

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

"DISEÑO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE Y DEL
MECANISMO DE ORIENTACION DE UN HELIOSTATO
DE MONTAJE POLAR".

293706

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A
JOSE ANGEL BARRIENTOS OLEA

ASESOR: INGENIERO ENRIQUE CORTES GONZALEZ



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

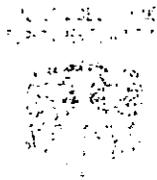
Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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



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

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



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

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

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Diseño de Estructura de Soporte y del Mecanismo de
 Orientación de un Helióstatos de Montaje Polar.

que presenta el pasante: José Angel Barrientos Olea
 con número de cuenta: 9036616-9 para obtener el título de
 Ingeniero Mecánico Electricista.

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

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 23 de Enero del 2001.

- PRESIDENTE Ing. Enrique Cortés González *Enrique Cortés*
- VOCAL M.enI. Felipe Díaz del Castillo *Felipe Díaz del Castillo*
- SECRETARIO Ing. Marco Antonio Hernández *MAH*
- PRIMER SUPLENTE Ing. Humberto Neri Mondragón. *Humberto Neri Mondragón*
- SEGUNDO SUPLENTE Ing. Sergio M. Durán Guerrero *Sergio M. Durán Guerrero*

AGRADECIMIENTOS.

A mis padres.

Severiano Barrientos Jiménez.

Caritina Olea Manzanares.

A mis hermanos.

Silvia Barrientos Olea.

Rosa María Barrientos Olea.

Victor Jesús Barrientos Olea.

Raúl Barrientos Olea.

José Juan Barrientos Olea.

Azucena Barrientos Olea.

Tonatzin Barrientos Olea.

Lluvia Isabel Barrientos Olea.

CONTENIDO.

	Página.
Introducción	3.
Capítulo I. Cinemática del Seguimiento del Sol.....	5.
1.1. Control del Movimiento del Colector.	
1.2. Otras Funciones de un Sistema de Seguimiento.	
Capítulo II. Helióstato de Montaje Polar..	8.
Capítulo III. Fundamentos de Resortes.....	10.
Capítulo IV. Introducción Sobre el Diseño de Levas.....	13.
4.1. Trazo de la Leva Utilizada.	
Capítulo V. Estudio Teórico.....	19.
5.1. Tipo de Reflexión.	
5.2. Cinemática de Seguimiento del Sol y Orientación del Helióstato.	
5.3. Angulo del Espejo.	
5.4. Dimensionamiento del Espejo.	
5.5. Rotación del Espejo.	
5.6. Mecanismo para el Control de la Inclinación del Espejo.	
5.7. Determinación del Centro de la Leva.	
5.8. Trazo de la Leva.	
Capítulo VI. Análisis de Resistencia de Materiales.....	29.
Capítulo VII. Selección del Rodamiento.....	38.
Capítulo VIII. Dibujos de Detalle.....	40.
8.1. Lista de Materiales.	
8.2. Elementos Adicionales.	
Conclusiones.	
Bibliografía.	

INTRODUCCIÓN

Las alzas continuas en el precio del petróleo de los últimos años han colocado a la energía en un lugar de la actualidad muy importante: las fuentes de energía tradicionales, de carácter extinguidas, no podrán satisfacer por mucho tiempo la creciente demanda de energía. La solución nuclear podría, teóricamente, asegurar el suministro energético, pero a las centrales de fisión les quedan por resolver problemas de tanta importancia como el almacenamiento de residuos y la fusión se encuentra aún en estado de investigación.

La necesidad del desarrollo de nuevas fuentes de energía ha renovado el interés por el aprovechamiento de la energía solar. La energía solar puede aprovecharse de forma directa, o bien puede convertirse en energía eléctrica. Las centrales solares, actualmente en desarrollo, pueden ser de tipo térmico, que utilizan el calor del sol para producir el vapor necesario para mover una turbina, o basarse en el efecto fotovoltaico, mediante la utilización masiva de celdas solares montadas en grandes paneles de celdas.

En cualquier caso, la primera condición que debe reunir un sistema de aprovechamiento de energía solar es la de recoger la mayor cantidad posible de energía recibida en un determinado lugar. Esto es obviamente así, tanto para los colectores térmicos, como para los helióstatos (espejos móviles) de una central térmica, al igual para los paneles de una central fotovoltaica. Esta condición exige que la superficie colectora sea en los paneles fotovoltaicos, en todo momento, perpendicular a los rayos solares y, por tanto, una colección óptima solo puede conseguirse si dicha superficie está dotada de un movimiento de seguimiento del sol.

En los sistemas prácticos, sin embargo, una solución estática puede resultar suficiente sólo para determinadas aplicaciones. Naturalmente, en este caso, la energía colectada no es la máxima posible, pero puede resultar un valor aceptable si se da al colector una determinada inclinación, que depende de la latitud del lugar. Con ajustes estacionales de esta inclinación se consiguen algunas mejoras.

Utilizando un colector con seguimiento, la energía total recibida en un día claro puede ser del orden de un 35% mayor que para el mismo colector estático. Un incremento de esta cuantía compensaría sobradamente la energía requerida para el seguimiento. Sin embargo en la práctica este aumento puede reducirse considerablemente para el caso de nublados frecuentes y en todas aquellas condiciones climatológicas en las que la relación directa y la recibida por radiación difusa tiende a disminuir. Esto hace que el seguimiento no sea una solución definitiva para aquellos sistemas de colector plano

Però el seguimiento es imprescindible, en mayor o menor grado, cuando se trata de grandes colectores y es completamente necesario (seguimiento ideal) en el caso de aquellos sistemas que se basan en la concentración óptica de la radiación solar (concentración mediante espejos parabólicos sobre los tubos colectores, concentración mediante espejos o lentes sobre células solares, por citar dos ejemplos).

También es imprescindible en el caso de los campos de helióstatos de una central térmica solar que han de enfocar, todos ellos, luz solar sobre un mismo colector. Todos los sistemas de concentración utilizan únicamente la radiación directa; pero aún así, puede

obtenerse una ganancia de la energía captada respecto al colector estático que recoja la radiación total, siempre que se trate de climas poco nublados.

Todo lo expuesto hasta aquí explica la importancia del desarrollo de sistemas de seguimiento del sol paralelamente al desarrollo del aprovechamiento de la energía solar.

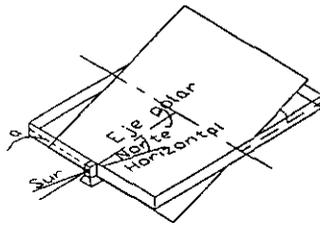
CAPÍTULO I.

CINEMÁTICA DEL SEGUIMIENTO DEL SOL

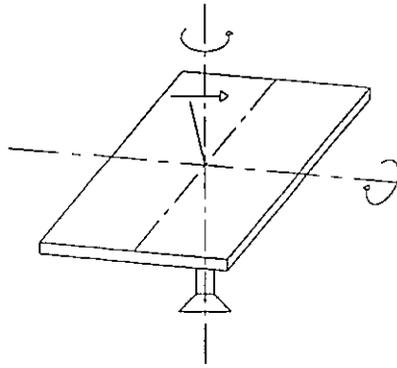
Una superficie colectora está apuntada al sol cuando un vector perpendicular a la misma es paralelo a los rayos solares. En general, para mantener un colector apuntado en todo momento, se precisa un giro del mismo alrededor de dos ejes. Sin embargo, salvo para los sistemas que utilizan sistemas ópticos de concentración con punto focal, es posible emplear sistemas de seguimiento de un solo eje, que si bien no presentan un rendimiento de colección óptimo pueden representar un compromiso global aceptable entre la energía total aceptada a lo largo de un día (o de un año) y la complejidad, costo y consumo de energía de un sistema de seguimiento de dos ejes.

Las configuraciones de dos ejes más comunes en la práctica están representadas en la figura 1. El montaje polar (fig.1.a) posee un eje de giro paralelo al de la tierra y otro, horizontal, perpendicular a éste. Este montaje es muy apropiado para pequeños colectores por su sencillez de movimientos: el giro alrededor del eje polar es de velocidad prácticamente uniforme e igual a la del reloj y el giro alrededor del eje horizontal solo se necesita para corregir la variación de la declinación solar, por lo que muy bien puede hacerse únicamente una vez al día, o incluso, sólo varias veces al año, si no se requiere mayor precisión.

Sin embargo, el montaje polar, que requiere un eje inclinado móvil, no es apropiado para sistemas pesados. En caso de los grandes espejos de una central térmica solar (helióstatos) o de los paneles de una fotovoltaica, por ejemplo, el montaje mas utilizado es el llamado de "acimut – elevación" (fig.1.b) que tiene un eje vertical y otro horizontal perpendicular a él. Esta configuración permite gran robustez mecánica sin grandes complicaciones de la estructura y de los mecanismos de giro. Por el contrario, la cinemática del movimiento de seguimiento del sol resulta ahora más complicada.



(a)



(b)

Figura 1. Configuración de ejes más utilizados en la práctica: a) montaje polar; b) montaje acimut-elevación.

La declinación varía a lo largo del año debido a la inclinación de la elíptica respecto al ecuador celeste, pero puede suponerse constante, aproximadamente, a lo largo de un día. En cuanto al ángulo horario es aproximadamente proporcional al de un reloj.

1.1. Control del movimiento del colector.

Una vez decidida la configuración y conocidas las ecuaciones de movimiento, el paso siguiente en el diseño de un sistema de seguimiento es la elección del sistema de control que mueva el colector y lo mantenga continuamente apuntando al sol en el ángulo adecuado.

Para el movimiento pueden elegirse muy diversos medios, que puedan ser hidráulicos, mecánicos, etc. Pueden utilizarse por ejemplo, simples sistemas de relojería para pequeños montajes de eje polar. Sin embargo, el empleo de un motor eléctrico y un reductor de velocidades por cada eje de giro es el sistema más habitual.

En algunos casos sencillos, como el montaje de eje polar, y que no requieren de gran precisión, puede utilizarse un motor síncrono que gira a la velocidad del sol medio, pero lo normal, es el empleo de sistemas de control de bucle cerrado.

Los motores más utilizados generalmente son de corriente continua, fáciles de controlar; no obstante pueden utilizarse de corriente alterna y motores paso a paso principalmente en el caso de movimiento intermitente y velocidad constante.

1.2. Otras funciones de un sistema de seguimiento.

Indudablemente la función más específica de un sistema de seguimiento es la de lograr, el seguimiento del sol en su movimiento, manteniéndose apuntando hacia él en todo momento. Pero hay otras funciones que son también necesarias para el buen

funcionamiento en todo el sistema de captación de energía solar y que normalmente se integran en el sistema de seguimiento. Entre estas funciones pueden citarse como habituales las de retorno nocturno, búsqueda de sol, parada por falta de luminosidad, parada por emergencia, posicionamiento de seguridad, etc.

Entre la puesta del sol de un día y el amanecer del día siguiente el colector debe situarse en la posición de amanecer, pues, de lo contrario, una vez salido el sol se perdería mucho tiempo en el giro de 180° necesarios para recuperar la posición.

CAPÍTULO II. HELIÓSTATO DE MONTAJE POLAR

2.1. Introducción.

La necesidad de captar la mayor parte la cantidad posible de la energía incidente en determinado lugar es, evidentemente, una exigencia común a todos los sistemas de aprovechamiento de la energía solar. La máxima captación se obtiene si la superficie colectora se mantiene constantemente en posición normal a los rayos del sol, lo que únicamente puede conseguirse si dicha superficie está dotada de un movimiento de seguimiento de sol.

En los sistemas basados en un seguimiento directo del sol, sean térmicos o fotovoltaicos, el más empleado es el de fotosensores, sin embargo tiene sus inconvenientes, causados por estados climatológicos.

Lo anterior lo retomamos para compararlo con el nuestro, ya que nuestro sistema es inmune a los nublados y otras circunstancias, que puedan producir errores.

Tres puntos especiales que se toman en cuenta como hipótesis para regular un seguimiento solar como el nuestro son:

- a) La tierra gira alrededor de su eje con una velocidad constante y con un periodo de rotación de 24 horas
- b) La tierra gira alrededor del sol describiendo una órbita circular y con un período de rotación de 365 días
- c) La declinación solar, varía únicamente de día en día permaneciendo constante a lo largo de cada día.

Ahora bien, a continuación trataremos de dar una definición de lo que es un heliostato y continuaremos con la explicación del funcionamiento de nuestro heliostato:

Heliostato: el heliostato es un espejo plano compuesto generalmente por varios espejos de dimensiones reducidas y cubiertos de aluminio protegido u otra película reflectante. Su orientación, para captar al máximo los rayos solares y enviarlos al concentrador, se realiza gracias a un “seguidor solar”

Comenzaremos con una breve descripción de nuestro heliostato que está formado por una estructura base de acero con una pendiente o inclinación ya predeterminada, debiendo aclarar que esta pendiente es un dato ya proporcionado y no se puede modificar.

Después encontraremos al eje que se encontrará montado en la estructura mediante una chumaceras; le continúan un par de platos que se localizan a un extremo del eje (en la parte inferior): está a una distancia ya establecida. Después continuamos con un conjunto de estructuras formadas también mediante ángulos y soleras, en toda esta estructura encontraremos diferentes dispositivos para el ajuste de inclinación y aseguramiento tanto para el espejo como para la graduación requerida para la reflexión de los rayos solares. Lo

anterior se logra mediante una leva ya dada y calculada de acuerdo con las necesidades que se tienen, junto con una varilla de longitud ya calculada, su sistema de seguridad es mediante un tirante que nos asegura que cuando este funcionando el helióstato no tienda a caer por este lado. Continuamos con un ajustador de distancia de leva, este permite el ajuste que habrá en el contacto de la leva y la varilla, esta última correrá por medio de una guía que se le proporciona en la estructura, debemos señalar que el tirante de seguridad cuenta también con su guía. Para concluir mencionaremos al soporte donde estará alojado el espejo.

Este helióstato estará controlado por un mecanismo tipo de reloj que se encargará del movimiento para seguir la trayectoria solar. Aclarando que este sistema es un diseño ya establecido y proporcionado para su adaptación a este dispositivo.

Los platos tienen la capacidad de ser regulables ya que; se cuenta con un plato fijo al eje y tiene unos canales para que el otro plato que es móvil se pueda ajustar dependiendo a las necesidades y estación del año en que nos encontremos, al igual que el grado de inclinación que se requiera del soporte con el espejo.

Ahora refiriéndonos a todo el conjunto, este se moverá con respecto al movimiento del sol, los platos se calibrarán con respecto a la estación del año según sea requerido como ya se había mencionado, al igual que la inclinación o graduación del espejo. Este es un punto muy importante ya que de esto dependerá de nuestra eficiencia para mandar los rayos solares perpendiculares a nuestro colector. El espejo se sujeta por medio de unas molduras.

Resumiendo, este es un helióstato de rotación polar como lo dice el título de éste trabajo, ya que se basa en una orientación calculada con respecto al lugar de operación y se basa también en el movimiento de dos ejes; que es el que mueve el dispositivo tipo reloj y la corrección por la variación de la declinación solar que se le proporciona es por medio de una leva de ajuste, así, seguirá el movimiento del sol aprovechando en todo momento los rayos solares, si las condiciones climatológicas lo permiten.

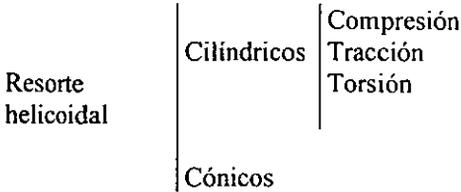
NOTA:

Muchos datos en que nos hemos basado para el diseño de este helióstato han sido ya calculados aparte y proporcionados directamente, ya que este dispositivo del que a continuación se tratará con más detalle (nos referimos al helióstato) forma parte de otro proyecto más complejo y que además incluye al colector solar.

CAPÍTULO III. FUNDAMENTOS DE RESORTES

Los resortes se fabrican arrollando el alambre en frío o caliente, dependiendo de su diámetro, del índice del resorte y de las propiedades que se quieran lograr. El arrollamiento del alambre produce esfuerzos residuales, pero están en dirección normal a la dirección del esfuerzo de torsión en un resorte a tracción o compresión, frecuentemente los resortes ya determinados se someten a un relevado de esfuerzos por medio de un tratamiento térmico.

Los resortes en general se pueden clasificar de la siguiente forma:



Los alambres para fabricación de los resortes helicoidales se pueden clasificar de la siguiente manera:

- a) Como de sección circular
- b) Como de sección especial

Ahora los materiales se clasifican en dos grupos:

- a) Metálicos
- b) No metálicos

Los resortes helicoidales se construyen para resistir fuerzas que tienden a cortarlos, alargarlos o a torcerlos, de aquí que se distinguen resortes helicoidales de compresión, de tracción o de torsión. Así mismo, atendiendo a su forma externa, pueden ser clasificados como:

- a) Cilíndricos
- b) Cónicos
- c) De formas especiales

El resorte que se utilizó para el dispositivo deslizante del helióstato, no es el más óptimo, ya que según las dimensiones especificadas y consultando las tablas ya preestablecidas de los fabricantes de los resortes, se tendría que fabricar un resorte especial para el dispositivo. Sin embargo se espera que su desempeño sea el adecuado.

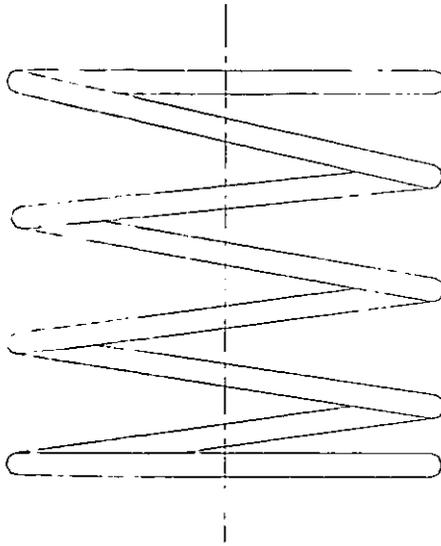
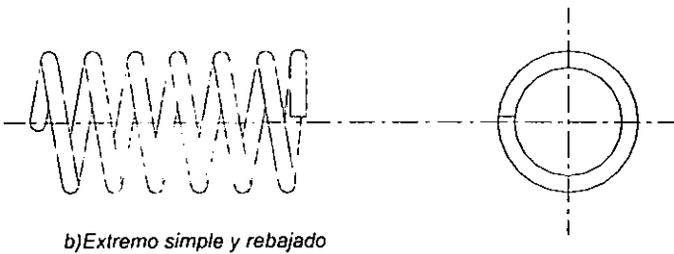
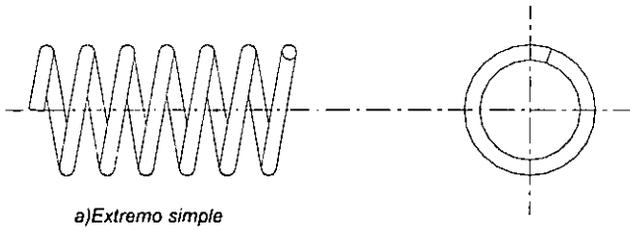


Figura 3.1. Resorte.

El tipo de extremo utilizado de un resorte helicoidal de compresión debe especificarse como se indica en la figura: a) simple, b) cerrado, c) simple rebajado, y d) cerrado y rebajado.



continua

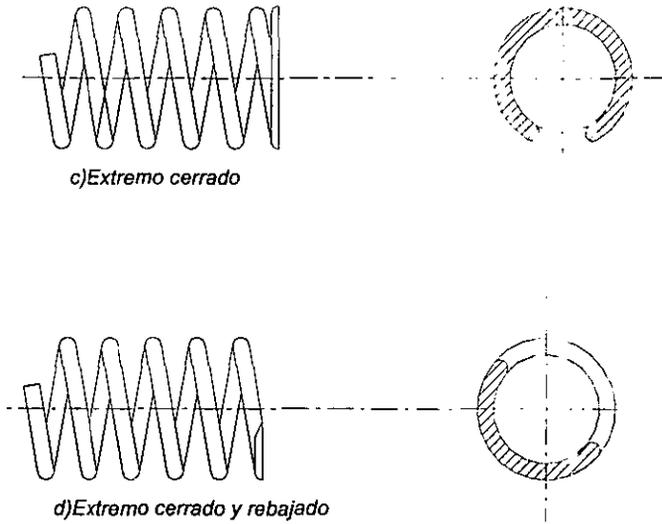


Figura 3.2. Tipos de extremos en resortes a compresión.

El tipo de extremo utilizado origina que las espiras en contacto con la superficie no trabajen por lo que al número de espiras activas, que son las empleadas al calcular la deformación del resorte, hay que sumar las espiras inactivas, para obtener el número total de espiras en el resorte. Una buena regla para esto es:

- a) extremos simples – súmese media espira
- b) extremos cerrados – súmese una espira
- c) extremos simples rebajados – súmese una espira
- d) extremos cerrados y rebajados – súmese dos espiras

El tipo extremo que se utiliza en el resorte seleccionado es del tipo mostrado en la figura 3.2(b), que es de extremo simple y rebajado.

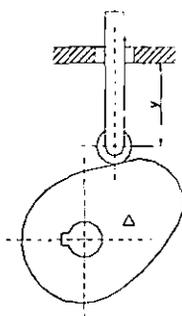
CAPÍTULO IV. INTRODUCCIÓN SOBRE EL DISEÑO DE LEVAS

Una leva es un elemento mecánico que sirve para impulsar a otro elemento, llamado seguidor, para que desarrolle un movimiento especificado, por contacto directo.

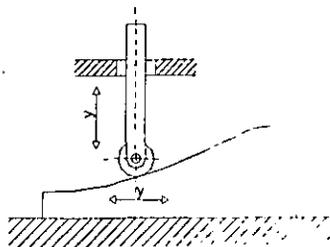
La versatilidad y flexibilidad en el diseño de los sistemas de levas se encuentran entre sus características más atractivas. Las levas se clasifican según sus formas básicas, cuatro tipos de levas son los que integran el grupo:

- a) Levas de placa, llamadas también de disco o radial
- b) Levas de cuña
- c) Leva cilíndrica o de tambor
- d) Leva lateral o de cara

Ver figura 4.1.

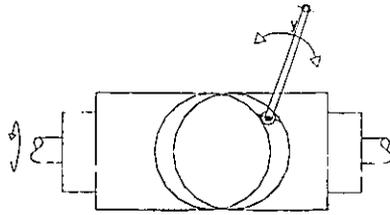


(a)

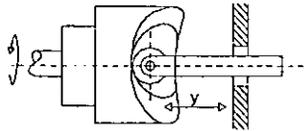


(b)

continua



(c)



(d)

Figura 4.1. Tipos de levas: a)de placa, b)de cuña, d)de tambor y d)de cara.

La menos común en aplicaciones prácticas es la leva de cuña, la más común a utilizar de todas es la leva de placa.

Los sistemas de las levas se clasifican también según la forma básica del seguidor, a continuación se presentan levas de placa que actúan con cuatro tipos diferentes de seguidores:

- a) Seguidor de cuña
- b) Seguidor de cara plana
- c) Seguidor de rodillo
- d) Seguidor de cara esférica o zapata curva

Ver figura 4.2.

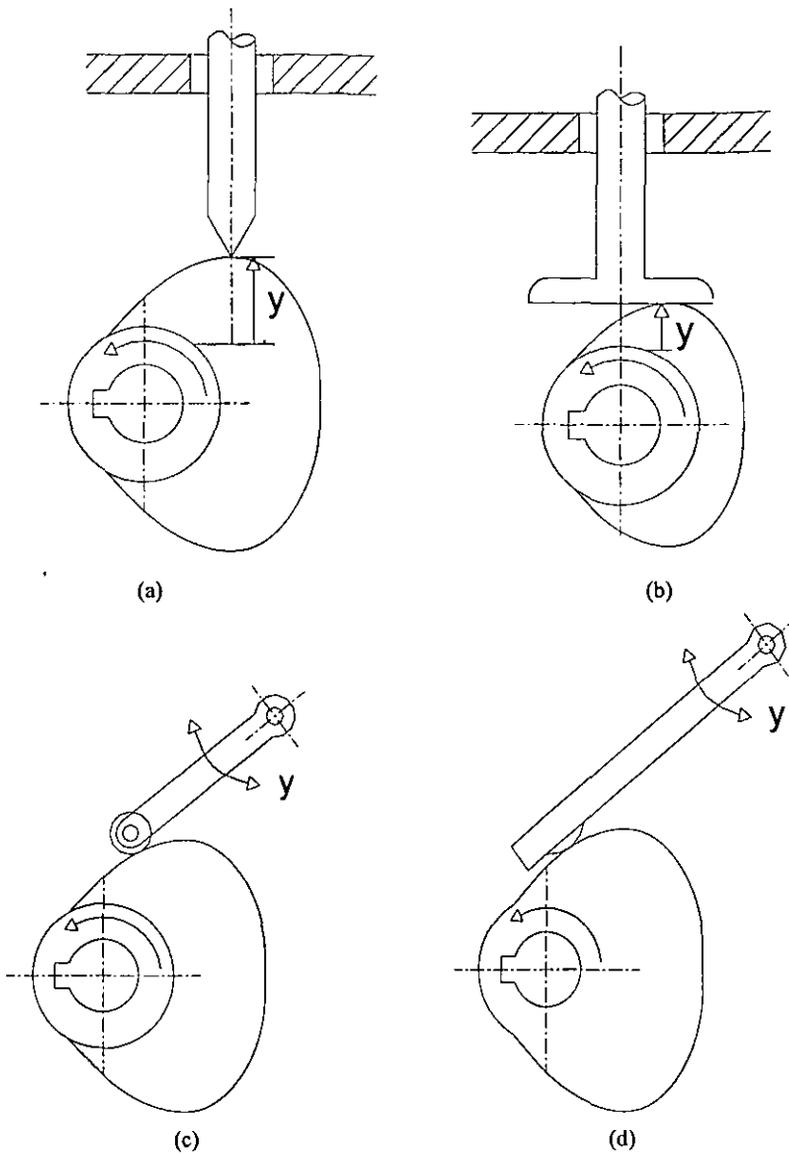


Figura 4.2. Las levas de placa con: a) un seguidor r excéntrico de cuña con movimiento alternativo; b) seguidor de movimiento alternativo y cara plana; seguidor oscilante de rodillo y d) seguidor oscilante de zapata curva.

Otro método para clasificar las levas es de acuerdo con el movimiento de salida característico, permitido en el seguidor y el marco de referencia.

Por lo común, un sistema de levas es un dispositivo con un solo grado de libertad. Es impulsado por un movimiento de entrada conocido, casi siempre un eje que gira a

velocidad constante, se pretende producir un movimiento de salida determinado que se desea para el seguidor.

Durante la rotación de la leva a lo largo de un ciclo del movimiento de entrada, el seguidor ejecuta una serie de eventos como los que muestran gráficamente en el diagrama de desplazamiento. (figura 4.3.).

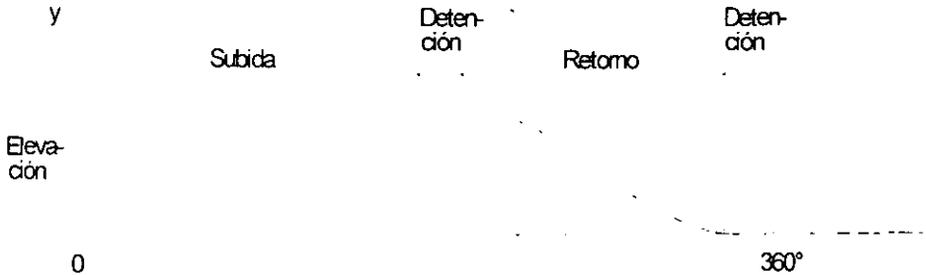


Figura 4.3. Diagrama de desplazamiento.

Uno de los pasos claves en el diseño de una leva es la elección de la forma correcta o apropiada para estos movimientos. En el trazo de una leva real, deben emplearse muchas divisiones para obtener una exactitud adecuada.

4.1. Leva para heliostato.

Para el trazo de la leva que se diseñó para este proyecto se utilizaron los siguientes datos que es muestran en la tabla 1, cabe señalar que este diseño y por consecuencia estos datos y resultados que se obtuvieron son datos que son proporcionados al igual que los datos que se presentaron en el principio; es decir son datos ya preestablecidos. Estos corresponden a un estudio más completo; como ya se mencionó antes, éste es una parte de otro proyecto y que no tocaremos a fondo, ya que nos desviamos del objetivo de la tesis. Lo siguiente es lo que se dio como una restricción ya establecida.

$L_o = 351\text{mm}$
 $X_o = 250\text{mm}$

Tabla 1. Los siguientes datos corresponden a nuestro perímetro o forma que tendrá la leva en cuestión.

ND (día del año)	R (mm)	ϕ (grados)
10	240.244	9.863
20	229.569	19.726
30	215.817	29.589
40	199.884	39.452
50	182.663	49.315
60	164.958	59.179
70	147.438	69.041
80	130.626	78.904
90	114.914	88.767
100	100.585	98.630
110	87.836	108.493
120	76.806	118.356
130	67.592	128.219
140	60.263	138.082
150	54.866	147.945
160	51.434	157.808
173	49.944	167.671
180	50.537	177.534
190	53.077	187.397
200	57.593	197.260
210	64.057	207.123
220	72.430	216.986
230	82.653	226.849
240	94.643	236.712
250	108.281	246.575
260	123.401	256.438
270	139.759	266.301
280	157.017	276.164
290	174.713	286.027
300	192.243	295.890
310	208.862	305.753
320	223.709	315.616
330	235.875	325.479
340	244.511	335.342
350	248.953	345.205
355	249.059	350.137
365	247.059	360

La forma de la leva diseñada en base a la información proporcionada por la tabla 1 se muestra en la figura 4.4.

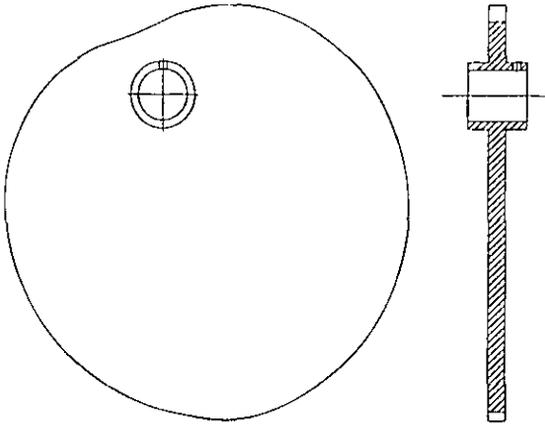


Figura 4.4. Geometría de la leva diseñada.

CAPÍTULO V. ESTUDIO TEÓRICO

5.1. Tipo de reflexión.

Un factor importante para el diseño del helióstato consiste en determinar el tipo de reflexión necesario. Para el concentrador considerado, es necesario reflejar el haz de luz de tal manera que llegue perpendicular a su eje vertical, con el objeto de obtener el mejor rendimiento. (Figuras 5.1 y 5.2)

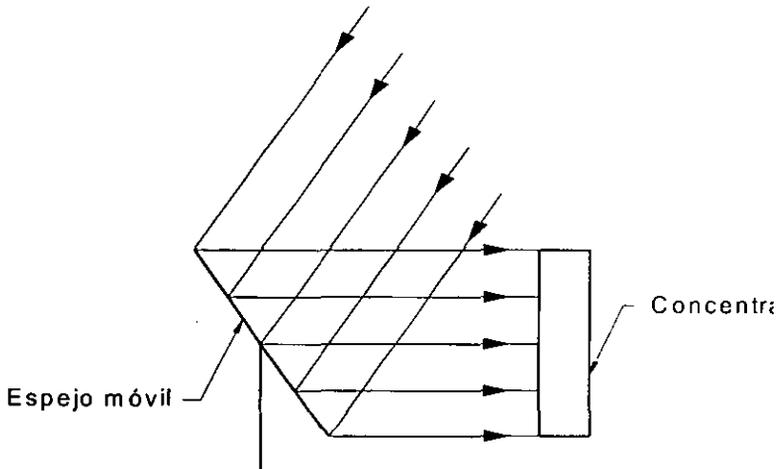


Figura 5.1. Vista lateral de la reflexión de la luz solar

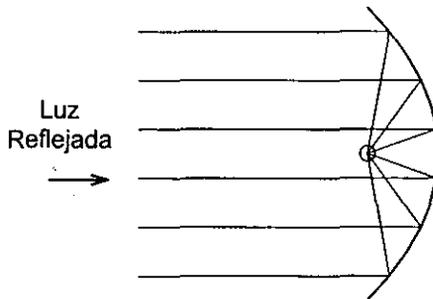


Figura 5.2. Vista superior de la reflexión de la luz, proveniente del helióstato, en el concentrador. Al reflejarse la luz en la superficie parabólica los rayos se dirigen hacia la línea focal, donde se encuentra el receptor (tubo)

5.2. Cinemática de seguimiento del sol y orientación del helióstato.

Para mantener el espejo apuntando al Sol en todo momento y reflejar los rayos del modo adecuado, se requiere de dos movimientos muy precisos.

En la figura 5.3 se puede observar que durante el año se forman trayectorias circulares del sol alrededor del eje terrestre y perpendiculares a éste. Entonces, si se ubica el sistema (helióstato y colector) en un plano inclinado en un ángulo igual a la latitud; se coloca el colector en la parte inferior apuntando al norte y el espejo en la parte superior mostrando su cara reflejante al colector, y si se da una inclinación adecuada al espejo, que tiene forma circular, haciendo girar éste al rededor de una línea que va del centro del colector al centro del espejo paralela al eje terrestre (eje CC en la figura 5.4), se generará un “cilindro” de luz reflejada por el espejo hacia el colector durante el día.

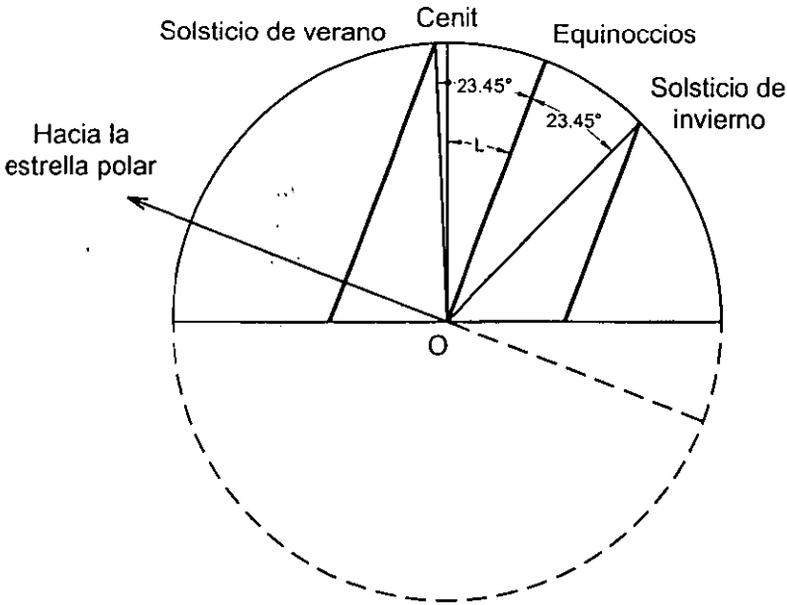


Figura 5.3. Vista lateral de las trayectorias solares para un observador en la latitud $L = 20.9^\circ$, correspondiente a la ciudad de Querétaro.

De lo anterior se establece que los dos movimientos que requiere el espejo son:

1. Oscilatorio. Que estará en función de la declinación solar y que se ajustará cada día del año.
2. De rotación. Una vez ajustado el ángulo de inclinación del espejo, éste dará una vuelta completa alrededor del eje CC, durante un periodo de aproximadamente 24 horas.

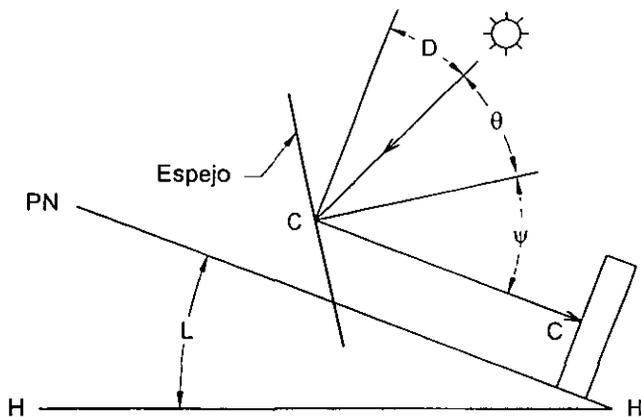


Figura 5.4. Montaje del heliostato y del colector solar. El sistema estará alineado con el eje polar.

Donde:

L = latitud del lugar

ψ = ángulo que forma el rayo reflejado con la normal al espejo

θ = ángulo que forma el rayo proveniente del Sol con la normal al espejo

D = declinación solar

De la figura 5.3 se ve que:

$$D + \theta + \psi = 90^\circ$$

como $\theta = \psi$, entonces:

$$D + 2\psi = 90^\circ \text{ y}$$

$$\psi = (90^\circ - D) / 2$$

5.3. Ángulo del espejo

Ahora se calculará el ángulo de inclinación del espejo, medido éste con respecto al marco del heliostato durante el mediodía solar. En la figura 5.5 se puede observar que este ángulo es igual al ángulo ψ .

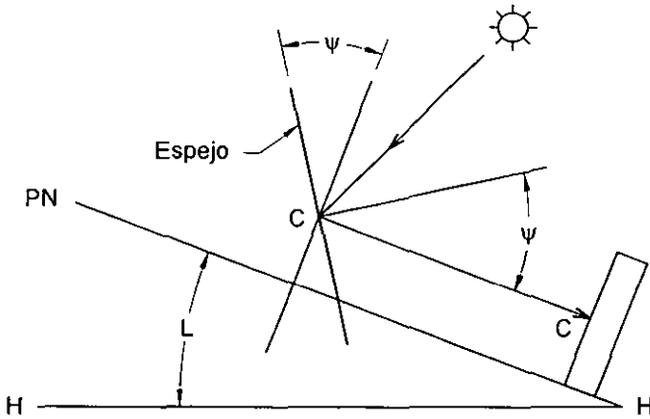


Figura 5.5. Ángulo para la oscilación diaria del espejo.

5.4. Dimensionamiento del espejo.

Para calcular el tamaño del espejo, se deben conocer las características del concentrador al que va a reflejarle la luz del Sol. En este caso se trata de un concentrador de parábola reglada que en su línea focal tiene al receptor. El receptor es un tubo por donde fluye agua con el objeto de ser destilada.

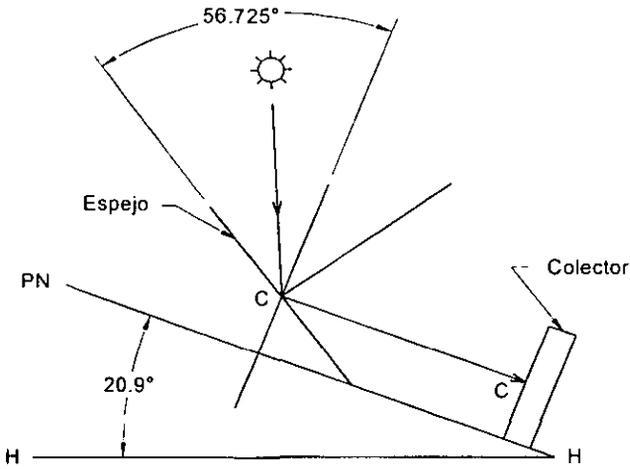
La altura del concentrador es de 50 cm, su anchura es de 44 cm y su línea focal está en posición perpendicular al plano inclinado.

También se debe considerar la máxima inclinación del espejo durante el año. Esta ocurre en el solsticio de invierno, tal como se muestra en la figura 5.5 y con ayuda de la trigonometría se puede determinar el diámetro mínimo del espejo de tal modo que se asegure la total recepción del haz de rayos reflejados en el colector.

Así, el diámetro mínimo del espejo será:

$$\text{DIA} = \frac{50 \text{ cm}}{\cos 56.725^\circ} = 91.13 \text{ cm}$$

Ver figura 5.6 y 5.7.



5.6. Máxima inclinación del espejo

Figura

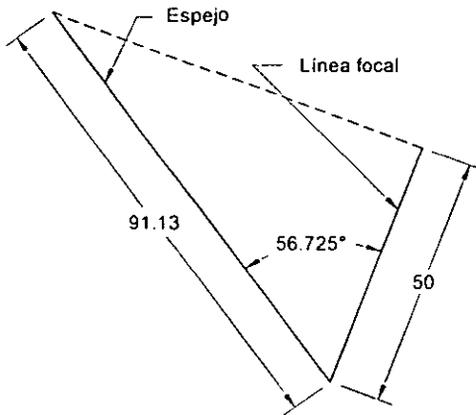


Figura 7. Diámetro mínimo del espejo

5.5 Rotación del espejo.

En la figura 5.8 se muestra cual debe ser el movimiento de rotación del espejo. Las posiciones son con respecto al tiempo solar, el cual difiere del tiempo civil como se mencionó en el capítulo anterior.

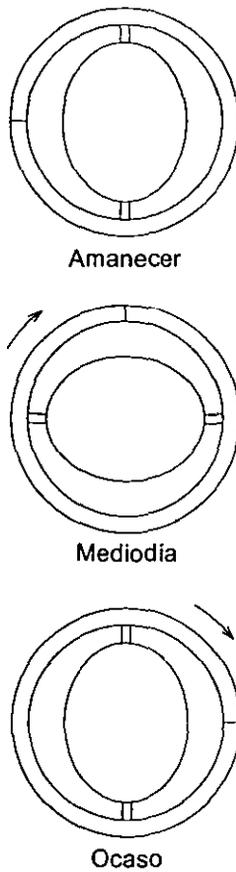


Figura 5.8. Perspectiva del espejo, tal como se vería desde la posición del concentrador

5.6. Mecanismo para el control de la inclinación del espejo.

La variación del ángulo ψ queda determinado por el giro anual de una leva. Previo al diseño de la leva, se calculará la longitud y de una varilla, ubicada a una distancia x del centro del espejo, que determina el ángulo ψ . Esto lo podemos ver mejor en la figura 5.9.

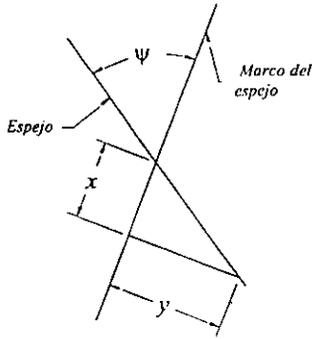


Figura 5.9. Control de inclinación.

$$y = x \tan \psi$$

$$\text{Si } x = 0.5R_e \Rightarrow x = 230 \text{ mm}$$

R_e es el radio del espejo

$$y_{\min} = 230 \tan(33.276^\circ) = 150.944 \text{ mm}$$

$$y_{\max} = 230 \tan(56.725^\circ) = 350.475 \text{ mm}$$

Entonces:

$$Y_{\min} = 151 \text{ mm}$$

$$Y_{\max} = 351 \text{ mm}$$

Ahora se calcularán ciertas relaciones que serán la base para la construcción de la leva, para esto nos auxiliamos con la figura 5.10:

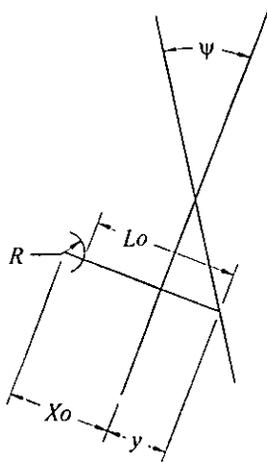


Figura 5.10. Relación de longitudes.

$$R + Lo = y + Xo$$

$$R = y + Xo - Lo$$

donde

- Lo = varilla que empuja al espejo impulsada por la leva
- Xo = Distancia del marco del espejo al centro de la leva
- R = Radio de la leva en el día ND del año
- y = Distancia perpendicular del marco al espejo

5.7. Determinación del centro de la leva.

Conociendo el movimiento requerido por el seguidor (Lo), la leva se diseña para que proporcione este movimiento. En este caso se eligió una leva de tipo disco con seguidor radial.

La forma de establecer el diseño es la siguiente: primero calculamos el punto extremo de la leva, esto es, donde el parámetro R es mayor. Definiremos a R como la distancia del centro de la leva al punto extremo de su periferia.

Análisis para Ψ máx. Establecemos la distancia de $R_{máx}$, para que su extremo coincida con la línea $P - P'$, esta línea contiene al punto de oscilación (O) del espejo a su lugar de inclinación máxima mediante su seguidor de longitud igual a 351 mm. Lo anterior se ve en la figura 5.11.

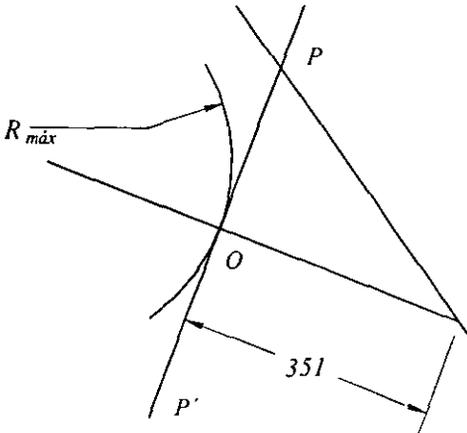


Figura 5.11. Centro de la leva.

Análisis para ψ mínima. Ahora se traza el esquema para evaluar el otro punto de la leva. El seguidor físicamente se deslizará a través de un orificio ubicado en la estructura correspondiente a la línea $P - P'$. Previamente se calculó la distancia mínima de la línea $P - P'$ al espejo y que definimos como y mínima, en la figura 5.12 podemos observar que entonces la diferencia ($351 - 151 = 200$) será la distancia de la línea $P - P'$ al otro punto extremo de la leva que corresponde de R mínima.

Ya habíamos establecido que X_o es la distancia del marco del espejo (línea $P - P'$) al centro de la leva. Elegimos un valor de 250 mm (a criterio del diseñador) para la distancia X_o , por lo tanto R mínimo tendrá un valor de: $R = y + X_o - L_o = 151 + 250 - 351 = 50$ mm.

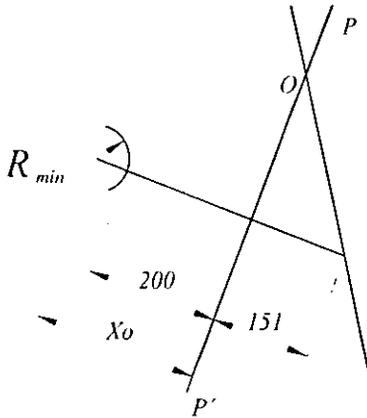


Figura 5.12. Análisis para la distancia mínima.

Con base en el análisis anterior se establecen:

$L_o = 351$ mm

$X_o = 250$ mm

5.8. Trazo de la leva.

Con la ecuación $R = y + X_o - L_o$, se determinan 365 secciones que nos representan los días del año, mediante coordenadas polares. Cada uno de sus respectivos ángulos se encuentra con la siguiente relación:(ver figura 5.13).

$$\phi = \frac{360^\circ}{365 \text{ días}} \times \text{ND}$$

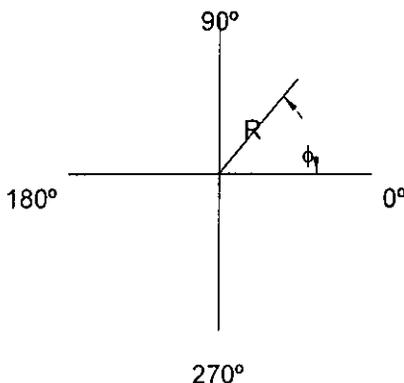


Figura 5.13. Trazo de la leva.

Finalmente, uniendo con una línea curva los extremos de cada radio, se tiene el contorno de la leva. (ver figura 14).

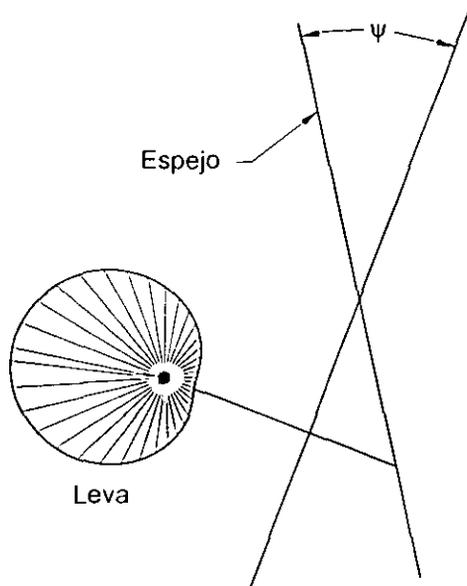


Figura 5.14. Perfil de leva.

CAPÍTULO VI. ANÁLISIS DE RESISTENCIA DE MATERIALES

A continuación procederemos con el cálculo de los esfuerzos que intervienen en nuestro eje principal, tomando en cuenta los datos que se nos proporcionan o que se tienen como restricción para este diseño. La figura 6.1 nos muestra esquemáticamente como estará soportado nuestro *helióstat* en la correspondiente estructura.

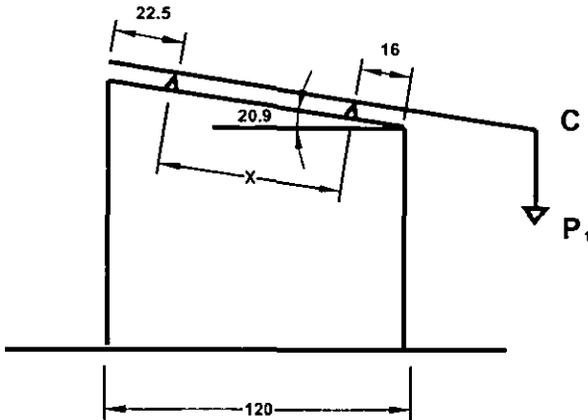


Figura 6.1. Esquema de Helióstat.

Datos proporcionados

$$\begin{aligned} \varnothing \text{ espejo} &= 96 \text{ cm} \\ \text{espesor} &= 3 \text{ mm} \\ \rho \text{ vidrio plano} &= 2.5 \text{ g/cm}^3 \\ \text{estimación de } P_2 &= 6 \text{ veces } P_1 \end{aligned}$$

Donde:

P_1 = peso del espejo.

P_2 = peso estimado del espejo más su estructura de soporte.

Calculando el volumen del espejo

$$Vol_{\text{esp}} = \frac{\Pi}{4} d^2 h$$

$$Vol_{\text{esp}} = \Pi / 4 (96 \text{ cm})^2 (0.3 \text{ cm})$$

$$Vol_{\text{esp}} = (0.785) (9216 \text{ cm}^2) (0.3 \text{ cm})$$

$$Vol_{\text{esp}} = 2170.368 \text{ cm}^3$$

Calculando el peso del espejo

$$P_1 = m * a$$

pero

$$P_1 = m * g$$

y como

$$\rho = m / v \quad \Rightarrow \quad m = \rho * v$$

$$\therefore m = (2.5 \text{ g/cm}^3) (2170.368 \text{ cm}^3)$$

$$m = 5425.92 \text{ g}$$

Ahora

$$P_1 = (5425.92 \text{ g}) (9.81 \text{ m/s}^2)$$

Como

$$(5425.92 \text{ g}) (1 \text{ kg} / 1000 \text{ g}) = 5.425 \text{ kg}$$

$$P_1 = (5.425 \text{ kg}) (9.81 \text{ m/s}^2)$$

$$P_1 = 53.228 \text{ kg m/s}^2$$

y como

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg m/s}^2$$

$$P_1 = 53.228 \text{ N}$$

A continuación se hará el cálculo de las reacciones (fig. 6.2)

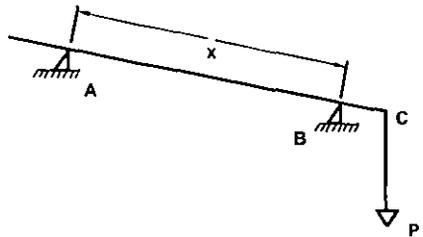


Figura 6.2. Diagrama de Fuerzas.

Obteniendo el valor de X por trigonometría (fig. 6.3)

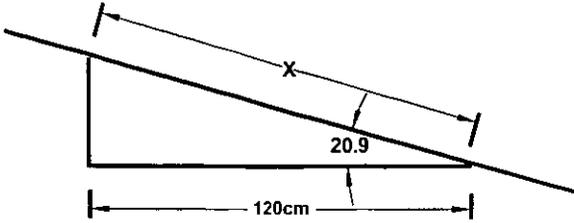


Figura 6.3. Obtención Trigonométrica.

$$\cos \alpha = 120 \text{ cm} / x - 38.5 \text{ cm}$$

$$x = 120 \text{ cm} / \cos \alpha - 38.5 \text{ cm}$$

$$\text{donde } \alpha = 20.9^\circ$$

$$x = 120 \text{ cm} / \cos 20.9^\circ - 38.5 \text{ cm}$$

$$x = 120 \text{ cm} / 0.934 - 38.5 \text{ cm}$$

$$x = 128.479 \text{ cm} - 38.5 \text{ cm}$$

$$x = 89.979 \text{ cm}$$

redondeando el valor de x

$$x = 90 \text{ cm.}$$

Considerando que

$$P_2 = 6P_1$$

$$P_2 = (6) (53.228 \text{ N})$$

$$P_2 = 319.368 \text{ N}$$

si se aproxima a un numero mayor, el más próximo, consideraremos el valor de P_2 como:

$$P_2 = 320 \text{ N}$$

Proyectando a P_2 como lo muestra la siguiente figura obtendremos \Rightarrow

$$P_{2y} = 320 \text{ N}(\cos 20.9)$$

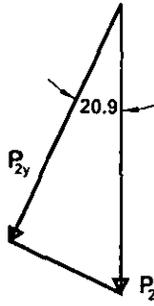


Figura 6.4. Proyección de P_2

$$P_{2y} = 320 \text{ N} (0.943)$$

$$P_{2y} = 298.94 \text{ N}$$

*haciendo una consideración
de redondeo a nuestro valor*

$$P_2 \text{ será de } 299 \text{ N}$$

Por lo anterior podremos calcular las reacciones A y B, así también el momento máximo realizando nuestro diagrama de la forma que lo muestra la figura 6.5:

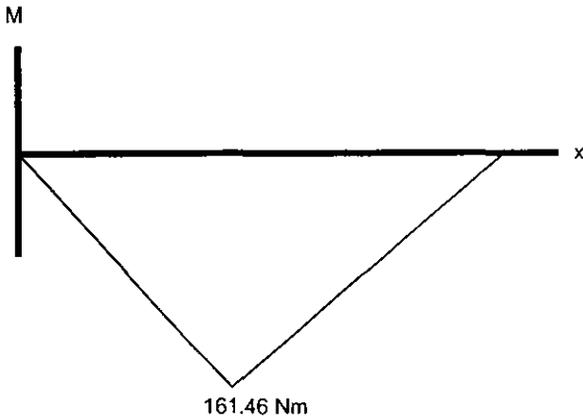
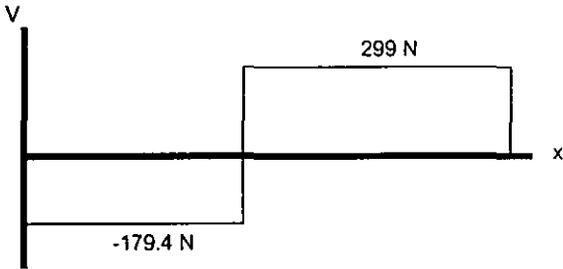
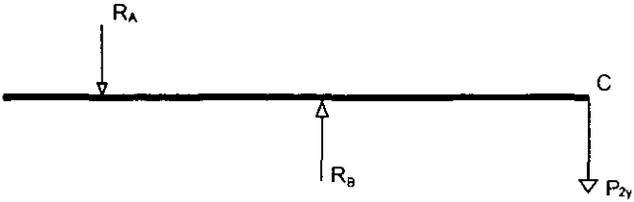
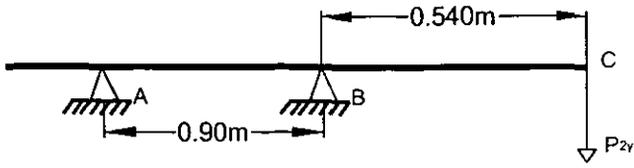


Figura 6.5. Diagrama de Reacciones.

0.540m es una estimación de la distancia que habrá del primer apoyo (chumacera, o punto B), hasta el centroide del plato fijo indicado por la letra C.

Calculando las reacciones en los puntos de apoyo A y B, obtendremos:

$$\sum M_A = 0$$

$$- R_B (0.90 \text{ m}) + (299 \text{ N}) (1.44 \text{ m}) = 0$$

$$- R_B 0.90 \text{ m} = 430.56 \text{ N m}$$

$$R_B = 430.56 \text{ N m} / 0.90 \text{ m}$$

$$R_B = 478.4 \text{ N}$$

$$+ \uparrow \sum F_y = 0$$

$$- R_A + R_B - P_2 = 0$$

$$- R_A + 478.4 \text{ N} - 299 \text{ N} = 0$$

$$R_A = 478.4 \text{ N} - 299 \text{ N}$$

$$R_A = 179.4 \text{ N}$$

Ahora calculando el momento máximo:

$$\sum M_{MAX} = (179.4) (0.90 \text{ m})$$

$$M_{MAX} = 161.46 \text{ N m}$$

Calculando el momento de inercia I:

$$I = \pi / 64 (D^4 - d^4)$$

$$I = 0.049 [(3.81 \text{ cm})^4 - (3.492 \text{ cm})^4]$$

$$I = 0.049 (210.71 \text{ cm}^4 - 148.695 \text{ cm}^4)$$

$$I = (0.049) (62.022 \text{ cm}^4)$$

$$I = 3.039 \text{ cm}^4$$

Calculando la deflexión máxima para la parte que se encuentra en voladizo:

$$Y_{MAX} = P_2 l^3 / 3 E I$$

donde $E = 205\,000\text{ Mpa.}$, convirtiendo a N e l en m , nos quedan los valores de la siguiente manera:

$$Pa = N / m^2 \Rightarrow E = 2.050 \times 10^{11} N / m^2$$

$$(3.039\text{ cm}^4) [(1\text{ m})^4 / (100\text{ cm})^4] \Rightarrow$$

$$I = 3.039 \times 10^{-8} m^4$$

$$Y_{MAX} = (299\text{ N}) (0.540\text{ m})^3 / (3) (2.050 \times 10^{11} N / m^2) (3.039 \times 10^{-8} m^4)$$

$$Y_{MAX} = 47.081\text{ m} / 18689.85$$

$$Y_{MAX} = 2.519 \times 10^{-3}\text{ m}$$

por lo que

$$\text{tg}\varphi = - P_2 l^2 / 2EI$$

$$\text{tg}\varphi = - (299\text{ N}) (0.540\text{ m})^2 / 2.(2.05 \times 10^{11} N / m^2) (3.039 \times 10^{-8} m^4)$$

$$\text{tg}\varphi = -87.188\text{ N} / m^2 / 12459.9\text{ N} / m^2$$

$$\text{tg}\varphi = -6.997 \times 10^{-3}$$

$$\varphi = -0.4^\circ$$

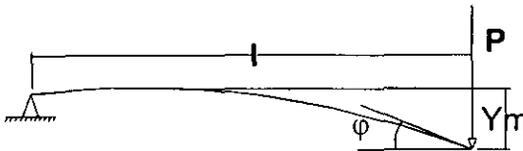


Figura 6.6. Deflexión del voladizo.

El calculo de la deflexión y los ángulos para el eje completo es el siguiente

$$Y_{ml} = - P a l^2 / 9 \cdot 3 E I$$

$$Y_{ml} = (299\text{ N}) (0.540\text{ m}) (0.90\text{ m})^2 / (15.588) (2.05 \times 10^{11} N / m^2)$$

$$(3.039 \times 10^{-8} \text{ m}^4)$$

$$Y_{m1} = -130.782 \text{ m} / 97112.4606$$

$$Y_{m1} = -1.346 \times 10^{-3} \text{ m}$$

por lo que

$$\text{tg } \varphi_A = -P a l / 6 E I$$

$$\text{tg } \varphi_A = - (299 \text{ N}) (0.540 \text{ m}) (0.90 \text{ m}) / (6) (2.05 \times 10^{11} \text{ N} / \text{m}^2)$$

$$(3.039 \times 10^{-8} \text{ m}^4)$$

$$\text{tg } \varphi_A = -296.46 / 37379.7$$

$$\text{tg } \varphi_A = -3.887 \times 10^{-3}$$

$$\varphi_A = -0.22^\circ$$

para B será

$$\text{tg } \varphi_B = F a l / 3 E I$$

$$\text{tg } \varphi_B = (299 \text{ N}) (0.540 \text{ m}) (0.90 \text{ m}) / (3) (2.05 \times 10^{11} \text{ N} / \text{m}^2)$$

$$(3.039 \times 10^{-8} \text{ m}^4)$$

$$\text{tg } \varphi_B = 145.314 / 18689.85$$

$$\text{tg } \varphi_B = 7.775 \times 10^{-3}$$

$$\varphi_B = 0.44^\circ$$

para Y_{m2} será de la siguiente manera:

$$Y_{m2} = [P a^2 / 3 E I] (l + a)$$

$$Y_{m2} = [(299 \text{ N}) (0.540 \text{ m})^2 / (3) (2.05 \times 10^{11} \text{ N} / \text{m}^2) (3.039 \times 10^{-8} \text{ m}^4)]$$

$$(0.90 \text{ m} + 0.540 \text{ m})]$$

$$Y_{m2} = 87.188 / 18689.85 (1.44 \text{ m})$$

$$Y_{m2} = (4.665 \times 10^{-3} \text{ m}) (1.44 \text{ m})$$

$$Y_{m2} = 6.717 \times 10^{-3} \text{ m}$$

Para el punto C es de la siguiente forma

$$\operatorname{tg} \varphi_c = [P a / 6EI](2l + 3a)$$

$$\operatorname{tg} \varphi_c = [(299 \text{ N})(0.540 \text{ m}) / (6)(2.05 \times 10^{11} \text{ N/m}^2)(3.039 \times 10^{-8} \text{ m}^4)]$$

$$[(2)(0.90 \text{ m}) + (3)(0.540 \text{ m})]$$

$$\operatorname{tg} \varphi_c = 161.46 / 37379.7 (1.8 + 1.62)$$

$$\operatorname{tg} \varphi_c = (4.319 \times 10^{-3})(3.42)$$

$$\operatorname{tg} \varphi_c = 0.014$$

$$\varphi_c = 0.846^\circ$$

la figura 6.7 nos mostrara lo antes mencionado

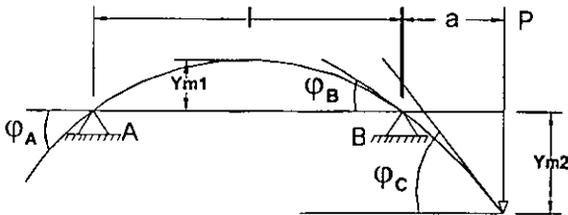


Figura 6.7. Deflexión del Eje completo.

CAPÍTULO VII. SELECCIÓN DEL RODAMIENTO

¿Que es un rodamiento?

Se puede decir, con verdadera razón, que el rodamiento es un ahorro - energía, puesto que ahorra potencia gracias a que permite sustituir el rozamiento, a veces considerable, de los casquillos de bronce, por uno mucho menor de rodadura, de manera tal que los órganos de las máquinas opriman una resistencia menor a su movimiento.

En base a su constitución mecánica, el rodamiento es un órgano de rotación compuesto de dos anillos concéntricos de acero, uno fijo y otro móvil, separados por un tercero en el que se alojan bolas, rodillos cilíndricos, cónicos, o agujas. Cabe decir que merced a ellos el esfuerzo de rozamiento es unas 50 veces menor que un cojinete de bronce normal, y alrededor de 5 veces menor que un cojinete rectificado y con engrase a presión.

Por mencionar algunos tipos de rodamientos, se tienen:

- a) Para cargas axiales
- b) Para cargas radiales
- c) Para cargas combinadas

El rodamiento a utilizar para el proyectó según lo especificado anteriormente es, el de cargas radiales para pequeños esfuerzos, siendo este tipo de rodamiento rígido de bolas. Éste es, para múltiples aplicaciones y cargas radiales; soportan ligeras cargas axiales, por lo que satisface a nuestra necesidad.

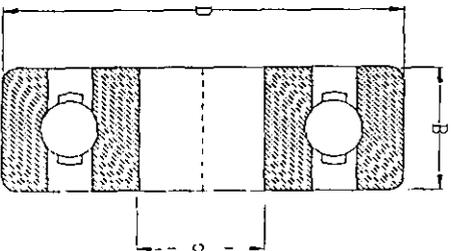


Figura 7.1. Rodamiento.

Para serie de diámetro 0. Las dimensiones de los siguientes recuadros son en mm.

d	D	Serie de dimensión		Capacidad de carga en (N)	
		30	(B)	dinámica	estática
38.1	82	15		13300	9150

Limites del agujero en μ para el diámetro medio (d_m)

inferior	superior	d_{min}	d_{max}
- 15	0	+ 4	- 19

Limite de diámetro exterior en μ (D)

Superior	Inferior
0	- 3

La carga limite de fatiga es de 940 N.

Nota:

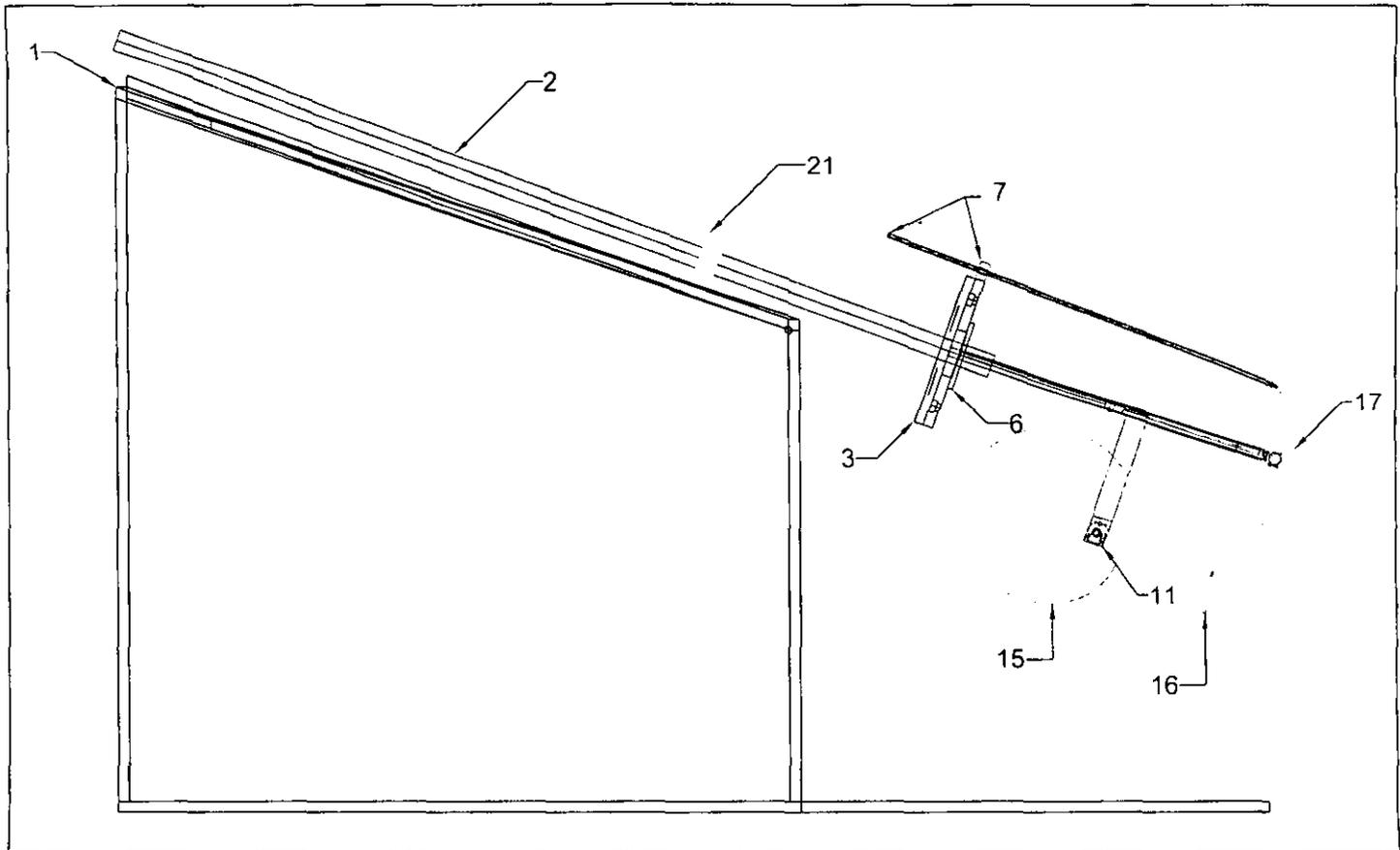
Las designaciones del balero seleccionado, son datos obtenidos con forme a la norma ISA y con respecto al catalogo de SKF.

CAPÍTULO VIII.

Dibujos de Detalle.

8.1. Lista de Materiales.

Núm.	Cant.	Designación.	Material.	Observaciones.
1	1	Estructura de Soporte.	Acero 1018	Ver Plano.
2	1	Eje Principal.	Ac. Inox.	AISI304
3	1	Plato Fijo.	Acero 1045	Ver Plano.
4	2	Resorte.	Acero.	A. para resorte.
5	2	Guía Deslizante.	Bronce.	Ver Plano.
6	1	Plato Móvil.	Acero 1045	Ver Plano.
7	1	Pivote y Guía de Tiran.	Acero 1018	Ver Plano.
8	1	Cjto. Brazos...Izq.	Acero 1018	Ver Plano.
9	1	Cjto. Brazos...Der.	Acero 1018	Ver Plano.
10	1	Ajustador Leva – Sop..	Acero 1018	Ver Plano.
11	1	Soporte – Eje – Leva.	Acero 1018	Ver Plano.
12	1	Buje – Eje – Leva.	Bronce	Ver Plano.
13	1	Eje de Leva.	Acero 1018	Ver Plano.
14	2	Seguro Eje de Leva.	Acero 1018	Ver Plano.
15	1	Leva.	Aluminio	Ver Plano.
16	1	Soport. Guía – Varilla.	Acero 1018	Ver Plano.
17	2	Placa-Brazos-Soporte.	Acero 1018	Ver Plano.
18	1	Sopрте Espejo.	Acero 1018	Ver Plano.
19	8	Molduras	Aluminio.	Ver Plano.
20	4	Perno	Acero 1018	Ver Plano.
21	2	Chumaceras.	Fundición.	UC208-24 FK.

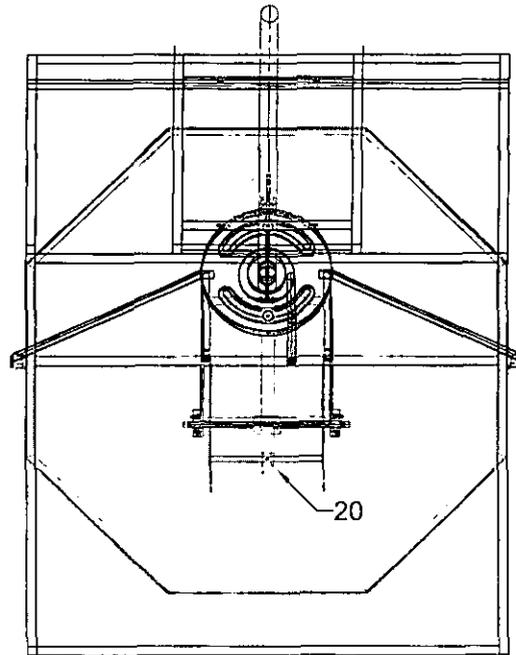


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO. FES - CUAUTITLAN.

INGENIERIA MECANICA ELECTRICA.
 Dibujó: José Angel Barrientos Olea.
 Revisó: Ing. Enrique Cortés González.

CONJUNTO HELIOSTATO.
 VISTA FRONTAL.

Escala :
 Acotación :
 JUN / 01 / 00 No. Hoja :



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO. FES - CUAUTITLAN.

INGENIERIA MECANICA ELECTRICA.

Dibujó: José Angel Barrientos Olea.

Revisó: Ing. Enrique Cortés González.

CONJUNTO HELIOSTATO.

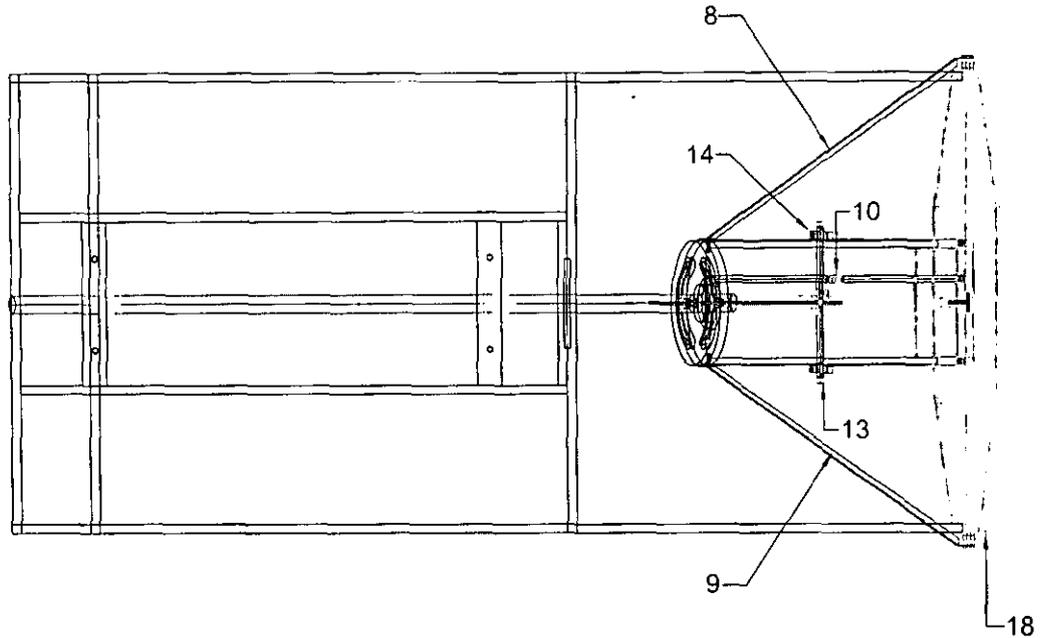
VISTA LATERAL DERECHA.

Escala :

Acotación :

JUN / 01 / 00

No. Hoja :



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO. FES - CUAUTITLAN.

INGENIERIA MECANICA ELECTRICA.

Dibujó: José Angel Barrientos Olea.

Revisó: Ing. Enrique Cortés González.

CONJUNTO HELIOSTATO.

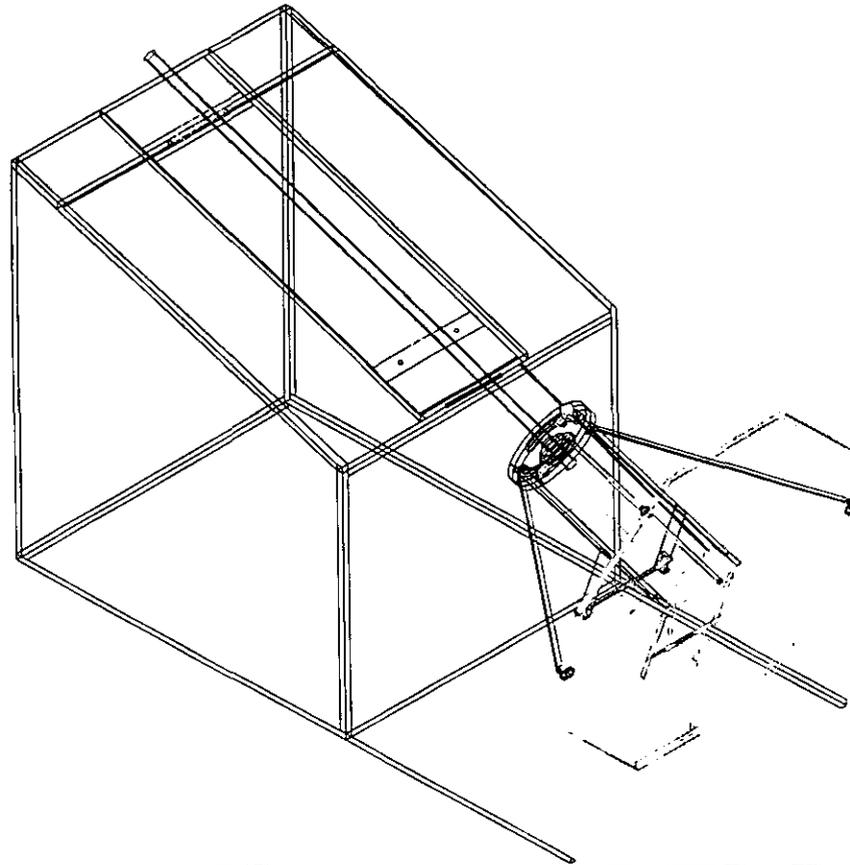
VISTA SUPERIOR.

Escala :

Acotación :

JUN / 01 / 00

No. Hoja :



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO. FES - CUAUTITLAN.

INGENIERIA MECANICA ELECTRICA.

Dibujó: José Angel Barrientos Olea.

Revisó: Ing. Enrique Cortés González.

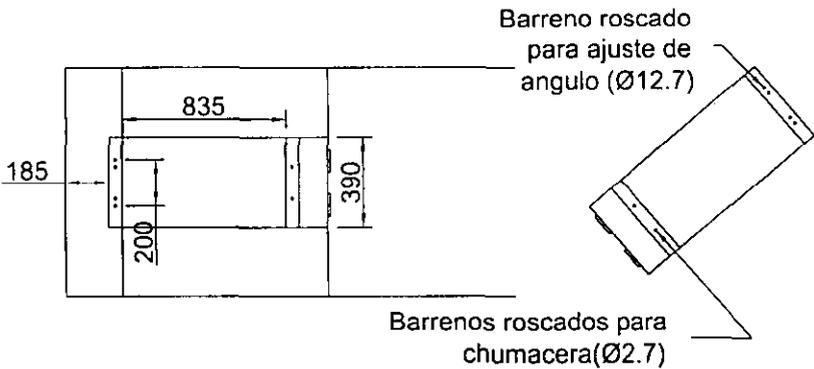
PERSPECTIVA DE CONJUNTO.

Escala :

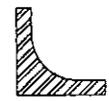
Acotación :

JUN / 01 / 00

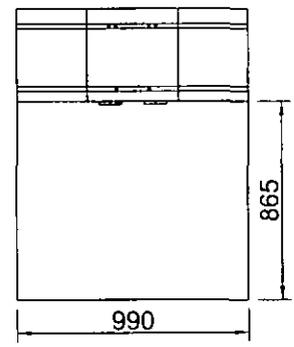
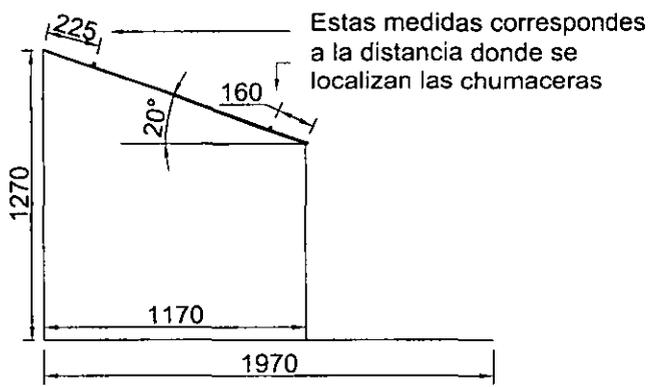
No. Hoja :



Los travesaños de la bisagra son de solera de 50 x 3.175



La estructura esta formada por angulo de 19 x 3.175

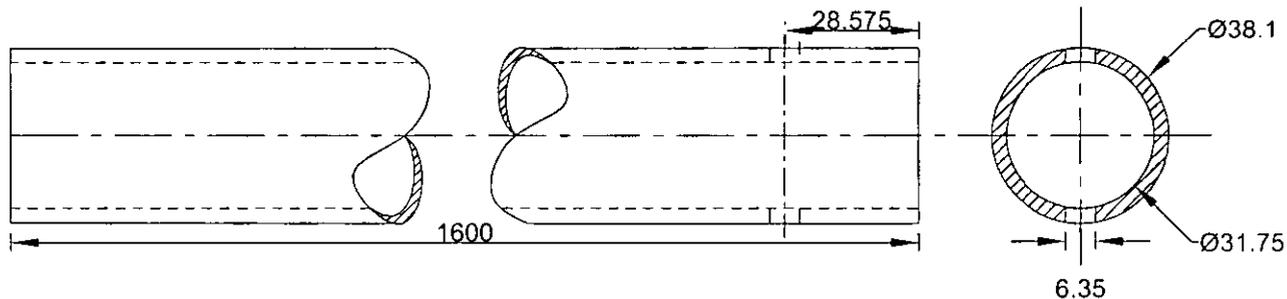


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO. FES - CUAUTITLAN.

INGENIERIA MECANICA ELECTRICA.
 Dibujó: José Angel Barrientos Olea.
 Revisó : Ing. Enrique Cortés González.

ESTRUCTURA DE SOPORTE.
 Material: Acero 1018.

Escala : 1: 20
 Acotación: mm
 JUN / 01 / 00 No. Hoja : 1



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. FES - CUAUTITLÁN.

INGENIERIA MECANICA ELECTRICA.

EJE PRINCIPAL.

Escala : 1 : 1

Dibujó: José Angel Barrientos Olea.

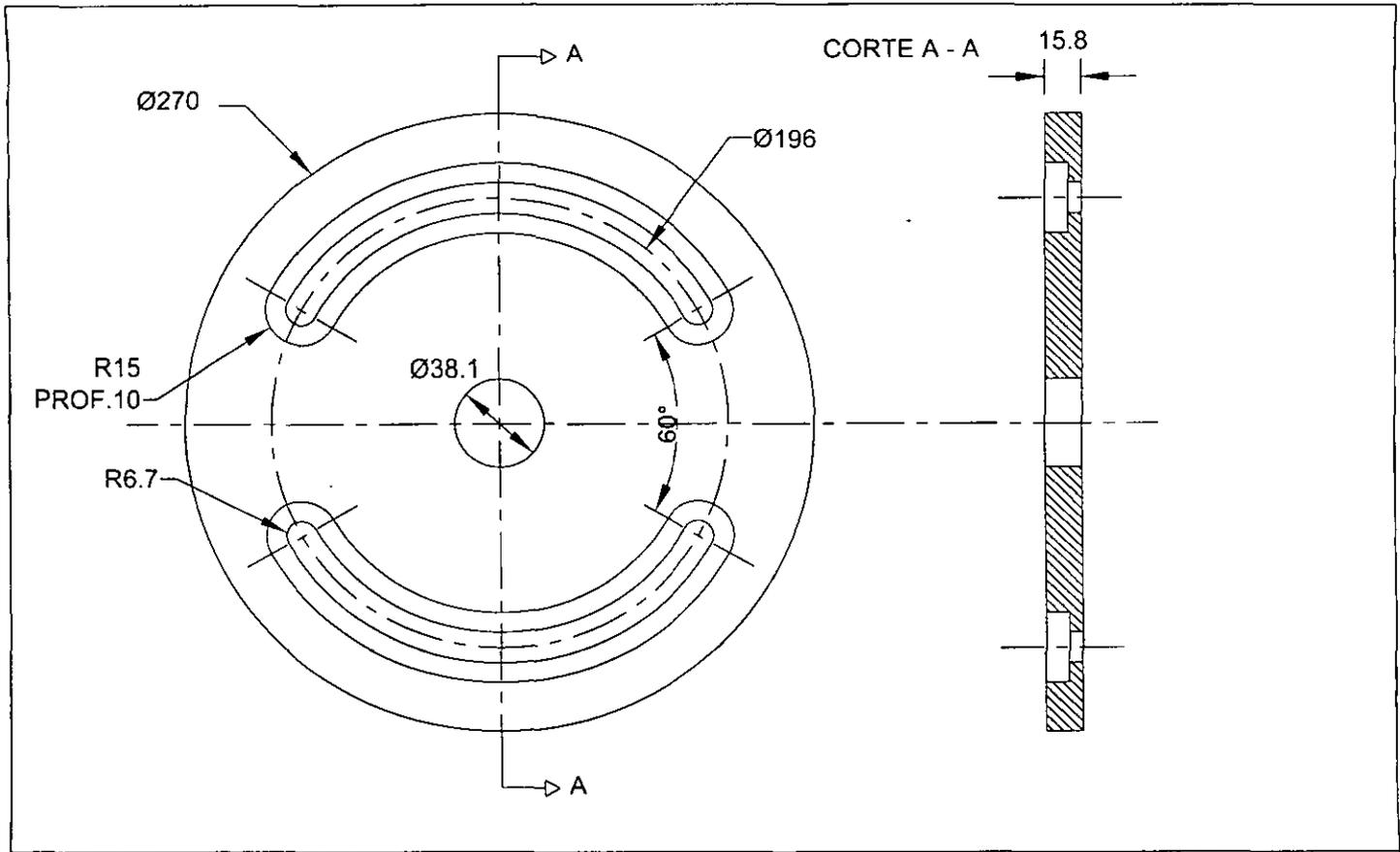
Acotación : mm

Revisó: Ing. Enrique Cortés González.

Material: Acero Inoxidable (304).

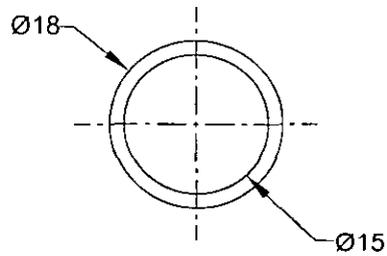
JUN / 01 / 00

No. Hoja : 2



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO. FES - CUAUTITLAN.

INGENIERIA MECANICA ELECTRICA.	PLATO FIJO.	Escala : 1 : 2	
Dibujó: José Angel Barrientos Olea.	Material: Acero 1045.	Acotación : mm	
Revisó: Ing. Enrique Cortés González.		JUN / 01 / 00	No. Hoja : 3



Número de
espiras: 7.

Número de venta
en catálogo: 183.

Tipo de extremo: simple.
Se necesitan dos elementos.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. FES - CUAUTITLÁN.

INGENIERIA MECANICA ELECTRICA.

Dibujó: José Angel Barrientos Olea.

Revisó: Ing. Enrique Cortés González.

RESORTE.

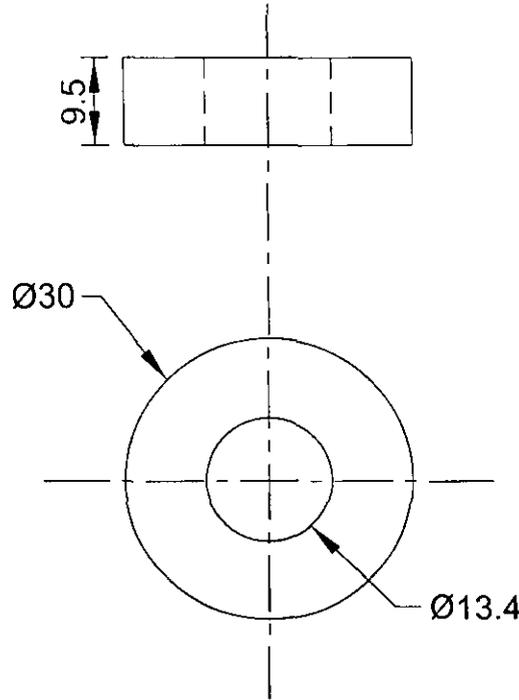
Material: Acero para Resorte.

Escaña : 1: 1

Acotación : mm

JUN / 01 / 00

No. Hoja : 4



Se necesitan dos piezas.

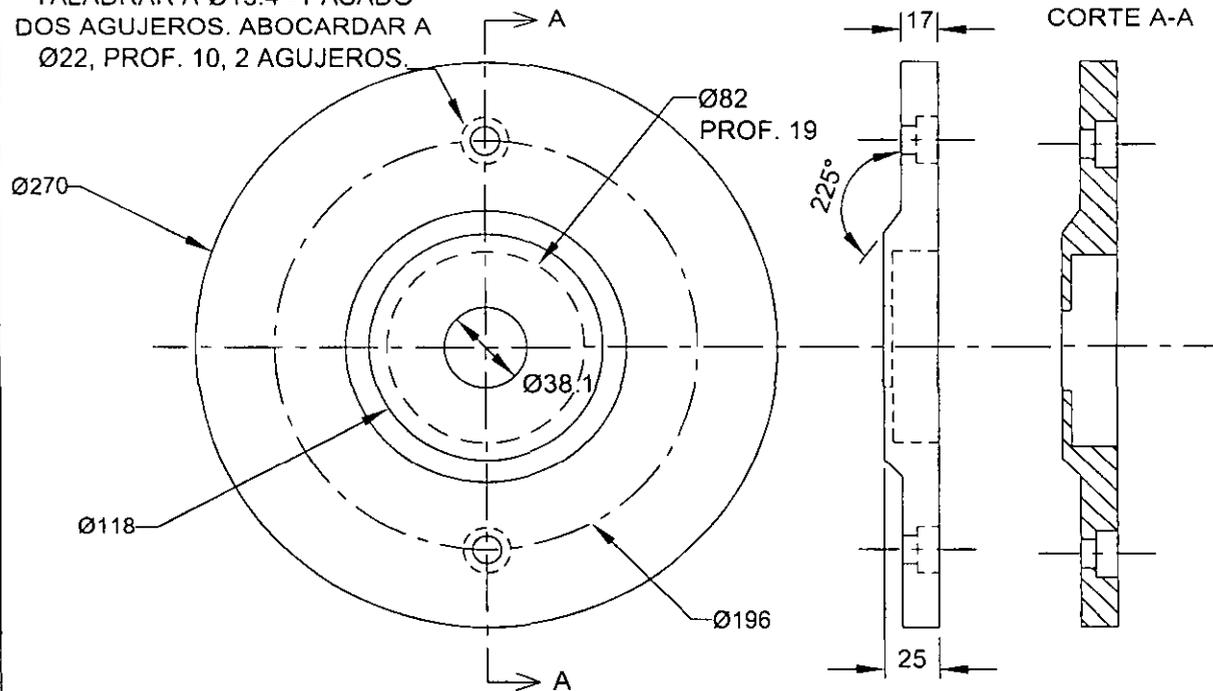
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO. FES - CUAUTITLAN.

INGENIERIA MECÁNICA ELÉCTRICA.
 Dibujó: José Angel Barrientos Olea.
 Revisó: Ing. Enrique Cortés González.

GUIA DESLIZANTE
 Material: Bronce.

Escala : 2 : 1	
Acotación: mm	
JUN / 01 / 00	No. Hoja : 5

TALADRAR A Ø13.4 - PASADO
 DOS AGUJEROS. ABOCARDAR A
 Ø22, PROF. 10, 2 AGUJEROS.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO. FES - CUAUTITLAN.

INGENIERIA MECANICA ELECTRICA.

Dibujó: José Angel Barrientos Olea.

Revisó: Ing. Enrique Cortés González.

PLATO MOVIL

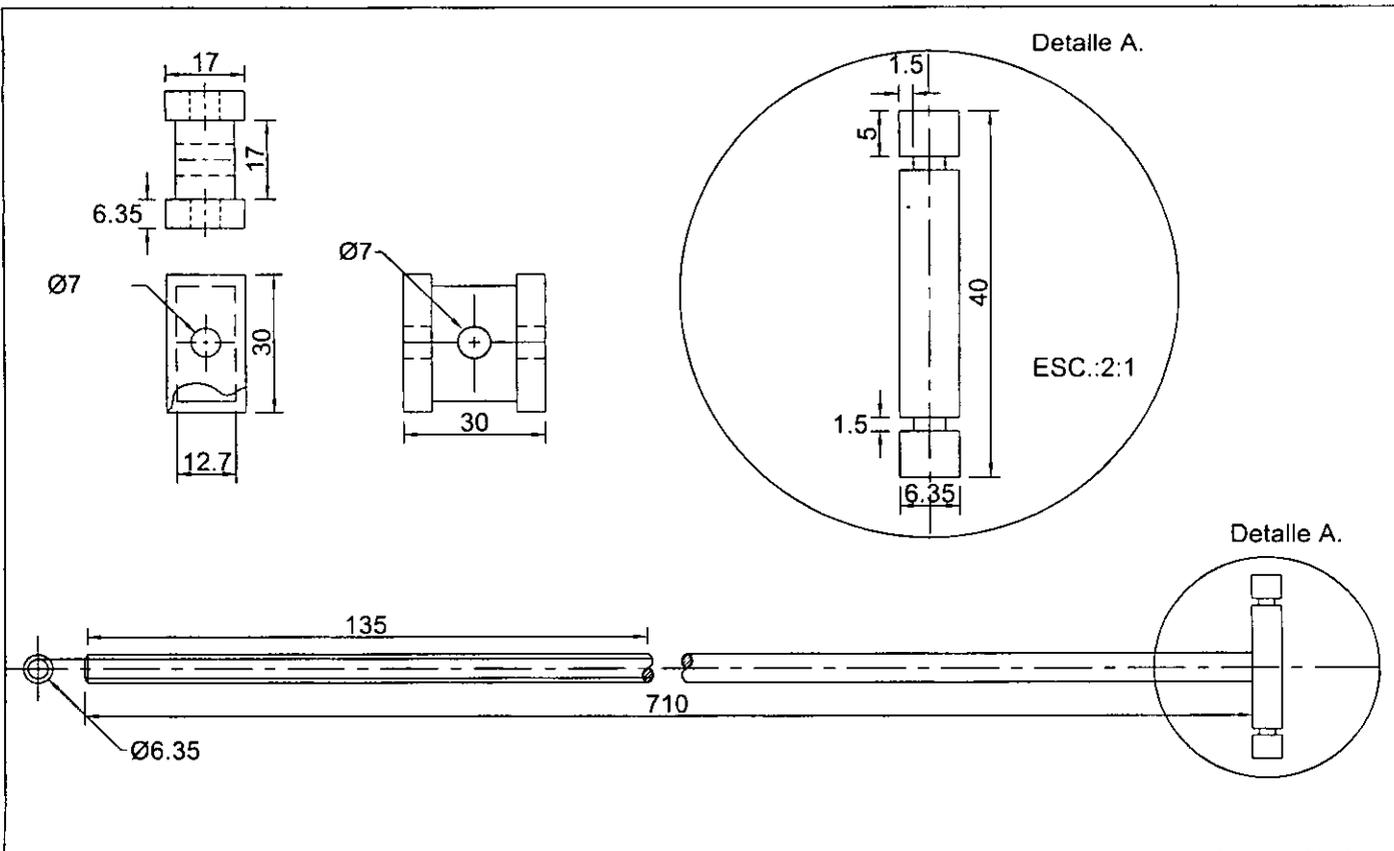
Material: Acero 1045.

Escala : 1 : 2

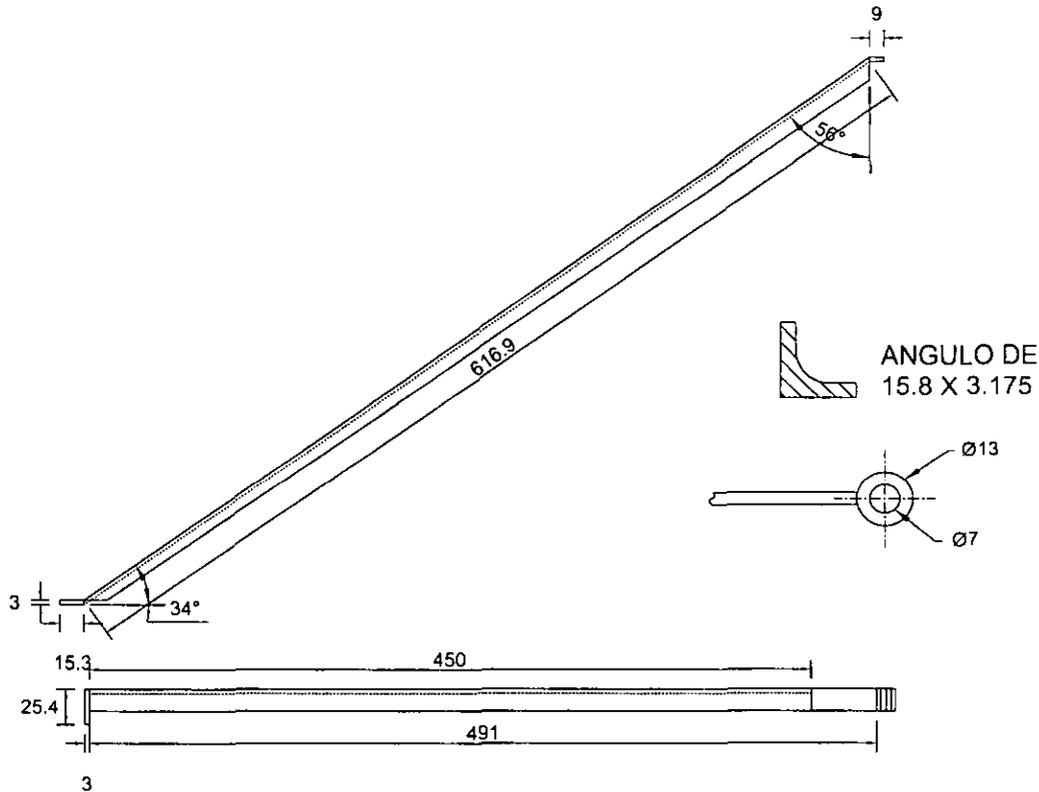
Acotación : mm

JUN / 01 / 00

No. Hoja : 6



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO, FES - CUAUTITLAN.		
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA.	PIVOTE GUIA DE TIRANTE.	Escala : 1 : 1
Dibujó: José Angel Barrientos Olea.		Acotación : mm
Revisó: Ing. Enrique Cortés González.	Material: Acero 1018.	JUN / 01 / 00 No. Hoja : 7



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO. FES - CUAUTITLAN.

INGENIERIA MECANICA ELECTRICA.

CJTO. BRAZOS - SOPORTE.

Escala : 3 : 1

Dibujó: José Angel Barrientos Olea.

Acotación : mm

Revisó : Ing. Enrique Cortés González.

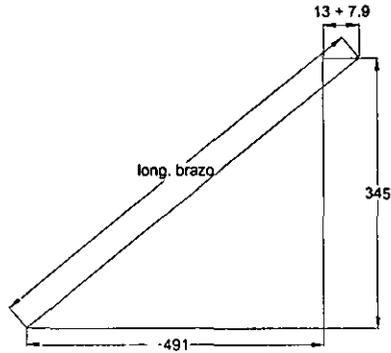
Material: Acero 1018.

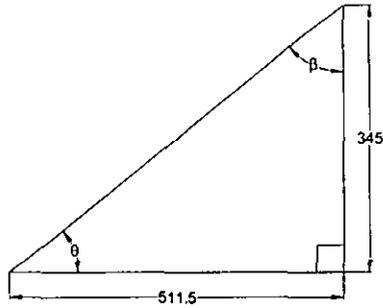
JUN / 01 / 00

No. Hoja : 8

OBTENCIÓN DE ANGULOS:

Los ángulos de los de brazos se obtienen por trigonometría como podremos ver a continuación:





$$tg\theta = op. / ady.$$

$$tg\theta = 345 / 511.5$$

$$tg\theta = 0.67$$

$$\theta = tg^{-1}0.67$$

$$\theta = 34^\circ$$

$$90^\circ + \theta + \beta = 180^\circ$$

$$90^\circ + 34^\circ + \beta = 180^\circ$$

$$\beta = 180^\circ - 90^\circ - 34^\circ$$

$$\therefore \beta = 56^\circ$$

Ahora para una mejor comprensión de cómo se obtuvieron los valores daremos una breve explicación:

diámetro del redondo: 13

longitud de brazo: 491

es la mitad de la longitud de la oreja: 7.9

⇒ si los sumamos nos dará el valor ya mostrado de 511.5

El valor de 345 se obtiene de:

$$960 / 2 = 480 \text{ que es la mitad del octágono}$$

$$270 / 2 = 135 \text{ es el radio de los platos}$$

por lo que tenemos: $480 - 135 = 345$ que es el valor utilizado.

La longitud del brazo se obtiene por el mismo método:

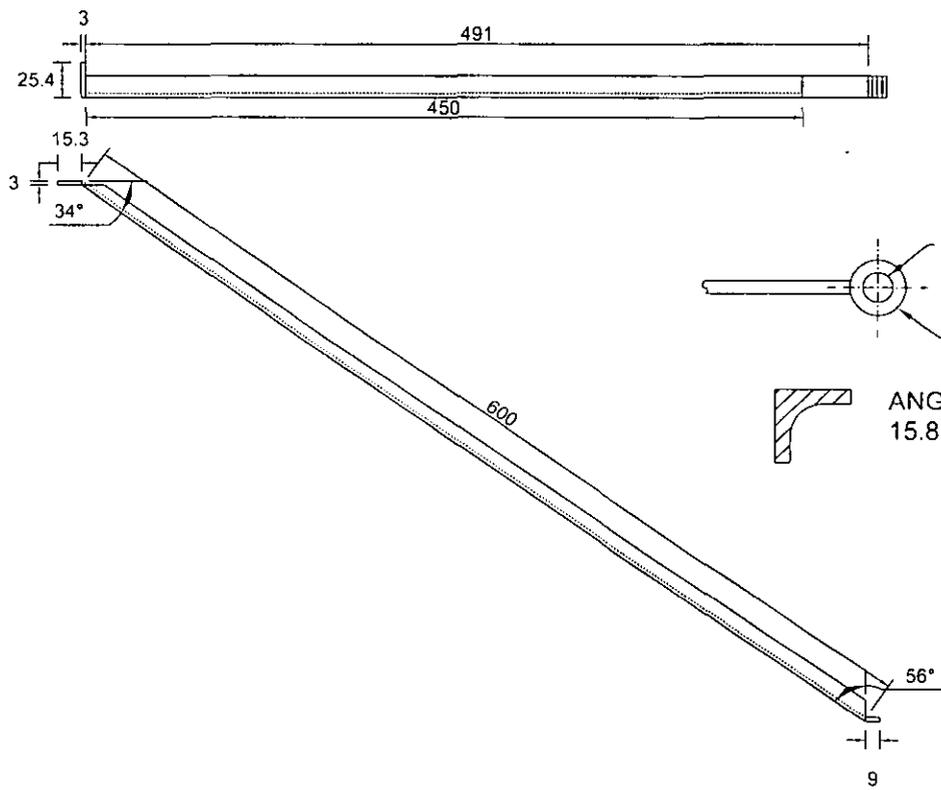
$$\cos \theta = \text{cat. ady.} / \text{hipotenusa} \quad \Rightarrow$$

$$\text{hipotenusa} = \text{cat. ady.} / \cos \theta$$

$$\text{hipotenusa} = 511.5 / \cos 34^\circ$$

$$\text{hipotenusa} = 511.5 / 0.829$$

$$\text{hipotenusa} = 616.9$$

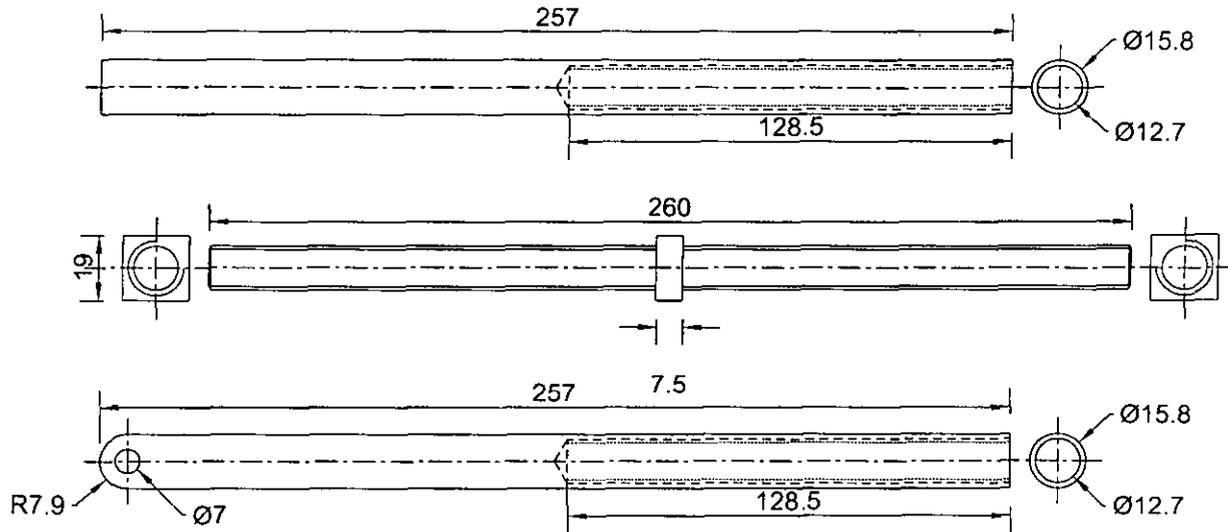


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO. FES - CUAUTILAN.

INGENIERIA MECANICA ELECTRICA.
 Dibujó: José Angel Barrientos Olea.
 Revisó: Ing. Enrique Cortés González.

CJTO. BRAZOS - SOPORTE DER.
 Material: Acero 1018.

Escala : 3 : 1
 Acotación : mm
 JUN / 01 / 00 No. Hoja : 9



BARRENAR A 11.9
MACHUELEAR A 12.7

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO. FES - CUAUTITLAN.

INGENIERIA MECANICA ELECTRICA.

Dibujó: José Angel Barrientos Olea.

Revisó: Ing. Enrique Cortés González.

AJUSTADOR LEVA - SOPORTE

Material: Acero 1018.

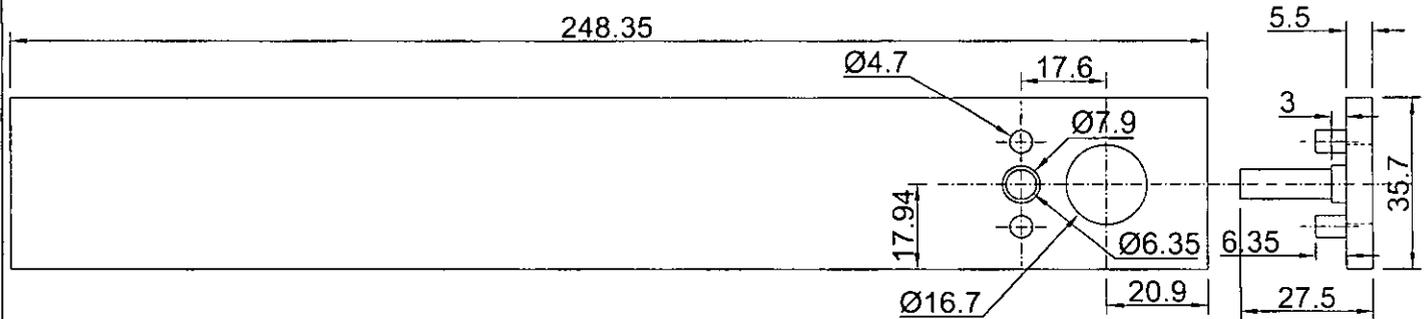
Escala : 0.75 :1

Acotación : mm

JUN / 01 / 00

No. Hoja :10

SE REQUIEREN DOS DISPOSITIVOS



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO. FES - CUAUTITLAN.

INGENIERIA MECANICA ELECTRICA.

Dibujó: José Angel Barrientos Olea.

Revisó: Ing. Enrique Cortés González.

SOPORTE - EJE - LEVA.

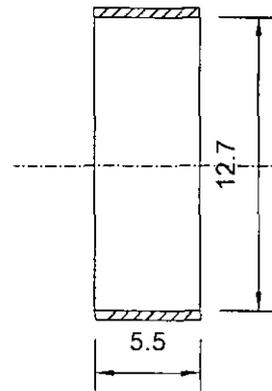
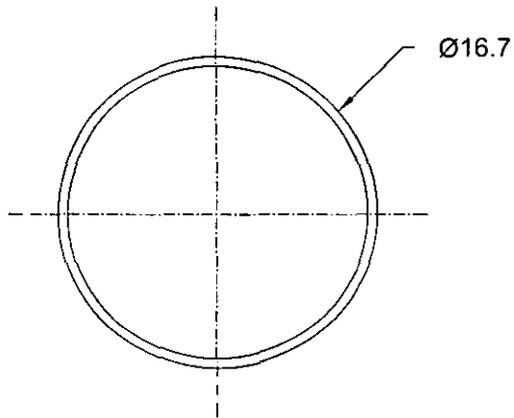
Material: Acero 1018.

Escala : 1: 1

Acotación : mm

JUN / 01 / 00

No. Hoja : 11



SE NECESITAN
DOS PIEZAS

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. FES - CUAUTITLÁN.

INGENIERIA MECANICA ELECTRICA.

Dibujó: José Angel Barrientos Olea.

Revisó: Ing. Enrique Cortés González.

BUJE - EJE - LEVA

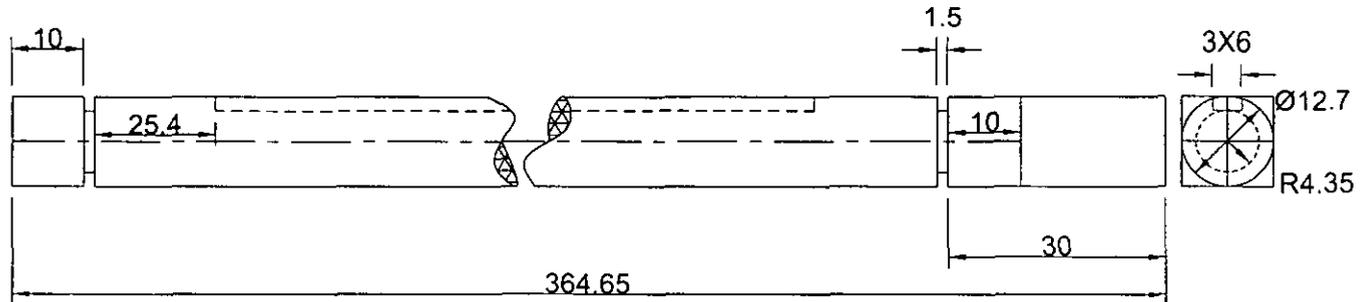
Material: Bronce.

Escala : 4 : 1

Acotación : mm

JUN / 01 / 00

No. Hoja : 12



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. FES - CUAUTITLÁN.

INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA.

EJE DE LEVA.

Escala : 1.5 : 1

Dibujó: José Ángel Barrientos Olea.

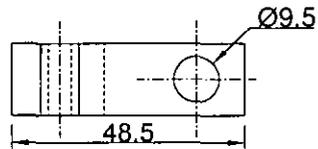
Acotación : mm

Revisó: Ing. Enrique Cortés González.

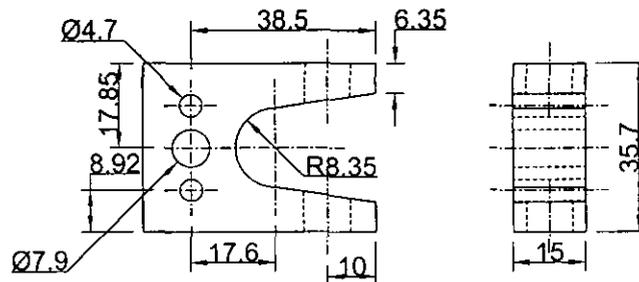
Material: Acero 1018.

JUN / 01 / 00

No. Hoja : 13



SE NECESITAN DOS PIEZAS



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO. FES - CUAUTITLAN.

INGENIERIA MECANICA ELECTRICA.

Dibujó: José Angel Barrientos Olea.

Revisó: Ing. Enrique Cortés González.

SEGURO EJE DE LEVA.

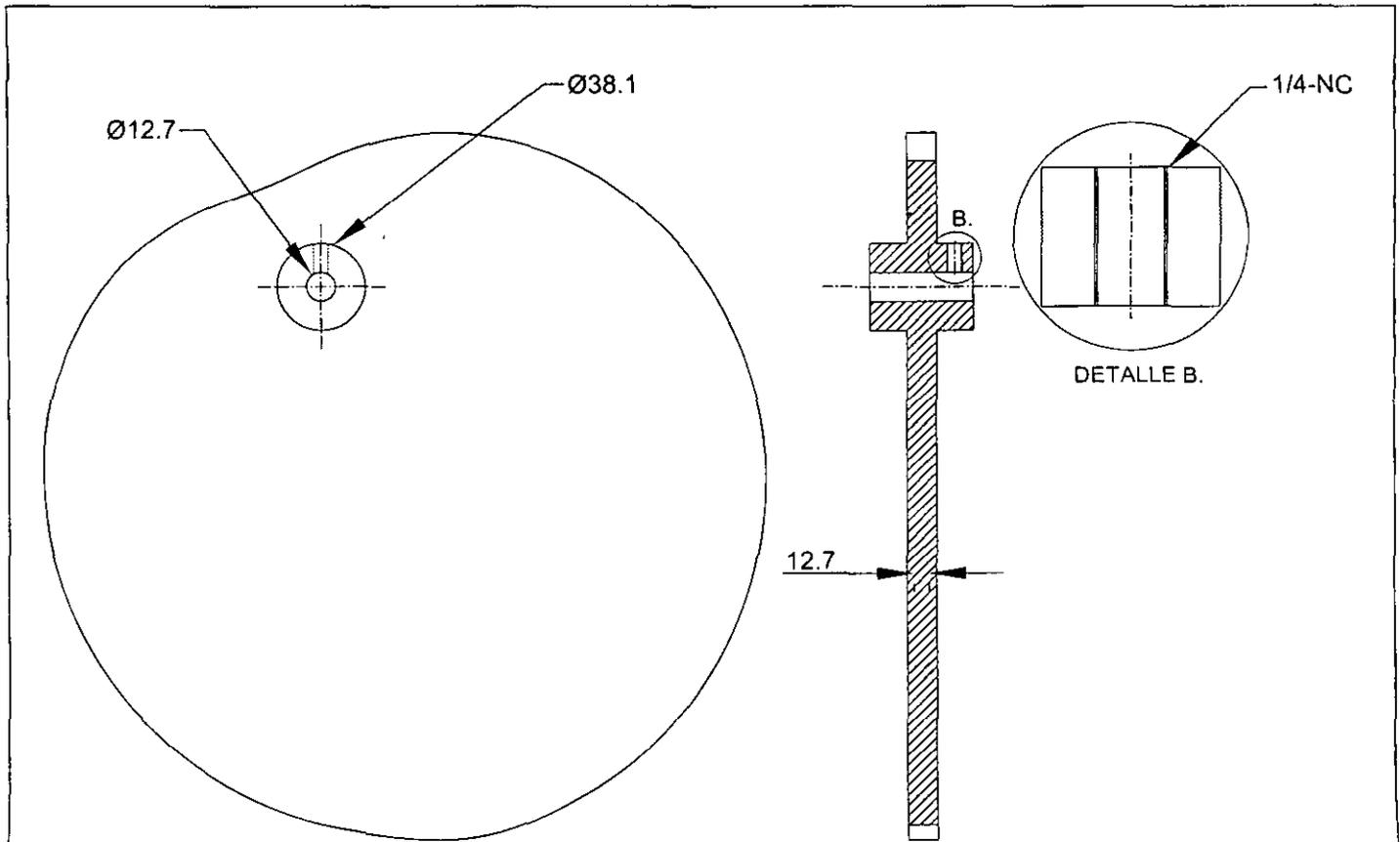
Material: Acero 1018.

Escala : 1: 1

Acotación :mm

JUN / 01 / 00

No. Hoja : 14

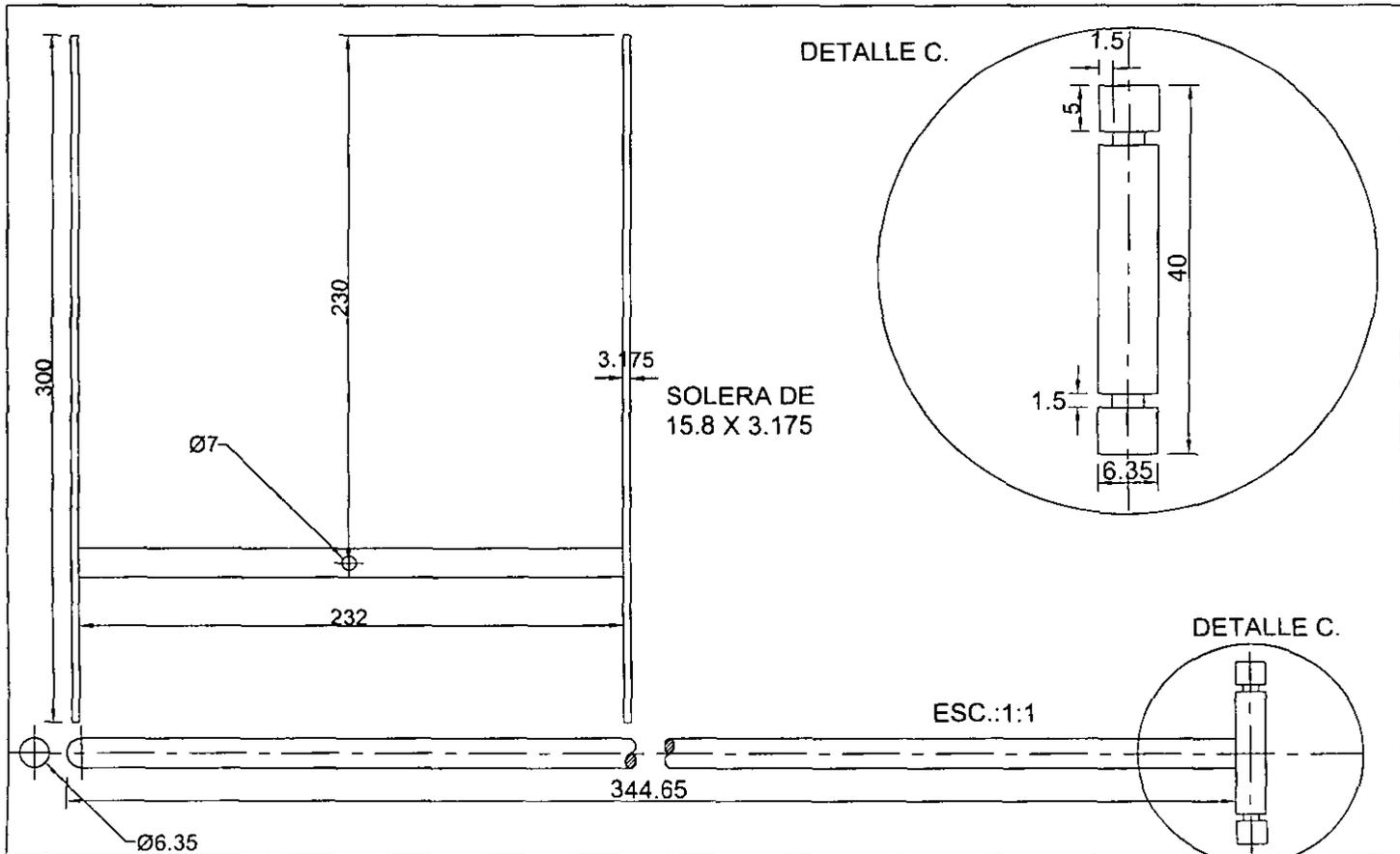


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO. FES - CUAUTITLAN.

INGENIERIA MECANICA ELECTRICA.
 Dibujó: José Angel Barrientos Olea.
 Revisó: Ing. Enrique Cortés González.

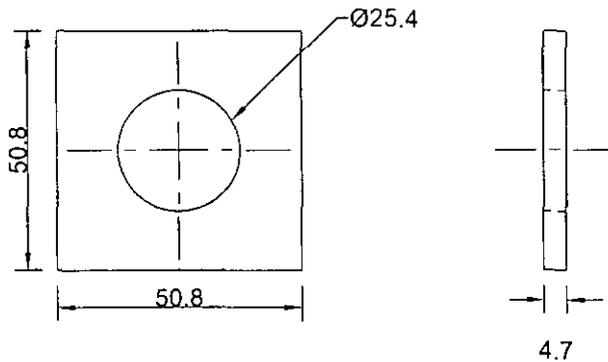
LEVA.
 Material: Aluminio.

Escala : 2 : 1
 Acotación : mm
 JUN / 01 / 00 No. Hoja : 15



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. FES - CUAUTITLÁN.

INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA.	SOPORTE GUIA - VARILLA.	Escala : 1 : 2	
Dibujó: José Angel Barrientos Olea.	Material: Acero 1018.	Acotación : mm	
Revisó: Ing. Enrique Cortés González.		JUN / 01 / 00	No. Hoja : 16



SE REQUERIRAN DOS
PIEZAS COMO ESTA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. FES - CUAUTITLÁN.

INGENIERIA MECANICA ELECTRICA.

Dibujó: José Angel Barrientos Olea.

Revisó: Ing. Enrique Cortés González.

PLACA - BRAZOS - SOPORTE.

Material: Acero 1018.

Escala : 1: 1

Acotación : mm

JUN / 01 / 00

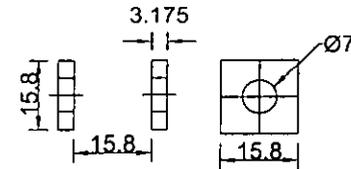
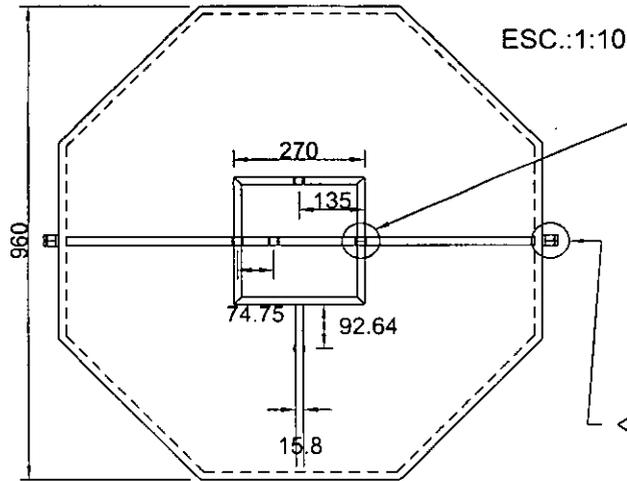
No. Hoja : 17

OCTAGONO: ANGULO DE
15.8 X 3.175

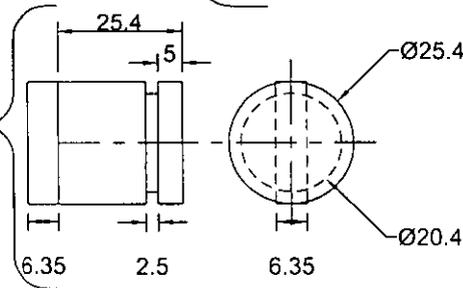
CUADRADO: SOLERA DE
15.8 X 3.175

TRAVESAÑO: SOLERA DE
20 X 3.175

SE NECESITAN CINCO
PARES DE ESTAS
PLACAS



ESTAS PLACAS ESTAN
INDICADAS SUS DISTAN -
CIAS CON RESPECTO
A EL CENTRO DE ELLAS



SON DOS PIEZAS
COLOCADAS UNA
DE CADA LADO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO. FES - CUAUTITLAN.

INGENIERIA MECANICA ELECTRICA.

Dibujó: José Angel Barrientos Olea.

Dibujó: Ing. Enrique Cortés González.

SOPORTE ESPEJO.

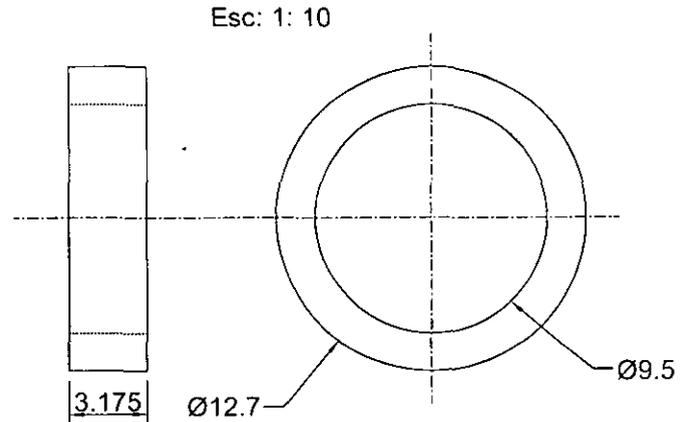
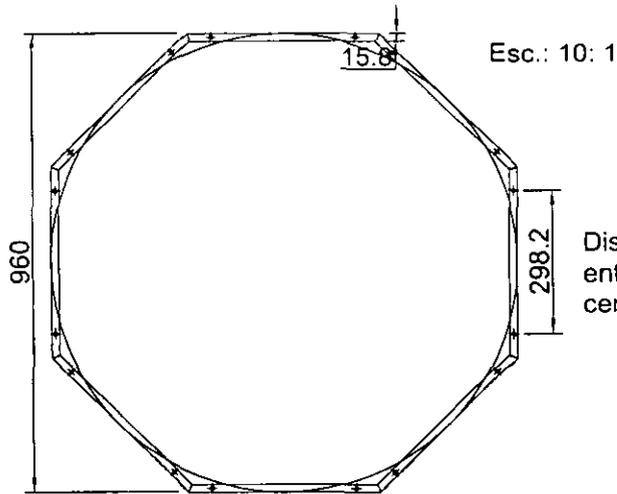
Material: Acero 1018.

Escala : 1 : 1

Acotación : mm

JUN / 01 / 00

No. Hoja : 18



Ocho molduras de espesor:3.175
 Barrenos de Ø9.5 pasados

Se necesitan dieciseis elementos
 de este tipo

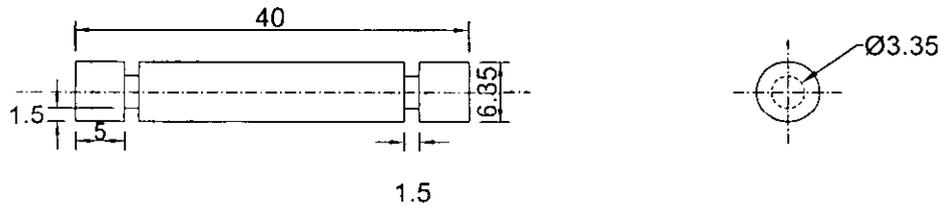
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO, FES - CUAUTITLAN.

INGENIERIA MECANICA ELECTRICA.
 Dibujó: José Angel Barrientos Olea.
 Revisó: Ing. Enrique Cortés González.

MOLDURAS - SUJECION.
 Material: Mold.(alum), Redondo(ace1018).

Escala : Variable
 Acotación :mm
 JUN / 01 / 00 | No. Hoja : 19

SE NECESITARAN CUATRO PERNOS



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO. FES - CUAUTITLAN.

INGENIERIA MECANICA ELECTRICA.

Dibujó: José Angel Barrientos Olea.

Revisó: Ing. Enrique Cortés González.

PERNO.

Material: Acero 1018.

Escala : 2 : 1

Acotación : mm

JUN / 01 / 00

No. Hoja : 20

8.2. Elementos adicionales.

A demás de estas piezas se utilizaran los siguientes elementos para la conclusión de este proyecto:

- a) ocho candados tipo e para pernos de 6.35mm
- b) dos candados tipo e para un eje de 12.7mm
- c) dos candados tipo e para soporte de eje de los brazos de 25.4mm
- d) dos turcas para perno roscado de 6.35mm
- e) dos tornillos de bronce con sus respectivas tuercas de 9.5mm x 41.2mm
- f) dieciséis tornillos de bronce con sus respectivas tuercas de 5.5mm x 19mm
- g) dos tornillos de 12.7mm x 76.2mm
- h) dos tornillos de 12.7mm x 25.4mm
- i) dos tuercas para tornillos de 12.7mm
- j) una cuña de 6.35mm x 6.35mm x 300mm
- k) un opresor de 6.35mm x 12.7mm
- l) un pasador de 6.35mm x 25.4mm.

CONCLUSIONES.

El campo de concentración solar por medio de heliostatos de montaje polar es poco difundido en nuestro país. Por lo que se puede comentar al respecto de este trabajo, que siendo un prototipo de diseño, se espera que cuando sea sometido a prueba de funcionamiento su rendimiento sea el óptimo, ya que este heliostato forma parte de un conjunto más complejo y completo de investigación.

Siendo un primer desarrollo de este tipo de heliostato, se tiene considerado que cuando se fabrique surjan diferentes detalles e ideas de modificación, esperando que sean para mejorarlo, sin embargo los cambios que se lleguen a realizar no modifiquen su principio de funcionamiento. Como ya se mencionó, esperamos que surjan nuevas ideas de diseños de heliostatos o mejoras de este proyecto, pero siempre, con el objetivo de fomentar el interés en este campo, pues en otros países su divulgación es enorme y se han mejorado y diseñado nuevos sistemas de seguidores y concentradores solares, aprovechando así este enorme recurso natural, mientras que en nuestro país es poco su fomento y su apoyo para la realización y aprovechamiento de estas investigaciones.

El objetivo al desarrollar este tema de la presente tesis es contribuir al campo de estudio de los heliostatos pues las investigaciones en nuestro país, como ya se mencionó son muy pocas al igual que su apoyo, ya que se consideran mejor otro tipo de energéticos, que son más baratos y de más fácil obtención y transformación en comparación de éste, sin olvidar también su costo; pero se olvida que estos recursos son no renovables y además son contaminantes, por lo que este recurso es mejor.

El desarrollo del heliostato aquí descrito tiene como fin destilar agua en conjunto con el concentrador que lo acompaña, sin embargo su aplicación puede ser más general para utilizarse con otro tipo de concentradores.

Se considera que la configuración de este heliostato, esto es, el haberlo desarrollado con montaje polar nos proporciona la ventaja de que simplificamos el sistema de seguimiento del sol, ya que si se hubiera diseñado un montaje del tipo acimut-elevación se hubiera tenido que conectar a una computadora para que manejara sus movimientos, en cambio nuestro mecanismo de seguimiento se reduce a conectar un mecanismo de reloj al eje del heliostato, dando como resultado un manejo más sencillo del heliostato así como el correspondiente ahorro económico.

Espero que la aportación que hago con esta tesis contribuya a proyectos a futuro en el estudio de la energía solar para que en nuestro país se utilice más la energía solar y estemos a nivel de tecnología de punta en este tipo de aplicaciones.

Para finalizar, diré que estoy satisfecho del trabajo realizado; quizá complejo o puede ser muy sencillo, dependiendo mucho del punto de vista u opinión de cada persona, pero éstas siempre serán en beneficio y mejora del trabajo desarrollado. Agradezco por la oportunidad y confianza depositada en mí para ser parte de este proyecto que se está realizando en la UNAM y en específico se está desarrollando en la FES – CUAUTITLAN. Así, se impulsa más a nuestra escuela y facultad.

Además es muy satisfactorio para todos que este proyecto no se quedará en el papel, ya que como se mencionó anteriormente se está fabricando para realizar pruebas y verificar si es funcional; esperando por mí parte que así sea y que se siga dando oportunidad a más compañeros que tengan interés en éste campo de investigación y gusten de mejoras y nuevas ideas sobre el diseño.

BIBLIOGRAFÍA.

Murrieta Naocochea Antonio (1970).
Aplicaciones de la Estática,
Editorial Limusa, México.

Resistencia de Materiales
Ferdinand L. Singer
Editorial Harla

Manual de Formulas Técnicas
Kurt Gieck
Editorial Alfaomega

Materiales para Ingenieros
Lawrence H. Van Vlock
Editorial CECSA

Los Rodamientos y su Entretrenimiento
Jesús Lahidalga Serna
Editorial CEDEL

Técnicas de Rodamientos de Bolas y Rodillos
Arvid Palmgren
Facultad de Ingeniería UNAM

Dibujo Industrial
A. Chevalier
Editorial Montanier y Simon S.A. Barcelona

Manual del Ingeniero de Taller I
Hütte
Editorial Gustavo Gili S.A.

Teoría de Máquinas y Mecanismos
Joseph Edward Shigley
Editorial Mc Graw – Hill

Diseño de Elementos de Máquinas
Guillermo Aguirre Esponda
Editorial Trillas

La Energía Solar, el Hombre y la Agricultura
José J. García
Juan Manuel Bautista Cordero
Editorial Servicio de Publicaciones Agrarias

Energía Solar Fotovoltaica
Autores Varios, dirigidos por José Mompín Poblet
("Mundo Electrónico")
Editorial Marcombo. Barcelona – México

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA