

300617 6
2is



UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE INGENIERIA

INCORPORADO A LA U. N. A. M.

**"MECANISMO POSICIONADOR DE SENSORES PARA
MEDIR LA DISPERSION DE FLUJO EN REGADERAS"**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

PRESENTA

MARIO RABIELA SOTELO

ASESOR DE TESIS: ING. JORGE SALCEDO GONZALEZ

MEXICO, D. F.

1997

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Quiero dedicar el presente trabajo:

A ti madre, por tu entrega, por tu tiempo, por tu apoyo, por todo lo que has hecho para que yo esté aquí.

A mi hermana Maricarmen, por brindarme todo su apoyo.

A mis hermanos Luis, Maricarmen, Lorena, Norma y Lucy por su apoyo y cariño, y por formar parte muy importante de mi vida.

A mi tío Gilberto, por su apoyo incondicional.

A la memoria de mi padre †

Y a todos aquellos que siempre han estado conmigo.

INDICE

| | |
|---|----|
| INTRODUCCION | 1 |
| Objetivo | |
| Antecedentes | |
| CAPITULO I.- LOS DISPOSITIVOS AHORRADORES Y EL USO EFICIENTE DEL AGUA. | |
| I.1.- Importancia de la investigacion y evaluacion de los dispositivos ahorradores. | 5 |
| I.2.- Investigacion de dispositivos en el laboratorio. | 6 |
| I.3.- Dispositivos evaluados. | 7 |
| CAPITULO II.- PLANTEAMIENTO Y ANALISIS DEL PROBLEMA. | |
| II.1.-Antecedentes. | 12 |
| II.2.- Planteamiento del problema. | 14 |
| II.3.- Solucion planteada. | 17 |
| CAPITULO III.- DISEÑO CONCEPTUAL. | |
| III.1.- Idea basica. | 19 |
| III.2.- Analisis por sistemas. | 19 |
| III.3.- Concepcion del diseño. | 21 |
| III.4.- Aspectos finales del proyecto. | 22 |
| III.5.- Componentes de la maquina. | 23 |

CAPITULO IV.- SELECCION DE ALTERNATIVAS.

| | |
|---|----|
| IV.1.- Selecccion del arreglo de sensores. | 26 |
| IV.2.- Selecccion de la configuracion de los sensores. | 27 |
| IV.3.- Selecccion del tipo de movimiento de los sensores. | 28 |
| IV.4.- Selecccion del recipiente modular. | 29 |
| IV.5.- Selecccion del sistema de fuerza motriz. | 30 |
| IV.6.- Selecccion del sistema de transmision. | 30 |
| IV-7.- Selecccion de equipo comercial. | 31 |

CAPITULO V.- DISEÑO DEL MECANISMO.

| | |
|--|----|
| V.1.- Generalidades. | 32 |
| V.2.- Sistema Recipiente Modular. | 34 |
| 1.- Generalidades. | 34 |
| 2.- Dibujos de fabricacion y ensamble. | |
| 3.- Diseño de detalle. | 35 |
| 4.- Lista de partes. | |
| V.3.- Sistema Sensores. | 36 |
| 1.- Generalidades. | 36 |
| 2.- Dibujos de fabricacion y ensamble. | |
| 3.- Diseño de detalle. | 37 |
| 4.- Lista de partes. | |
| V.4.- Sistema Conjunto Superior. | 39 |
| 1.- Generalidades. | 39 |
| 2.- Dibujos de fabricacion y ensamble. | |
| 3.- Diseño de detalle. | 41 |
| 4.- Lista de partes. | |

| | |
|--|----|
| V.5.- Sistema Conjunto Inferior. | 60 |
| 1.- Generalidades. | 60 |
| 2.- Dibujos de fabricacion y ensamble. | |
| 3.- Diseño de detalle. | 61 |
| 4.- Lista de partes. | |
| V.6.- Sistema Soporte Recipiente. | 65 |
| 1.- Generalidades. | 65 |
| 2.- Dibujos de fabricacion y ensamble. | |
| 3.- Diseño de detalle. | 66 |
| 4.- Lista de partes. | |
| V.7.- Sistema Carro. | 71 |
| 1.- Generalidades. | 71 |
| 2.- Dibujos de fabricacion y ensamble. | |
| 3.- Diseño de detalle. | 72 |
| 4.- Lista de partes. | |
| CONCLUSIONES. | 75 |
| BIBLIOGRAFIA | 77 |

INTRODUCCION

Mediante un convenio de colaboración entre el IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del agua) y el Instituto de Ingeniería de la UNAM se planteó la necesidad de desarrollar un sistema de medición directa y de inferencia estadística para medir la dispersión de flujo en regaderas domésticas.

Esto fue debido a la inexactitud y la gran pérdida de tiempo que se lleva en caracterizar una regadera, lo cual es impráctico para satisfacer sus necesidades.

Por lo que se solicitó al CDM (Centro de Diseño y Manufactura) de la UNAM desarrollar las partes correspondientes a los mecanismos para realizar las mediciones directas que requiere el sistema.

Cabe recalcar que este trabajo únicamente comprende la parte mecánica del sistema; lo concerniente a la parte electrónica y de computación se desarrolló en el Instituto de Ingeniería de la UNAM. También es necesario aclarar que el enfoque de este trabajo es prácticamente de diseño. Los procesos de fabricación de las piezas diseñadas por lo tanto, han sido omitidos.

Objetivo.

El objetivo de este trabajo consiste en elaborar un diseño adecuado de un mecanismo posicionador de sensores para medir la dispersión de flujo en regaderas domésticas, el cual será de gran utilidad, ya que actualmente dicha medición se realiza manualmente, lo que da por resultado una gran pérdida de tiempo además de inexactitud en las mediciones.

El presente trabajo nace de la necesidad de desarrollar equipos originales mediante el diseño mecánico nacional, cambiando el concepto de diseñar máquinas que se adapten a las condiciones de trabajo existentes en México y no de adaptar el trabajo a máquinas de fabricación extranjeras. También al realizar máquinas de fabricación nacional se abaten costos de mantenimiento y operación.

Antecedentes.

México se enfrenta a graves problemas de abastecimiento de agua sobre todo en el Area Metropolitana del Valle de México, que comprenden la zona urbana del Distrito Federal y las zonas urbanas de los municipios del Estado de México que colindan con éste.

Siendo el agua un elemento vital y de suma importancia para toda forma de vida y consecuentemente muy necesaria en la vida moderna de las ciudades, es cada vez más escasa en el subsuelo, además que su extracción provoca graves problemas de hundimientos como en el caso de la Ciudad de México en donde se hace necesario conducir el vital líquido por largas distancias con costos de inversión muy elevados, para satisfacer los requerimiento de agua potable de la población.

En virtud de la escasez de agua potable que tienen que afrontar las grandes ciudades como ejemplo México, se considera necesario optimizar equipos que utilizen agua, por lo que es necesario contar con instrumentos que nos ayuden a evaluar dichos equipos.

En 1986 se transformo la Comisión Nacional del Plan Nacional Hidráulico en el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). Esto constituyó uno de los pasos adoptados para la reorientación de la política hidráulica para adecuarla a la nueva situación que vive el país: escasez de recursos financieros junto con necesidades crecientes de la población.

Los puntos que se tomarán en cuenta para esa reordenación pueden resumirse en los siguientes cinco:

- Unificar la acción del estado para lograr un manejo más integral del agua.
- Incrementar la eficiencia de la inversión y el gasto público con una mejor programación.
- Adecuar los instrumentos jurídicos y establecer "el sistema financiero del agua".
- Incrementar la participación pública.
- Impulsar el desarrollo de la tecnología y de los recursos humanos.

Las actividades del Instituto están enfocadas hacia el hallazgo de soluciones específicas a problemas de desarrollo tecnológico, su trabajo también incluye mejorar tecnología disponible para resolver problemas tradicionales.

IMTA esta también interesado en nuevos materiales para aplicarlos en el desarrollo de tecnología para el uso más eficiente del agua.

En colaboración con la industria, el Instituto esta promoviendo el establecimiento de un Sistema de Certificación Nacional, autorizado a evaluar la calidad de materiales y equipos usados en la construcción y operación de sistemas hidráulicos.

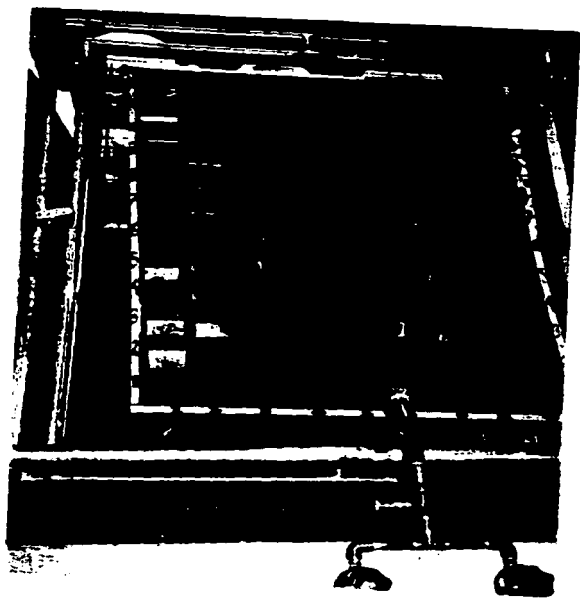
Para esto, el Instituto cuenta con un laboratorio que realiza las siguientes actividades:

- Control de calidad del agua.
- Medir el uso eficiente de sistemas hidráulicos.
- Mejoramiento de la calidad del agua.
- Certificar y aprobar material y equipo de construcción de dispositivos que utilizan agua.

Actualmente tiene ya instalados sus laboratorios, pero necesita equipos para formalizar o mejorar sus procedimientos de evaluación.

En el caso de las regaderas, el laboratorio cuenta con 2 módulos (Fotografía) donde se tiene instalada una tubería y se hacen la pruebas al equipo.

El laboratorio tiene programas para validar los modelos actuales y los que ingresarán al mercado (extranjeros y nacionales).



Módulo de pruebas

CAPITULO I

I.- LOS DISPOSITIVOS AHORRADORES Y EL USO EFICIENTE DEL AGUA

I.1.- Importancia de la investigación y evaluación de los dispositivos ahorradores.

Actualmente, la construcción de nuevas obras para satisfacer la demanda de agua generada por el aumento de la población ha disminuido por sus elevados costos, y porque ya no pueden sobreexplotarse más los recursos acuíferos disponibles. Ante esto es indispensable adoptar medidas que consideren el agua como un bien escaso, como son la mayor eficiencia en los sistemas de conducción y distribución del agua, su reciclamiento y el ahorro en el consumo.

Los dispositivos que se evalúan en el laboratorio de Uso Eficiente del Agua del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua son, en su mayoría de uso doméstico. Brindan un ahorro de agua relativamente modesto; pero, al considerar los miles o millones de usuarios que pueden usarlos en las grandes ciudades y en todo el país, su impacto conjunto puede resultar de importancia.

De acuerdo con estudios realizados, la distribución del agua potable en una ciudad se destina a los siguientes usos:

| | |
|-----------------------|-------|
| Doméstico | 48.7% |
| Industrial | 13.5% |
| Comercial y Servicios | 16.2% |
| Público y Recreativo | 21.6% |
| ----- | |
| Total | 100.0 |
| ----- | |

Como puede observarse, el consumo de agua a nivel domiciliario es más alto que el ocasionado por los otros. Es por esto que se ha planteado la necesidad de evaluar alternativas que representen un ahorro de agua, diferentes a las convencionales. Tales alternativas son excusados que utilizan seis litros en vez de los que consumen hasta 20 litros por descarga, regaderas que no excedan de 10 litros por minuto, reductores de flujo para disminuir el gasto de las regaderas convencionales que llegan a superar los 30 litros/minuto, aspersores para llaves mezcladoras de fregadero y lavabo y lavadoras de ropa.

De esta forma, mientras mayor sea el ahorro y eficiencia de los accesorios de baño disponibles en el mercado para usarse en los domicilios, mayor será su impacto masivo y habrá mayor posibilidad de satisfacer la demanda de agua de los habitantes.

I.2.- Investigación de dispositivos en el laboratorio

En el laboratorio del IMTA se da actualmente prioridad a la evaluación de accesorios y equipos existentes en el mercado nacional, sin importar su país de origen. Se trata de excusados, herrajes de los mismos, regaderas, llaves (lavabos, fregaderos), restrictores de flujo o presión y lavadoras de ropa. Asimismo, se desarrolla investigación de prototipos mejorados de algunos de estos elementos, para su posterior transferencia a las empresas fabricantes.

Las pruebas de evaluación a que se someten los dispositivos se relacionan principalmente con su funcionamiento hidráulico y el consumo que marcan las normas oficiales mexicanas de calidad. El objeto es detectar productos recomendables y no aconsejables, así como tener estudios comparativos de ventajas y desventajas de algunos de esos productos, que orienten al público en general

para adquirir los mejores. Por otra parte, los estudios sirven a los fabricantes como diagnóstico sobre posibles defectos o sugerencias de mejoras a sus productos.

Además de las pruebas de laboratorio, el IMTA desarrolla otras acciones paralelas que apoyan los mismos objetivos como son:

- a) Gestiones y negociaciones con asociaciones de fabricantes de productos.
- b) Revisión de normas de fabricación y de pruebas de productos.
- c) Inventario y base de datos sobre productos ahorradores de agua en el mundo.
- d) Visitas de inspección a fábricas y evaluación de productos que han sido verificados por otros laboratorios.

I.3.- Dispositivos evaluados.

A continuación se ofrece una breve semblanza de la problemática, resultados y perspectivas de los productos que se evalúan en el laboratorio del IMTA.

Excusados

Problemática.- El 8 de diciembre de 1988 se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Resolución mediante la cual se obliga, a partir del 1o. de junio de 1989, a producir y comercializar en el país únicamente sanitarios que consuman como máximo 6 litro en cada descarga.

Los procesos de manufactura y control de calidad actuales no permiten garantizar el cumplimiento estricto de esta norma. Muchos muebles extranjeros que se proclaman de bajo consumo no cumplen tampoco la Norma Oficial Mexicana NOM-C-328/2-1986. La Dirección General de Normas (DGN) de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI) otorga el sello NOM a varios fabricantes, pero, en realidad, no se garantiza el cumplimiento de la norma.

Procedimientos de prueba.- La norma indica para cada excusado hacer 5 series de 4 pruebas de desalojo, mediante esponjas, esponjas y papel, tinte y aserrín. En el laboratorio del IMTA se tienen 3 módulos para efectuar estas pruebas, además de uno móvil que se puede montar en camioneta pick-up, a fin de hacer pruebas en sitios a comercios o fábricas.

Experiencias, resultados y perspectivas.- De 1989 a 1991 se ha notado un favorable cambio en cuanto al cumplimiento de la norma por parte de los fabricantes nacionales; sin embargo aún sigue habiendo serias fallas, especialmente en los muebles comercializados fuera de D.F., por lo que debe forzarse a los fabricantes a implantar controles de calidad más estrictos. Asimismo deben hacerse investigaciones para mejorar aun más los diseños de sifones y muebles. El IMTA y la Comisión Nacional del Agua, así como la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica del D.F., además de otros organismos, deben vigilar el cumplimiento de la norma.

Herrajes de excusados.

Problemática.- Normalmente, estos accesorios (válvulas de admisión y descarga, flotador, palanca, etc.) son manufacturados por empresas diferentes a las que fabrican los excusados. Según la DGN, no existe ningún fabricante de herrajes que realmente

cumpla las normas para estos productos y si no se ha actuado con mayor energía es para evitar conflictos de desabasto. En muchos muebles de procedencia extranjera también se ha demostrado la falla de estos elementos, principalmente por lo que respecta a su hermeticidad.

Procedimiento de prueba.- Las normas que rigen estos productos son: NOM-C-328/2-1986; NOM-C 344 y NOM-Q-22. Una de las principales pruebas es la de hermeticidad de sellado después de 7,000 accionamientos de la palanca. Se tienen otros 3 módulos, específicos para esta prueba: por electro-sensores de nivel hacen automáticamente los "disparos" y tiene un controlador para los mismos.

Experiencias resultados y perspectivas.- Cuando en 1989 se le señalaron fallas en la hermeticidad de su válvula, un fabricante de Texas implantó de inmediato un programa de investigación y desarrolló una válvula mejorada. Los resultados obtenidos a la fecha permiten hacer varias recomendaciones: revisar y mejorar normas y especificaciones, y colocar el tubo de rebosadero más alto que la palanca. Esto garantizará un mayor cuidado de los usuarios para evitar fugas, y hacer que en los comercios existan piezas de repuesto de medidas apropiadas a muebles de bajo consumo.

Regaderas y otros dispositivos ahorradores.

Problemática.- Si bien el Reglamento de Construcción del Distrito Federal establece una descarga máxima de 10 litros por minuto en las regaderas, reductores de flujo y llaves mezcladoras de lavabo y fregadero, en los estados del país aún no existe una regla equivalente. Son muchos los fabricantes de estos dispositivos los que presentan un amplio espectro de posibilidades y opciones a los compradores, pero crean el riesgo

de una mala elección, pues su desempeño depende de la presión de alimentación, así como de otros factores que a veces no se consideran en el diseño respectivo.

Procedimientos de prueba.- Se tienen en el IMTA 2 módulos de prueba donde se efectúan 3 tipos de ellas: presión-gasto, presión-área de mojado y presión- distribución de descarga.

Experiencias, resultados y perspectivas.- Es necesario que los fabricantes y proveedores proporcionen información respecto al funcionamiento de sus productos, de tal forma que se facilite al comprador una elección acertada. Por otra parte, el IMTA ha hecho sugerencias de modificaciones a la geometría de estos dispositivos, con el fin de mejorar su eficiencia.

Lavadoras de ropa.

Problemática.- No se tienen estadísticas sobre la cantidad de agua que se consume por el lavado tradicional a mano y cuánto con lavadoras automáticas. Tampoco hay estudios recientes comparativos de cuáles lavadoras consumen menos agua y energía con igual efectividad en el lavado. Hace más de 10 años, el Instituto Nacional del Consumidor (INCO) hizo una investigación al respecto; sin embargo, a la fecha la tecnología ha cambiado, lo cual hace necesaria una revisión en este aspecto.

Procedimientos de prueba.- Existe una norma oficial mexicana que especifica el procedimiento para medir la efectividad de las lavadoras, para lo cual se requiere de equipo especializado y tener disponible diferentes modelos con distinto tiempo de uso (edad del aparato), para practicar pruebas correspondientes.

Experiencias, resultados y perspectivas.- Es necesario hacer un convenio entre el IMTA, el INCO, y los fabricantes de estos productos, principalmente para su nistro de productos y para un intercambio más ágil de experiencias e información. Existen en el mercado otros productos que requieren de programas de investigación similares, como son las lavadoras de alta presión y las lavadoras de vapor.

Como se pudo observar el laboratorio del IMTA lleva a cabo una ardua tarea, pues además de evaluar y aprobar los distintos productos existentes en el mercado también realiza investigación para desarrollar tecnología con el objeto de aplicarla al uso más eficiente del agua, pero necesita equipos para formalizar o mejorar sus procedimientos de investigación y evaluación. Actualmente el IMTA esta llevando a cabo un proyecto con el que pretende automatizar la labor de investigación y evaluación de los dispositivos descritos anteriormente.

Es aquí donde surgió la necesidad de realizar un convenio y solicitar asesoría al Instituto de la UNAM como se había mencionado anteriormente.

CAPITULO II

II.- PLANTEAMIENTO Y ANALISIS DEL PROBLEMA.

II.1.- Antecedentes.

El Instituto Mexicano del Agua, y la Asociación Mexicana de Fabricantes de Dispositivos Ahorradores de Agua, AMFDAA, suscribieron un convenio de colaboración técnica para evaluar los dispositivos ahorradores de agua que los asociados de AMFDAA fabriquen.

Este convenio tiene la finalidad de conocer las características de funcionamiento de los dispositivos ahorradores, de tal forma que puedan constituir elementos de corrección de diseño útiles para los fabricantes.

Los métodos de evaluación seguidos, son de acuerdo a la normatividad y reglamentos vigentes.

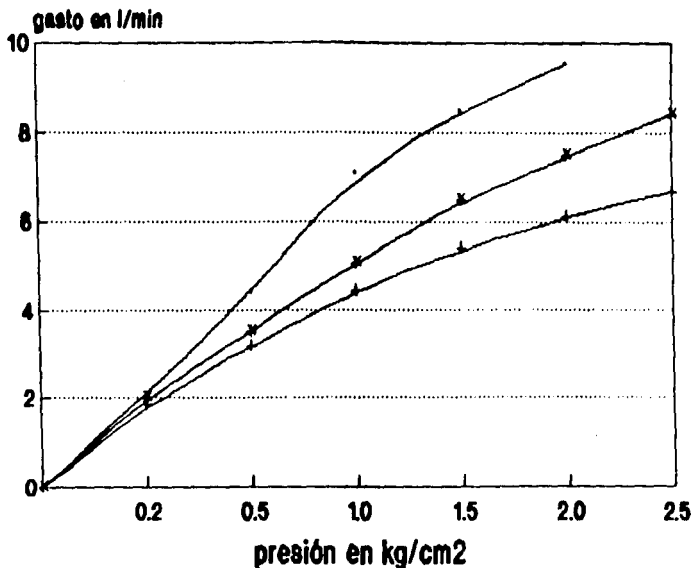
Las acciones para disminuir el consumo de agua potable con el uso de muebles y dispositivos ahorradores, sin afectar su eficiencia ni la comodidad de usuarios, se manifiesta en el empleo de regaderas que no consuman más de 10 l/min).

En las regaderas, además de la reducción del gasto debido a la geometría propia de la misma, o a la adición de algún dispositivo reductor, debe proporcionar confort al usuario.

El INTA ha efectúa estudios que comprenden pruebas a diferentes regaderas convencionales (que consumen más de 10 l/min), y a dispositivos reductores.

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO

PRESION - GASTO



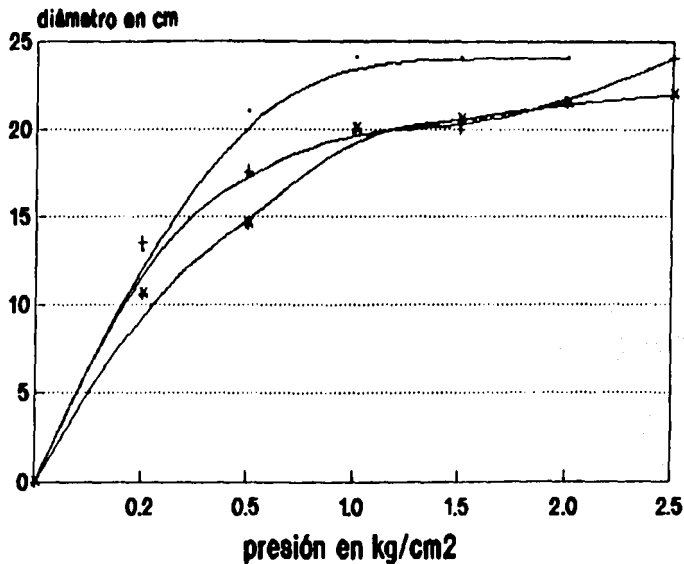
— RB-01 baja presión

+ RB-02 alta presión
con obturador

* RB-03 alta presión
sin obturador

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO

PRESION - DIAMETRO DE AREA MOJADA



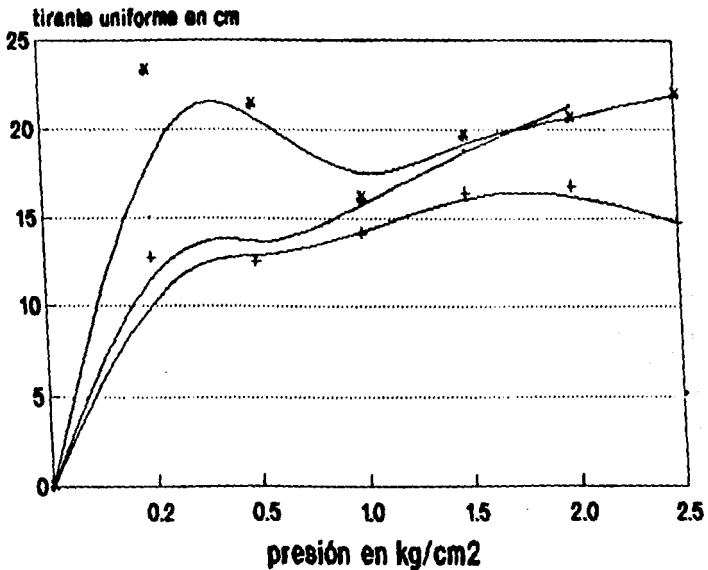
— RB-01 baja presión

+ RB-02 alta presión
con obturador

* RB-03 alta presión
sin obturador

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO

PRESION - TIRANTE DE DESCARGA



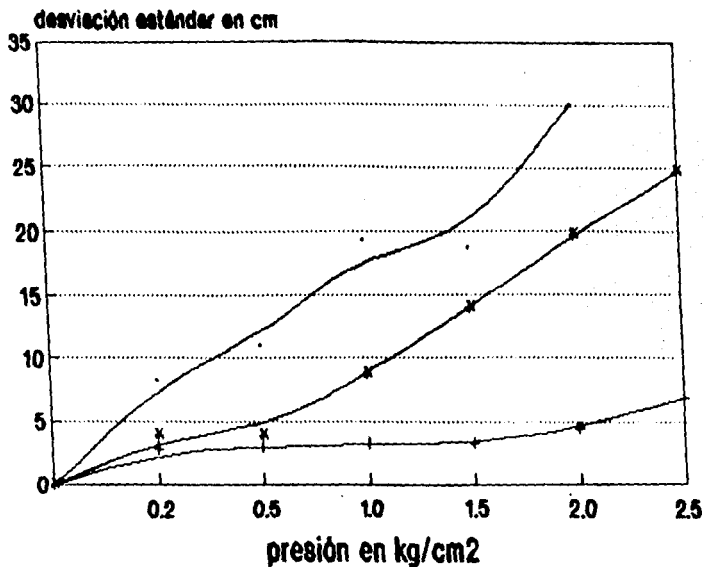
— RB-01 baja presión

+ RB-02 alta presión
con obturador

* RB-03 alta presión
sin obturador

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO

PRESION - DESVIACION ESTANDAR



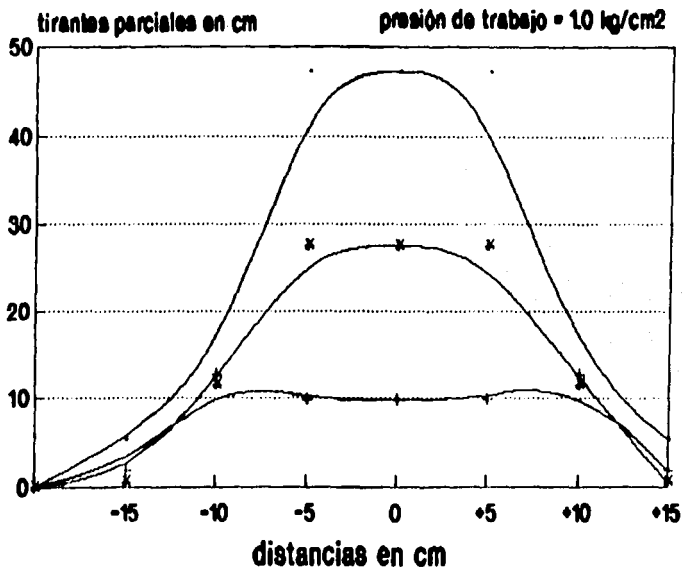
— RB-01 baja presión

+ RB-02 alta presión
con obturador

* RB-03 alta presión
sin obturador

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO

DISTANCIA - TIRANTES PARCIALES



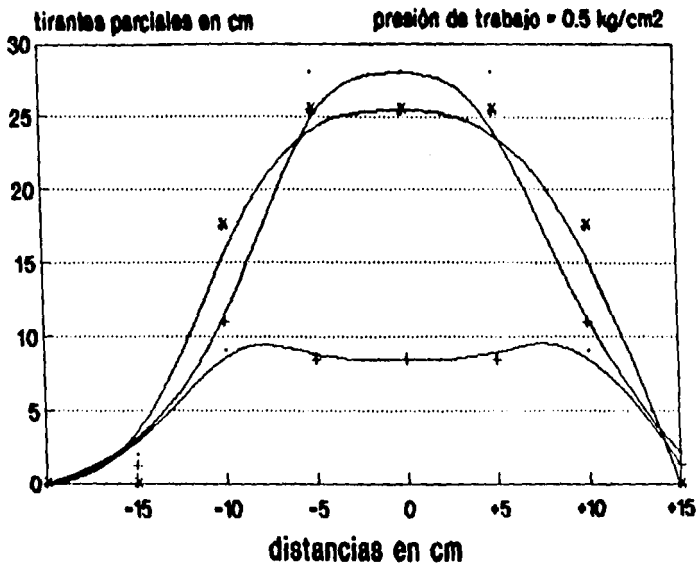
— RB-01 baja presión

+ RB-02 alta presión
con obturador

x RB-03 alta presión
sin obturador

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO

DISTANCIA - TIRANTES PARCIALES



— RB-01 baja presión

+ RB-02 alta presión
con obturador

* RB-03 alta presión
sin obturador

Las pruebas efectuadas en las regaderas son: presión-gasto, presión-área mojada y presión-distribución del volumen descargado, la primera proporciona en forma directa el consumo de agua a diferentes presiones y las restantes están relacionadas con la comodidad del usuario.

Una manera de evaluar el confort que brinda una regadera, es medir el diámetro del círculo formado por la intersección del cono de regado y un plano horizontal a 1.45 [m] del piso (altura a los hombros de una persona media), a este círculo se le llama área mojada. En forma complementaria, se obtiene la distribución del volumen descargado.

A continuación aparecen unas gráficas que nos muestran los resultados obtenidos de la caracterización de tres regaderas diferentes.

II.2.- Planteamiento del problema.

El objetivo principal del presente trabajo es de diseñar un mecanismo que permita mediante unos sensores conectados a una microcomputadora medir la dispersión de flujo en regaderas. Dadas sus características, el sistema a diseñar debe cumplir con una serie de condiciones como son: funcionalidad, eficiencia, seguridad, fácil manipulación etc.

Inicialmente la caracterización de regaderas se realizaba de la siguiente manera:

- 1.- Se coloca sobre una malla metálica una serie de recipientes a una altura que varía entre 1.30 a 1.70 [m].
- 2.- Los recipientes se colocan bajo la regadera a caracterizar.
- 3.-Se procede a abrir la válvula que da acceso a la regadera y el flujo inicial se retiene en un cubo de plástico, hasta que se estabilizan las condiciones de presión y gasto en la línea.
- 4.- Se retira el cubo y se permite que el agua caiga en los vasos durante un tiempo determinado.
- 5.- Se procede a medir manualmente la cantidad de líquido depositado en cada recipiente mediante una probeta.
- 6.- Se procede a ajustar la altura o acomodar los recipientes de nuevo según sea el caso.

Para cada regadera se requiere realizar tres pruebas, variando, la altura de 1.30 [m] a 1.70 [m] en intervalos de 10 [cm] y la presión de 0.2 [kgf/cm²] a 2.5.0 [kgf/cm²].

El realizar las mediciones en esta forma provoca que cada prueba tome un tiempo de 30 a 40 minutos. Y como se puede observar se tienen que realizar 12 pruebas para cada presión, teniendo 6 presiones diferentes, nos quedan 72 pruebas por 35 minutos (aproximadamente) que lleva realizar cada una nos da 2520 minutos (42 hrs). Por otro lado se tienen errores en las mediciones y depende del operario. Además este procedimiento hace lenta toda la caracterización, ya que obliga a manejar en forma separada la toma de datos, su almacenamiento, su procesamiento estadístico y su despliegue, esto resulta impráctico para los fines del usuario (IMTA).

Como se desea que se haga:

- 1.- El módulo constará de un conjunto de celdas de recolección de la descarga de las regaderas, las cuales es deseable que tengan 10 x 10 [cm] de sección y 20 [cm] de altura.
- 2.- Debe contener los sensores correspondientes para medir los volúmenes de cada celda.
- 3.- Los sensores deben enviar la información directamente a una microcomputadora para su procesamiento.
- 4.- Las informaciones primarias serán de tiempo (min), presión (kgf/cm^2), volumen (ml) y tirante de cada celda (cm)
- 5.- El procesamiento debe generar la información siguiente:
 - a). Área y forma de la superficie de las celdas que captaron un tirante mayor o igual a 0.5 [cm] y ajustar a un diámetro D_x el Área mojada.

b). Debe sumar los volúmenes de cada celda y hacer:
 Q =volúmenes parciales/tiempo de descarga (l/min)

c). Debe obtener el tirante uniforme de descarga:
 H_u =volúmenes parciales/área total de descarga (cm)

d). Debe obtener la desviación estandar de los tirantes parciales con respecto al tirante uniforme:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - H_u)^2}{N}}$$

donde:

X_i : Tirantes parciales.

H_u : Tirante uniforme.

N : Número de valores de tirantes parciales.

e). Tablas de resultados que contengan los datos obtenidos y calculados.

f). El procesamiento debe generar las siguientes gráficas:

- presión vs gasto
- presión vs área mojada
- presión vs desviación estándar
- presión vs tirantes parciales por hilera de celdas
- presión vs tirante uniforme
- presión vs tirantes parciales

II.3.- Solución planteada

Ante esta situación, se plantea a al IMTA el desarrollo de un sistema capaz de realizar la captura de los datos, su transmisión, almacenamiento y proceso de una manera continua, de tal forma que se pudiera realizar la toma de datos de una manera continua, a fin de agilizar el proceso y reducir el tiempo necesario para realizar la caracterización de cada regadera.

Este sistema consiste básicamente en tres módulos:

- a) Toma de lecturas
- b) Transmisión
- c) Procesamiento y despliegue

Los módulos b y c tienen un alto componente de ingeniería electrónica y de computación, por lo que se decidió realizarlas en el Instituto de Ingeniería. La implementación de los mecanismos, estructura, recipiente fueron confiados al CDM (Centro de Diseño y Manufactura).

El sistema a desarrollar consiste en un dispositivo mecánico que se utilizará en el monitoreo de niveles de agua en un cajón, compuestos por celdas. El número de celdas a muestrear será de un total de 64, distribuidas en 8 filas de 8 celdas cada una cuyas dimensiones son:

alto-20 [cm] ancho-10 [cm]

Como un planteamiento inicial, se pensó en un dispositivo de 20 [cm] de alto respecto del nivel bajo del cajón. Dicho dispositivo debe desplazarse sucesivamente, en movimiento horizontal, por cada una de las filas. Cuando se encuentre ubicado en alguna fila en particular, deberá descender un grupo de sensores para muestrear, al mismo tiempo, el nivel de agua existente en cada una de las celdas.

Para el control de los movimientos se pensó en una serie de motores de pasos controlados desde una computadora.

Restricciones.

Las restricciones planteadas por el Instituto de Ingeniería fueron:

- a) Realizar las mediciones mediante el cierre de circuito eléctrico con conductores.
- b) Utilizar motores de pasos para implementar controles de lazo abierto.
- c) Tener una resolución de 20 [m] en las mediciones a efectuar.
- d) Utilizar un recipiente en un arreglo matricial de 8x8 celdas, con un área de 10 [cm²] y una profundidad de 20 [cm] en cada celda.
- e) Poder manejar alturas que varíen de 1.30 a 1.70 [m] con variaciones de 10 [cm] en cada intervalo.
- f) Se planteó que el diseño integrara partes comerciales para disminuir costos.

CAPITULO III

III.- DISEÑO CONCEPTUAL.

III.1.- Idea Básica

La idea básica es desarrollar un mecanismo capaz de desplazar unos sensores a través de una serie de celdas con la finalidad de medir en cada una de las celdas un tirante de agua, basándose en un principio de operación que es cerrar un circuito eléctrico al hacer contacto un elemento conductor con el agua.

III.2.- Análisis por Sistemas.

Definición de funciones principales:

- a) Contener el agua
- b) Desplazar los sensores
- c) Introducir los sensores en los depósitos
- d) Capturar los datos
- e) Desalojar el agua de los depósitos
- f) Fijar la altura de los depósitos en que se realizará la medición

Estas funciones son interdependientes, para ver como se relacionan entre sí, se definieron sistemas que cumplieran con ellas, este modelo se presenta a continuación:

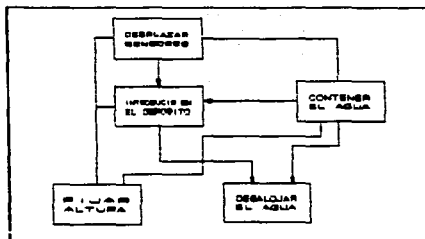


DIAGRAMA DE SISTEMAS

Una vez conocidas las funciones, se definieron los principios básicos de diseño conforme a los cuales se desarrolla la máquina.

La selección de soluciones para los mecanismos utilizados se hace a partir de la función individual que debe desempeñar y comprobar que trabajen igualmente en conjunto. Es necesario para esto, tener una idea clara del funcionamiento y de las condiciones en que ésta se realiza.

Una de las condiciones es que se produzcan los ajustes necesarios del diseño, para que se obtengan los mismos resultados en la fabricación. Este es un punto muy importante para una buena realización de un proyecto.

Es en esta etapa del proyecto donde deben tenerse en cuenta los factores y condiciones en que deben operar los elementos considerados. La decisión sobre los diferentes arreglos para producir el resultado deseado es un punto muy importante en la realización del proyecto.

Con esto evitaré que durante el tiempo en que se realice este estudio se produzcan retrasos, e inclusive se deba recurrir a un cambio total de diseño en las etapas más avanzadas del mismo.

Los factores que debemos considerar en cada uno de los mecanismos son los que a continuación se nombran:

- a) Manejo silencioso de la máquina
- b) Silenciosa operación de la misma
- c) Mínimo de funciones para el funcionamiento
- d) Dispositivo de seguridad
- e) Larga duración de la máquina

III.3.- Concepción del Diseño

Existen muchas formas de desarrollar un problema y es posible que el orden determinado para el planteamiento particular de una pieza no sea el mismo en otro caso, pero daremos una secuencia lógica de desarrollo, suponiendo que es posible cambiar el orden de acuerdo a la necesidad específica del problema:

a.- Se debe conocer la función o funciones que debe desarrollar la máquina, la secuencia de la misma, las velocidades de operación etc.

b.- De los posibles mecanismos que realicen la operación se debe seleccionar los que mejor se adapten al funcionamiento en conjunto, atendiendo a las características que se consideren principales o fundamentales.

c.- Conocido lo anterior, se deben calcular las fuerzas que se ejercen sobre las diferentes partes y la potencia transmitida.

d.- Selección del material que mejor se adapte a las necesidades del mecanismo bajo diseño.

e.- Cálculo del tamaño de las partes, considerando los esfuerzos máximos permitidos a las mismas.

f.- Modificación de las partes, de acuerdo a los factores conocidos por la experiencia o según las necesidades de manufactura de dichas partes.

g.- Elaboración de planos de la máquina mencionando detalles de los materiales empleados, la construcción y armado de la misma.

El inciso (f) se refiere a que en algunos casos no es posible hacer un análisis completo de los esfuerzos y deformaciones que actúan sobre una pieza; por lo que es necesario recurrir a la experiencia para obtener los valores adecuados, empleando la mayoría de las veces formulas empíricas.

Cuando se realice alguna modificación debido a las necesidades del proceso, se debe estudiar la influencia que tiene la misma sobre la operación del mecanismo.

III.4 Aspectos finales del proyecto.

En la últimas etapas de cualquier proyecto o diseño se requerirá de una revisión completa de cada componente y cada montaje. Todos los componentes deben ser examinados en cada detalle para asegurarse de que soportarán las cargas sin falla, bajo las condiciones de operación con una vida adecuada. Cada

detalle debe ser justificado como necesario por razones de funcionamiento o construcción.

Es conveniente describir la función completa de un determinado mecanismo en su posición de arranque, o de descanso y de operación bajo falla. Durante la etapa de construcción debe hacerse una descripción de la secuencia de armado.

Es necesario también facilitar un instructivo que explique en forma detallada la operación de la máquina, alimentaciones necesarias y, en casos de fallas las posibles causas de las mismas y su reparación.

III.5.- Componentes de la Máquina

Para poder estructurar el trabajo de una manera planeada es necesario elaborar dibujos que ilustren la manera en que se debe ensamblar la máquina y con que componentes se tiene que ensamblar; así como la aplicación de los métodos de ensamble, para los cuales se elaborará la lista de partes. Se presenta su forma final, la cual va acompañada de croquis de los ensambles de los sistemas, que servirán como instructivos de ensamble.

CAPITULO IV

IV.- SELECCION DE ALTERNATIVAS.

En un proyecto es indispensable para su desarrollo establecer desde un principio los criterios de selección a seguir para seleccionar las alternativas que mejor se acomoden a nuestro objetivo.

Esto nos dará una guía a seguir para la selección de una alternativa cuando exista la posibilidad de escoger entre varias, ya que el diseño mecánico, es el registro de varias decisiones, y de una guía que establezca las prioridades de diseño, esto nos facilitará la tarea de tomar decisiones.

Al establecer los criterios de selección de cualquier proyecto de diseño mecánico surgen muchas alternativas, quedando generalmente sujetas al criterio del diseñador, tanto por la importancia de cada una como por el orden jerárquico que tendrán en el proceso de selección.

Así mismo es importante señalar que del establecimiento de los criterios de selección, dependerán las características del diseño de nuestra máquina, ya que de criterios diferentes, se tienen diferentes alternativas, encontrándonos con que la variedad de criterios ofrecen gran cantidad de combinaciones las cuales sería imposible de analizar todas en un proyecto, por lo que sólo se escogen algunas alternativas para las que se establece un solo orden jerárquico, en base al criterio del diseñador.

Para comenzar hemos escogido varios criterios o características que consideramos importantes para nuestro proyecto y estos son:

1.- Factibilidad técnica

2.- Resistencia mecánica

3.- Fácil mantenimiento

4.- Construcción Económica

El orden de prioridad en que quedarán los diferentes criterios de selección antes enunciados será en el que aparecen; así para tomar una decisión entre varias alternativas, deberá verse primero si es técnicamente factible, para después analizar si tiene una gran resistencia mecánica, así como fácil mantenimiento, y si después de cumplir con los requisitos, nos encontramos con que tenemos varias opciones, entonces escogeremos la más económica.

Enseguida explicaremos que se entiende por los anteriores criterios de selección.

Factibilidad Técnica: Se entiende por ésta, el que nuestro diseño se pueda fabricar con los recursos técnicos al alcance, ya sea que las piezas se fabriquen o se seleccionen de piezas de stock de fabricantes nacionales o extranjeros, lo anterior implica que deberá usarse el mayor número de piezas que se encuentren en el mercado nacional, así como procesos de manufactura sencillos.

Gran resistencia mecánica: Más que un criterio es una característica que deberán tener los componentes mecánicos que seleccionemos, esto nos lleva a considerar factores de seguridad tanto para el diseño como para la selección de nuestros componentes.

Fácil Mantenimiento: También es una característica que deberá buscarse, ya que todas las piezas de la máquina deberán ser reconstruibles o intercambiables así como de que su reparación no implique que se tenga que rehacer.

Construcción Económica: Esto implica que de dos o más alternativas que tengamos después de haber cumplido con las anteriores características, escogeremos la que sea más económica.

IV.1.- Selección del arreglo de sensores.

Se definió la forma de desplazar los sensores y se generaron las siguientes alternativas básicas:

- a) Un sensor que se desplace por toda la matriz.
- b) Una línea de sensores que permitan tomar lecturas en líneas de recipientes de la matriz.
- c) Un arreglo matricial de sensores que se desplace en forma vertical.

La primera alternativa presentaría dos problemas, el primero sería que complicaría demasiado la forma de mover el sensor por cada una de las celdas, y el segundo sería que se llevaría mucho tiempo en medir el nivel de cada celda.

La segunda alternativa nos reduciría considerablemente el tiempo de medición, pero tendríamos interferencia con el flujo de agua de la regadera, además de requerir mucho más material y espacio, lo que afectaría en peso y costo.

Por lo tanto se observa que la tercera alternativa es la más aceptable, puesto que es la más simple y reduce el tiempo de medición con respecto a la primera, además de no interferir con el flujo de la regadera u ocupar un espacio excesivo, como sería el caso de la segunda.

De esta forma se definió que existiría un "peine" que desplazaría ocho sensores simultáneamente.

IV.2.- Selección de la configuración de los sensores.

Se proponen las siguientes alternativas:

1.- Dos conductores de alambre, donde el cierre de circuito se daría entre ellos como se muestra en la figura IV.1.

2.- Un conductor de alambre sobre una base conductora de aluminio, de este modo el cierre de circuito se daría entre ambos como se muestra en la figura IV.2.

3.- Un conductor de alambre sobre una base aislante y un recipiente conductor, de manera que el cierre de circuito se daría entre ellos, saliendo la corriente por otro conductor conectado al recipiente como se muestra en la figura IV.3.

4.- La última alternativa es montar dos conductores de alambre sobre una base aislante, donde el cierre de circuito se daría entre ambos como se muestra en la figura IV.4.

De las cuatro alternativas, observamos que la última es la más adecuada, ya que haciendo un análisis de las anteriores vemos que:

La primera alternativa presenta problemas de rigidez en los conductores de alambre, pues no tiene ningún soporte.

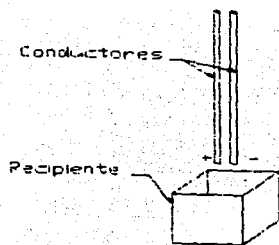


fig. IV.1

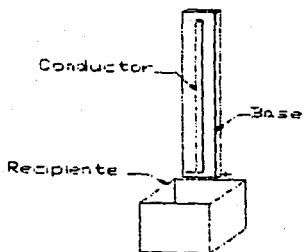


fig. IV.2

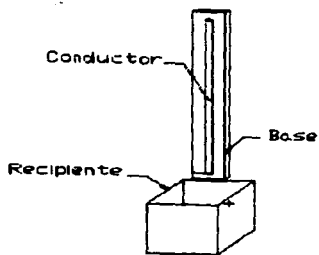


fig. IV.3

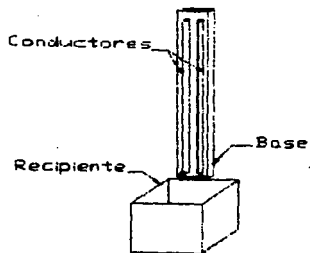


fig. IV.4

Configuración de Sensores

La segunda alternativa presentaría problemas en aislar la base con respecto a las otras siete bases, pues recordemos que se definirían ocho sensores.

La tercera alternativa también presentaría problemas en aislar cada uno de los recipientes con respecto a los otros, además de que se requeriría más material.

La cuarta alternativa es la más adecuada pues además de ser sencilla, presenta rigidez y no habrá problemas en aislar todos los conductores entre sí.

Para fijar los conductores a la base se pensó ensujetarlos con tornillos o pegarlos con algún pegamento epóxico, se inclinó por la última alternativa.

IV.3.- Selección del tipo de movimiento de los sensores

A continuación se planteó el problema de como dar movimiento a los sensores, tanto en sentido vertical como en sentido horizontal, de tal forma que se pudiera cumplir la rutina siguiente:

- a) De una posición inicial, llevar los sensores al centro del recipiente.
- b) Bajar los sensores hasta que toquen la superficie del líquido.
- c) Parar los sensores.
- d) Elevar a un nivel sobre la superficie.

e) Repetir la operación sobre la siguiente línea de recipientes.

f) Al terminar, llevar los sensores a la última línea.

Para mover los sensores se plantearon las siguientes opciones de solución:

a) Cremallera y engranes

b) Tornillo de rosca ACME

c) Tornillo de bolas recirculantes

De las anteriores alternativas se seleccionó la última, por las condiciones de precisión, juego permisible y eficiencia, además de que permite en un momento dado relacionar directamente los desplazamientos con las vueltas que este dé, lo cual facilita la labor de control.

IV.4.- Selección del Recipiente Modular

Para contener el agua y desalojarla de los depósitos se plantearon las siguientes alternativas básicas:

a) Un recipiente con un arreglo matricial de 8 x 8

b) Recipiente con arreglo de una línea de recipientes

c) Tener 64 celdas unitarias

d) Tener un arreglo de 8 recipientes de 2 x 4 celdas cada uno.

Se inclinó por la última alternativa ya que es la más sencilla, además de que evita el movimiento del recipiente, lo que nos reduce la complejidad del mecanismo.

Otra ventaja que ofrece este arreglo es el de poder dar mantenimiento y reparación a cualquier módulo en forma independiente.

Por lo tanto se planteó la construcción de 8 recipientes de acrílico de 10 x 10 x 20 [cm] con válvulas de globo ubicadas en la parte inferior del recipiente, se usarán las válvulas más pequeñas que se encontrarán comercialmente a fin de poder ser lo más precisos.

IV.5.- Selección del Sistema de fuerza motriz

Para desplazar los sensores tanto vertical como horizontalmente se planteó usar motores de pasos, debido a la precisión que se requiere para controlar el movimiento del mecanismo, además de que estos motores pueden girar en el sentido que uno requiera, con un simple cambio en el sentido de la corriente.

IV.6.- Selección del sistema de transmisión

Debido a que se utilizarán motores de pasos los cuales estarán controlados por una microcomputadora, no es necesario ningún reductor de velocidad ya sea por medio de engranes, poleas y bandas, tornillos sin fin etc. La transmisión de la potencia del motor al tornillo de bolas recirculantes será directa por medio de un cople flexible para prevenir pequeñas interferencias que pudieran surgir en el ensamble final.

IV.7.- Selección de equipo comercial

En el proyecto se decidió seleccionar equipo comercial que nos diera las facilidades de instalación y montaje, además de poder agilizar el diseño para tal efecto se seleccionarán:

- a) Motores de pasos, por los requerimientos de tener un control de lazo abierto.
- b) Guías y rodamientos lineales; para facilitar el montaje y alineación de los mismos.
- c) Tornillo de bolas recirculantes.
- d) Rodamientos autoalineables.
- e) Seguros de retención.
- f) Rodajas.

Estos elementos se seleccionarán tomando en consideración su disponibilidad, su costo y su rendimiento. En el capítulo de diseño del mecanismo se especifican las características particulares de cada elemento que se seleccionó, además de que se incluyen copias de los catálogos de fabricante de todas estas piezas comerciales.

CAPITULO V

V.- DISEÑO DEL MECANISMO

V.1.- Generalidades.

En este capítulo realizaremos el diseño y el cálculo mecánico de las diferentes partes que componen nuestro mecanismo, esto nos llevará a obtener las especificaciones de cada parte como son el tipo de material, el grosor y forma que tendrá.

El cálculo mecánico de las piezas comerciales se efectúa basandose en los catálogos correspondientes a cada pieza.

Se anexan los planos de fabricación de cada pieza del sistema, así como su ensamble final. También se anexa una lista de las piezas comerciales y de fabricación, indicando el número de piezas requeridas para todo el mecanismo, así como el tipo de material.

El mecanismo estará compuesto por los siguientes sistemas:

- 1.- Sistema Recipiente Modular.**
- 2.- Sistema Sensores.**
- 3.- Sistema Conjunto Superior.**
- 4.- Sistema Conjunto Inferior.**
- 5.- Sistema Soporte Recipiente.**
- 6.- Sistema Carro.**

El desarrollo de este capítulo comenzara con el diseño del Sistema Recipiente Modular, esto es debido a las restricciones impuestas por el Instituto de Ingeniería de la UNAM mencionadas en el capítulo I.

Aunque el desarrollo de este capítulo se seguira secuencialmente comenzando con el Sistema Recipiente Modular para seguir con el Sistema Sensores, el Sistema Conjunto Superior, el Sistema Conjunto Inferior, el Sistema Soporte Recipiente y Sistema Carro; no será de extrañar que se tenga que pasar de un sistema a otro sin haber concluido el primero, ya que como todos los sistemas se interrelacionan, para desarrollar totalmente un sistema será necesario comenzar a analizar otro.

V.2.- Sistema Recipiente Modular.

1.- Generalidades.

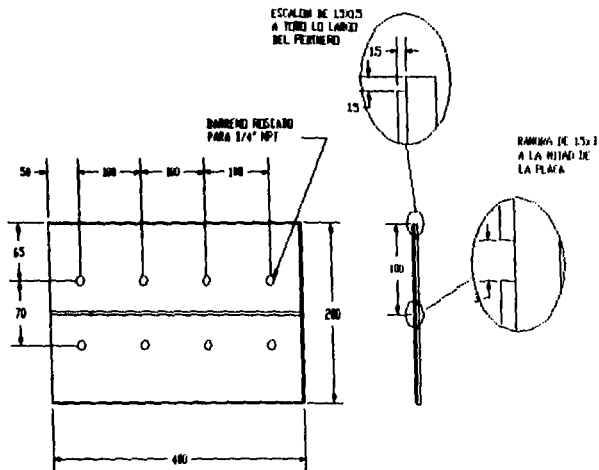
En el capítulo anterior quedó establecido la forma del recipiente modular. Se usará acrílico debido a su alta resistencia a la corrosión y su facilidad para maquinarlo, unirlo y sellarlo.

El recipiente estará formado por nueve piezas de acrílico con su perímetro escalonado para facilitar la unión entre ellos por medio de un pegamento epoxico.

Para desalojar el agua se emplearan válvulas de globo de 1/4" NPT.

Las válvulas se conectarán mediante un mecanismo de palanca, barras y eslabones a fin de poder abrir y cerrar simultaneamente las celdas pertenecientes a cada módulo.

A continuación tenemos algunos de los planos de fabricación de cada pieza que conformará dicho sistema, y al final tenemos el ensamble del sistema así como la lista de partes.

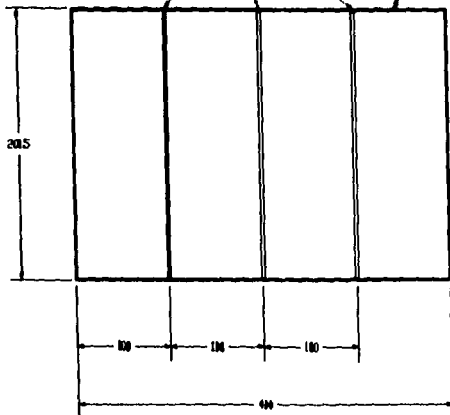


8 PIEZAS

| | | | | | | |
|--|-----------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------|----------------|-------------------|
| | PROYECTO: MECANISMO P.S. | SISTEMA: RECIPIENTE NEOLUAR | NOMBRE DE LA PIEZA: FONDO | FECHA: 11-02-92 | ESCALA: 1:3 | Nº PIEZA: 1901 |
| | INFORME: SISG | DISEÑO: MRS | MATERIAL: ACRILICO 6mm | | ACCIÓN: pp | Nº PLANO: 1001 |

3 CANALES DE 3 ANCHO x 0.5 PROFUNDIDAD

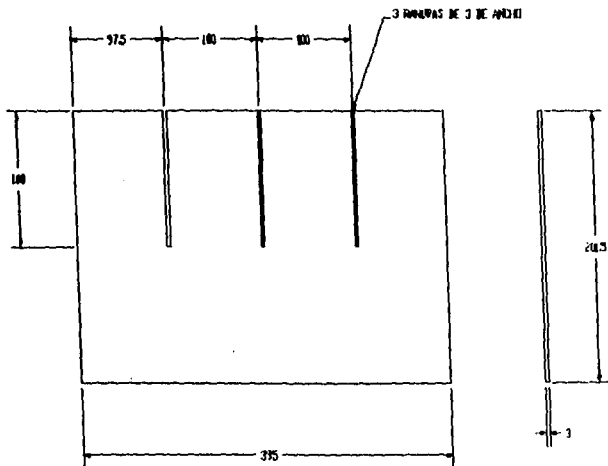
ESPECIAL DE 15-15 A LO LARGO DEL PERÍMETRO



3

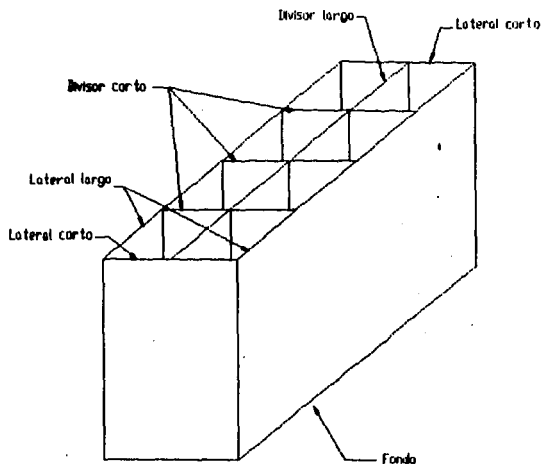
16 PIEZAS

| | | | | | | |
|---------|------------------|--------------------|--------------------|----------|-----------|------------|
| | PROYECTO | SISTEMA | NUMERO DE LA PIEZA | FECHA | ESCALA | NO. PIEZAS |
| | PRELIMINAR P. 1. | RECIPIENTE VIDA AG | LATERAL LARGO | 12-82-54 | 5/8 | 16 |
| DESENHO | DISEÑADOR | UNIVERSAL | | AFILIADO | NO. PLANO | |
| SSGS | MS | INSTRUCION 3 mm | | PM | 11111 | |





8 PIEZAS

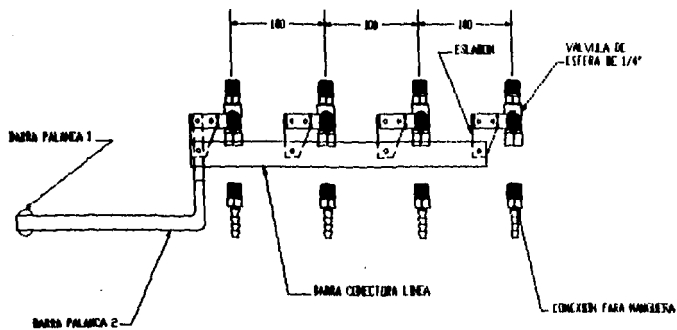
| | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------------|--|-------------------------------|--|-------------------------------------|--|-------------------|--|---------------|--|---------------------|--|
| | PROYECTO MECANISMO P.S. | | SISTEMA RECIPIENTE MODULAR | | NOMBRE DE LA PIEZA DIVISOR LARGO | | FECHA 12-02-92 | | ESCALA 1:2 | | No. PIEZA RPM4 | |
| | DISEÑO SDSG | | DIBUJÓ MPS | | MATERIAL ACRILICO 3 mm | | | | ACOTÓ mm | | No. PLANO TR 001 | |



ISOMETRICO

Fig. V.1 Ensamble Recpiente Modular

| | | | | | | |
|---|----------------|--------------------|---|---------|--------|-----------|
|  | PROYECTO | SISTEMA | NUMERO DE LA PIEZA | FECHA | ESCALA | NO. PIEZA |
| | MECANISMO P.S. | RECIPIENTE MODULAR | ENSAMBLE S. REC. MOD. | 6-02-92 | S/N | S/N |
| DISEÑO | DIBUJO | MATERIAL |  | | ACOT. | NO. PLANO |
| SDIG | NRS | ACRILICO | | | PM | LSRM |



| | | | | | | |
|------|----------------|---------------------|----------------------|----------|-----------|-----------|
| | PROYECTO | SISTEMA | NUMERO DE LA PIEZA | FECHA | ESCALA | NO. PIEZA |
| | MECANISMO P.S. | RECIPIENTE OLEO AAR | ENSAMBLE DE VALVULAS | 13-02-92 | S/N | S/N |
| | REBUDO | MATERIAL | | | | |
| 2586 | NO-S | | | | NO FLANEO | |

3.- Diseño de detalle.

Para el cálculo del soporte del recipiente será necesario conocer el peso total del Sistema Recipiente Modular, por lo que quedará establecido en este inciso.

$$F_{S/R} = W_{R} + W_{A} + W_{V}$$

Donde:

$F_{S/R}$: Peso total del Sistema recipiente Modular

W_{R} : Peso del Recipiente Modular (2 kgf aprox.).

W_{A} : Peso del agua (16 kgf).

W_{V} : Peso de válvulas y su mecanismo de apertura (1 kgf aprox.).

$$F_{S/R} = 19 \text{ [kgf]}$$

SISTEMA: Recipiente modular (RM)

| Nombre de pieza | Materiales | No. plano |
|-----------------------------------|-------------------------|------------------|
| Fondo (8 pzas.) | Acrílico 6 mm 210x410 | F0001 |
| Lateral largo (16 pzas.) | Acrílico 3 mm 410x211.5 | LL001 |
| Lateral corto (16 pzas.) | Acrílico 3 mm 204x211.5 | LC001 |
| Divisor largo (8 pzas.) | Acrílico 3 mm 405x211.5 | D4001 |
| Divisor corto (24 pzas.) | Acrílico 3 mm 210x205 | D2001 |
| Válvula de globo (64 pzas.) | Pza. comercial | s/n |
| Conexión para manguera (64 pzas.) | Pza. comercial | s/n |
| Eslabón (64 pzas.) | Solera Al. 1/8" | E0001 |
| Barra conectora línea (16 pzas.) | Solera Al. 1/8" | BCL01 |
| Remache pop 1/8 | Pza. comercial | s/n |
| Barra Palanca 2 (16 pzas.) | Acero 1015 CR 3/8" | BP201 |
| Barra Palanca 1 (8 pzas.) | Acero 1015 CR 3/4" | BP101 |
| Ensamble Palanca | Acero 1015 CR | EP001 |
| Ensamble de Válvulas | | EV001 |

V.3.- Sistema Sensores

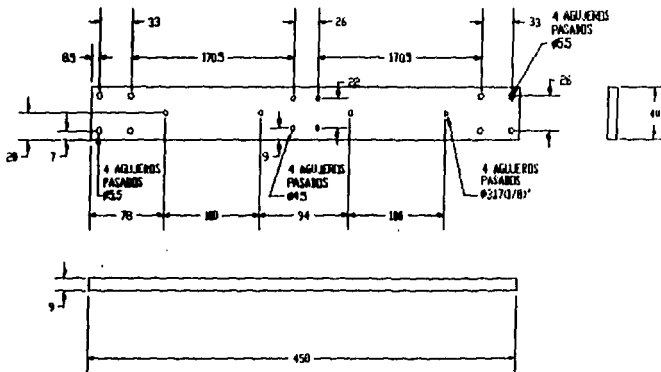
1.- Generalidades.

El arreglo y el tipo de movimiento que tendrán los sensores quedó establecido en el capítulo anterior. La configuración que tendrá el sistema para mover los sensores en los ejes Z y X, será la de un carro principal horizontal que reciba todo el mecanismo superior. Se seleccionó esto por las siguientes razones:

A pesar de los efectos de los momentos de inercia en el eje Z y X, la velocidad y aceleración en los desplazamientos será muy pequeña, por lo que no se espera tener complicaciones por este motivo, además permite tener un diseño más compacto.

La separación entre los sensores está dada de tal forma que cada sensor coincida con el centro de cada recipiente.

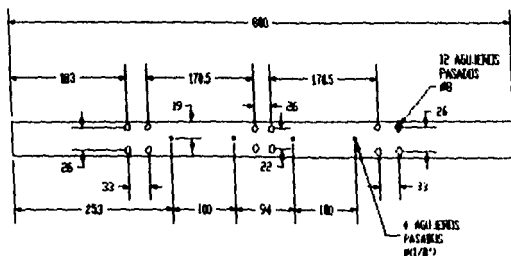
A continuación tenemos algunos de los planos de fabricación de las piezas que formarán el "peine" de sensores, así como su ensamble final y la lista de partes.



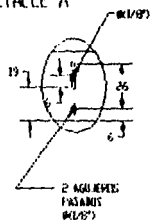
1 PIEZA

| | | | | | | |
|--|----------------------------|---------------------|---|-------------------|---------------|-------------------|
| | PROYECTO MECANISMO P.S. | SISTEMA SENSORES | NOMBRE DE LA PIEZA PLACA DE FIJACION | FECHA 10-02-92 | ESCALA s/n | NO. PIEZA 5803 |
| | DISEÑO SBSG | DEBIDO MRS | MATERIAL PLACA DE ALUMINIO 3/8" | | ACIÓ m | NO. PLANO 1403 |

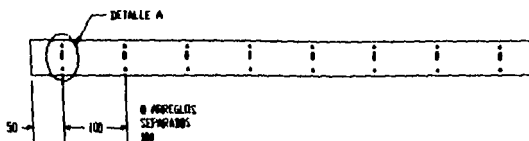
VISTA POSTERIOR



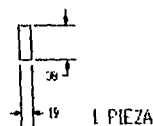
DETALLE A



VISTA FRONTAL

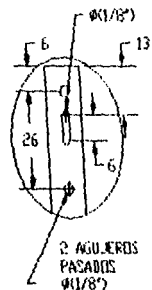


VISTA LATERAL

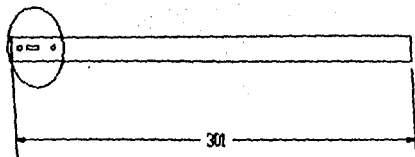


| | | | | | | |
|--|-----------------------------|----------------------|--|---------------------|----------------|---------------------|
| | PROYECTO: MECANISMO P.S. | SISTEMA: SENSORES | NOMBRE DE LA PIEZA: SOPORTE SENSORES | FECHA: 11-6'-96' | ESCALA: 1/1 | NO. PIEZA: 5004 |
| | DISEÑO: SOSG | DEBIDO: SOSG | MATERIAL: PERFIL DE ALUMINIO 15' X 3/4' X 1/16' | | PLANTA: N/A | NO. PLANTA: 5501 |

DETALLE

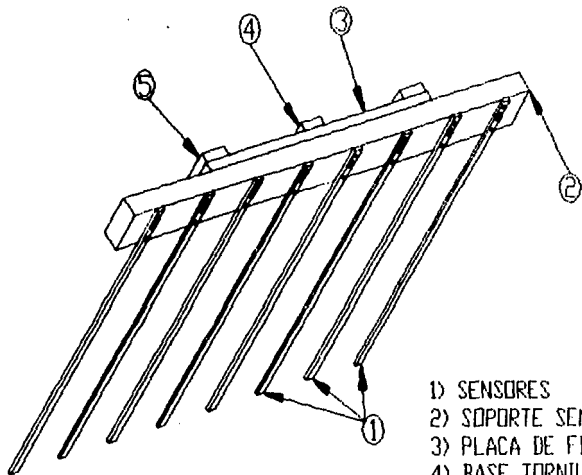


DETALLE





8 PIEZAS

| | | | | | | |
|--|----------------------------|---------------------|---|--------------------|----------------|--------------------|
| | PROYECTO MECANISMO P.S. | SISTEMA SENSORES | NOMBRE DE LA PIEZA SENSORES | FECHA 12-02 '82 | ESCALA 2/11 | No. PIEZA 5975 |
| | DISEÑO SASG | DIBUJO MRS | MATERIAL SOLERA ALUMINIO 1/2" X 1/8" | | NOTA PP | No. PLANO 50001 |



- 1) SENSORES
- 2) SOPORTE SENSORES
- 3) PLACA DE FIJACION
- 4) BASE TORNILLO DE BOLAS
- 5) BASE PLACA DE FIJACION

| | | | | | | |
|---|----------------|----------|---|----------|-----------|-----------|
|  | PROYECTO | SISTEMA | NOMBRE DE LA PIEZA | FECHA | ESCALA | No. PIEZA |
| | METANESMO P.S. | SENSORES | ENSAMBLE S. SENSORES | 00-05-92 | S/N | S/N |
| DESIGNO | DISEÑO | MATERIAL |  | ACOT. | No. PLANO | |
| SBSG | MRS | ALUMINIO | | S/N | E/S01 | |

3.- Diseño de detalle.

Calculando el peso de nuestro sistema.

a) Sensores:

Dimensiones:

a=30 [cm]

b=1.27 [cm]

c=0.32 [cm]

m=pv

Donde:

m:Masa

p:Densidad del aluminio 2.76 [gr/cm³]

$$m = (2.76)(30)(1.27)(0.32)$$

$$m = 34 \text{ [gr]}$$

Considerando 8 sensores:

$$(8)(34) = 272 \text{ [gr]}$$

Suponemos otros 200 [gr] del alambre, conectores y pegamento:

b) Soporte sensores:

Dimensiones:

a=80 [cm]

b=3.8 [cm]

c=1.9 [cm]

espesor=0.15 [cm]

$$m = (2.76)[(80)(3.8)(1.9) - (3.5)(1.6)(80)]$$

$$m = 358 \text{ [gr]}$$

b) Placa de fijación:

Dimensiones:

a=45 [cm]

b=4 [cm]

c=0.9 [cm]

$$m=(2.76)(45)(4)(0.9)$$
$$m=447 \text{ [gr]}$$

c) Base del tornillo de bolas:

Dimensiones:

$$a=4 \text{ [cm]}$$

$$b=3.5 \text{ [cm]}$$

$$c=0.9 \text{ [cm]}$$

$$m=(2.76)(4)(3.5)(0.9)$$
$$m=35 \text{ [gr]}$$

d) base de placa de fijación:

Dimensiones:

$$a=4.4 \text{ [cm]}$$

$$b=3.9 \text{ [cm]}$$

$$c=0.9 \text{ [cm]}$$

$$m=(2.76)(4.4)(3.9)(0.9)$$
$$m=43 \text{ [gr]}$$

Considerando 2 piezas:

$$(2)(43)=86 \text{ [gr]}$$

Peso estimado del peine de sensores:

$$272+200+358+447+35+86=1400 \text{ [gr]}$$
$$=1.4 \text{ [kgf]}$$

Sistema: Sensores (S)

| Nombre de pieza | Materiales | No. plano |
|-------------------------------------|---------------------------|-----------|
| Cable | Calibre 22 | s/n |
| Conector macho (16 pzas.) | Pza. comercial | s/n |
| Base del sensor (8 pzas.) | Pza. comercial | s/n |
| Conector hembra (8 pzas.) | Pza. comercial | s/n |
| Tapas (2 pzas.) | Pza. comercial | s/n |
| Placa de fijación (1 pza.) | Placa Al 3/8" | PF001 |
| Base de placa de fijación (2 pzas.) | Placa Al 3/8" | BPF01 |
| Base del T. de Bolas (1 pza.) | Placa Al 3/8" | BTB01 |
| Soporte de Sensores (1 pza.) | Perfil Al 1.5"x3/4"x1/16" | SS001 |
| Sensores (8 pzas.) | Solera Al 1/2"x1/8" | S0001 |

V.4.- Sistema Conjunto Superior.

1.- Generalidades.

El Sistema Conjunto Superior esta integrado por una serie de piezas tanto comerciales como de fabricación. Este sistema es uno de los más críticos del mecanismo, debido a la alineación que se requiere entre las guías y el tornillo de bolas recirculantes, por lo que muchas piezas tendrán que ser rectificadas, para conseguir esta alineación.

La mayoría de las piezas de fabricación serán de aluminio, por corrosión y carga de trabajo, además de que esto nos reducirá considerablemente los efectos de los momentos de inercia del sistema.

La función principal que desempeñara este sistema es mover verticalmente paíne de sensores, el cual irá acoplado a los bloques de rodamiento lineal y la tuerca del tornillo de bolas.

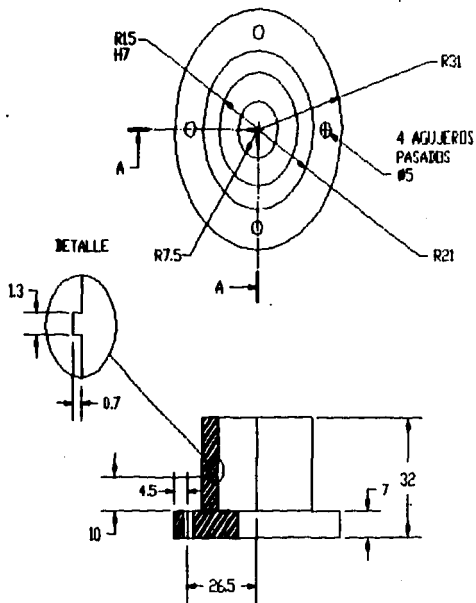
Las guías y el tornillo de bolas estarán acoplados en su parte inferior a una placa de aluminio (puente inferior) reforzada en sus caras para evitar al máximo deflexiones que pudieran tener algún efecto en la alineación. Esta placa es una de las piezas más críticas de todo el sistema, debido al número de barrenos que llevará.

En su parte superior, las guías y el tornillo de bolas estarán acopladas a otra placa de aluminio (puente superior) también reforzada. La cual sostendrá en su parte central al motor de pasos que estará unido por medio de un cople al tornillo de bolas. El motor llevará unas pequeñas calzas de aluminio para evitar un trasiape entre su flecha y el tornillo de bolas.

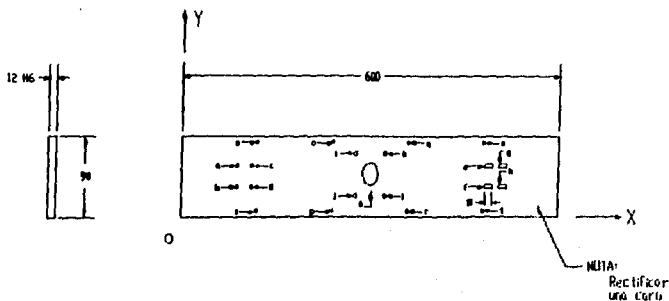
Las dos guías estarán fijas de sus extremos a los puentes por medio de unos candeleros cuadrados ranurados; en cambio el tornillo de bolas únicamente estará fijo al puente inferior por medio de un candelero redondo con rodamiento; y en su parte superior no tocara el puente y estará solamente acoplado a la flecha del motor como se había ya mencionado.

Todo este sistema estará montado sobre lo que llamamos Sistema Conjunto Inferior, que es el siguiente sistema a diseñar.

Los siguientes dibujos de fabricación y ensamble darán una idea más clara y precisa de la configuración de este sistema.



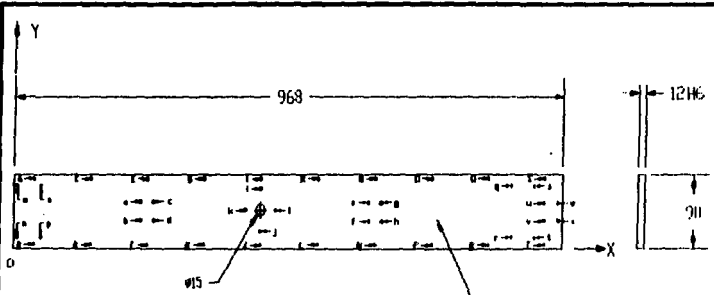
| | | | | | | |
|--------|----------------|---------------------|-----------------------|----------|--------|----------|
| | PROYECTO | SISTEMA | NOMBRE DE LA PIEZA | FECHA | ESCALA | Nº PIEZA |
| | MECANISMO P.S. | CONJUNTO SUPERIOR | CANDELEROS MOVIMIENTO | 13-02-92 | 5/8 | 1586 |
| DISEÑO | DIBUJO | MATERIAL | | | ACTO | Nº PLANO |
| SBSG | SBSG | ALUMINIO BARRA 3/4" | | | 100 | 1.000 |



| | A | B | C | D | E |
|-----|----|----|----|----|----|
| 1 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 2 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 3 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 4 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 5 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 6 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 7 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 8 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 9 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 11 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 12 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 13 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 14 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 15 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 16 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 17 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 18 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 19 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 20 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 21 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 22 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 23 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 24 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 25 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 26 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 27 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 28 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 29 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 30 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 31 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 32 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 33 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 34 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 35 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 36 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 37 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 38 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 39 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 40 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 41 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 42 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 43 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 44 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 45 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 46 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 47 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 48 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 49 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 50 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 51 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 52 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 53 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 54 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 55 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 56 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 57 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 58 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 59 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 60 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 61 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 62 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 63 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 64 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 65 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 66 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 67 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 68 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 69 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 70 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 71 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 72 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 73 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 74 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 75 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 76 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 77 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 78 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 79 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 80 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 81 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 82 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 83 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 84 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 85 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 86 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 87 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 88 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 89 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 90 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 91 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 92 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 93 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 94 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 95 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 96 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 97 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 98 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 99 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 100 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |

1 PIEZA

| | | | | | | |
|--|-----------------------------|------------------------------|---------------------------------------|--------------------|----------------|---------------------|
| | PROYECTO: MECANISMO P.S. | SISTEMA: COMANDO SUPERIOR | NOMBRE DE LA PIEZA: PLACA SUPERIOR | FECHA: 10-10-92 | ESCALA: 5/1 | Nº. PIEZA: C006 |
| | DISEÑO: SOSG | DEJUD: MRS | MATERIAL: PLACA DE ALUMINIO 1/2" | | ACII: ms | Nº. PLANO: PS001 |



| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|
| A | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | |
| B | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | |
| C | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | |
| D | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 | |
| E | 101 | 102 | 103 | 104 | 105 | 106 | 107 | 108 | 109 | 110 | 111 | 112 | 113 | 114 | 115 | 116 | 117 | 118 | 119 | 120 | 121 | 122 | 123 | 124 | 125 | |
| F | 126 | 127 | 128 | 129 | 130 | 131 | 132 | 133 | 134 | 135 | 136 | 137 | 138 | 139 | 140 | 141 | 142 | 143 | 144 | 145 | 146 | 147 | 148 | 149 | 150 | |
| G | 151 | 152 | 153 | 154 | 155 | 156 | 157 | 158 | 159 | 160 | 161 | 162 | 163 | 164 | 165 | 166 | 167 | 168 | 169 | 170 | 171 | 172 | 173 | 174 | 175 | |
| H | 176 | 177 | 178 | 179 | 180 | 181 | 182 | 183 | 184 | 185 | 186 | 187 | 188 | 189 | 190 | 191 | 192 | 193 | 194 | 195 | 196 | 197 | 198 | 199 | 200 | |
| I | 201 | 202 | 203 | 204 | 205 | 206 | 207 | 208 | 209 | 210 | 211 | 212 | 213 | 214 | 215 | 216 | 217 | 218 | 219 | 220 | 221 | 222 | 223 | 224 | 225 | |
| J | 226 | 227 | 228 | 229 | 230 | 231 | 232 | 233 | 234 | 235 | 236 | 237 | 238 | 239 | 240 | 241 | 242 | 243 | 244 | 245 | 246 | 247 | 248 | 249 | 250 | |
| K | 251 | 252 | 253 | 254 | 255 | 256 | 257 | 258 | 259 | 260 | 261 | 262 | 263 | 264 | 265 | 266 | 267 | 268 | 269 | 270 | 271 | 272 | 273 | 274 | 275 | |
| L | 276 | 277 | 278 | 279 | 280 | 281 | 282 | 283 | 284 | 285 | 286 | 287 | 288 | 289 | 290 | 291 | 292 | 293 | 294 | 295 | 296 | 297 | 298 | 299 | 300 | |
| M | 301 | 302 | 303 | 304 | 305 | 306 | 307 | 308 | 309 | 310 | 311 | 312 | 313 | 314 | 315 | 316 | 317 | 318 | 319 | 320 | 321 | 322 | 323 | 324 | 325 | |
| N | 326 | 327 | 328 | 329 | 330 | 331 | 332 | 333 | 334 | 335 | 336 | 337 | 338 | 339 | 340 | 341 | 342 | 343 | 344 | 345 | 346 | 347 | 348 | 349 | 350 | |
| O | 351 | 352 | 353 | 354 | 355 | 356 | 357 | 358 | 359 | 360 | 361 | 362 | 363 | 364 | 365 | 366 | 367 | 368 | 369 | 370 | 371 | 372 | 373 | 374 | 375 | |
| P | 376 | 377 | 378 | 379 | 380 | 381 | 382 | 383 | 384 | 385 | 386 | 387 | 388 | 389 | 390 | 391 | 392 | 393 | 394 | 395 | 396 | 397 | 398 | 399 | 400 | |
| Q | 401 | 402 | 403 | 404 | 405 | 406 | 407 | 408 | 409 | 410 | 411 | 412 | 413 | 414 | 415 | 416 | 417 | 418 | 419 | 420 | 421 | 422 | 423 | 424 | 425 | |
| R | 426 | 427 | 428 | 429 | 430 | 431 | 432 | 433 | 434 | 435 | 436 | 437 | 438 | 439 | 440 | 441 | 442 | 443 | 444 | 445 | 446 | 447 | 448 | 449 | 450 | |
| S | 451 | 452 | 453 | 454 | 455 | 456 | 457 | 458 | 459 | 460 | 461 | 462 | 463 | 464 | 465 | 466 | 467 | 468 | 469 | 470 | 471 | 472 | 473 | 474 | 475 | |
| T | 476 | 477 | 478 | 479 | 480 | 481 | 482 | 483 | 484 | 485 | 486 | 487 | 488 | 489 | 490 | 491 | 492 | 493 | 494 | 495 | 496 | 497 | 498 | 499 | 500 | |
| U | 501 | 502 | 503 | 504 | 505 | 506 | 507 | 508 | 509 | 510 | 511 | 512 | 513 | 514 | 515 | 516 | 517 | 518 | 519 | 520 | 521 | 522 | 523 | 524 | 525 | |
| V | 526 | 527 | 528 | 529 | 530 | 531 | 532 | 533 | 534 | 535 | 536 | 537 | 538 | 539 | 540 | 541 | 542 | 543 | 544 | 545 | 546 | 547 | 548 | 549 | 550 | |
| W | 551 | 552 | 553 | 554 | 555 | 556 | 557 | 558 | 559 | 560 | 561 | 562 | 563 | 564 | 565 | 566 | 567 | 568 | 569 | 570 | 571 | 572 | 573 | 574 | 575 | |
| X | 576 | 577 | 578 | 579 | 580 | 581 | 582 | 583 | 584 | 585 | 586 | 587 | 588 | 589 | 590 | 591 | 592 | 593 | 594 | 595 | 596 | 597 | 598 | 599 | 600 | |
| Y | 601 | 602 | 603 | 604 | 605 | 606 | 607 | 608 | 609 | 610 | 611 | 612 | 613 | 614 | 615 | 616 | 617 | 618 | 619 | 620 | 621 | 622 | 623 | 624 | 625 | |
| Z | 626 | 627 | 628 | 629 | 630 | 631 | 632 | 633 | 634 | 635 | 636 | 637 | 638 | 639 | 640 | 641 | 642 | 643 | 644 | 645 | 646 | 647 | 648 | 649 | 650 | |

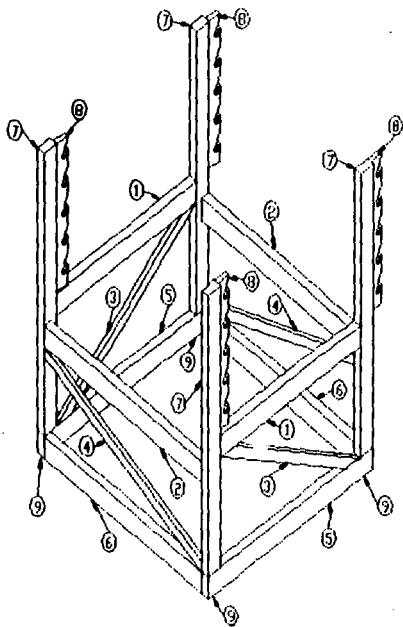
NOTA: TENER LAS DIMENSIONES DE ESTA TABLA SIN APILARLAS A UN 0.3 DE PRECISIÓN

NOTA:

RECTIFICAR AMBAS CARAS

1 PIEZA

| | | | | | | |
|--|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|--------------------|----------------|----------------------|
| | PROYECTO: MECANISMO P.S. | SISTEMA: CONTROLER SUPERIOR | NOMBRE DE LA PIEZA: PLACA INTERIOR | FECHA: 13-02-92 | ESCALA: 5/8 | No. PIEZA: CS18 |
| | DISEÑO: SIBIG | TITULO: HRS | MATERIAL: PLACA DE ALUMINIO 1/2" | | ACIÚ: MS | No. PLANOS: F.001 |



- 1) LARGUERO 1
- 2) LARGUERO 2
- 3) LARGUERO 3
- 4) LARGUERO 4
- 5) LARGUERO 5
- 6) LARGUERO 6
- 7) LARGUERO 7
- 8) LARGUERO 8
- 9) R. RUEDAS



PROYECTO
MECANISMO P.S.

SISTEMA
CARRO

NOMBRE DE LA PIEZA
ENSAMBLE SIST. CARRO

FECHA
07-15-52

ESCALA
3/4"

Nº PIEZA
5/1

DISEÑO
SDSG

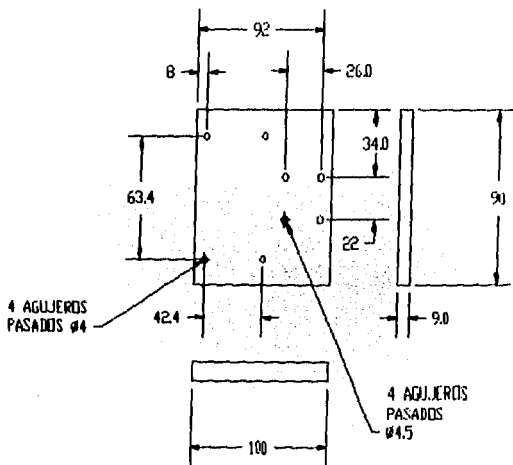
DEBIDO
MRS

MATERIAL
PTB CAL. 14 y 18 PROLANSA



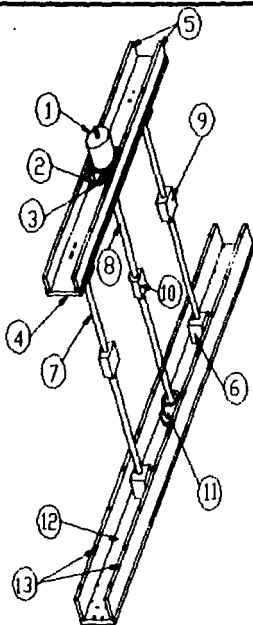
METRO
5/8"

Nº PLANO
ES01



1 PIEZA

| | | | | | | |
|--|----------------------------|------------------------------|---------------------------------------|-------------------|---------------|------------------|
| | PROYECTO MECANISMO P.S. | SISTEMA CONJUNTO SUPERIOR | NOMBRE DE LA PIEZA EXTENSION MOTOR | FECHA 13-12-82 | ESCALA 2/3 | Nº PIEZA 0504 |
| | DISEÑO SDSC | DIBUJO SDSC | MATERIAL PLACA DE ALUMINIO 3/32" | | AUTO pen | Nº PLANO EMAN |



- 1.- MOTOR
- 2.- BARRAS
- 3.- COPLÉ
- 4.- PLACA SUPERIOR
- 5.- REFUERZOS SUPERIORES
- 6.- CANDELERO RANURADO
- 7.- GUIA
- 8.- TORNILLO DE BOLLAS
- 9.- BLOQUE DE RODAMIENTO LINEAL
- 10.- TUERCA DEL TORNILLO DE BOLLAS
- 11.- CANDELERO RODAMIENTO
- 12.- PLACA INFERIOR
- 13.- REFUERZOS INFERIORES

| | | | | | | |
|-------|----------------|-------------------|---------------------|----------|--------|----------|
| | PROYECTO | SISTEMA | NOMBRE DE LA PIEZA | FECHA | ESCALA | Nº PIEZA |
| | MECANISMO P.S. | CONJUNTO SUPERIOR | ENSAMBLE S. C. SUP. | 08-05-92 | S/N | S/N |
| INVEN | DIBAJA | MATERIAL | | | ALOR | Nº PLANO |
| SDSG | IRFS | | | | S/N | ESCS1 |

3.- Diseño de detalle.

Guías

Seleccionamos guías marca THK de 500 mm de largo, con rodamiento tipo SC130U con sello.

Vida nominal

$$L = \left(\frac{P_b P_c P_t}{F_w} \cdot \frac{C}{P_a} \right)^3 \times 50$$

Donde:

L: Vida nominal (km)

C: Carga dinámica básica (52 kgf)

P_c: Carga calculada (peso del "peine" de sensores (1.4 kgf)

P_t: Factor de temperatura (temperatura de operación < a 100 °C)

P_c: Factor de contacto (1 rodamiento por guía)

F_w: Factor de carga (velocidad < 15 m/min)

F_b: Factor de dureza (rockwell 60C)

$$L = \left(\frac{1 \times 1}{1.5} \cdot \frac{52}{1.4} \right)^3 \times 50$$

$$L = 759140 \text{ (km)}$$

Fricción en la guías.

$$F = \mu \cdot W + f$$

Donde:

F: Resistencia de fricción (kgf)

W: Carga calculada (kgf)

f: Resistencia del sello

μ: Coeficiente de fricción

$$F = (0.09)(1.4) + 1.6$$

$$F = 1.73 \text{ (kgf)}$$

$$F = 0.864 \text{ (kgf) En cada guía.}$$

Tornillo de bolas.

Seleccionamos un tornillo de bolas recirculantes marca THK de 500 mm con tuerca modelo BNT 1404 C.

1) Carga axial permisible

(1) Carga axial de atascue

$$P = \frac{E n^3 B T}{l a^3}$$

Donde:

P: Carga de atascue (kgf)

la: Distancia de montaje (500 mm.)

E: MÓdulo de elasticidad lineal (2.1×10^4 kgf/mm²)

I: Mínimo Momento de inercia del área roscada (mm⁴)

$$I = \frac{\pi d_1^4}{64}$$

d₁: Diámetro de raíz (11.5 mm)

n: Coeficiente de montaje para condiciones de fijo y soportado (2.0)

$$I = \frac{\pi (11.5)^4}{64}$$

$$I = 858.54 \text{ [mm}^4 \text{]}$$

$$P = \frac{2.0 (m^3) (2.1 \times 10^4) (858.54)}{(500)^3}$$

$$P = 1423 \text{ [kgf]}$$

Por razones de seguridad se reduce en un 50% de su valor

$$P = (0.5) (1423)$$

$$P = 711 \text{ [kgf]}$$

2) Velocidad de rotación permisible

(1) Velocidad crítica

$$N_c = \frac{60A^3}{2\pi I_1^2} \sqrt{\frac{EIG}{VA}}$$

Donde:

N_c: Velocidad crítica (rpm)

l_b: Distancia de montaje (500 mm)

E: Módulo de elasticidad (2.1x10⁴ kgf/mm²)

I: Mínimo Momento de inercia del área roscada (mm⁴)

g: Gravedad (9.8 x10³ mm/seg²)

v: Gravedad específica (7.85 x 10⁻⁶ kgf/mm³)

A: Área de la sección roscada

d₁: Diámetro de raíz

$$A = \frac{\pi d_1^2}{4}$$

$$A = 103.86 \text{ [mm}^2\text{]}$$

lambda: C. de montaje para condiciones de fijo soportado (3.927)

$$N_c = \frac{60(3.927)^2}{2\pi(500)^2} \sqrt{\frac{(2.1 \times 10^4)(858.54)(9.8 \times 10^3)}{(7.85 \times 10^{-6})(103.87)}}$$

$$N_c = 8671 \text{ [rpm]}$$

Por razones de seguridad, reducimos la velocidad a el 50% de su valor.

$$(8671)(.5) = 4335.5 \text{ [rpm]}$$

$$N_c = 4335.5 \text{ [rpm]}$$

[2] Valor DN

DNc<=70000

D: Diámetro de paso de la flecha (14.4mm)

Nc: Velocidad crítica (rpm)

$$Nc <= 70000 / 14.4$$

$$Nc << 4861 \text{ [rpm]}$$

Con un avance de 4 [mm] y una velocidad de 3 [cm/s] se necesitan:

$$3 / 0.4 \times 60 = 450 \text{ [rpm]}$$

$$\text{vel} = 450 \text{ [rpm]} << 4861 \text{ [rpm]}$$

La velocidad de operación es mucho menor a la velocidad crítica.

3) Vida útil

[1] Vida de rotación

$$L = \left[\frac{C_a}{F_w F_a} \right]^3 \times 10^6$$

Donde:

L: Vida (rotación) (rev)

C_a: Carga dinámica que resiste (570 kgf)

F_w: Factor de carga para movimiento ordinario (1.5)

F_a: Carga axial (kgf)

Cálculo de la carga axial que soporta.

$$F_a = W_p + W_t + W_b + F_1 + F_2$$

Donde:

W_p: Peso del peine de sensores (1.4 kgf)

W_t: Peso de la tuerca del tornillo de bolas (0.300 kgf aprox.)

W_0 = Peso de los bloques de las guías (0.123 kgf)

F_1 = Fricción en la guía 1 (0.86 kgf)

F_2 = Fricción en la guía 2 (0.86 kgf)

$$F_a = 1.4 + 0.3 + 2(0.123) + 0.86 + 0.86$$

$$F_a = 3.666 \text{ [kgf]}$$

$$L = \left[\frac{570}{(1.5)(3.666)} \right]^3 \times 10^6$$

$$L = 1.11 \times 10^{12} \text{ [rev]}$$

[2] Vida como tiempo

$$L_a = \frac{L}{60n}$$

Donde:

L_a : Vida como tiempo (hr)

n: Revoluciones por minuto (450 rpm)

$$L_a = \frac{1.11 \times 10^{12}}{(60)(450)}$$

$$L_a = 4.12 \times 10^6 \text{ [hr]}$$

En base a los cálculos anteriores concluimos que la selección del tornillo de bolas fue la adecuada.

Se selecciona un tornillo con PRECARGA para aumentar rigidez y disminuir juego (backlash).

Motor

Selección del motor

$$T_m = T_p + T_d + T_j$$

Donde:

T_m : Par del motor (kgf-cm)

T_p : Par debido a la fricción de la carga externa (kgf-cm)

T_d : Par debido a precarga (No hay precarga)

T_j : Par debido a inercia (kgf-cm)

$$T_p = \frac{F_a \cdot l}{2\pi n}$$

Donde:

F_a : Carga axial (3.66 kgf)

l : Avance (0.4 cm)

n : Eficiencia (0.8)

$$T_p = \frac{(3.66)(0.4)}{2\pi(0.8)}$$

$$T_p = 0.3 \text{ [kgf-cm]}$$

$$T_j = J_m \cdot \omega$$

$$T_j = \frac{2J_m \cdot \pi n}{60t}$$

Donde:

J_m : Momento de inercia actuando en el motor (kg.cm.sec²)

ω : Aceleración angular de la flecha del motor (rad/seg²)

n : Velocidad de la flecha del motor (450 rpm)

t : Tiempo para la aceleración (1 seg)

$$J_m = J_1 + J_2 = \frac{F \pi}{g} \left[\frac{L}{2\pi} \right]^2$$

Donde:

J_1 : Momento de inercia del tornillo de bolas (kgf-cm-seg²)

J_2 : Momento de inercia del motor (kgf-cm-seg²)

l : Avance de la tuerca del tornillo de bolas (0.4 cm/rev)

g : Gravedad (980 cm/seg²)

$$J_1 = \frac{\pi \cdot \Gamma \cdot L \cdot d^4}{32g}$$

Donde:

Γ : Peso por unidad de volumen (7.85×10^{-3} kgf/cm³)

L : Longitud del tornillo de bolas (50 cm)

d : Diámetro de la flecha (1.4 cm)

$$J_1 = \frac{\pi (7.85 \times 10^{-3}) (50) (1.4)^4}{32 (980)}$$

$$J_1 = 1.51 \times 10^{-4} \text{ [kgf-cm-seg}^2\text{]}$$

Proponemos un motor de pasos Techno/DSG HL2100M3450

Datos técnicos:

Paso angular (1.8°)

Torque sostenido (55 N-cm)

Diámetro de carcasa (5.46 cm)

Largo de la carcasa (5.1 cm)

Peso (0.56 kgf)

Momento de inercia del motor (considerandolo como un cilindro homogéneo)

$$J_2 = \frac{1}{2} m^2 R$$

Donde:

m: Masa del motor (0.54 kg)

R: Radio de la carcaza del motor (2.73 cm)

$$m = \frac{(0.54)}{980}$$

$$m = 0.00055 \text{ [kgf-sec/cm}^2 \text{]}$$

$$J_2 = \frac{1}{2} (0.00055) (2.73)^2$$

$$J_2 = 2.04 \times 10^{-3} \text{ [kgf-cm-sec}^2 \text{]}$$

$$J_m = 1.51 \times 10^{-4} + 2.04 \times 10^{-3} + \frac{3.66}{980} \left(\frac{0.4}{2\pi} \right)^2$$

$$J_m = 2.20 \times 10^{-3} \text{ [kgf-cm-sec}^2 \text{]}$$

$$T_j = 2\pi (2.20 \times 10^{-3}) \frac{(450)}{(60)(1)}$$

$$T_j = 0.103 \text{ [kgf-cm]}$$

$$T_m = 0.3 + 0.103$$

$$T_m = 0.4 \text{ [kgf-cm]}$$

$$T_m = 4 \text{ [N-cm]} < 55 \text{ [N-cm]}$$

El torque necesario para desplazar el peine de sensores es mucho menor que el torque del motor.

Por lo tanto seleccionamos un motor Techno/DSG HL2100TM3450.

Avance = 0.4 [cm/rev]

Velocidad deseada = 3 [cm/seg]

$$\frac{3}{0.4} = 7.5 [rev/seg] = 450 [rpm]$$

$$\frac{360^\circ}{1.8^\circ} = 200 [pulsos/rev]$$

$$(7.5)(200) = 1500 [pulsos/seg]$$

A continuación vamos a calcular los pesos aproximados de cada uno de los elementos que componen nuestro sistema.

1.- Barras (aluminio).

$p = 2.768 \text{ [gr/cm}^3\text{]}$

$$m = (2.768)[(6.1)(2.54)(1.2)]$$

$$m = 51 \text{ [gr]}$$

Considerando 2 barras $2(50) = 102 \text{ [gr]}$
 $= 0.1 \text{ [kgf]}$

2.- Cople (acero).

$p = 7.83 \text{ [gr/cm}^3\text{]}$

$$m = (7.83)[(\pi/4)[(1.8)^2(3.2) - (0.63)^2(1.2) - (0.8)^2(1.2)]$$

$$m = 56 \text{ [gr]}$$

$$= 0.056 \text{ [kgf]}$$

3.- Candelero ranurado (acero)

$$m = (7.83)[(4.5)(3.8)(3.8) - (\pi/4)(1.3)^2(4.5)]$$
$$m = 462 \text{ [gr]}$$

Considerando 4 candeleros $4(462)=1848$ [gr]
=1.8 [kgf]

4.- Candelero rodamiento (aluminio).

$$m=2.76(w/4)[(0.7)[(6.2)^2-(1.5)^2]+(2.5)[(4.2)^2-(1.5)^2]]$$

m=102 [gr]
=0.1 [kgf]

5.- Guías (acero).

$$m=(7.83)(w/4)(1.3)^2(50)$$

m=519 [gr]
= 0.5 [kgf]

6.- Tornillo de bolas (acero).

$$m=(7.83)(w/4)(1.4)^2(50)$$

m=602 [gr]
=0.6 [kgf]

7.- Tuerca del tornillo de bolas (0.3 kgf aprox).

8.- Peso de los bloques de las guías (0.123 kgf).

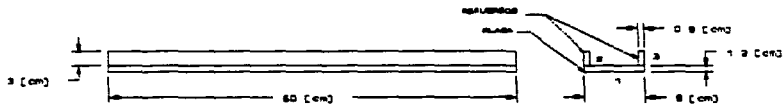
9.- Peso del rodamiento (acero).

$$m=(7.83)(w/4)(0.9)[(3)^2-(1)^2]$$

m=44 [gr]
=0.044 [kgf]

Puente Superior.

Se optó por el uso de placa de aluminio de 1/2" rectificada a 12 mm con dos refuerzos de 3/8" para evitar al máximo deflexiones.



Material: aluminio.
 Al 6061-T6 (1% Mg)
 $\rho = 2.768 \text{ (gr/cm}^3\text{)}$
 $E = 0.70 \times 10^6 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$

Peso del puente

$$m = 2.76[(60)(9)(1.2) + (2)(60)(3)(0.9)]$$

$$m = 2700 \text{ (gr)}$$

$$= 2.7 \text{ (kgf)}$$

Nuestro puente quedará cargado de la siguiente forma:

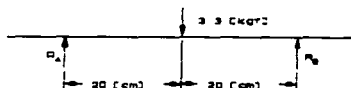


Donde:

W_a : Peso del motor (kgf).
 W_b : Peso de las barras (kgf).
 W_p : Peso del puente (kgf).

Con lo que podemos calcular nuestra placa sometida a flexión.

Análisis a la flexión.



$$(\rightarrow) \sum F_y = 0$$

$$R_A + R_B = 3.3 \text{ [kgf]}$$

Haciendo sumatoria de momentos alrededor del punto A.

$$\rightarrow \sum M_A = 0$$

$$R_B(40) - (3.3)(20) = 0$$

$$R_B = 1.7 \text{ [kgf]}$$

$$R_A = 1.7 \text{ [kgf]}$$

Para obtener el punto donde ocurre el máximo esfuerzo, haremos un diagrama de cortante como sigue.



El momento flexionante máximo se encuentra donde el cortante es cero, por lo tanto este se encuentra a la mitad de la placa, $x=20$ [cm] a partir del punto A.

La suma de momentos partiendo del punto A es:

$$0 < x < 20 \quad Mf = 1.7x$$

$$20 < x < 40 \quad Mf = 1.7x - 3.3(x - 20)$$

$$\text{Con } x = 20, \quad Mf = 33 \text{ [kgf-cm]}$$

Nuestro diagrama del Momento flexionante máximo es:



Calculando el momento de inercia con la ecuación:

$$I_{ms} = \frac{bh^3}{12}$$

| Elemento | A | Y | Ay | I _{ic} |
|----------|------|-----|-------|-----------------|
| 1 | 10.0 | 0.6 | 6.48 | 1.3 |
| 2 | 2.7 | 2.7 | 7.29 | 2.025 |
| 3 | 2.7 | 2.7 | 7.29 | 2.025 |
| | 16.2 | | 21.06 | |

Obtenemos el centroide.

$$y=1.3 \text{ [cm]}$$

Aplicando el teorema de Steiner.

$$I_1 = I_c + Ad^2$$

Elemento 1.

$$I_1 = 1.3 + (10.8)(0.7)^2$$

$$I_1 = 6.6 \text{ [cm}^4\text{]}$$

Elemento 2 y 3.

$$I_1 = 2.025 + (2.7)(1.4)^2$$

$$I_1 = 7.32 \text{ [cm}^4\text{]}$$

$$I_{1 \text{ total}} = 6.6 + 2(7.32)$$

$$I_{1 \text{ total}} = 21.3 \text{ [cm}^4\text{]}$$

Posteriormente se determina la flecha máxima que equivaldría a la flexión sufrida por el puente debido a las cargas que en él intervienen.

$$y_{\max} = \frac{WZ^2}{48EI}$$

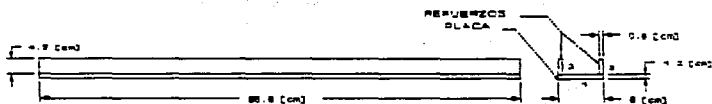
$$y_{\max} = \frac{(3.3)(40)^2}{(48)(0.7 \times 10^6)(21.3)}$$

$$y_{\max} = 3 \times 10^{-4} \text{ [cm]}$$

Con este valor se sabrá que la deflexión sufrida por el puente debido a las cargas es despreciable; por lo tanto está trabajando en un alto grado de seguridad. Además de que no existirán problemas de alineación debido a deflexión.

Puente Inferior.

Para el puente inferior también usaremos placa de aluminio de 1/2" rectificada a 12 [mm] con refuerzos de 3/8".



Peso del puente.

$$m = 2.768[(96.8)(9)(1.2) + 2(96.8)(4.5)(0.9)]$$

$$m = 5000 \text{ [gr]}$$

$$= 5 \text{ [kgf]}$$

Fuerzas que actúan sobre el puente.



Donde:

$$F_1 = F_4 = W_g + (W_p/3) + W_c$$

$$F_2 = W_b + W_t + W_{cr} + W + W_{ps} + W_j + W_{cp} + (W_p/3)$$

W_g : Peso de la guías (0.519 kgf).

W_p : Peso total del puente superior (3.3 kgf).

W_c : Peso de los candeleros ranurados (1.8 kgf).
 F_p : Peso del puente inferior (5 kgf).
 W_{tb} : Peso del tornillo de bolas (0.602 kgf).
 W_t : Peso de la tuerca del Tornillo de bolas (0.300 kgf).
 W_{cr} : Peso del candeleros rodamiento (0.10 kgf).
 W_r : Peso del rodamiento (0.044 kgf).
 W_{ps} : Peso del peine de sensores (1.4 kgf).
 W_b : Peso de los bloques de la guías (0.123 kgf).
 W_{cp} : Peso del cople (0.056 kgf).

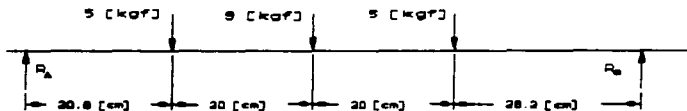
$$F_1 = 0.519 + (3.3/3) + 2(1.8)$$

$$F_1 = F_3 = 5 \text{ [kgf]}$$

$$F_2 = 0.602 + 0.3 + 0.100 + 0.044 + 1.4 + 2(0.123) + 0.056 + (3.3/3)$$

$$F_2 = 4 \text{ [kgf]}$$

Calculando nuestro puente sometido a flexión.



$$(\sum) \sum F_y = 0$$

$$R_A + R_B = 19 \text{ [kgf]}$$

Haciendo sumatoria de momentos alrededor del punto A.

$$\sum \curvearrowright IM_A = 0$$

$$-5(20.8) - 9(40.8) - 5(60.8) + R_B (87.04)$$

$$R_B = 9 \text{ [kgf]}$$

$$R_A = 10 \text{ [kgf]}$$

A partir del siguiente diagrama de cortante podemos obtener el punto donde ocurre el máximo momento flexionante.



El momento flexionante máximo ocurre donde el cortante es cero, este se encuentra por lo tanto a 40.8 (cm) del punto A.

Las ecuaciones para el momento flexionante partiendo del punto A son:

$$0 < x < 20.8 \quad M_f = 10x$$

$$20.8 < x < 40.8 \quad M_f = 10x - 5(x - 20.8)$$

$$40.8 < x < 60.8 \quad M_f = 10x - 5(x - 20.8) - 9(x - 40.8)$$

$$\text{Para } x = 40.8 \quad M_f = 308 \text{ [kgf-cm]}$$

El diagrama de momento flexionante máximo es:



Obtenemos el momento de inercia.

| Elemento | A | y | Ay | I_{ic} |
|----------|------|------|------|----------|
| 1 | 10.8 | 0.6 | 6.48 | 1.3 |
| 2 | 4.05 | 3.45 | 14 | 6.83 |
| 3 | 4.05 | 3.45 | 14 | 6.83 |
| | 19 | | 34.5 | |

Obtenemos el centroide:

$$y=1.8 \text{ [cm]}$$

Con el teorema de Steiner obtenemos:

Elemento 1.

$$I_1 = 1.3 + 10.8(1.2)^2$$

$$I_1 = 17 \text{ [cm}^4\text{]}$$

Elemento 2 y 3.

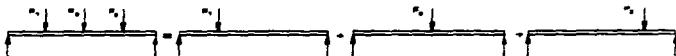
$$I_2 = 6.83 + (4.05)(1.65)^2$$

$$I_2 = 18 \text{ [cm}^4\text{]}$$

$$I_x \text{ total} = 17 + 2(18)$$

$$I_x \text{ total} = 53 \text{ [cm}^4\text{]}$$

Se determinará la flecha máxima de nuestro puente por el método de superposición.



A continuación obtenemos la deflexión de cada caso aplicando la ecuación:

$$y = \frac{F a (l^3 - a^3)^{3/2}}{9\sqrt{3} E I}$$

1o caso.

Datos:

a=20.8 [cm]

F₁=5 [kgf]

l=87.04 [cm]

$$Y_1 = 1.25 \times 10^{-3} \text{ [cm]}$$

2o caso.

Datos:

a=40.8 [cm]

F₂=9 [kgf]

l=87.04 [cm]

$$Y_2 = 3.3 \times 10^{-3} \text{ [cm]}$$

3o caso.

Datos:

a=26.24 [cm]

F₃=5 [kgf]

$$Y_3 = 1.5 \times 10^{-3} \text{ [cm]} \quad l=87.04 \text{ [cm]}$$

$$Y_{\text{tot}} = Y_1 + Y_2 + Y_3$$

$$Y_{\text{tot}} = 6.04 \times 10^{-3} \text{ [cm]}$$

El valor de la deflexión es despreciable, por lo que se espera que no existan problemas de alineación debido a esto.

SISTEMA:Conjunto superior (CS)

| Nombre de pieza | Materiales | No.plano |
|--------------------------------------|------------------------|-----------------|
| Motor 51 (1 pza.) | Pza. comercial Lintech | s/n |
| Cople mitad propulsora (1 pza.) | CR. barra 3/4"x40 | CMP01 |
| Cople mitad impulsora (1 pza.) | CR. barra 3/4"x40 | CMI01 |
| Inserto de Hule (1 pza.) | Hule de 9 mm | IHO01 |
| Placa superior (1 pza.) | Placa Al 1/2" | PSO01 |
| Refuerzo superior (2 pzas.) | Placa Al 3/8" | RSO01 |
| Candelero rodamiento (1 pza.) | Al. barra 1 3/4"x 50 | CR001 |
| Rodamiento autoalineable (1 pza.) | Pza. comercial FAG | s/n |
| Tornillo de bolas (1 pza.) | Pza. comercial THK | s/n |
| Tuerca del T. de bolas (1 pza.) | Pza. comercial THK | s/n |
| Guía (2 pzas.) | Pza. comercial THK | s/n |
| Bloque rodamiento lineal (2 pzas.) | Pza. comercial THK | s/n |
| Candelero ranurado (4 pzas.) | Cuadrado Ac. 1 1/2"x50 | CRA01 |
| Tornillo allen No. 4 (60 pzas.) | Pza. comercial | s/n |
| Placa inferior (1 pza.) | Placa Al 1/2" | PI001 |
| Refuerzo de placa inferior (2 pzas.) | Placa Al 3/8" | RI001 |
| Seguro retención rodamiento (1 pza.) | N5000-18 Waldes Truarc | s/n |
| Tornillo allen No. 6 (8 pzas.) | Pza. comercial | s/n |
| Barra (2 pzas.) | Placa Al 1/2" | B0001 |

V.5.- Sistema Conjunto Inferior.

1.- Generalidades.

Sobre este sistema va montado nuestro carro principal horizontal y su función primordial es desplazar a éste a través del recipiente modular.

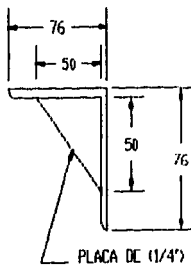
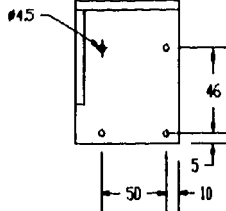
Este sistema esta formado básicamente por unas guías con sus rodamientos sobre los cuales estará montado nuestro carro principal, además de un tornillo de bolas similar al anterior, que nos transmitira el movimiento proporcionado por un motor de pasos.

Uno de los principales problemas en el diseño de este sistema, fue el de evitar al máximo las deflexiones en las guías, pues esto nos afectaría la alineación de las mismas, lo que nos causaría problemas en el desplazamiento del carro horizontal principal. Esto se evitó, seleccionando unas guías soportadas por un riel con un rodamiento abierto como podemos ver en el anexo de copias de catalogo.

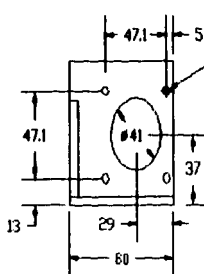
El tornillo de bolas estará soportado en un extremo por un candelero con rodamiento y en el otro extremo irá unido a la flecha del motor de pasos por medio de un cople. El candelero y el motor estarán soportados a su vez por unos ángulos de acero como podemos apreciar en dibujo de ensamble.

A continuación tenemos los dibujos de fabricación y ensamble.

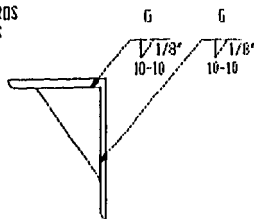
4 AGUJEROS PASADOS



PLACA DE (1/4")



4 AGUJEROS ROSCADOS M5



INDICACIONES PARA SOLDADURA

1 PIEZA



PROYECTO MECANISMO P.S.

SISTEMA CONJUNTO INFERIOR

NUMERO DE LA PIEZA SOPORTE MOTOR

FECHA 17-02-92

Escala 5/8

NO PIEZA COTI

DISENO SDSG

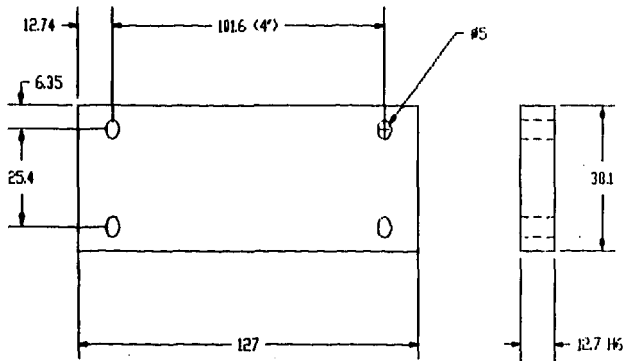
ORDEN SDSG

MATERIAL ANILLO DE 3/16" CG



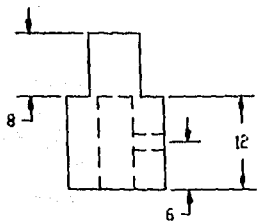
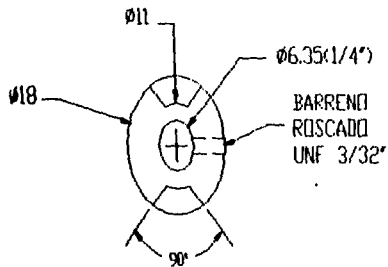
ACER 1018

NO PLANEO SINIEN



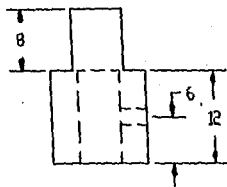
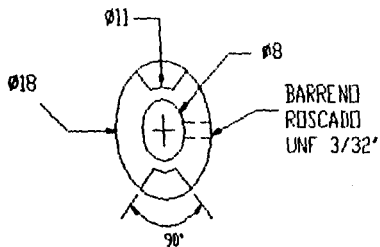
6 PIEZAS

| | | | | | | |
|--|----------------------------|------------------------------|---|---|---------------|-------------------|
|  | PROYECTO MECANISMO P.S. | SISTEMA CONJUNTO INFERIOR | NOMBRE DE LA PIEZA SOPORTE NIVELADOR | FECHA 181-02-92 | ESCALA s/n | No. PIEZA 1106 |
| | DISEÑO SDSG | DIBUJO MRS | MATERIAL PLACA DE ALUMINIO 1/2" |  | ACIPI mm | No. PLANO SMD1 |





2 PIEZAS

| | | | | | | |
|--------|--------------|--------------------------|--------------------|----------|--------|-----------|
| | PROYECTO | SISTEMA | NOMBRE DE LA PIEZA | FECHA | ESCALA | NO. PIEZA |
| | NECAJAS P.S. | COMANDO INFERIOR | COPLER PROPULSOR | 18-02-92 | S/N | (CM) |
| DISEÑO | DIBUJO | MATERIAL | | | | |
| IDS | MRS | ACERO 1015 LP BARRA 1/4" | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |



2 PIEZAS

| | | | | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------------|--|---|----------------|-------------------|
|  | PROYECTO: MECANISMO P.S. | SISTEMA: CONJUNTO INFERIOR | NOMBRE DE LA PIEZA: COPILE IMPULSOR | FECHA: 18-02-92 | ESCALA: s/n | Nº PIEZA: C109 |
| | DISEÑO: SDSG | DIBUJO: NRS | MATERIAL: ACERO 1015 BARRA 3/4" |  | Nº DT: m | Nº PLANO: CND1 |

3.- Diseño de detalle.

Guías

Se seleccionan guías marca Thompson tipo SR-8-PD de 1000 (mm) de longitud con riel para evitar deflexiones. El rodamiento será el tipo TWN-8-OPN con sello.

1) Vida útil.

De catálogo:

Rango de carga (82 kgf)

Dureza de la flecha en Rockwell (60C)

Carga axial que soportará (10 kgf)

[1] Vida esperada.

$$K_L = \frac{\text{Carga axial}}{\text{Rango de carga } K_R}$$

De tabla 3 con una dureza Rockwell de 60C obtenemos $K_R=1$.

$$K_L = \frac{10}{(82)(1)}$$

$$K_L = 0.1$$

De tabla 2 con un factor $K_L = 0.1$, obtenemos:

$$\begin{aligned} \text{Vida esperada} &= 2 \times 10^9 \text{ (pulg)} \\ &= 5.1 \times 10^4 \text{ (km)} \end{aligned}$$

Coefficiente de fricción.

$$P=Lx f_0+F$$

Donde:

P: Resistencia de fricción (kgf)

L: Carga axial (10 kgf)

f₀: Coeficiente de fricción estática (0.004)

F: Resistencia del sello (1.6 kgf)

$$P=(10 \times 0.004)+1.6$$

$$P=1.64 \text{ [kgf] en cada guía.}$$

Tornillo de bolas.

Seleccionamos un tornillo de bolas recirculantes marca TRK de 1000 [mm] de longitud con tuerca modelo BNT 1404 C.

Empleamos la mismas ecuaciones que en el caso anterior, por lo que únicamente se darán los resultados obtenidos de sustituir en ellas.

1) Carga axial permisible.

[1] Carga axial de atascue.

$$P=356 \text{ [kgf]}$$

Por razones de seguridad se reduce en 50%.

$$P=778 \text{ [kgf]}$$

2) Velocidad de rotación permisible.

[1] Velocidad crítica

$$N_c=2166 \text{ [rpm]}$$

Por razones de seguridad se reduce en un 50%.

$$N_c=1083 \text{ [rpm]}$$

[2] Valor DN $DN_c \leq 70000$

Tenemos: $N_c \ll 4861$ [rpm]

Con un avance de 4 [mm] por rev y con una velocidad de 3 [cm/seg], se necesitan:

450 [rpm]

Se observa que la velocidad de operación es menor que la crítica.

3) Vida útil.

[1] Vida de rotación.

$$L = 3.5 \times 10^{10} \text{ [rev]}$$

[2] Vida como tiempo.

$$L_b = 2 \times 10^6 \text{ [hr]}$$

De acuerdo a lo anterior se selecciona un tornillo de bolas con precarga para aumentar rigidez y disminuir juego (backlash).

Motor

Selección del motor

[1] Torque total del motor

$$T_b = T_p + T_j + T_d$$

Donde:

$$T_p = 0.9 \text{ [kgf-cm]}$$

Momento de inercia del motor de pasos.

Proponemos un motor Techno modelo HL2100M3455 con los siguientes datos técnicos:

Paso angular: 1.8°

Torque sostenido: 110 [N-cm]

Diámetro de carcasa: 5.46 [cm]

Largo de carcasa: 7.1 [cm]

Peso: 0.95 [kgf]

Obtenemos:

$$T_j = 0.114 \text{ [kgf-cm]}$$

Por lo tanto:

$$T_s = 10 \text{ [N-cm]}$$

Observamos que:

$$10 \text{ [N-cm]} \ll 110 \text{ [N-cm]}$$

Por lo tanto la potencia transmitida por el motor es más que suficiente para poder desplazar nuestro carro principal horizontal.

Seleccionamos un motor Techno HL210M3455

A continuación calculamos los pulsos que debe transmitir el motor.

Datos:

$v = 3 \text{ [cm/seg]}$

$l = 0.4 \text{ [cm/rev]}$

Paso angular = 1.8°

$$360^\circ / 1.8^\circ = 200 \text{ [pasos/rev]}$$

$$(3 / 0.4) = 7.5 \text{ [rev/seg]}$$

$$7.5 \times 200 = 1500 \text{ [pulsos/seg]}$$

SISTEMA:Conjunto inferior (CI)

| Nombre de pieza | Materiales | No.plano |
|------------------------------------|------------------------|-----------------|
| Tornillo de Bolas (1 pza.) | Pza. Comercial THK | s/n |
| Tuerca del T. de Bolas (1 pza.) | Pza. comercial THK | s/n |
| Guía (2 pzas.) | Pza. comercial Thomson | s/n |
| Bloque rodamiento lineal (2 pzas.) | Pza. comercial Thomson | s/n |
| Riel (2 pzas.) | Pza. comercial Thomson | s/n |
| Motor 76 (1 pza.) | Pza. comercial Lintech | s/n |
| Cople mitad propulsora (1 pza.) | Acero 1015 CR | CMP01 |
| Cople mitad impulsora (1 pza.) | Acero 1015 CR | CMI01 |
| Inserto de Hule (1 pza.) | Hule de 9 mm | IH001 |
| Soporte motor (1 pza.) | Ang. Ac. 3/16" | SM001 |
| Soporte Candelero (1 pza.) | Ang. Ac. 3/16" | SC001 |
| Rodamiento autoalineable (1 pza.) | Pza. comercial FAG | s/n |
| Soporte nivelador (1 pza.) | Placa Al 1/2" | SN001 |
| Soporte nivelador extremo (1 pza.) | Placa Al 1/2" | SNE01 |
| Seguro de retención (1 pza.) | Pza. comercial | s/n |
| Tornillo allen No.6 (4 pzas.) | Pza. comercial | s/n |
| Tornillo allen No.4 (60 pzas.) | Pza. comercial | s/n |
| Extensión Motor (1 pza.) | Placa Al 3/8" | EM001 |
| Extensión Guía (1 pza.) | Placa Al 3/8" | EG001 |
| Base Soporte Candelero (2 pzas.) | Placa Al 3/8" | BSC01 |

V.6.- Sistema Soporte Recipiente

1.- Generalidades.

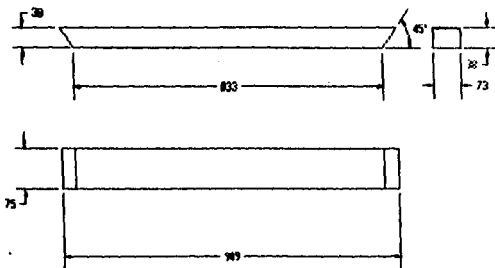
La estructura de todo el mecanismo esta dividida en dos partes, en un soporte del recipiente que es el que analizaremos en este capítulo, y un carro que es el último sistema a analizar.

Este sistema es el que contiene a los recipiente y a los conjuntos que dan movimiento a los sensores, de tal forma que este sistema viene a ser la parte central del mecanismo.



Se empleará PTR modelo R300 y R225 cal 14 y 18 (Prolamsa) respectivamente unido por medio de soldadura.

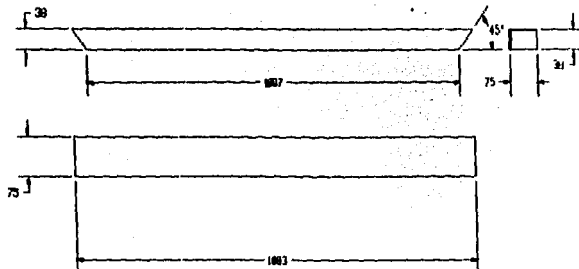
Debido a que se empleará soldadura se espera tener deformaciones en el mismo, lo que traería problemas en la alineación de las guías verticales que descansan sobre él, esto se tratará de solucionar con unas calzas de aluminio entre los rieles de las guías y el perfil.

Los dibujo de fabricación y ensamble los tenemos a continuación.



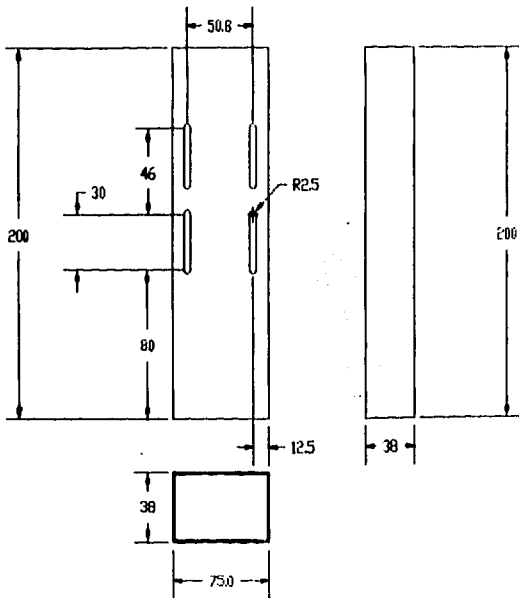
6 PIEZAS

| | | | | | | |
|---|----------------|--------------------|-------------------------------|---|--------|----------|
|  | PROYECTO | SISTEMA | NOMBRE DE LA PIEZA | FECHA | ESCALA | Nº PIEZA |
| | MECANISMO P.S. | SOFORTE RECIPIENTE | LARGUERO 1 | 31-01-82 | 5/n | 5801 |
| | DISEÑO | DIBUJADO | MATERIAL |  | N.º D. | Nº PLANO |
| | JML. SDSC | JML. | PTR MOD 6300 CAL. 14 PRELANSA | | PA | L1061 |

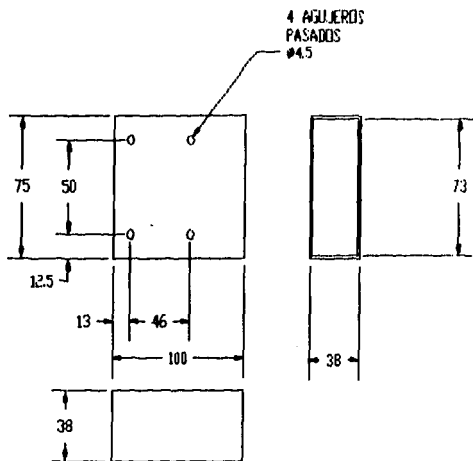


2 PIEZAS

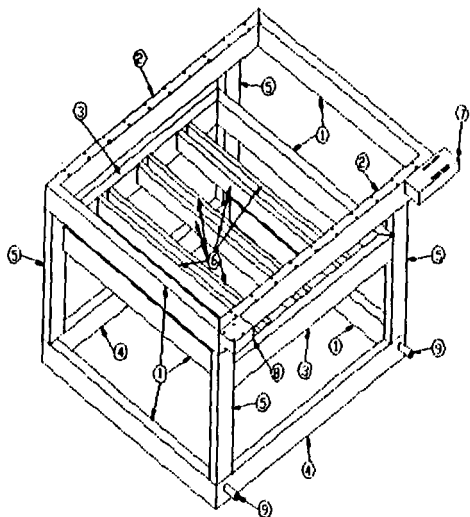
| | | | | | | |
|--|----------------------------|------------------------------|--|-------------------|---------------|-------------------|
| | PROYECTO MECANISMO P.S. | SISTEMA SOPORTE RECIPINTE | NOMBRE DE LA PIEZA LANGUERO 2 | FECHA 31-01-87 | ESCALA 1/1 | Nº PIEZA 5602 |
| | DISEÑO JML SDCG | DIBUJO JML | MATERIA FIR MOD R300 CAL. 14 PROLANSA | | MOD PM | Nº PLANO L2001 |



| | | | | | | |
|--|----------------------------|-------------------------------|--|--------------------|----------------|-------------------|
| | PROYECTO MECANISMO P.S. | SISTEMA SOPORTE RECIBIENTE | NOMBRE DE LA PIEZA BASE MOTOR | FECHA: 31-01-82 | ESCALA: 5/6 | Nº PIEZA: 5007 |
| | DISEÑO JUL. SIEG | DEBIDO .ML. | MATERIAL: PTP MID K200 LAL, 14 FROLANCA | | ACD: ev | Nº PLANO: EM02 |



| | | | | | | |
|--|----------------------------|-------------------------------|--|------------------|---------------|-------------------|
| | PROYECTO MECANISMO P.S. | SISTEMA SOPORTE RECIPIENTE | NOMBRE DE LA PIEZA BASE BALERO | FECHA 3-02-92 | ESCALA s/n | Nº PIEZA SPDS |
| | DISEÑO JNL. SBGG | MODULO JNL. | MATERIAL PTR NDD 6300 CAL.34 PRELAMBA | | ALZOS pp | Nº PLANO EBB01 |



- 1) LARGUEZO 1
- 2) LARGUEZO 2
- 3) LARGUEZO 3
- 4) LARGUEZO 4
- 5) LARGUEZO 5
- 6) SOPORTE
- 7) BASE MOTOR
- 8) BASE BALCERO
- 9) EJE

| | | | | | | |
|----------------|----------------|---------------------------------------|-----------------------|---------------|---------------------|-----------|
| | PROYECTO | SISTEMA | NOMBRE DE LA PIEZA | FECHA | ESCALA | No. PIEZA |
| | MECANISMO P.S. | SUPORTE RECIENTE | ENSAMBLE S. SOP. REC. | 09-10-92 | S/N | S/N |
| DISEÑO YDSG | DIBUJO PMS | MATERIAL: FIP CAL. 14 y 18 PPRANSA | | A. 01: S/N | No. PLANO: ES 01 | |

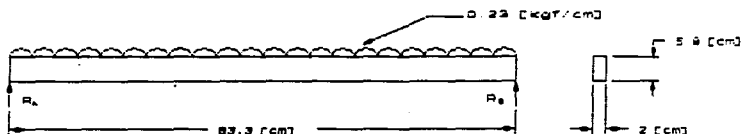
3.- Diseño de detalle.

Tenemos 152 [kgf] por todo el Sistema Recipiente modular, repartidos entre 8 largueros nos da 19 [kgf] por larguero.

Estos largueros son de diferentes modelos y calibres, se analizarán los de menor espesor de pared.

Tenemos un larguero mod R225 cal 18 con un espesor de pared de 1.21 [mm].

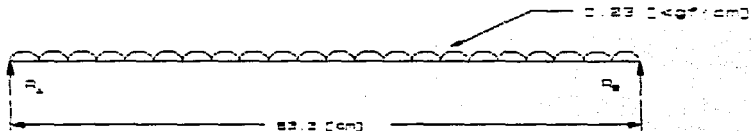
Nuestro larguero queda cargado de la siguiente forma:



Con lo que podemos calcular nuestro larguero sometido a flexión.

Analisis a la flexión.

Suponiendo una viga doblemente empotrada con carga repartida.



$$(\rightarrow) \sum F_y = 0$$

$$R_A + R_B = 0.228 \text{ [kgf/cm]}$$

Por simetría $R_A = R_B$

Por lo tanto:

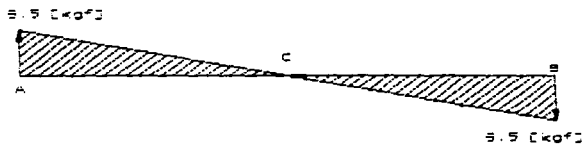
$$R_A = 0.114 \text{ [kgf/cm]}$$

$$R_B = 0.114 \text{ [kgf/cm]}$$

$$R_A = 0.114 \text{ [kgf/cm]}$$

$$R_B = 0.114 \text{ [kgf/cm]}$$

Para obtener el punto donde ocurre el máximo esfuerzo, haremos un diagrama de cortante como sigue:



El momento flexionante máximo, ocurre a la mitad de la viga, $x=41.26$ [cm].

Nuestros momentos flexionantes son:

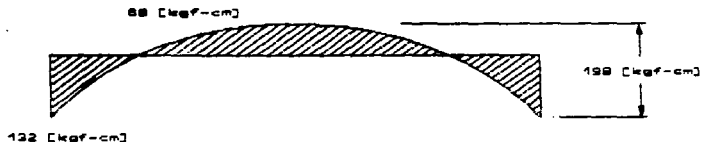
$$M_A = M_B = -WL^2/12$$

$$M_A = M_B = -132 \text{ [kgf-cm]}$$

$$M_C = M_{\text{máx}} = WL^2/24$$

$$M_C = 66 \text{ [kgf-cm]}$$

Nuestro diagrama de momentos flexionantes es:



Calculando el momento de inercia de nuestro larguero modelo R225 cal. 18 con un espesor de pared de 1.21 mm con la ecuación:

$$I_{xc} = \frac{bh^3}{12}$$

| Elemento | A | y | Ay | I _{xc} |
|----------|-------|-----|--------|-----------------|
| Total | 11.6 | 2.9 | 33.64 | 32.52 |
| Interior | -9.77 | 2.9 | -28.33 | -25.15 |
| | 1.83 | | 5.31 | 7.36 |

$$y = 2.9 \text{ [cm]}$$

Posteriormente se determina la flecha máxima en la viga.

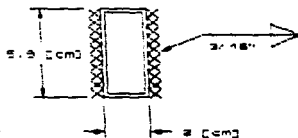
$$y_{\max} = \frac{Mx^2}{364EI}$$

$$y_{\max} = 5.6 \times 10^{-3} \text{ [cm]}$$

Con este valor podemos observar que la deflexión es despreciable en nuestro larguero.

A continuación vamos a calcular la resistencia de la soldadura.

Tenemos:



El esfuerzo permisible por pulgada para una soldadura es chaflán de 3/16 [pulg] es de 1800 [lbf].

La longitud total de la soldadura es:

$$\begin{aligned} 2(5.8) &= 11.6 \text{ [cm]} \\ &= 4.5 \text{ [pulg]} \end{aligned}$$

Por lo tanto:

$$\begin{aligned} P &= (4.5)(1800) = 8100 \text{ [lbf]} \\ P &= 3681 \text{ [kgf]} \end{aligned}$$

Con esto podemos decir que nuestro larguero trabajará en un alto grado de seguridad.

SISTEMA: Soporte recipiente (SR)

| Nombre de pieza | Materiales | No. plano |
|------------------------|----------------------------|------------------|
| Larguero 1 (6 pzas.) | PTR MOD.R300 cal.14 L=909 | L1001 |
| Larguero 2 (2 pzas.) | PTR MOD.R300 cal.14 L=1083 | L2001 |
| Larguero 3 (2 pzas.) | PTR MOD.R300 cal.14 L=820 | L3001 |
| Larguero 4 (2 pzas.) | PTR MOD.R300 cal.14 L=955 | L4001 |
| Soporte (6 pzas.) | PTR MOD.R225 cal.18 L=833 | S0001 |
| Base Motor | PTR MOD.R300 cal.14 L=200 | BM001 |
| Base Balero | PTR MOD.R300 cal.14 L=100 | BB001 |
| Eje (4 pzas.) | CR barra 3/4" L=58 | E0001 |

Todos los largos son medidas en bruto en mm.

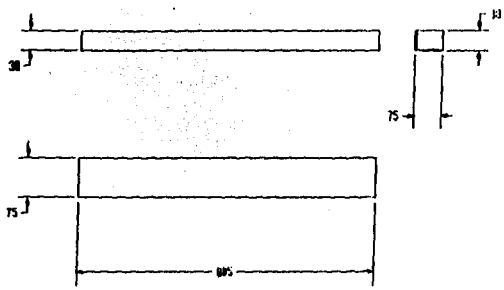
V.7.- Sistema Carro.

1.- Generalidades.

Este sistema además de servir de base a todo el mecanismo incluyendo el Sistema Recipiente y su soporte, nos permitirá desplazarlos verticalmente con alturas que varíen de 1.30 a 1.67 (m) con variaciones de 10 (cm) en cada intervalo. Esto se llevará a cabo mediante pernos en el soporte recipiente que se insertan en ranuras en el carro.

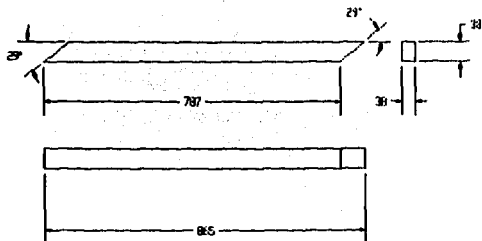
Para su fabricación se empleará PTR modelo R300, C200 y C150 cal. 14 (Prolama) unido por medio de soldadura.

A continuación tenemos los dibujos de fabricación y ensamble.



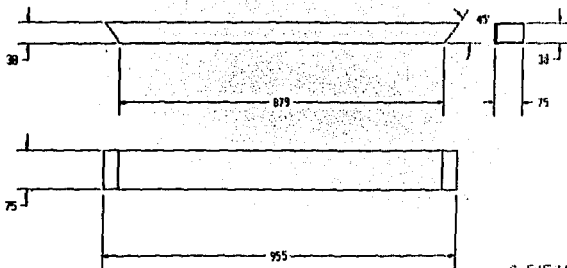
2 PIEZAS

| | | | | | | |
|--|----------------------------|------------------|--|------------------|---------------|-------------------|
| | PROYECTO MECANISMO P.S. | SISTEMA CARRO | NOMBRE DE LA PIEZA LARGUERO I | FECHA 3-02-92 | ESCALA s/n | No. PIEZA 001 |
| | DISEÑO JNL. SGG | DIBUJÓ JNL | MATERIAL PIR MOD R209 CAL. 14 PREANSA | | A.D.O. pm | No. PLANO L101 |





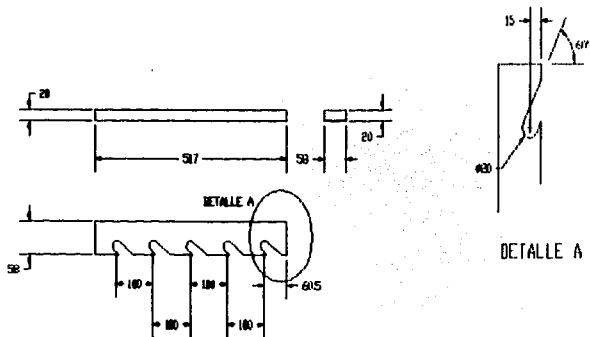
2 PIEZAS

| | | | | | | |
|--|----------------------------|------------------|---|--------------------|---------------|---------------------|
| | PROYECTO MECANISMO P.S. | SISTEMA CARRO | NOMBRE DE LA PIEZA LARGUERO 3 | FECHA 20 02 '92 | ESCALA S/1 | No. PIEZA 1.011 |
| | DISEÑO JML S035 | DIBUJO JML | MATERIAL FTR MOD CISA CAL. 14 PROLARGA | | A.D.P. PA | NO. PLANOS 1.300 |



2 PIEZAS

| | | | | | | |
|---|----------------------------|------------------|---|---|----------------|------------------|
|  | PROYECTO MECANISMO P.S. | SISTEMA CARGO | NOMBRE DE LA PIEZA LARGUEROS 5 | FECHA 6-06-'92 | ESCALA 5/11 | Nº PIEZA 005 |
| | DISEÑO JML SDG | DIBUJO JML | MATERIAL PTR MID 6300 CAL. 14 PRELARGA |  | ALTA PA | Nº PLANO 1501 |



DETALLE A

4 PIEZAS

| | | | | | | |
|--|----------------------------|------------------|---|------------------|---------------|------------------|
| | PROYECTO MECANISMO P.S. | SISTEMA CARRI | NOMBRE DE LA PIEZA LARGUERO B | FECHA 6-02-92 | ESCALA 5/1 | Nº PIEZA C083 |
| | DISEÑO JML SDC | DIBUJO JML | MATERIAL FTR MOD R25 CAL 18 PERLANGA | | AJOP PM | Nº PLANO 1801 |

3.- Diseño de detalle.

Este sistema soportará todo nuestro conjunto anterior por medio de los 4 largueros verticales.

El peso total de los sistemas es:

$$P_T = P_{SR} + P_{RM} + P_{CS} + P_{CI}$$

Donde:

P_T : Peso total de los 4 sistemas

P_{SR} : Peso del soporte recipiente (48 kgf aprox.)

P_{RM} : Peso del recipiente modular (152 kgf aprox.)

P_{CS} : Peso del conjunto superior (19 kgf)

P_{CI} : Peso del conjunto inferior (7 kgf aprox.)

$$P_T = 48 + 152 + 19 + 7$$

$$P_T = 226 \text{ [kgf]}$$

Considerando 4 largueros $(226/4) = 56.4 \text{ [kgf]}$ por larguero.

Considerando nuestros largueros como unas vigas empotradas en su base con una carga vertical excéntrica en su extremo libre.

Calculando el momento mínimo de inercia de nuestro larguero modelo R300 cal. 14 con un espesor de pared de 1.9 mm con la ecuación:

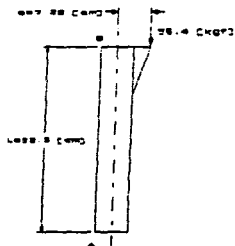
$$I_{xx} = \frac{bh^3}{12}$$

Obtenemos:

| Elemento | A | Y | Ay | I _{ic} |
|----------|-------|-----|--------|-----------------|
| Total | 28.5 | 1.9 | 54.15 | 34.29 |
| Interior | -24.3 | 1.9 | -46.17 | -23.73 |
| | 4.14 | | 7.98 | 10.55 |

$$y=1.9 \text{ [cm]}$$

Nuestro larguero queda cargado de la siguiente forma:



La ecuación de Euler para la carga crítica de una columna de sección transversal uniforme es:

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{4L^2 n^2}$$

Donde:

F_{cr} : Carga crítica que produce pandeo

E: Módulo de elasticidad ($2.1 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$)

I: Momento mínimo de inercia de la sección (10.55 cm^4)

L: Longitud del larguero (59.5 cm)

n: Factor de seguridad (2.5)

$$F_{cr} = 6176 \text{ [kgf]}$$

La ecuación de la secante simplificada para columnas cargadas excéntricamente es:

$$\delta = \frac{(Pe) L^2}{2.37 E I}$$

Donde:

δ : Desplazamiento lateral [cm]

P: Carga axial (56.4 kgf)

E: Módulo de elasticidad (2.1×10^6 kgf/cm²)

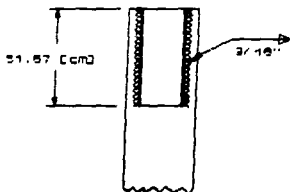
I: Mínimo momento de inercia de la sección (10.55 cm⁴)

l: Longitud efectiva ($l=2L$)

e: Excéntrica (7.25 cm)

$$\delta = 0.13 \text{ [cm]}$$

Resistencia de la soldadura.



El esfuerzo permisible por pulgada para una soldadura de chafalán de 3/16 [pulg] es de 1800 [lbf].

La longitud total de la soldadura es:

$$2(51.7) = 103.4 \text{ [cm]} \\ = 40.7 \text{ [pulg]}$$

Por lo tanto:

$$P = (40.7)(1800) = 73275 \text{ [lbf]}$$

$$P = 33307 \text{ [kgf]}$$

Por lo tanto trabajará en un alto grado de seguridad.

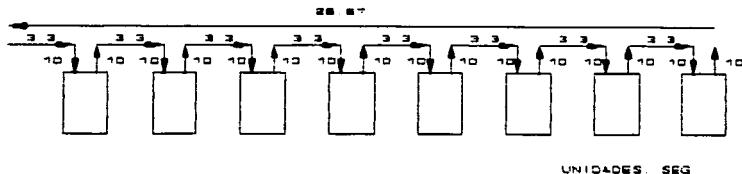
SISTEMA:Carro (C)

| Nombre de pieza | Materiales | No.plano |
|------------------------|---------------------------|-----------------|
| Larguero 1 (2 pzas.) | PTR MOD.R300 cal.14 L=805 | L1001 |
| Larguero 2 (2 pzas.) | PTR MOD.R300 cal.14 L=910 | L2001 |
| Larguero 3 (2 pzas.) | PTR MOD.C150 cal.14 L=865 | L3001 |
| Larguero 4 (2 pzas.) | PTR MOD.C150 cal.14 L=963 | L4001 |
| Larguero 5 (2 pzas.) | PTR MOD.R300 cal.14 L=955 | L5001 |
| Larguero 6 (2 pzas.) | PTR MOD.R300 cal.14 L=988 | L6001 |
| Larguero 7 (4 pzas.) | PTR MOD.R300 cal.14 L=981 | L7001 |
| Larguero 8 (4 pzas.) | PTR MOD.C200 cal.14 L=517 | L8001 |
| Refuerzo Ruedas | Solera 1015 1.5"x3/16" CR | RR001 |
| Rueda | Pieza comercial H1016-A | s/n |

Todos los largos son medidas en bruto en mm.

VI.- RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El mecanismo realizará los desplazamientos indicados por la figura VI.1; con la velocidad propuesta de 3 [cm/seg] y la distancia que deberá recorrer, obtenemos el tiempo necesario para sensar cada hilera de recipientes.



Realizando la suma, obtenemos un tiempo de 3.5 [min] por cada prueba, tomando en cuenta que se tienen que realizar 72 pruebas por cada regadera, nos quedan 252 [min] (42 hrs). Y haciendo una comparación con el tiempo que llevaba realizar una prueba anteriormente, observamos que esto nos representa un gran ahorro de tiempo.

Con esto se espera que el procedimiento de pruebas que era demasiado complicado y tardado consistente básicamente en medir manualmente el contenido de cada recipiente mediante una probeta, ahora es posible realizarlo más fácil y rápidamente desde una microcomputadora.

No obstante el diseño es aun susceptible a cambios y mejoras como por ejemplo, la forma de variar la altura, la cual se debe realizar manualmente, tomando en cuenta que deberá moverse un peso aproximado de 40 [kgf] con los recipiente vacíos, serán necesario dos operarios para realizar esta operación.

Otro aspecto importante sería la integración de un freno en las ruedas para evitar cualquier tipo de movimiento imprevisto de todo el conjunto, pues este operará en una superficie resbalosa, además de que tiene un peso aproximado de 230 [kgf].

Con estas explicaciones se trata de decir que el mecanismo en su forma más simple esta creado, pero que a partir de éste se pueden ir implementando cambios y mejoras en el diseño tanto tecnico como estético.

VII.- BIBLIOGRAFIA

- 1.- A. S. HALL
DISEÑO DE MAQUINAS
Mc GRAW-HILL
MEXICO 1985

- 2.- EGOR P. POPOV
INTRODUCCION A LA MECANICA DE SOLIDOS
LIMUSA
MEXICO 1982

- 3.- TIMOSHENKO Y YOUNG
ELEMENTOS DE RESISTENCIA DE MATERIALES
MONTANER Y SIMON S. A.

- 4.- R. NADREAU
EL MECANICO AJUSTADOR
G. GILI, S. A.
MEXICO 1983

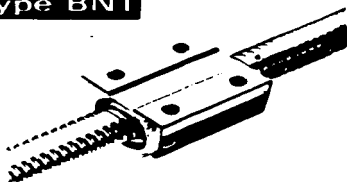
- 7.- EVALUACION DEL FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO DE REGADERAS
DOMESTICAS
IMTA

- 8.- MANUAL THK
LM SYSTEM
Ball Screws
THK CO., LTD

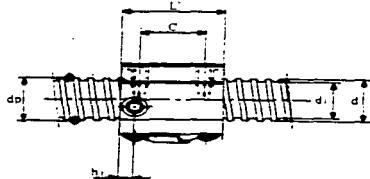
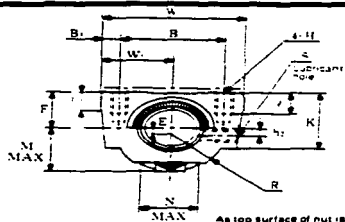
- 9.- MANUAL THK
LM SYSTEM
LINEAR MOTION SYSTEMS
THK CO., LTD
- 10.- MANUAL THOMSON
LINEAR MOTION TECHNOLOGY GUIDE
THOMSON INDUSTRIES, INC.
- 11.- MANUAL TECNHO
STEPPER MOTORS
DSG COMPANY

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

THK Type BNT



| | d | l | Da | dp | di | | Ca | Coa | W | W ₁ =0.95 | B | B ₁ | L |
|------------------|----|----|---------------|------|------|--------|------|-------|-----|-------------------------|----|----------------|-----|
| | | | | | | | kgf | kgf | | | | | |
| BNT 1406C | 14 | 4 | 3.778(1.487") | 14.4 | 11.5 | 1×3.65 | 570 | 1170 | 34 | 17 | 26 | 4 | 35 |
| BNT 1806C | 18 | 8 | 4.763(1.875") | 19.3 | 14.4 | 1×3.65 | 1340 | 3170 | 48 | 24 | 35 | 6.5 | 56 |
| BNT 2506A | 25 | 5 | 3.175(1.249") | 25.5 | 22.2 | 1×2.65 | 680 | 2130 | 60 | 30 | 40 | 10 | 35 |
| BNT 2806A | 28 | 6 | 3.175(1.249") | 28.5 | 25.2 | 1×2.65 | 720 | 2390 | 60 | 30 | 40 | 10 | 42 |
| BNT 3610A | 36 | 10 | 4.350(1.712") | 37.0 | 30.5 | 1×2.65 | 2130 | 6060 | 86 | 43 | 60 | 13 | 64 |
| BNT 4812B | 45 | 12 | 7.144(2.812") | 46.5 | 39.2 | 2×2.65 | 3060 | 17300 | 100 | 50 | 75 | 12.5 | 115 |



As top surface of nut is not hardened at heat treatment stage, dowel pin fixing is available. (--- portion).

| C | H × I | F = 0.05 | K | T | R | E | h ₁ | h ₂ | S | M | N | | |
|----|----------|-------------|------|------|----|----|----------------|----------------|--------|----|----|------------------------------------|------------------|
| 22 | M 4 × 7 | 13 | 20.4 | 6 | 14 | 2 | 6 | 2 | M6 × 1 | 17 | 16 | 500, 1000 | SNT 1404C |
| 35 | M 6 × 10 | 17 | 26.6 | 10 | 18 | 3 | 8 | 3 | M6 × 1 | 27 | 26 | 500, 1000, 1500 | SNT 1808A |
| 22 | M 8 × 12 | 20 | 32.4 | 9.5 | 22 | 5 | 7 | 5 | M6 × 1 | 25 | 23 | 500, 1000, 1500 | SNT 2505A |
| 18 | M 8 × 12 | 22 | 32.4 | 10 | 22 | 3 | 8 | — | M6 × 1 | 28 | 25 | 500, 1000, 2000, 3500 | SNT 2805A |
| 45 | M10 × 16 | 29 | 49.6 | 17 | 32 | 9 | 11 | — | M6 × 1 | 38 | 38 | 500, 1000, 2000, 2500, 3000 | SNT 3610A |
| 75 | M12 × 20 | 36 | 62.6 | 20.5 | 40 | 12 | 13 | — | M6 × 1 | 44 | 44 | 1000, 1500, 2000, 3000, 3500, 4000 | SNT 4512B |

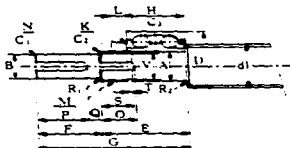
THK Recommended Shaft End Shape A



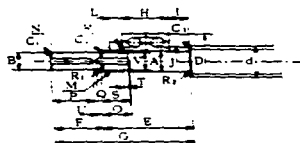
| d | A h6 | B h7 | E | F | G | M | S | T | V | K (max. 4 teeth) | O | U |
|----|---------|---------|----|----|----|----------|----|---|------|------------------|----|---|
| 10 | 10 | 8 | 34 | 16 | 50 | M10×0.75 | 11 | 2 | 8.5 | 3.3×1.5 | 13 | 2 |
| 12 | 12 | 10 | 37 | 20 | 57 | M12×1 | 11 | 2 | 10.5 | 3.5×1.5 | 13 | 2 |
| 25 | 17 | 14 | 35 | 25 | 60 | M17×1 | 13 | 2 | 15.5 | 4.5×1.5 | 16 | — |
| 32 | 20 | 16 | 41 | 28 | 69 | M20×1 | 15 | 2 | 18.5 | 4.5×1.5 | 18 | — |
| 40 | 30 | 25 | 50 | 42 | 92 | M30×1.5 | 21 | 3 | 28 | 3.3×2.5 | 24 | — |

Note: Add the shaft end shape to the end of the designation if you ask THK to machine the shaft end before delivery.

Example: TB1000 - 60SLAC
(Shape A on one end; shape C on the other)



Shaft diameter 20 to 45



Shaft diameter 14 to 18

| Key way N Width x depth | mm | | | | | | | Example rolling bearing | | | | | D | H | d | |
|----------------------------|----|---|-------------------------------|-----|-----|-------|-------------|-------------------------|---|-----|------|------|------|----|----|------|
| | P | Q | Chamfering C_1, C_2, C_3 | | | R_1 | R_2^{max} | J | I | L | AW00 | AW01 | | | | 7200 |
| 3x1.8 | 17 | 3 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.3 | 0.6 | 15 | 7 | 5 | AN00 | AW00 | 7200 | 30 | 18 | 14 |
| 5x3.0 | 21 | 4 | 0.5 | 0.7 | 1.0 | 0.5 | 0.6 | — | — | 6 | AN03 | AW03 | 7203 | 40 | 24 | 25 |
| 5x3.0 | 24 | 4 | 0.5 | 0.7 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | — | — | 7 | AN04 | AW04 | 7204 | 47 | 28 | 32 |
| 8x4.0 | 37 | 5 | 0.5 | 1.0 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | — | — | 8.2 | AN06 | AW06 | 7206 | 62 | 32 | 40 |

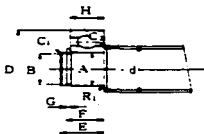
THK Recommended Shaft End Shape C



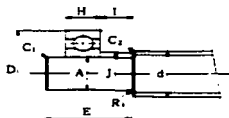
| d | Shaft end dimensions | | | | | mm Chamfering | |
|----|----------------------|----|------------------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| | A is7 | E | F ^{1/2} | G ^{1/2} | B _{1/2} | C ₁ | C ₂ |
| 16 | 10 | 19 | — | — | — | 0.5 | 0.5 |
| 18 | 12 | 21 | — | — | — | 0.5 | 0.5 |
| 25 | 17 | 15 | 13.1 | 1.15 | 16.2 | 0.5 | 1.0 |
| 32 | 20 | 18 | 15.3 | 1.35 | 19.0 | 0.5 | 1.0 |
| 40 | 30 | 21 | 17.6 | 1.65 | 28.6 | 0.5 | 1.0 |

Note: Add the shaft end shape to the end of the designation if you use THK to machine the shaft end before delivery.

Example: TR2540 - 10RBLAC
(Shape A on one end; shape C on the other)



Shaft diameter 20 to 45



Shaft diameter 14 to 19

| Corner radius R_1 , max | Groove dimensions Reference: | | Snap C snap ring for shaft | Designation | Example rolling bearing | | d |
|------------------------------|---------------------------------|---|-------------------------------|-------------|-------------------------|-------|----|
| | J | I | | | Outside diameter | Width | |
| 0.3 | 15 | 7 | — | 6200 | 30 | 9 | 14 |
| 0.6 | 17 | 8 | — | 6201 | 32 | 10 | 18 |
| 0.6 | — | — | 17 | 6203 | 40 | 12 | 25 |
| 1.0 | — | — | 20 | 6204 | 47 | 14 | 32 |
| 1.0 | — | — | 30 | 6206 | 62 | 16 | 40 |

THK Standard LM Shaft



(Standard Stock Items)

| Model No. | Shaft Dia. | Overall Length | | | | | | | | | |
|-----------|------------|----------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|
| | | 50 | 75 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 400 | 500 | |
| SP 3 | 3 | ● | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| SP 4 | 4 | ● | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| SP 5 | 5 | ● | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| SP 6 | 6 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| SP 8 | 8 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| SP 10 | 10 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| SP 12 | 12 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| SP 15 | 15 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| SP 16 | 16 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| SP 20 | 20 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| SP 25 | 25 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| SP 30 | 30 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| SP 35 | 35 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| SP 38 | 38 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| SP 40 | 40 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| SP 50 | 50 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| SP 60 | 60 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| SP 80 | 80 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| SP 90 | 90 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| SP 100 | 100 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

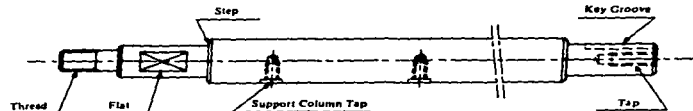
Note: ● Indicates standard stock items, and ○ semistandard stock.

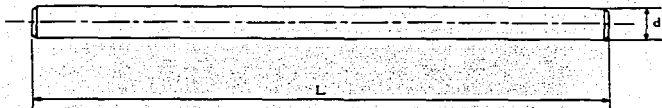
THK High-Quality Standard LM Shaft for use with an SC type LM case unit is available in numerous sizes as shown in the table above.

Notes:

- 1) Main material: SUJ2 (high-carbon chromium bearing steel)
 - Hardness: HRC58 to 64
 - Case depth: 0.8 to 2 mm
 - Surface finish: 0.8s to 1.6s
 - Straightness: 50 μ m/300 mm or better

- 2) Ultra precision LM shafts of class g5 or h5 shaft diameter tolerance are also available as semi-standard items.
- 3) Corrosion-resistant martensite stainless steel shafts with high hardness can also be supplied.
- 4) Special machining such as tapping, milling threading, through-holes and step milling can be done on request.

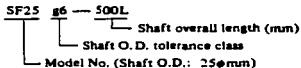




| L (mm) | | | | | | | | | | Shaft Dia. Tol. μm | Application Bush Model No. |
|--------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|--|----------------------------------|-------------------------------|
| 600 | 700 | 800 | 1000 | 1200 | 1300 | 1500 | 2000 | 3000 | | | |
| | | | | | | | | | | -4 | LMS 3 |
| | | | | | | | | | | -12 | LMS 4 |
| | | | | | | | | | | | LMS 5 |
| | | | | | | | | | | | LMS 6 |
| | | | | | | | | | | -5 | LMS 8B |
| | | | | | | | | | | -14 | LMS 10 |
| | | | | | | | | | | | LMS 12 |
| | | | | | | | | | | -6 | LMS 13 |
| | | | | | | | | | | -17 | LMS 16 |
| | | | | | | | | | | | LMS 20 |
| | | | | | | | | | | -7 | LMS 25 |
| | | | | | | | | | | -20 | LMS 30 |
| | | | | | | | | | | | LMS 36 |
| | | | | | | | | | | -9 | LMS 38 |
| | | | | | | | | | | -25 | LMS 40 |
| | | | | | | | | | | | LMS 60 |
| | | | | | | | | | | -10 | LMS 69 |
| | | | | | | | | | | -29 | LMS 88 |
| | | | | | | | | | | -12 - 3# | LMS100 |

- 5) When ordering a standard shaft or requesting an estimate, the designation shown below must be used.

[Example]

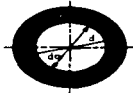


Hollow shafts are available from stock, in the various sizes given in the table below. Hollow shafts are useful for such purposes as weight reduction, etc.

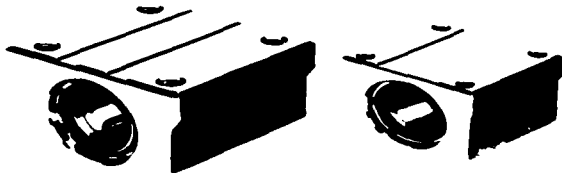
Dimensions of Hollow Shafts

| Application Bush Model No. | Unit: mm | | |
|----------------------------------|------------|----------------|----------------|
| | O. D. d | I. D. d_0 | Weight kg/m |
| LMS 30 | 30 | 16.0 | 4.0 |
| LMS 36 | 36 | 20.0 | 5.1 |
| LMS 38 | 38 | 22.0 | 6.0 |
| LMS 40 | 40 | 22.0 | 6.9 |
| LMS 50 | 50 | 25.0 | 11.6 |
| LMS 60 | 60 | 32.0 | 16.0 |
| LMS 80 | 80 | 52.5 | 22.6 |
| LMS100 | 100 | 67.5 | 33.7 |

Material: SUJ2 (High-carbon chromium bearing steel)



THK LM Case Unit Type SC



| Model No. | Inscribed circle dia. dr | | | | C.L. to datum plane dist. A ±0.02 | Mounting hole location | | | Main | | H |
|-----------|--------------------------|--------|---------|----------------|--------------------------------------|------------------------|----------------|----|----------|------------------------------|------|
| | | Tot. | Width W | W ₁ | | B | B ₁ | C | Length L | C.L. to top dist. h ±0.02 | |
| SC13UU | 13 | 0 | 44 | 41 | 22 | 33 | 5.5 | 26 | 39 | 15 | 30 |
| SC18UU | 16 | -0.009 | 50 | 46 | 25 | 36 | 7 | 34 | 44 | 19 | 38.5 |
| SC20UU | 20 | 0 | 54 | 52 | 27 | 40 | 7 | 40 | 50 | 21 | 42 |
| SC25UU | 25 | -0.010 | 74 | 68 | 38 | 54 | 11 | 50 | 67 | 28 | 51.5 |
| SC30UU | 30 | 0 | 78 | 72 | 39 | 58 | 10 | 58 | 72 | 30 | 59.5 |
| SC35UU | 35 | 0 | 90 | 85 | 45 | 70 | 10 | 60 | 80 | 34 | 68 |
| SC40UU | 40 | -0.012 | 102 | 96 | 51 | 81 | 11 | 60 | 90 | 40 | 78 |
| SC50UU | 50 | 0 | 122 | 116 | 61 | 100 | 11 | 80 | 110 | 52 | 102 |

- THK linear bushes are incorporated in a compact light-weight aluminum case, providing highly accurate linear movement.
- The only assembling operation required is bolting to the table, thus, the assembling time is substantially reduced.
- All models are available from stock.
- The case contains an LM-UU type (both-ends sealed type) linear bush of high class, which is secured by special stop rings on both sides. (up to SC30)
- Two rows of balls carry the load imposed from the case top.
- The tapping starting hole is a through-hole so that mounting to the table also can be made from the bottom.

Example of mounting



Fig. 1

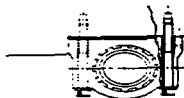
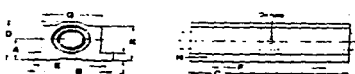


Fig. 2

Super Ball Bushing twin pillow blocks engineering specifications.

Table 9—Type TWN
fixed diameter twin pillow block.
(Unit with two Super Ball Bushing bearings,
seals at both ends, oil wick in center)

Dimensions and load ratings.

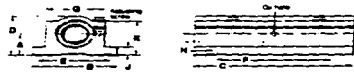


| SUPER Ball Bushing Twin Pillow Block Number | Shaft Diameter Nominal Dia Class | A | B | C | D | E | F | G | H | J | K | M | Rating Load* Ratng in Ton Bearing | | |
|---|--|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|-----|---|---------|-----|
| | | | | | | | | | | | | | Static | Dynamic | |
| TWN-4 | 1.295 | .437 | 1.74 | 3.14 | 1.312 | 2.200 | 1.875 | 1.500 | 1/8 | 1/8 | 1/8 | 1/8 | 19 | 42 | 50 |
| TWN-6 | 1.745 | .500 | 2.14 | 3.54 | 1.437 | 2.350 | 2.000 | 1.625 | 3/16 | 3/16 | 3/16 | 1/8 | 25 | 70 | 120 |
| TWN-8 | 1.995 | .587 | 2.54 | 3.94 | 1.568 | 2.500 | 2.125 | 1.750 | 1/4 | 1/4 | 1/4 | 1/8 | 31 | 80 | 130 |
| TWN-10 | 2.245 | .675 | 2.94 | 4.34 | 1.700 | 2.650 | 2.250 | 1.875 | 5/16 | 5/16 | 5/16 | 1/8 | 37 | 100 | 150 |
| TWN-12 | 2.495 | .763 | 3.34 | 4.74 | 1.832 | 2.800 | 2.375 | 2.000 | 3/8 | 3/8 | 3/8 | 1/8 | 43 | 110 | 160 |
| TWN-16 | 2.995 | .107 | 3.74 | 5.14 | 2.075 | 3.000 | 2.500 | 2.125 | 1/2 | 1/2 | 1/2 | 1/8 | 47 | 120 | 170 |
| TWN-20 | 3.245 | .150 | 4.14 | 5.54 | 2.300 | 3.150 | 2.625 | 2.250 | 5/8 | 5/8 | 5/8 | 1/8 | 53 | 130 | 180 |
| TWN-24 | 3.495 | .190 | 4.54 | 5.94 | 2.525 | 3.300 | 2.750 | 2.375 | 3/4 | 3/4 | 3/4 | 1/8 | 59 | 140 | 200 |

*Based on shaft diameters of Racolor SBC and a frame size of 2 inch inches (560 series 36 and 39)
Rating Material—Maximum Type 6061-T6511

Table 10—Type TWN-ADJ
adjustable diameter twin pillow block.
(Unit with two Super Ball Bushing bearings,
seals at both ends, oil wick in center)

Dimensions and load ratings.

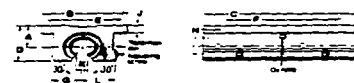


| SUPER Ball Bushing Twin Pillow Block Number | SHAFT Diameter Nominal Dia Class | A | B | C | D | E | F | G | H | J | K | M | Rating Load* Ratng in Ton Bearing | | |
|---|--|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|-----|---|---------|-----|
| | | | | | | | | | | | | | Static | Dynamic | |
| TWN-4-ADJ | 1.295 | .437 | 1.74 | 3.14 | 1.312 | 2.200 | 1.875 | 1.500 | 1/8 | 1/8 | 1/8 | 1/8 | 19 | 42 | 50 |
| TWN-6-ADJ | 1.745 | .500 | 2.14 | 3.54 | 1.437 | 2.350 | 2.000 | 1.625 | 3/16 | 3/16 | 3/16 | 1/8 | 25 | 70 | 120 |
| TWN-8-ADJ | 1.995 | .587 | 2.54 | 3.94 | 1.568 | 2.500 | 2.125 | 1.750 | 1/4 | 1/4 | 1/4 | 1/8 | 31 | 80 | 130 |
| TWN-10-ADJ | 2.245 | .675 | 2.94 | 4.34 | 1.700 | 2.650 | 2.250 | 1.875 | 5/16 | 5/16 | 5/16 | 1/8 | 37 | 100 | 150 |
| TWN-12-ADJ | 2.495 | .763 | 3.34 | 4.74 | 1.832 | 2.800 | 2.375 | 2.000 | 3/8 | 3/8 | 3/8 | 1/8 | 43 | 110 | 160 |
| TWN-16-ADJ | 2.995 | .107 | 3.74 | 5.14 | 2.075 | 3.000 | 2.500 | 2.125 | 1/2 | 1/2 | 1/2 | 1/8 | 47 | 120 | 170 |
| TWN-20-ADJ | 3.245 | .150 | 4.14 | 5.54 | 2.300 | 3.150 | 2.625 | 2.250 | 5/8 | 5/8 | 5/8 | 1/8 | 53 | 130 | 180 |
| TWN-24-ADJ | 3.495 | .190 | 4.54 | 5.94 | 2.525 | 3.300 | 2.750 | 2.375 | 3/4 | 3/4 | 3/4 | 1/8 | 59 | 140 | 200 |

*Based on shaft diameters of Racolor SBC and a frame size of 2 inch inches (560 series 36 and 39)
Rating Material—Maximum Type 6061-T6511

Table 11—Type TWN-OPN
open twin pillow block.
(Adjustable diameter)
(Unit with two Super-OPN Ball Bushing bearings,
seals at both ends, oil wick in center)

Dimensions and load ratings.



| SUPER OPN Ball Bushing Twin Pillow Block Number | Shaft Diameter Nominal Dia Class | A | B | C | D | E | F | G | H | J | K | L | M | Rating Load* Rating in Ton Bearing | |
|---|--|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|----|--|---------|
| | | | | | | | | | | | | | | Static | Dynamic |
| TWN-6-OPN | 1.295 | .487 | 2.14 | 3.14 | 1.368 | 2.500 | 2.125 | 1.625 | 3/16 | 3/16 | 3/16 | 3/16 | 8 | 180 | 250 |
| TWN-10-OPN | 1.745 | .575 | 2.54 | 3.54 | 1.493 | 2.650 | 2.250 | 1.750 | 1/4 | 1/4 | 1/4 | 1/4 | 8 | 270 | 370 |
| TWN-12-OPN | 1.995 | .663 | 2.94 | 4.04 | 1.625 | 2.800 | 2.375 | 1.875 | 5/16 | 5/16 | 5/16 | 5/16 | 10 | 470 | 630 |
| TWN-16-OPN | 2.495 | .817 | 3.34 | 4.54 | 1.875 | 3.000 | 2.500 | 2.125 | 3/8 | 3/8 | 3/8 | 3/8 | 12 | 780 | 1050 |
| TWN-20-OPN | 2.995 | .900 | 3.74 | 5.04 | 2.100 | 3.150 | 2.625 | 2.250 | 1/2 | 1/2 | 1/2 | 1/2 | 14 | 1170 | 1590 |
| TWN-24-OPN | 3.495 | .950 | 4.14 | 5.54 | 2.325 | 3.300 | 2.750 | 2.375 | 5/8 | 5/8 | 5/8 | 5/8 | 16 | 1560 | 2100 |

*Based on shaft diameters of Racolor SBC and a frame size of 2 inch inches (560 series 36 and 39)
Rating Material—Maximum Type 6061-T6511

NOTE: Load Rating is reduced up to 50% when used as supports for shaft diameters 1 1/2" and over.

Load ratings are for one of the two bearings. (2000 maximum weight) for applications. (2000 maximum weight) for applications. (2000 maximum weight) for applications.

The Lubrication and Seal in the SuperBall are designed to be replaced and replaced. The Lubrication and Seal in the SuperBall are designed to be replaced and replaced. The Lubrication and Seal in the SuperBall are designed to be replaced and replaced.