento y se deben tomar como una condición -- que no puede ser evitada por ningún motivo.

La energía que dará el movimiento a la máquina es conocida como ENERGIA POTENCIAL GEODÉSICA.

"Energía potencial geodésica o simplemente energía geodésica o de posición es igual al trabajo que la fuerza de gravedad puede ejercer cuando su altura desciende de Z_1 a Z_2 cuando el líquido es remontado, con una bomba por ejemplo, del -- nivel inferior Z_2 al superior Z_1 , es preciso ejercer sobre él un trabajo contra la fuerza de gravedad igual y de sentido -- contrario que se transforma en la susodicha energía potencial. Las alturas se refieren, lo mismo que en hidrostática, a un -- plano de referencia $Z = 0$. Siendo la fuerza de gravedad -- igual al peso del fluido $W = \rho GV$ (*). La energía geodésica -- será directamente proporcional a la gravedad, al volumen, a -- la altura y a la densidad absoluta.

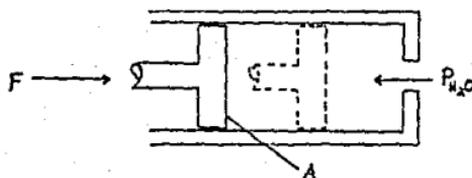
(*) Mecánica de fluidos y Máquinas Hidráulicas, Claudio -- Mataix. Pág. 104

Esta energía geodésica, al entrar a la bomba, se transformará en energía de presión, debido a la fuerza de resistencia que el émbolo tendrá para poder ser desplazado. El agua a una presión P , que supondremos constante dentro de la bomba, desplaza el émbolo de superficie A venciendo la resistencia antes mencionada F , y recorriendo un espacio S . El trabajo -- realizado por el agua será:

$$T = PAs$$

$$As = V$$

$$T = PV$$



"Fig. 1.3.1 Un volúmen V de un fluido a una presión P tiene una energía de presión igual a la fuerza PA que ejerce sobre el fluido multiplicado por el camino recorrido s " (*).

Por lo tanto, el volúmen V de agua a la presión P posee la energía de presión PV .

$$E_p = PV \text{ Fórmula de energía de presión.}$$

El agua que será entregada a esta máquina es alimentada de un tanque que se encuentra a una altura $L = 25m$, si medimos con un manómetro a la entrada de la máquina y no está circulando el fluido, esto es que se considere como un fluido estático, existirá una variación de presión que se encuentra determinada por la siguiente ecuación:

$$\frac{dP}{dZ} = -\rho g \equiv -\gamma$$

(*) Mataix, pág. 105

En donde la única fuerza volumétrica es la debida a la gravedad y el eje Z es vertical hacia arriba.

"Esta ecuación constituye la relación básica de la presión-altura en la estática de fluidos" (*).

"En la mayor parte de estática de fluidos que surgen en la práctica de la ingeniería, las variaciones en g se pueden considerar como insignificantes". Esto es que no requerimos especificar con gran exactitud los cambios de presión por la gran diferencia de altitud.

Para poder determinar las diferencias de presión debemos integrar la ecuación anterior donde

$$\int_{P_0}^P dP = - \int_{Z_0}^Z \rho g dz \quad \therefore P - P_0 = \rho_0 g (Z - Z_0)$$
$$Z_0 - Z = L$$

P_0 es la presión atmosférica, que para calcular la bomba no la tomaremos en cuenta debido a que $P \gg P_0$, ρ es la densidad absoluta del agua a una temperatura ambiente de 20°C .

Con esto podemos decir que la máquina estará expuesta a una presión no mayor a 2.5 kg/cm^2 , deberá trabajar a la intemperie y deberá tener la facilidad de instalarse en una tubería sobre el mismo eje (esto último es que la entrada y salida estén a la misma altura).

(*) Introducción a la mecánica de fluidos. 2a. Ed. Interamericana
na RW Fox/A.T. Mc. Donald. Pág. 57.

CAPITULO II

II DISEÑO Y CLASIFICACION

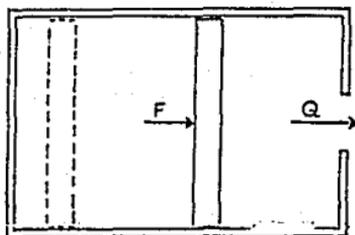
2.1. Diseño de Partes Estáticas.

Para realizar el diseño de una bomba de movimiento alternativo, se debe comprender perfectamente el funcionamiento de las máquinas de desplazamiento positivo. Este funcionamiento está basado en el principio de desplazamiento positivo.

"El principio de desplazamiento positivo consiste en el movimiento de un fluido causado por la disminución del volúmen de una cámara". (*)

Esto es, que al disminuir el volúmen de una cámara debido al movimiento de un émbolo, el fluido (incomprensible) se verá obligado a salir, siempre que la fuerza sea suficientemente grande para desplazar el pistón, como se muestra en la figura.

FIG.2.1.1.



* Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas, Claudio Mataix,
2a. Ed.Castillo, S.A. Pág. 554

En este caso se requiere que el desplazador o émbolo reciba la energía del fluido para desplazarse dentro de un cilindro y provocar un movimiento alternativo en un seguidor, por lo cual la cámara deberá tener una entrada, una salida y un interventor de movimiento. Este último será diseñado en el siguiente capítulo, enfocándose por el momento en el diseño de las partes estáticas.

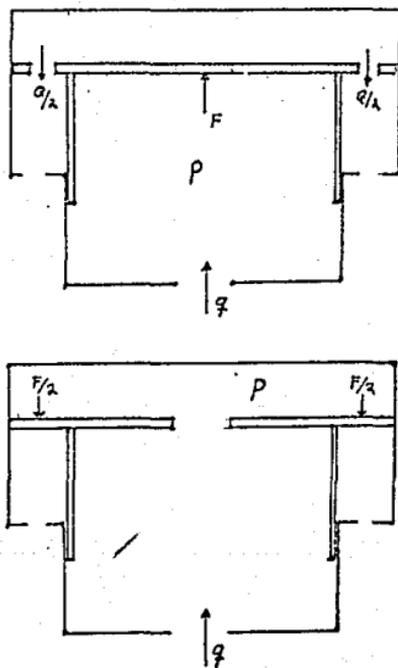
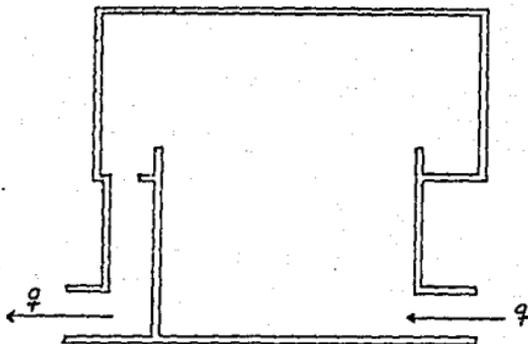


FIG. 2.1.2. En las figuras se representa el movimiento que deberá tener el émbolo dentro de los cilindros y la entrada y salida del fluido.

Desarrollando únicamente las partes fijas, que posteriormente tendrán algunos pequeños cambios de acoplamiento a los demás -- elementos de la bomba, en la figura siguiente se muestra la entrada y salida sobre el mismo eje.

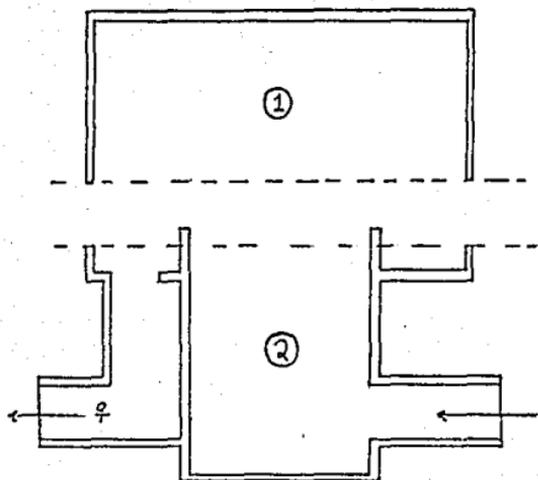
FIG. 2.1.3.



También, se debe de tomar en cuenta que debe existir una -- forma de abrir la bomba pues se deberá meter el émbolo y las partes sujetas a él.

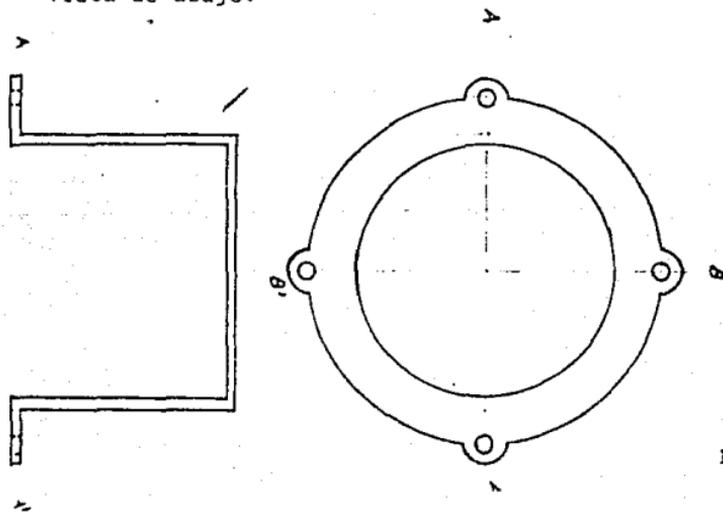
En este caso, sólo serán dos partes pues como se muestra en la figura siguiente, se tiene facilidad de ensamble y de fabricación no muy complicada, pudiendo ser realizada en torno o bien con moldes en inyección de plástico. (Se debe tomar en cuenta que debe ser un material antioxidable).

FIG. 2.1.4.



La sección transversal de la bomba es circular. El corte se realizó antes de que comience el contacto del cilindro mayor (1) con el émbolo para evitar con esto que se pueda llegar a travar debido a una mala colocación del empaque.

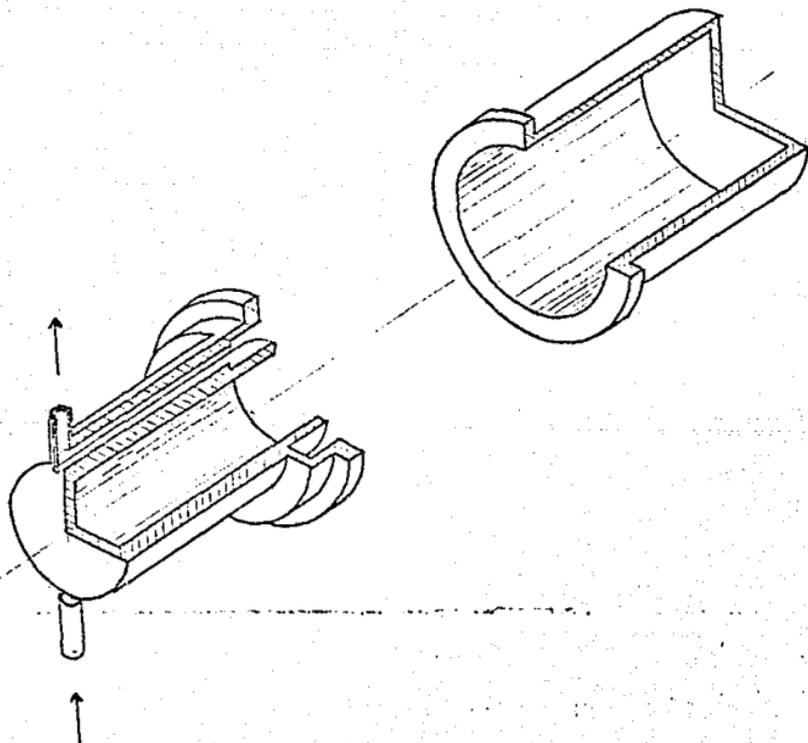
FIG. 2.1.5. Sección transversal de la parte superior de la bomba vista de abajo.



Para la parte inferior de la bomba se requiere que la sección transversal sea simétrica a la superior A-A' para que exista un buen acoplamiento de las dos partes.

Hasta éste primer punto del capítulo II, las partes estáticas quedarán expuestas a algunos cambios de acoplamiento como ya se había mencionado anteriormente, siendo en la siguiente gráfica la forma principal.

FIG. 2.1.6



NOTA: No se han dado dimensiones debido a que posteriormente se deberá tomar en cuenta el área transversal del émbolo mayor y menor así como el desplazamiento del mismo.

2.2. DISEÑO DEL EMBOLO.

Cómo ya se vió en el punto anterior de este capítulo, ya conocemos el movimiento que debe seguir el émbolo, lo que nos importa en estos momentos es el aprovechamiento de la presión así como la diferencia de las fuerzas debidas a la presión.

Sabemos que la presión es directamente proporcional a la fuerza e inversamente proporcional al área.

$$P = \frac{F}{A}$$

El área transversal del desplazador o émbolo es circular, por lo tanto:

$$A = \pi r^2 \quad \therefore \quad P = \frac{F}{\pi r^2}$$

Como se planteó en el primer capítulo se sabe que se cuenta con una presión en la tubería en donde se va a instalar la bomba de más de 2.5 kg/cm^2 .

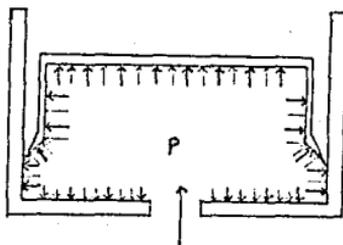
Si conocemos la presión, necesitamos entonces la fuerza, con la que se va a activar el mecanismo.

$$F = p \pi r^2$$

La presión dentro del émbolo se va a presentar en todas direcciones, por lo tanto para evitar lo más que sea posible el rosamiento y algunas fugas que se puedan presentar podemos pensar en que los extremos del émbolo sean o presentan vistas del perfil y con un corte vertical, una curva hacia la parte del cilindro.

Tomando en cuenta la acción de la presión dentro de una cámara y aplicándola en un sistema émbolo-cilindro la podemos representar de la siguiente forma.

FIG. 2.2.1. Presión actuando sobre un émbolo y un cilindro.



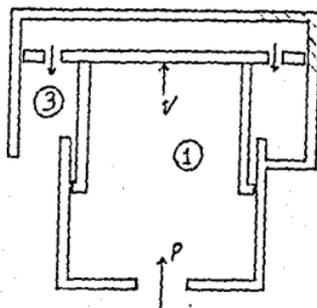
La presión en las paredes laterales del émbolo, sobre todo en la parte inferior si se cuenta con un material que sea un poco flexible como puede serlo un polímero y a la vez resistente nos ayudará a evitar que se pierda el contacto y por lo tanto que se presenten las antes mencionadas fugas, perdiéndose con éstas la presión.

En esta bomba se presenta el caso de cuatro etapas diferentes que se deben a la existencia de dos cámaras, a estas etapas las numeraremos para tener una mayor visión, es difícil clasificarlas debido a que se dan 2 al mismo tiempo pero para distinguir las con mayor facilidad se harán por separado.

La primera etapa la consideramos cuando entra el fluido a

presión a la bomba desplazando al émbolo hacia la parte superior como se muestra en la figura

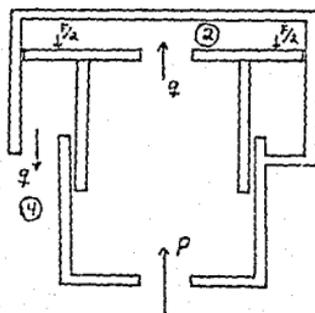
FIG. 2.2.2



La tercera etapa se muestra en la fig. 2.2.2., cuando -- debido a la disminución de volúmen de la cámara superior el líquido es obligado a salir hacia la parte final.

La segunda etapa se presenta cuando se invierte el movimiento de las entradas y salidas del émbolo y la presión que se encuentra en el cilindro más pequeño se le permita pasar al de mayor áreas transversal, esto ocasionará que se tenga una mayor área de contacto en un sentido contrario y provoque que el émbolo baje como se muestra a continuación.

FIG. 2.2.3.



La cuarta etapa se presenta cuando el fluido es obligado a salir de la bomba, donde posteriormente se juntará con el fluido dosificado por el pistón.

Con esto podemos observar como las etapas 1 y 2 la energía del fluido es aprovechada para desplazar al émbolo dentro de los dos cilindros o cámaras distintas, mientras que en las etapas 3 y 4 el fluido es desplazado debido a la disminución de volumen de las cámaras respectivamente.

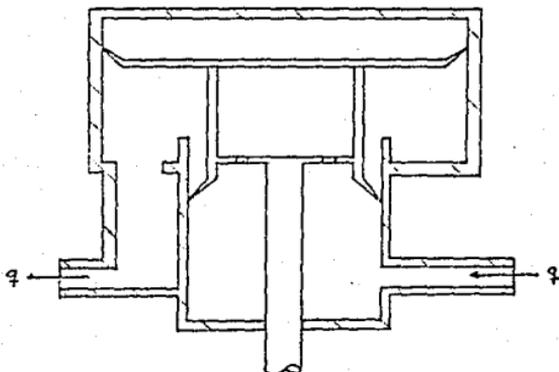
La fuerza va a depender del área transversal del émbolo -- debido a que la presión la consideraremos constante dentro de la bomba, en la primer etapa la fuerza será aplicada en el émbolo -- menor haciéndolo subir y tendrá una fuerza de oposición mucho --- menor debido a que el émbolo mayor en esos momentos estará comunicado directamente a la salida, y en la segunda etapa la fuerza -- será aplicada en el émbolo mayor siendo esta fuerza superior ---- debido a la comunicación de las dos cámaras de la bomba por lo -- que no se detendrá ésta debido a la falta de fuerza.

2.3. DISEÑO DEL SEGUIDOR Y ANILLOS.

La función principal que debe realizar el seguidor, es el transmitir el movimiento alternativo producido por el flujo de - agua en el émbolo al pistón que realizará la succión del líquido que se requiera dosificar según sea el caso.

Este seguidor deberá estar sujeto al émbolo para que los - dos realicen el mismo movimiento, la carrera será la misma para - el pistón de succión como para el émbolo -- con esto nos damos ---- cuenta que los volúmenes requeridos serán proporcionales a las -- áreas transversales tanto del pistón como del émbolo, con la cual podremos obtener una relación en porcentajes de agua-lubricante - (en un caso muy particular).

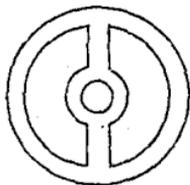
FIG. 2.3.1. El movimiento alternativo del émbolo es aprovechado para dar el mismo movimiento al seguidor.



Para poder realizar la separación del émbolo y el seguidor primero debemos acoplar una sección del émbolo, como se muestra - en la figura 2.3.1., para de esa sección sujetar el seguidor, --- esta sección debe sujetarse de las paredes del émbolo.

Si observamos un diagrama transversal de la parte inferior del émbolo, podremos darnos cuenta la forma que tendrá la sección anteriormente mencionada.

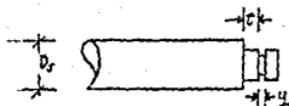
FIG. 2.3.2. Vista del émbolo de la parte inferior con la sección de sujeción del seguidor.



El seguidor, como ya se mencionó antes se debe poder separar, pero se debe tomar en cuenta que al estar en su posición en el ---

émbolo, este debe actuar como si fuera una sola pieza. Para sujetar el seguidor, se debe hacer mediante un anillo, al entrar en la sección del émbolo el seguidor, el anillo tomará su posición y sujetará de manera que impida el movimiento, si hacemos un -- corte longitudinal del émbolo podremos observar lo anteriormente mencionado. (Fig. 2.3.5.)

FIG. 2.3.3. Nos muestra un extremo del seguidor, en donde t es igual al espesor de la sección del émbolo.



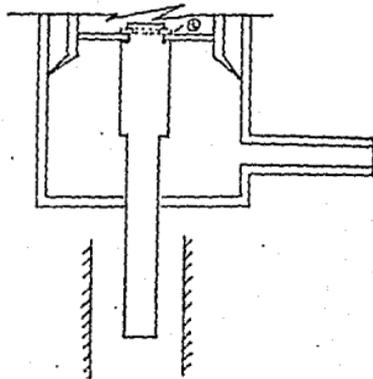
El anillo debe ser colocado en la sección "y", por lo -- tanto, este debe tener un espesor igual, el anillo tendrá la -- sección transversal como se muestra en la figura 2.3.4.

FIG. 2.3.4.



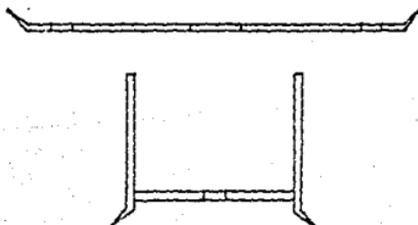
Para el otro extremo el seguidor actuará como pistón y su área tendrá una relación con el área del émbolo mayor de 1-99%.

2.3.5. Diagrama que muestra el corte longitudinal de la parte inferior de la bomba (en el punto muerto inferior de la carrera del émbolo).



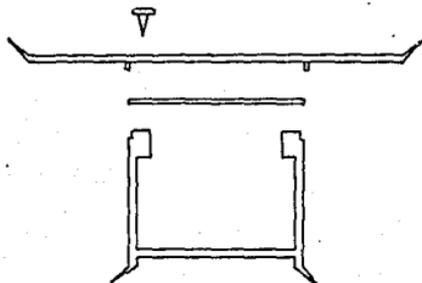
La fuerza aplicada en el émbolo debido a la presión del agua, no cambiará; en la cámara la presión es constante y será aplicada en las dos caras de la sección de sujeción del émbolo con el seguidor, debido a que la suma vectorial de las fuerzas aplicadas en ambas caras nos dan una resultante $F=0$, aplicándose se la fuerza en la parte superior del émbolo como ya se vió en el punto de este mismo capítulo.

FIG. 2.3.6. Sección longitudinal del émbolo (dividido en dos partes).



Estas dos partes, principalmente deberán estar perfectamente unidas y selladas para evitar cualquier fuga y por lo tanto, pérdida de presión teniendo comunicación entre las dos cámaras, será por tanto conveniente hacer viceles y en estos poner un empaque, la sujeción se realizará por medio de 4 tornillos, uno cada 90°.

FIG. 2.3.7.



2.4. Diseño del Cilindro y Válvula Check.

El cilindro deberá tener una relación con el cilindro -- mayor de la bomba en donde se encuentra el émbolo, sabemos que la carrera "s" del pistón será igual a la del émbolo.

$$s_p = s_e$$

El volúmen es directamente proporcional tanto a la carrera como el área transversal del cilindro.

$$V_p = s_p A_p$$

$$V_p = s_p \pi r_p^2$$

El volúmen total desplazado por ciclo deberá ser de un 99% del V_e y un 1% de V_p para el pistón tomaremos un radio del cilindro de 0.75 cm (arbitrariamente).

$$r_p = 0,75 \text{ cm}$$

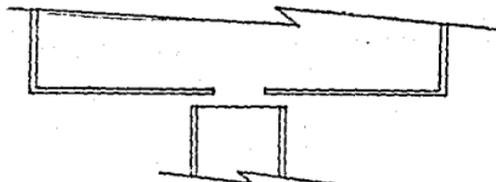
Por lo tanto, el radio del cilindro mayor del émbolo - dependerá del radio del pistón, obteniendo la siguiente relación.

$$R = 0,75^2 (0.99/0.01)$$

$$R = 7.46 \text{ cm}$$

El cilindro debe estar conectado a la bomba y no debe - existir fugas entre ellas, si tomamos únicamente la parte de - conexión de la bomba a donde va a estar acoplada, podremos ver como se facilitará el ensamble.

FIG. 2.4.1 Cilindro y parte inferior de la bomba que debe --- acoplarse.



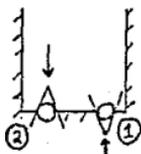
La longitud del cilindro estará dado por la carrera, en la parte inferior del cilindro deberán de estar la entrada y - la salida del lubricante, se deberán controlar estas mediante

válvulas que eviten el regreso del lubricante al mismo lugar, - utilizando una esfera sólida de poco peso para tapar la entrada y en su caso la salida del lubricante.

Para la absorción del lubricante la esfera sólida actúa como válvula check dejando pasar el líquido a la parte interior del cilindro (succión) y cuando se tenga la carrera en sentido contrario (descarga) no se permita el regreso del líquido al -- mismo lugar, si no que este se vaya por la tubería en donde pos- teriormente se juntará con el agua.

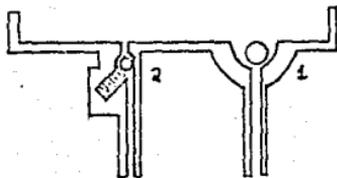
Igualmente en el caso de la descarga se requiere que al realizar la bomba el movimiento de succión el lubricante que ya fue entregado no regreso al cilindro, de esta manera nos damos cuenta que las válvulas deberán estar ubicadas en la parte ini- cial del cilindro y cada una en sentido opuesto a la otra, como se muestra en el diagrama.

FIG. 2.4.2.



En el caso de la válvula de succión (1) la gravedad colo- cará a la esfera en su posición cuando ésta no deba permitir el paso y cuando la válvula de descarga (2) deba impedir el paso de regreso, será conveniente que tome su posición mediante la -- acción de un pequeño resorte.

FIG. 2.4.3.



La fuerza total aplicada en el émbolo para provocar su movimiento está dada por la fuerza causada por la presión del agua, menos las fuerzas que se oponen al movimiento de éste.

La fuerza causada por la presión del agua está dada por:

$$F = PA$$

Para que las fuerzas aplicadas en cada una de las direcciones del émbolo sean aproximadamente iguales, consideramos las áreas de aplicación de las fuerzas iguales.

$$A_{f+} = A_{f-}$$

$$\pi (R^2 - r_e^2) = \pi r_e^2 \Rightarrow R^2 = 55.65 \text{ cm}^2.$$

$$55.65 \text{ cm}^2 = 2 r_e^2 \quad \therefore r = \sqrt{55.65/2}$$

$$r = 5.28 \text{ cm}.$$

Analizando primero al émbolo en movimiento ascendente,

$$F_A = P_{H_2O} A_{F-} \quad A_{F-} = 87.58 \text{ cm}^2$$

$$F_A = (87.58 \text{ cm}^2) P_{H_2O}$$

Las fuerzas perdidas que se oponen al movimiento son: -- fricción, succión, válvulas de succión, peso del fluido que se encuentra en la cámara superior, peso del émbolo fugas de fluido y fuerza aplicada en el inversor de movimiento.

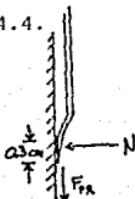
Las fuerzas de fricción aplicadas están en el émbolo mayor y menor, y están dadas por:

$$F_{FR} = \mu N$$

Donde μ es el coeficiente de fricción del material y N la fuerza normal.

La fuerza normal, es la aplicada por el émbolo sobre el -- cilindro. (Tomando en cuenta émbolo mayor y menor)

FIG. 2.4.4.



$$N = P_{H_2O} \pi \times 0.3 \quad (5.28 + 7.46) \times 2$$

$$N = 24.01 P_{H_2O}$$

$$\therefore F_{FR} = \mu P_{H_2O} \quad (24.01 \text{ cm}^2)$$

Si se considera que el émbolo no tendrá movimiento entonces

$$F_{\lambda} = F_{-}$$

Siendo F_{-} las fuerzas que se oponen al movimiento requerido.

$$F_{-} = F_{FR} + F_{SU} + W_e + W_{su} + F_F + F_R$$

Donde F_{FR} = Fuerza de fricción, F_{su} = fuerza de succión, W_e = fuerza debida al peso del émbolo, W_{su} = fuerza debida al peso de la válvula de succión, F_F = fuerza causada por las fugas y F_R = resistencia para vencer al resorte.

Para que exista movimiento F_A debe ser mayor A, F-

$$F_A > F_{FR} + F_{SU} + W_e + W_{su} + F_F + F_R$$

El peso del émbolo y la constante de fricción dependen del tipo de material que sea empleado, y la fuerza requerida - para vencer al resorte será analizado en el siguiente capítulo.

Para la fuerza descendente F_D , las condiciones de equilibrio son:

$$P_D = F_{FR} + F_{DES} + F_R + F_F - W_e$$

Para que exista movimiento P_D debe ser mayor F-.

CAPITULO III

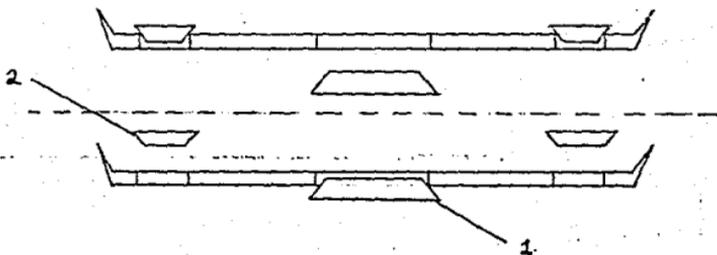
III. DISEÑO DEL DISPOSITIVO INVERSOR DE MOVIMIENTO.

3.1. Diseño de Sujeción del émbolo.

En el capítulo anterior se especificó el movimiento que debe tener el émbolo para poder transmitir el mismo al pistón. Para esto, primero es necesario saber que forma deben tener los sellos que evitarán el paso del agua cuando sea necesario, por esa razón se realiza en este punto primero, el diseño de los sellos.

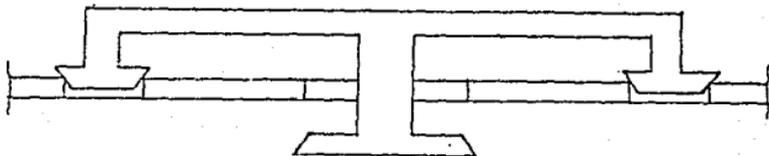
Los sellos, tanto el del centro como los de la parte exterior del émbolo, deberán tener la capacidad de abrir y cerrar, respectivamente en el mismo instante para prevenir que el émbolo se quede sin movimiento en algún lugar de su carrera; se sabe que al llegar a la parte superior, el sello central -- deberá abrir y al mismo instante los exteriores cerrar.

FIG. 3.1.1. Posiciones en que deben colocarse los sellos para evitar el paso del agua cuando esto sea necesario.



Y en la parte inferior de la carrera deben abrirse los sellos exteriores (2) y cerrar el central (1), por lo tanto, se puede observar que los sellos deben tener el mismo movimiento, en la misma dirección y pueden ser considerados --- como una sola parte del sistema uniendo todos los sellos.

FIG. 3.1.2.



Ahora se sabe la forma que tendrán los sellos y ya se -- puede diseñar un sistema que provoque el movimiento para abrir y cerrar los sellos, que será alternativo e intermitente.

Para poder diseñar el inversor el movimiento se debe --- saber también el área con que se cuenta para el émbolo, en el capítulo anterior se obtuvo una relación para émbolo mayor con el pistón de las áreas transversales, siendo el radio de - - - 7.46 cm.

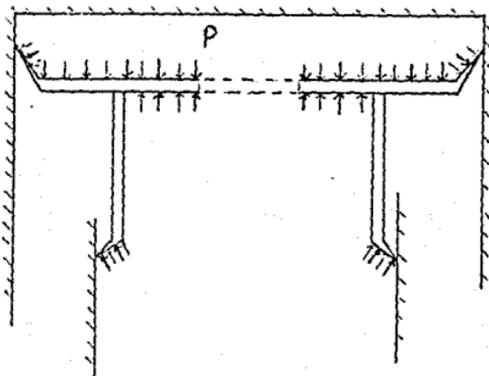
$$A_{e+} = \pi R^2 \rightarrow A_{e+} = 174.83 \text{ cm}^2$$

El área real del émbolo mayor para la aplicación de la - fuerza estará dada por la diferencia de áreas de los dos - - - émbolos debido a que la presión es constante dentro de la - -

bomba como se puede ver en el diagrama 3.1.3.

FIG. 3.1.3.

Aplicación de presión en el émbolo para realizar el movimiento descendente.



Con lo anterior, en este estudio se considerará que las áreas sean iguales en cuanto a la aplicación de las fuerzas y se podrá decir entonces que:

$$A_{f+} = A_{F-}$$

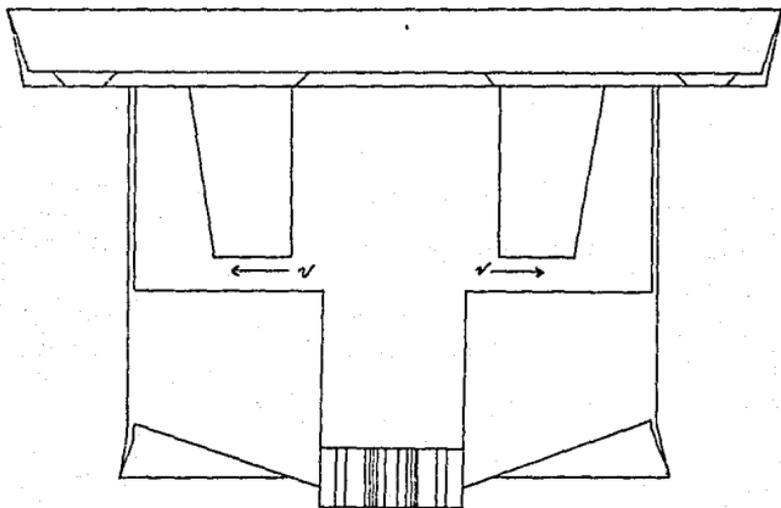
$$\pi (R^2 - r_e^2) = \pi r_e^2 \quad R^2 = 55.65 \text{ cm}^2$$

$$55.65 \text{ cm}^2 = 2r_e^2$$

$$r = \sqrt{55.65/2} \therefore r = 5.28 \text{ cm}$$

Las fuerzas aplicadas en el émbolo en sentido ascendente serán directamente proporcional tanto al área como a la --- presión.

FIG. 3.1.4. Diagrama del émbolo completo. Escala 1:1



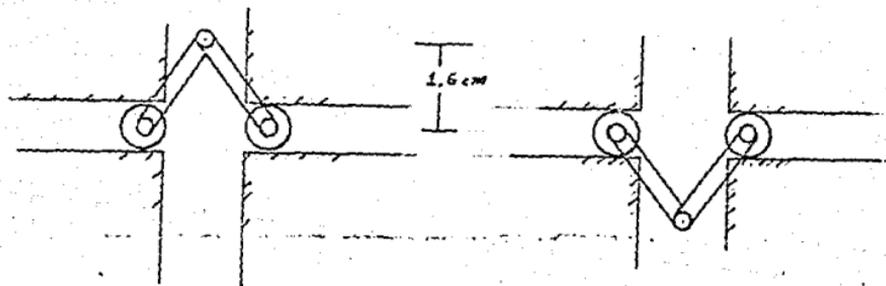
De esta manera el inversor será capaz de tener movimiento horizontal y abrir y cerrar los sellos. La guía del inversor --- tendrá un espesor de 1.2 cm.

3.2 DISEÑO DE INVERSION DE SALIDAS.

La longitud del émbolo menor se podrá variar según sea necesario afectando con esto únicamente la longitud total de la bomba.

Es necesario que el sentido inversor se encuentre acoplado al émbolo debido a que en este mismo se debe realizar el movimiento de los sellos. Se acoplará a estos mediante un sistema de articulación, en donde los brazos conectados mediante un sistema de articulación, en los extremos se deslizarán horizontalmente dentro del émbolo en una parte fija del mismo sirviendo como guías.

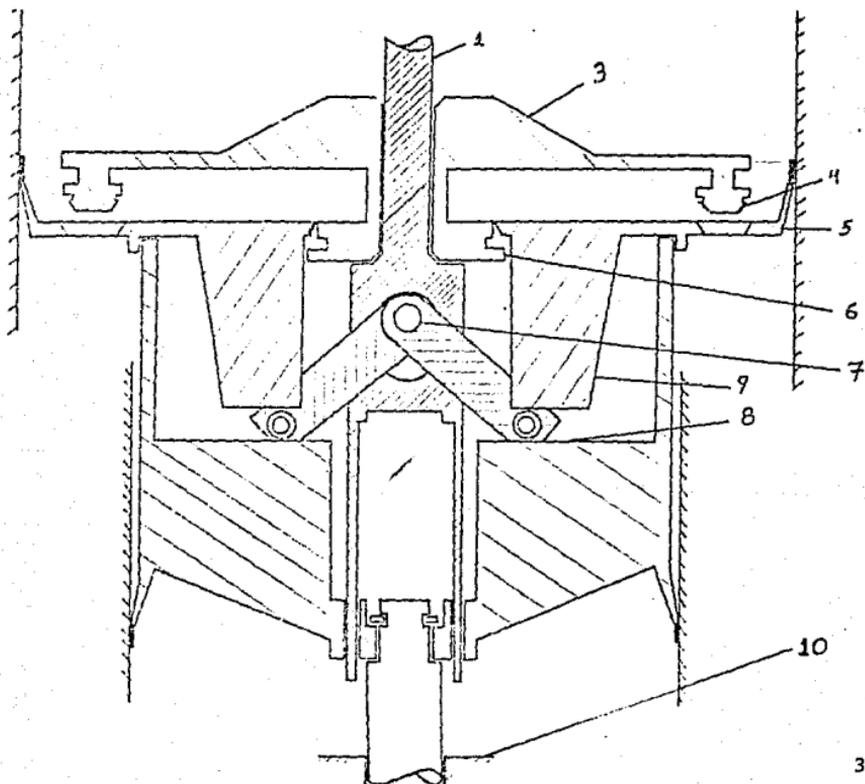
FIG.3.2.1. Puntos extremos en los que la articulación abrirá y cerrará los sellos respectivamente.



Para que se realicen estos movimientos será necesario la utilización de cuando menos un resorte conectando los extremos de los brazos para que el momento de cerrar o abrir, se aplique fuerza sobre los sellos, ésto se analizará en el siguiente punto.

Es conveniente entonces, realizar un diagrama tanto de los sellos como del sistema de articulación para tener una mejor comprensión del funcionamiento.

FIG. 3.2.2. Punto muerto inferior del émbolo.

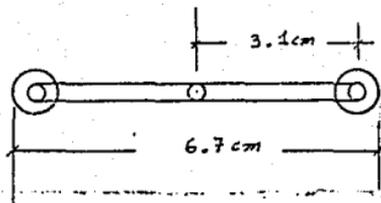


1. Seguidor de articulación; 2. Anillos de seguidor; 3. Sujeta-
dor de sellos; 4. Sellos exteriores; 5. Superficie del émbolo;
6. Sello del centro; 7. Articulación; 8. Guía; 9. Pieza sólida
del émbolo; 10. Parte inferior de la cámara.

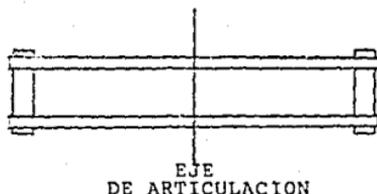
La carrera del seguidor de la articulación estará dada -
por el movimiento desarrollado por la articulación. En la par-
te inferior del seguidor, éste deberá acoplarse de tal forma -
que pase por un lado del seguidor del pistón ya que tienen un
movimiento alternativo los dos, pero en sentido opuesto.

Si sabemos las dimensiones que tendrá el émbolo menor, -
se podrá entonces, dar las medidas necesarias para el sistema
de articulación, la distancia de extremo de un brazo, el otro
extremo es de 6.7 cm para que esté dentro de la guía diseñada
en el punto anterior.

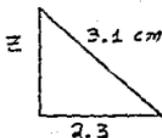
FIG. 3.2.3.



La distancia de la guía es de 0.60 cm y en el extremo -- del inversor la superficie de contacto será cilíndrica y tendrá un diámetro de 9.65 cm. Para evitar el contacto del brazo con las guías, el cilindro de contacto que tendrá una longitud de 1.4 cm y estará sujeto en los extremos por los brazos ya que el espesor de las guías es de 2.1 cm.



Para que los sellos se cierren completamente se requiere que el seguidor de la articulación tenga una carrera de 3.2 cm siendo la mitad de la distancia hacia un lado y la otra mitad hacia el contrario como se muestra en la figura 3.2.1. El movimiento que podrá tener cada extremo del brazo será de 0.8 cm.



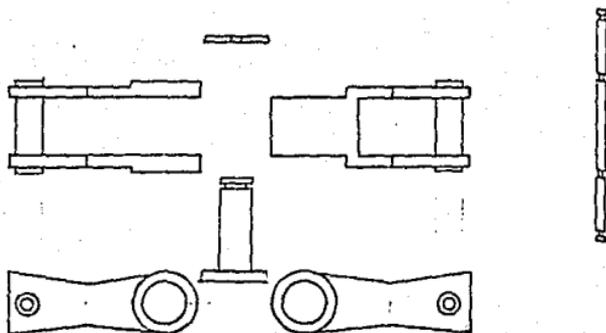
$$Z^2 = (3.1)^2 - (2.3)^2$$

Nos podemos dar cuenta que la carrera en el eje Z, si -- consideramos toda la carrera en el eje X_1 , se dejará libre la articulación como se muestra en el siguiente punto.

3.3. ACOPLAMIENTO DE ARTICULACION Y RESORTE

En este punto se realizará la forma definitiva de la --- articulación, teniendo para el centro de la misma una distancia de 0.96 cm libres.

FIG. 3.3.1.

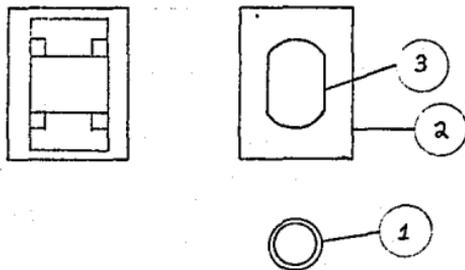


En los extremos de los brazos se deberá conectarse dos resortes (uno a cada lado) para proporcionar la fuerza necesaria para que cierren las válvulas, éstas se conectarán a unos ejes-que están en cada extremo como se muestra en la figura 3.3.1.

El movimiento circular de la articulación no debe actuar-sobre el seguidor de articulación, el único que debe actuar es

el movimiento en el eje Z por lo tanto, la articulación deberá estar separada y con movimiento independiente dentro de un ---seguidor.

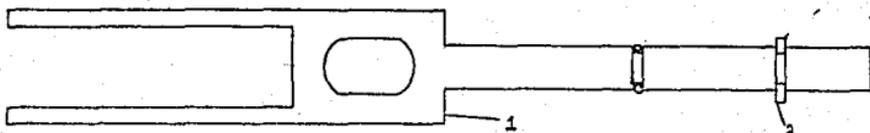
FIG. 3.3.2.



1. Perno de articulación; 2. Elemento seguidor; 3. Guía del perno de articulación.

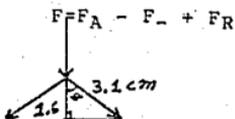
En el elemento seguidor se unirán formando partes de la misma pieza los elementos que provocarán el contacto con las partes estáticas para dar la fuerza de la articulación.

FIG. 3.3.3.



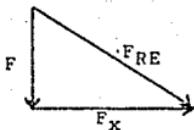
El área de contacto entre los sellos y el seguidor estará dada por el punto 1 para el sello central y por el punto 2 - para los sellos exteriores.

Las fuerzas aplicadas sobre la articulación y sobre los resortes estarán dadas por las siguientes condiciones:



$$\theta = \cos^{-1} \frac{1.6}{3.1}$$

$$\theta = 58.93^\circ$$



$$\text{Tg } \theta = \frac{F_x}{F}$$

$$F = \text{Tg}^{-1} 58.93^\circ F_x$$

Es el punto en que la fuerza debe ser mayor para vencer la resistencia del resorte.

La fuerza de cada resorte es de 30 Kgf, ésta fuerza medida en un laboratorio. Por lo que la fuerza total de los dos --- resortes es $F_x = 60 \text{ kgf}$.

La magnitud de la fuerza F ejercerá por el resorte sobre los ejes es proporcional a la deformación por el resorte medida desde el estado del resorte no reformado.

$$F = K x$$

Donde K es la constante del resorte. Como se utilizan dos resortes para el sistema entonces se considera para cada resorte.

$$F = Fx/2 \quad F = 30 \text{ kgf}$$

La distancia x que deberá deformarse cada resorte sera:

$$x = (3.1 - (3.1)^2 - (1.6)^2)^2$$

$$x = 0.89 \text{ cm}$$

La constante K del resorte será entonces

$$K = \frac{F}{x} \quad K = \frac{30 \text{ kg}}{0.89 \text{ cm}} = 33.71 \frac{\text{kg}}{\text{cm}}$$

Y deberá tener una longitud menor a:

$$L \approx (\sqrt{ (3.1)^2 - (1.6)^2 })^2$$

$$L = 4 \text{ cm.}$$

CAPITULO IV

CALCULO DE VOLUMENES Y PORCENTAJES DE MEZCLA

4.1. Volúmen de entrada y salida por ciclo.

El volúmen de agua con que trabajará la bomba es directamente proporcional al área transversal del émbolo mayor, así -- como la carrera de éste. Es importante saber el volúmen de agua para poder obtener una relación con el volúmen de lubricante y posteriormente saber el volúmen total de salida de la bomba.

La carrera total del émbolo estará limitada por el inversor de movimiento. Los sellos cambian su posición en el momento en que los brazos de la articulación pasan su posición totalmente horizontal y los resortes aplican su fuerza para volver a su posición original, provocando el movimiento en la articulación y por lo tanto en los sellos como ya se especificó en el capítulo anterior.

La carrera es de 7 cm y el volúmen será:

$$V = sA$$

donde A es el área transversal del émbolo y s es la carrera --- total de éste.

$$A = \pi R^2 \quad \dots \quad A = 174.83 \text{ cm}^2$$

$$V = 1223.84 \text{ cm}^3$$

Este colúmen es el caudal total de salida de la bomba por ciclo del émbolo.

4.2 Volúmen de Lubricantes por ciclo y relación H₂O - LUB.

El volúmen de lubricante por ciclo está dado por el volúmen del seguidor que entre y salga del cilindro de succión y descarga. El volúmen de ésta está dado por el área transversal del seguidor y por la carrera, que como ya se mencionó --- anteriormente es igual a la carrera del émbolo (7 cm) y con -- esto podemos calcular el volúmen de lubricante.

El área transversal del seguidor es:

$$A = \pi r_p^2 \quad . \quad . \quad . \quad A = 1.77 \text{ cm}^2$$

$$v = 12.37 \text{ cm}^3$$

Por lo tanto 12.37 cm³ es el volúmen desplazado de lubricante por ciclo.

Como se mencionó al inicio de este estudio se requería - una relación de 99% agua y 1% de lubricante.

El volúmen total de la mezcla por ciclo es igual a la -- suma del lubricante más de agua.

$$Q = (12.37 \text{ cm}^3 + 1223.84 \text{ cm}^3) / \text{ciclo}$$

$$Q = 1236.61 \text{ cm}^3 / \text{ciclo}$$

El porcentaje total es equivalente a la suma del porcentaje de cada sustancia.

$$\% \text{ Tot} = 100\% \text{ H}_2\text{O} + \% \text{ Lub.}$$

$$\% \text{ Lub} = \frac{V_{\text{lub}}}{V_{\text{tot}}} \times 1000 \%$$

$$\% \text{ Lub} = 1\%$$

$$\% \text{ H}_2\text{O} = 100\% - 1\%$$

$$\% \text{ H}_2\text{O} = 99\%$$

Obteniendo como resultado la relación que se deseaba --
99- 1 H₂O - Lub.

4.3. Mantenimiento.

Pueden ser varias causas las que ocasionan una baja -- capacidad de bombeo, algunas de las más comunes son:

- Aire atrapado dentro de la manguera de succión.
- Fuga de agua a través de los anillos y empaque de los sellos.
- Punto de succión o inyección obstruido.

Por lo anterior, será conveniente la colocación de filtros (cedasos) a la entrada del agua y de la succión de lubricante para prevenir el paso de pequeñas partículas sólidas -- que en algún momento se puedan almacenar dentro de la bomba y producir obstrucciones del líquido. Estos cedasos deberán --- limpiarse por lo menos una vez al mes para prevenir que se -- tapen, será conveniente también revisar que las mangueras --- tanto de succión como de descarga (inyección) no presenten -- ninguna fuga.

Deberá revisarse la bomba cada seis meses (desmontarse) para revisar el buen estado de los sellos y empaques, así --- como el funcionamiento de los resortes y el sistema inversor muy en especial.

Al reinstalar se deberán apretar los tornillos en forma cruzada, para evitar un mal acoplamiento de las partes estáti cas.

Se debe verificar las conecciones debido a que si es --
conectada en forma contraria el émbolo no tendrá movimiento -
alguno y se podrán afectar los sellos presentando posterior--
mente fugas no deseadas.

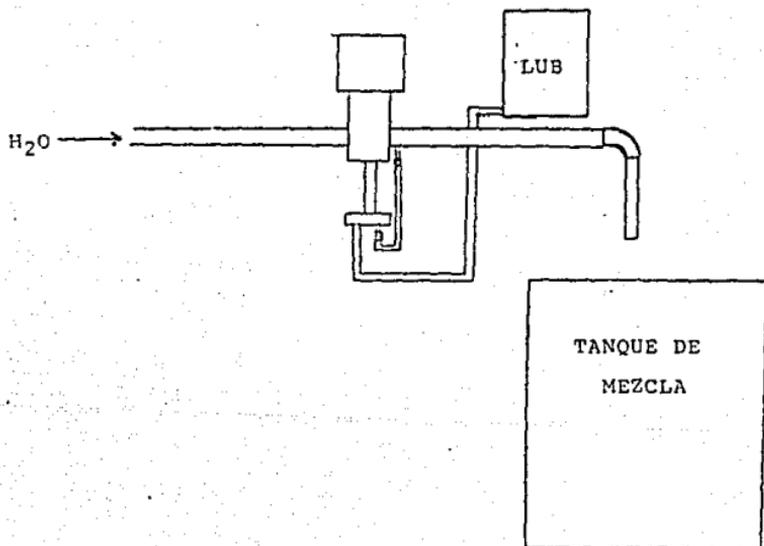
Será en algunos casos necesario obtener sólo paso de --
agua, como podría ser el caso de un lavado del tanque de mez-
cla, para esto es conveniente tener de la misma tubería a la
entrada de la bomba una toma directa al tanque controlándolas
mediante llaves de paso, para evitar tener que desconectar la
bomba o dejarla trabajando sin lubricante.

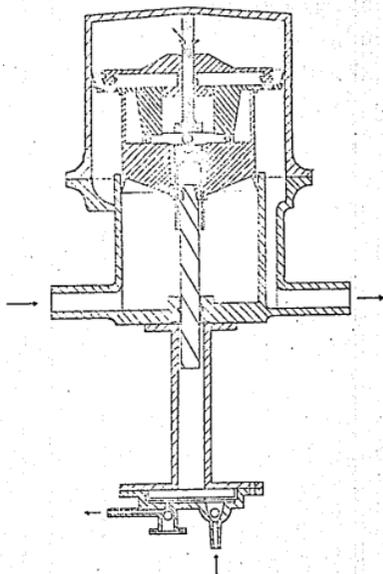
4.4. Instalación y ensamble.

Se deberá localizar la bomba en un área conveniente tanto a la dosificación y al suministro de agua, la bomba es - - resistente a la oxidación e intemperismo.

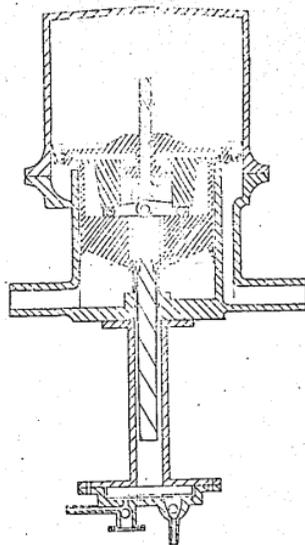
Instálese en la tubería de flujo de agua directamente, - la tubería debe estar por encima del tanque de mezcla ya que la bomba no está diseñada para trabajar con contrapresiones.

FIG. 4.4.1.

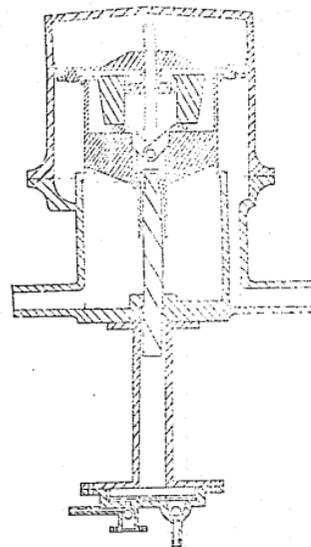




PUNTO CRITICO SUPERIOR



PUNTO CRITICO INFERIOR



PUNTO MUERTO SUPERIOR

DIAGRAMAS COMPLETOS EN DIFERENTES POSICIONES

CONCLUSIONES

Mediante la fabricación de la bomba dosificadora, como se mostró en este estudio, los costos en el proceso de la producción se abatirán, gracias al aprovechamiento de la energía geodésica potencial.

La presión aplicada en el émbolo provoca el movimiento de este, y si la bomba es expuesta a trabajar con una contrapresión las fuerzas aplicadas en el émbolo se podrían igualar y por consiguiente detenerse en algún lugar de su desplazamiento.

El mecanismo principal para el funcionamiento del émbolo, es el inversor de movimiento, si este falla el émbolo no tendrá movimiento alguno.

La fuerza provocada por la energía geodésica es transmitida directamente en el émbolo y por lo tanto aplicada en el inversor del movimiento.

La bomba será capaz de trabajar dosificaciones con una relación de 99% - 1% H₂O - LUB.

La fuerza de fricción dependerá del material que sea utilizado para la fabricación; esta bomba no ha sido fabricada y en la práctica no se ha comprobado su funcionamiento.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

BIBLIOGRAFIA

- MANUAL DE BOMBAS
Karassik, Krutesch, Fraser, Messina
Ed. Mc. Graw Hill de México, S.A. de C.V. 1983.

- MECANICA DE FLUIDOS Y MAQUINAS HIDRAULICAS.
Segunda Edición
Claudio Mataix
1982 Ediciones Harla, S.A. de C.V.

- BOMBAS SU SELECCION Y APLICACION
Tyler G. Hicks
Cía. Editorial Continental, S.A. de C.V., México
Decimaoctava Edición 1984.

- INTRODUCCION A LA MECANICA DE FLUIDOS
2a. Edición.
Robert W. Fox, Alan T. McDonald
Ed. Interamericana, S.A. de C.V. 1983

- MECANICA DE FLUIDOS
6a. Edición.
Victor L. Streeter, E. Benjamín Wylie
Ed. McGraw Hill 1980

- MECANICA VECTORIAL PARA INGENIEROS DINAMICA
3a. Edición
Ferninand P. Beer, E. Russell Johnston
Ed. Mac.Graw Hill 1979



C o p i r a m a

LERDO DE TEJADA 1965

TEL. 25-88-63

GUADALAJARA, JAL.

TESIS • INFORMES • MEMORIAS • TESINAS • COPIAS
TRANSCRIPCIONES I B M • REDUCCIONES EN
ALBANESE Y BOND • COPIAS A CUALQUIER
TAMAÑO Y EN COLOR • HELIOGRAFICAS •
MADUROS • POLIESTERS • IMPRESION DE FORMAS
Y PASTAS • OFFSET • ENCUADERNADO •
ENGARGOLADO • REFILADO • MIMEOGRAFO •
GRABADO DE ESTENCILES • REVELADO DE ROLLOS

S I S T E M A S X E R O X

SERVICIO A DOMICILIO • CREDITO • BANCOTARJETAS