



UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE INGENIERIA
Incorporada a la U.N.A.M.

23
2ef
LIBRERIA
UNIVERSITARIA
LA SALLE

DISEÑO DE UN MECANISMO ABRE-PUERTAS
PARA USO DOMESTICO

TESIS PROFESIONAL

Que para obtener el título de:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
(área mecánica)
P r e s e n t a

PABLO MONJARAS WINTERGERST

FALLA DE ORIGEN

México, D. F.

1980



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.

"DISEÑO DE UN MECANISMO ABRE-PUERTAS"

PARA USO DOMESTICO"

INDICE

Introducción	1
<u>CAPITULO I</u>	
Antecedentes	4
<u>CAPITULO II</u>	
Conocimiento de los mecanismos	15
Principio de operación	16
Puertas giratorias	20
Puertas corredizas	24
<u>CAPITULO III</u>	
Análisis dinámico de los mecanismos	32
Puertas giratorias	33
Puertas corredizas	40
Caso ilustrativo.....	43
<u>CAPITULO IV</u>	
Mecanismo abre-puertas propuesto	51
Preliminares	52
Descripción	53
Seguridad del mecanismo	55
Memoria de cálculo	58
Diagrama eléctrico	75
Información gráfica (dibujos y lista de materiales).....	76
<u>CAPITULO V</u>	
Estudio económico	89

CAPITULO VI

Conclusiones 94

Bibliografía 98

INTRODUCCION

INTRODUCCION

El desarrollo de la ciencia y la tecnología han llevado al hombre a modificar y mejorar los elementos y sistemas que están a su alcance a fin de simplificar y facilitar las actividades más ba rituales.

Algunas de las aplicaciones más evidentes de este desarrollo tecnológico han sido la automatización de procesos industriales y el reemplazo de la mano del hombre por las máquinas. Este nuevo enfoque de la ciencia ha tenido gran influencia en la industria y en la vida cotidiana.

La utilización de "Aparatos Eléctricos" es cada vez más frecuente, y adquirir hoy en día una lavadora de platos o un teléfono inalámbrico ya no es novedoso. Mediante el uso de un control remoto es posible controlar la operación de un aparato eléctrico o mecánico a una cierta distancia, permitiendo así automatizar su funcionamiento en el momento indicado. Esta aplicación se puede apreciar actualmente en un gran número de televisores y aparatos de sonido que tienen integrado un control remoto. Esto mismo ocurre en el caso de las puertas automáticas que se pueden accionar a varios metros de distancia.

La utilización de las puertas automáticas ha tenido gran aceptación en la vida moderna por la comodidad y seguridad que brindan al usuario. Esto se puede apreciar en puertas para peatones en aeropuertos y oficinas, en las puertas para el paso de vehículos, en las puertas de elevadores y en puertas de seguridad entre otras cosas. La influencia de todas estas aplicaciones han generado que un ramo de la industria se dedique exclusivamente a la automatización de puertas.

En nuestro país existen empresas que se dedican a instalar

puertas automáticas, pero el número de residencias o edificios que cuentan con estos sistemas es todavía reducido. El conocimiento limitado de estas instalaciones y su elevado costo han impedido el desarrollo de un mercado creciente y competitivo.

Para ampliar el conocimiento de los mecanismos abre-puertas de uso doméstico, en el presente estudio se analizan los modelos de puertas más comunes a fin de comprender los movimientos que describe cada una y los elementos que integran al mecanismo y hacen posible su operación automática.

Mediante un análisis detallado de los mecanismos comerciales existentes a nivel nacional, es posible percibirse de algunas limitaciones que presentan principalmente cuando las condiciones de operación están fuera de lo ordinario. Su diseño desde el punto de vista de la ingeniería puede mejorarse al igual que la calidad de los elementos que lo constituyen.

El objeto del presente estudio es conocer el principio de operación de los mecanismos abre-puertas más comunes, así como los elementos que lo componen y los esfuerzos a los que se ven sometidos. Mediante el diseño del mecanismo propuesto en el presente estudio se dan las bases para la fabricación de un modelo real que esté al alcance de la tecnología nacional y con la utilización de materiales completamente comerciales. También se pretende proteger al mecanismo mediante soluciones prácticas y sencillas, evitando que su costo se vea influenciado considerablemente por los sistemas de seguridad.

Con base en los materiales utilizados para la fabricación del prototipo propuesto se realiza un estudio económico para conocer el costo de su fabricación. Finalmente se presentan las conclusiones del estudio realizado mediante un balance general de las características del mecanismo propuesto.

CAPITULO I

ANTECEDENTES

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

El avance tecnológico desarrollado durante los últimos 200 años ha sido considerablemente mayor que en épocas anteriores. Sin embargo, esto no quiere decir que anteriormente el hombre haya permanecido estancado o desinteresado de los aspectos tecnológicos, sino que los conocimientos y elementos a su alcance no le permitían la rapidez y agilidad de hoy en día.

El adelanto mostrado en los diversos ramos de la industria ha sido desigual. La transformación que ha sufrido la electrónica en las últimas décadas ha sido radical. Esto se puede constatar con la evolución de los sistemas de control modernos que tienden a automatizar y dirigir operaciones diversas con parámetros nunca antes imaginados. Si se considera que en el año de 1642 el científico francés Blaise Pascal inventó la primera máquina de sumar y que 302 años después, es decir, hasta el año de 1944 Howard Aiken creó la primera computadora, se puede apreciar que los cambios tecnológicos se dieron con mayor lentitud que en nuestros días. Actualmente los cambios suceden con tal rapidez que cuando se conoce el uso de un aparato innovador, surge otro que realiza la misma función, con mayores ventajas y a un costo similar o incluso menor.

La industria automotriz también ha dado grandes avances en la construcción de automóviles más seguros y eficientes, pero no en la proporción en que la electrónica lo ha logrado. Si la industria automotriz hubiera tenido un desarrollo similar al de la electrónica, sería posible adquirir un Mercedes Benz último modelo a un costo tan comercial como el de un Volks Wagen.

El avance de la electrónica ha tenido gran aceptación e in-

fluencia en otros ramos de la industria, así se puede ver en los sistemas de cómputo, en los medios de comunicación y de transporte, en los sistemas de seguridad, en los sistemas de control y en la automatización de una gran cantidad de procesos industriales. En la vida cotidiana también se utilizan una gran cantidad de aparatos de oficina o caseros como copiadoras, máquinas de escribir o electrónicas, aparatos de sonido, televisiones, cámaras de video y puertas automáticas entre otras aplicaciones.

No existen datos precisos sobre la antigüedad del uso de los mecanismos abre-puertas automáticos, pero se cuenta con datos y conocimientos que nos sirven como parámetros para tener una idea más acertada. Basándose en los elementos más importantes del mecanismo, se puede tener una idea del período en que se ubican. A saber, estos componentes son: el motor eléctrico, el mecanismo de transmisión y el control eléctrico o electrónico.

La utilización de los motores eléctricos comienza a fines del siglo XIX. La acción del motor es imprescindible, pues es el elemento que transforma la energía eléctrica en movimiento mecánico útil. Este movimiento tiene actualmente una gran cantidad de aplicaciones diversas, este es el caso de los ventiladores, bombas, máquinas, herramientas y aparatos eléctricos entre otros. A raíz del descubrimiento de los motores eléctricos, fueron utilizados cada vez en un mayor número de operaciones. A partir de los años 1920 - 1930 se fabrican las primeras lavadoras de ropa ya en forma comercial. Esta referencia se toma en cuenta por tratarse de la introducción de un aparato doméstico en la vida moderna y se menciona por la semejanza que hay entre los elementos que constituyen una lavadora y un mecanismo abre-puertas accionado por un motor eléctrico. Se puede pensar que ya en estos años, 1920's, se cuenta con los elementos necesarios para realizar esta función. Posiblemente, por la poca importancia que significara una puerta automática en esta época no se hayan dado a conocer sino algún tiempo después. Sin embargo, conviene señalar que actualmente, la compañía líder

en el mercado nacional de puertas automáticas es "Overhead Door de México, S. A.", la cual se encuentra trabajando como marca registrada desde 1924. No obstante, estos mecanismos utilizados solamente podían proveer el movimiento a la puerta mediante un control manual o mecánico. Los componentes electrónicos que controlan hoy en día la mayoría de estos mecanismos, surgen hasta la década de los 60's. Los componentes del control remoto son un receptor y un -- transmisor de onda de alta frecuencia, que permite activar el funcionamiento del mecanismo a una distancia considerable, pudiendo -- variar de 10 a 20 metros aproximadamente.

Es a partir de la década de los 60's cuando se empieza a tener un mayor conocimiento y desarrollo de las puertas automáticas, en especial aquellas de uso industrial y residencial por la comodidad y funcionalidad que brindan al usuario.

En la actualidad el uso de los mecanismos dirigidos a control remoto para abrir y cerrar puertas es todavía reducido, debido entre otras razones al conocimiento limitado de estos sistemas, su elevado costo y la consideración de que representa un gasto superfluo e innecesario. Estos factores entre otros han impedido un mercado creciente y normalizado a nivel casero.

Actualmente el costo aproximado de una instalación completa de este tipo varía entre \$ 1,500,00.00 M.N. y \$ 5,000,000.00 M.N. Esta consideración se hace con base en los modelos y tamaños de -- puertas más comunes, pudiendo por supuesto ser menor o mucho mayor el presupuesto. Otro factor que determina considerablemente el costo del mecanismo es el número de personas que deseen hacer uso de la puerta independientemente. Esto último es importante mencionarlo, pues cada transmisor de onda tiene un costo de \$ 150,000.00 -- M.N. a \$ 200,000.00 M.N. aproximadamente, y si se refiere la puerta de un edificio habitacional en la que cinco, seis o más personas requieren de su uso independientemente, se requiere el mismo -- número de transmisores de onda para que se cubran sus necesidades.

En este caso se advierte que el costo del mecanismo no eleva considerablemente.

Dentro de cualquier tipo de construcción u obra civil de uso laboral o residencial, el número de puertas que se encuentran al piano son múltiples y diversas.

Primero se puede señalar la puerta de acceso principal a cualquier edificio. Estas puertas se pueden encontrar en cualquier casa o edificio que tenga lugar al menos para un vehículo, pudiendo ser éste un automóvil, camión u otro similar. También se puede aplicar a una fábrica, un conjunto habitacional, un almacén, un hangar, un centro comercial, etc. Al referirse a puertas por donde pasan vehículos, normalmente se habla de puertas grandes que generalmente tienen vista a la calle. Sin importar su forma y tamaño siempre es posible automatizar su accionamiento.

Existen también puertas automáticas para el piano de pentones como es el caso de las puertas de acceso al Aeropuerto Internacional de la ciudad de México. La finalidad de estas puertas no es primordialmente la de mostrar un lujo, sino más bien, de evitar al pasajero la incomodidad de entrar o salir del aeropuerto cargando una o dos maletas, o bien, teniendo las manos ocupadas y no poder disponer de ellas para empujar la puerta y entrar o salir fácilmente. Estas puertas se accionan mediante un sensor de presión y se cierran nuevamente en un tiempo razonable después de haber pasado el último peatón. Este tipo de puertas también pueden aplicarse a oficinas, salas de cómputo, hospitales u otro tipo de instalación en donde por comodidad, por mantener una temperatura ambiente constante, por asepsia o por cualquier otra razón es conveniente mantener una puerta cerrada.

En los elevadores de cualquier edificio también se encuentran puertas automáticas. Este tipo de puertas no sólo tienen la finalidad de cerrar, sino también de asegurar al personal que uti-

liza el elevador, y evitar que este se ponga en movimiento habiéndose quedado algún objeto o persona atorado. Mediante un sensor óptico se detecta el paso de un objeto y con esto se asegura que la puerta no cerrará sino hasta después de un tiempo ya establecido en que no haya cruzado nada. Pasando este tiempo, la puerta comienza a cerrar y después de otro período corto de tiempo en que ésta se encuentra totalmente cerrada puede entonces subir o bajar el elevador.

Por tratarse del paso de peatones y en una situación con un cierto grado de poligrandad, se toma muy en cuenta el factor de la seguridad. Esto mismo ocurre con las puertas del sistema de transporte colectivo "Metro". El tren no avanza hasta después de un cierto tiempo (margen de seguridad) de que cerró por completo la última puerta de cualquiera de los vagones.

Otra aplicación importante que tienen hoy en día las puertas automáticas son las puertas de seguridad. En estas puertas, normalmente el único medio de accionarlas es mediante una clave de acceso que sólo puede dar el personal autorizado. Esta clave se puede alimentar mediante una tarjeta magnética, un tablero numérico, una frecuencia de onda específica o algún otro dispositivo electrónico avanzado.

El tema de las puertas es tan extenso que ni se toma como base su definición como "Armasón de madera, hierro u otra materia que sirve para impedir la entrada o la salida", se deduce que las aplicaciones de una puerta se pueden ver desde una simple puerta de habitación hasta la puerta de un Jumbo 747. En este último caso la puerta no sólo debe cubrir la función de su definición, sino que debe ser capaz de sellar la cabina y soportar la presión interna a que se somete cuando se encuentra la nave a pleno vuelo a 10,000 metros de altura.

Conociendo algunas de las posibles aplicaciones de las puer

tas automáticas, es obvio que al tratarse de un tema tan vasto no es posible abarcarlo en su totalidad.

Las puertas automáticas a las que se refiere este estudio serán el tipo de puertas más comunes para cocheras de casa habitación o de edificios que presenten características similares.

La ley del menor esfuerzo ha llevado a la creación de grandes adelantos tecnológicos. Dentro de la aplicación de estos adelantos, resulta lógico plantearse la posibilidad de simplificar el trabajo requerido para abrir o cerrar una puerta, y con mayor razón si se considera que se cuanta con todos los elementos necesarios para realizar esta operación.

Actualmente el uso limitado de estos mecanismos se debe principalmente a que los inconvenientes o problemas que ocasionan tienen mayor peso que los beneficios que aporta.

Ciertamente, la ventaja principal y aparente que presentan estos mecanismos en un edificio o casa habitación es la comodidad de no tener que hacerlo personalmente y sin la necesidad de bajar del automóvil para abrir y luego cerrar la puerta. En algunos casos se dispone de una persona al cuidado de esta función. Sin duda alguna, el hecho de poder entrar o salir a cualquier hora del día sin necesidad de bajar del automóvil y sin depender tampoco de una tercera persona resulta ventajoso y deseable.

Otro factor de gran importancia que debe destacarse, considerando deograciadamente la crisis económica por la que atraviesa el país, es la "Seguridad" que brinda la adquisición de un aparato de estos. Este aspecto también es importante si se considera la cantidad de dinero que se invierte diariamente en compañías aseguradoras y sistemas de seguridad como alarmas y equipos contra robo. Esta inversión resulta hoy en día más elevada que en otros tiempos. En la Ciudad de México, un gran número de establecimientos

tos han tomado sus precauciones para evitar algún siniestro. Este es el caso de las gasolineras que suspenden el servicio a elevadas horas de la noche. Salir hoy en día representa un riesgo, al igual que regresar y entrar a casa ya avanzada la noche. Ante esta situación los mecanismos abre-puertas a control remoto dan una mayor seguridad si se considera que nadie está exento de regresar en alguna ocasión tarde a su habitación. Si se toma en cuenta el tiempo que representa entrar a una residencia con un automóvil y realizar la operación personalmente, y se compara con el tiempo que lleva hacerlo con un sistema automático se obtiene que la diferencia en tiempo es considerable.

Por otra parte, la falta de un mercado bien explotado a nivel nacional propicia una competencia limitada en el ramo de las puertas automáticas residenciales, y con esto un consecuente detrimiento de la calidad y perfeccionamiento de los mecanismos existentes.

El funcionamiento de los sistemas convencionales actuales se considera en forma general buena, tomando en cuenta exclusivamente la operación de abrir y cerrar bajo condiciones normales de funcionamiento. Considerando que todos los elementos del mecanismo operan correctamente con un suministro de energía asegurado y descartando la posibilidad de que algún objeto interrumpa la libre trayectoria de la puerta los resultados de operación son suficientes.

Haciendo un análisis general de los mecanismos convencionales se tiene que los problemas más comunes surgen con el paso del tiempo o al suscitarse situaciones anormales, como sería el caso de que llegue a faltar el suministro de energía eléctrica. Este inconveniente se podría resolver adaptando al mecanismo un acumulador independiente con su cargador, un convertidor de corriente y un circuito eléctrico para que suministre la energía necesaria cuando en la línea principal haya un desperfecto. Esta opción re-

resuelve el problema momentáneamente pero la inversión que representa este acumulador suplente es elevada y el número de ocasiones que puede llegar a utilizarse es mínima al menos en la mayoría de los casos, sin descartar la posibilidad de que no se llegue a presentar esta situación.

Otra eventualidad que puede presentarse es que se atravesara algún objeto u obstáculo en la trayectoria de la puerta, ya sea que ésta esté abriendo o cerrando. Esto tampoco es común, pero puede llegar a suceder y dañar al mecanismo, o bien, si se trata de una persona que llegue ésta a sufrir algún daño. Mediante un control fotoeléctrico es posible detectar el paso de algún objeto e interrumpir el accionamiento, o también invertir la operación. Este sistema de seguridad propuesto es similar al que presentan las puertas de los elevadores de edificios, aunque también resultan costosas si se considera que estos equipos son de importación y que el ancho de una puerta de cochera puede ser tres o cuatro veces mayor a la de un elevador y por ello requiere un alcance mayor. La inversión es elevada y también será utilizado únicamente cuando se llegue a atravesar algo, lo cual puede llegar a no presentarse.

Una situación desventajosa que se presenta en el caso exclusivo de las puertas corredizas es la falta de seguridad para impedir que la puerta se pueda abrir manualmente desde afuera estando ésta cerrada. Este caso se analiza en las puertas en el capítulo - II (Conocimiento de los mecanismos).

Al analizar los elementos mecánicos que constituyen el mecanismo, especialmente la transmisión, se observa que el arreglo y materiales empleados se basan en la utilización mínima de espacio y en el mayor ahorro económico posible.

Los sistemas convencionales actuales no cuentan con todos los accesorios mencionados de seguridad por que sencillamente dejarían de ser comerciales.

Mediante un diseño adecuado de estos mecanismos y la utilización de materiales de mayor calidad es posible proponer modelos que operen con mayor eficiencia y con una vida útil mucho más prolongada.

Referencias:

- 1.- "Aplicaciones domésticas", A History of Technology (Oxford: - Clarendon Press, 1978), pp. 1140-1141.

CAPITULO II

CONOCIMIENTO DE LOS MECANISMOS

CAPITULO II

CONOCIMIENTO DE LOS MECANISMOS

PRINCIPIO DE OPERACION

Para comprender el principio de operación de los mecanismos que se analizan en este estudio, es conveniente conocer los elementos más importantes que integran un sistema abre-puertas automático, así como la función que desempeña cada uno dentro de la instalación.

A fin de tener una idea concreta sobre los elementos que constituyen un mecanismo automático y poder referirlos e identificarlos posteriormente, se agrupan a continuación de acuerdo a la función que desempeñan.

Mecanismo motor

- Motor eléctrico
- Sistema de transmisión
- Instalación eléctrica
- Gabinete

Transmisor de potencia

- Cadena, cable de acero y polea
- Niel-guía y corredera

Brazos mecánicos**Control remoto**

Para conocer el principio de operación de los sistemas mencionados, se explica a continuación la función que desempeña cada componente.

Al hacer referencia del mecanismo motor, debe entenderse como tal al conjunto de componentes que proveen el movimiento necesario para abrir y cerrar una puerta. Este elemento suministra la fuerza y velocidad necesarias, así como el sentido de giro requerido para abrir o cerrar una puerta, además debe controlar el accionamiento y paro de su operación en el momento preciso. Todo este mecanismo se localiza junto a la instalación y se identifica como un solo elemento denominado "Mecanismo Motor".

- Motor eléctrico.

Es el elemento que transforma la energía eléctrica en movimiento mecánico útil. Este motor debe tener la potencia necesaria para mover con cierta facilidad las puertas. Debe poder girar en dos sentidos y proveer la velocidad más conveniente para su utilización. Por tratarse de motores de baja potencia se seleccionan aquellos que puedan energizarse fácilmente mediante una instalación eléctrica común.

- Sistema de transmisión.

La función principal de este arreglo de elementos mecánicos es reducir la velocidad de operación del motor eléctrico a la velocidad de salida que requiere el mecanismo. Este sistema lo constituyen elementos clásicos de transmisión como son poleas, bandas, flechas, catarinas y cadenas de rodillos.

- Instalación eléctrica.

La instalación eléctrica controla el arranque y paro del mecanismo motor. El accionamiento se puede iniciar mediante el control remoto, o bien, con un interruptor ubicado en cualquier parte dentro de la casa o edificio. El paro del motor está regulado por un arreglo de micro-interruptores que son accionados mecánicamente por el sistema de transmisión mencionado anteriormente. Estos micro interruptores se ajustan fácilmente y nos permiten controlar el avance o desplazamiento angular de las puertas. Para controlar la operación de abrir o cerrar se invierte el giro del motor mediante un relevador que siempre acciona el motor en un sentido contrario -

El anterior.

- Gabinete.

El gabinete es una caja metálica dispuesta para apoyar y con tener todos los elementos descritos del mecanismo motor. Debe prote ger a estos elementos de factores climatológicos adversos, así mis mo, debe conservar una apariencia exterior aceptable mediante su forma y color exterior de diseño.

TRANSMISIÓN DE POTENCIA.

Estos elementos cumplen la función de continuar el movimien to generado por el mecanismo motor y transmitirlo a los brazos mecá nicos. Mediante una cadena de rodillos se transmite el movimiento a un cable de acero, mismo que pasa através de una polea para aprove char su movimiento en dos sentidos. Este movimiento se transmite a los brazos mecánicos mediante las correderas que se desplazan atra vés de un riel-guía o perfil estructural para mantener la trayecto ria de la corredera siempre recta. De este modo, la corredera que es jalada por el cable se desliza sobre el riel-guía toda la distan cia que le permita el mecanismo motor. El perfil utilizado como guía no recibe carga considerable por lo que normalmente son bastan te ligeras.

BRAZOS MECANICOS.

Los brazos mecánicos o bielas, tienen la función de transfor mar el movimiento de vaivén provisto por la corredera en otro gira torio en el caso de las puertas giratoria, o bien, transmitir el mismo movimiento lineal a las puertas corredizas. Los brazos mecáni cos reciben por un lado un movimiento lineal transmitido por las co rrederas y por el otro extremo describen una trayectoria circular - impulsando directamente a las puertas en un punto de apoyo en que puedan pivotar.

CONTROL REMOTO.

El control remoto es un dispositivo electrónico capaz de ge-

nerar una señal de onda de alta frecuencia mediante un transmisor, así mismo captarla en fracciones de segundo mediante un receptor ubicado a 10 ó 20 metros de distancia como máximo aproximadamente. - Este receptor actúa como un interruptor en el momento de recibir la señal y energizar al relevador, mediante el cual se inicia el movimiento del mecanismo motor.

Es importante reconocer los elementos mencionados con anterioridad, pues las gráficas que aparecen posteriormente refieren en los elementos.

Todos los elementos que integran un mecanismo abre-puertas - deben satisfacer las características de diseño requerido. Estas especificaciones aparecen en el capítulo IV donde se desarrolla la memoria de cálculo.

Los elementos principales que componen la instalación de -- cualquier puerta automática son los mismos, pero debe considerarse que el arreglo y adaptación del mecanismo en cada caso es diferente. De esta manera se tiene que el mecanismo motor puede variar su capacidad y velocidad de operación, los brazos mecánicos pueden variar su forma y tamaño así como la ubicación del riel con respecto a la puerta puede variar considerablemente de un caso a otro; las variantes son múltiples siempre y cuando se cubran todas las funciones indispensables para que el mecanismo opere como un sistema completo y eficiente. El arreglo y disposición de los elementos en -- cualquier instalación dependen fundamentalmente del modelo y tamaño de la puerta.

Existen en la actualidad una extensa variedad de puertas para cocheras. Al referir las puertas giratorias se pueden señalar -- los modelos más comunes como son las puertas abatibles de 1 ó 2 hojas que abaten 90° cada una para abrir o cerrar y que pueden abrir al interior o al exterior; otra de las puertas tipo biombo de 2 ó 4 secciones pudiendo también abrir al interior o al exterior tienen una gran cantidad de variantes y arreglos posibles. De las puertas corredizas se conocen comunmente las de 1 ó 2 secciones. Para abrir o cerrar recorren por completo de extremo a extremo el marco de la

puerta.

Los principios de operación referidos hasta aquí cubren la generalidad de las puertas que operan con estos sistemas, pero para comprender mejor las diferencias que presentan los modelos de puertas entre sí, se exponen a continuación los tipos de accionamientos más comunes así como las ventajas y desventajas que presenta cada modelo. Es conveniente analizar en cada caso la distribución de los elementos y el principio de operación generado por el mecanismo.

PUERTAS GIRATORIAS

Una puerta giratoria o abatible se considera aquella que para abrir o cerrar gira total o parcialmente sobre un eje y describe en su trayectoria un arco de círculo en algún punto. Las puertas giratorias más conocidas se exponen a continuación.

1.- PUERTA DE 2 HOJAS INTERIOR.

Esta puerta abre hacia el interior de la casa o edificio. El extremo de las puertas recorren un arco de círculo y abaten 90° para abrir o cerrar. La fricción que se genera en las bisagras o ejes de giro es prácticamente despreciable si se encuentran en buen estado. Se requiere suficiente espacio en el interior de la cochera para que las puertas puedan abrir hacia el interior, pero esto tiene la ventaja de poder abrir la puerta desde el interior sin riesgo de empujar algún objeto o peatón en el exterior.

Este mecanismo es bastante seguro por la posición perpendicular que mantienen los brazos mecánicos con respecto al riel y puerta estando ésta cerrada. Esto impide que la puerta se pueda mover al intentar abrirla manualmente desde afuera. Esto mismo ocasiona que cuando no funcione el mecanismo por cualquier razón es necesario desmontar los brazos mecánicos de las puertas para poder operarlas manualmente.

La instalación del mecanismo es sencilla cuando se tiene el espacio suficiente para el riel y mecanismo motor. El desplazamiento

de las correderas es relativamente corto por lo que la velocidad - del mecanismo motor debe ser lenta. El principio de operación para una puerta interior de una sola hoja es el mismo que se aplica en este tipo de puertas.

En la figura 1 se describen gráficamente los elementos que constituyen la instalación y los movimientos que realiza una puerta de dos hojas.

2.- PUERTA DE 2 HOJAS EXTERIOR.

Operan de igual forma que las puertas anteriores, pero a diferencia de éstas abren al exterior. Estas puertas son más comunes en la mayoría de las casas, pues no es común disponer en la cochera del espacio necesario para que abran hacia adentro estando el automóvil también adentro. Este tipo de accionamiento origina dos inconvenientes principalmente. Uno es que el elemento transmisor de potencia y los brazos mecánicos son de mayor tamaño que los anteriores, llegando a ser estorbosos y antiestéticos. No siempre es posible anclar fácilmente el mecanismo motor y riel por la posición que guardan respecto a la entrada; por otro lado, al accionar la puerta estando en el interior se corre el riesgo de golpear algún objeto o transeunte en el exterior si no es posible ver hacia afuera.

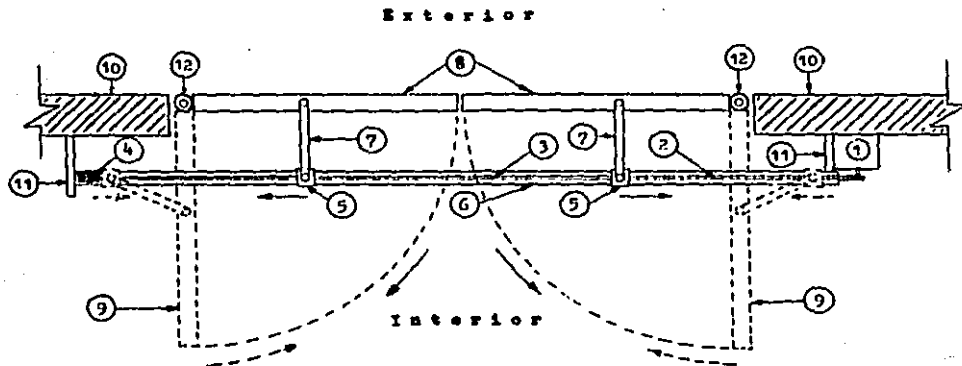
Este tipo de instalación es más frecuente en edificios que cuentan con puertas de rejas y es posible ver hacia el exterior. La descripción gráfica del arreglo físico y movimientos que describen aparecen en la figura 2.

3.- PUERTA TIPO BIOMBO DE 4 SECCIONES INTERIOR.

Estas puertas se consideran de cuatro secciones por estar abisagradas cada una al centro. Esto permite una mayor facilidad de movimiento y requieren menor espacio para su accionamiento. Las bisagras móviles indicadas en la figura 3 describen un arco de círculo - al igual que las puertas rígidas que se han visto, pero con un radio igual a la mitad del largo total de cada puerta. Por el contrario, - las ruedas-guía que se ubican en el extremo superior de cada puerta corren dentro de un canal que se encuentra a todo lo largo del marco

FIGURA 1

PUERTA DE 2 HOJAS INTERIOR



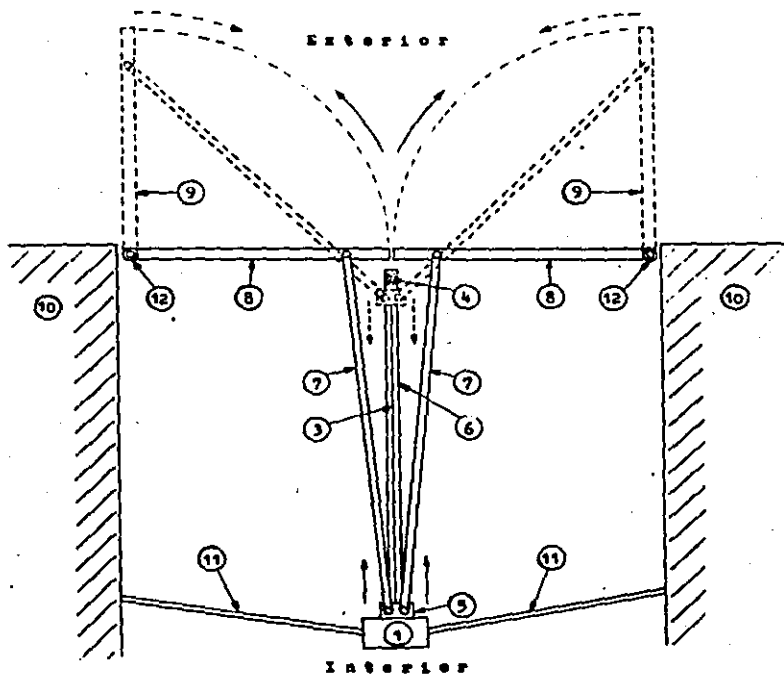
- 1 - Mecanismo Motor
- 2 - Cadena de transmisión
- 3 - Cable de acero
- 4 - Polea
- 5 - Corredera
- 6 - Riel-Guía
- 7 - Brazo mecánico

- 8 - Puerta Cerrada
- 9 - Puerta Abierta
- 10 - Muro
- 11 - Anclaje
- 12 - Binagra fija
- - Movimiento para abrir
- - -→ - Movimiento para cerrar

FIGURA 2

PUERTA DE 2 HOJAS EXTERIOR

Nota: referir todas las partidas a la figura 1



superior. Este direccionamiento genera una trayectoria lineal de las puertas en el punto donde se apoyan las ruedas-guía. Esto se puede observar en la figura 3 donde los extremos de las puertas abiertas se mantienen en la misma línea del marco.

Si se desea instalar un mecanismo automático a una puerta de este tipo, es conveniente adaptar este arreglo en la instalación para evitar que las puertas describan movimientos fuera de control.

La instalación de un mecanismo automático a este tipo de puerta resulta sencillo si hay el suficiente espacio para el riel y el mecanismo motor. La distancia del riel a la puerta es menor que en las puertas giratorias rígidas, no obstante, el desplazamiento de la corredera es mayor por estar apoyado el brazo mecánico en la sección de puerta más cercana al centro.

4.- PUERTA TIPO BIOMBO DE 2 SECCIONES EXTERIOR-INTERIOR SIMULTANEAMENTE.

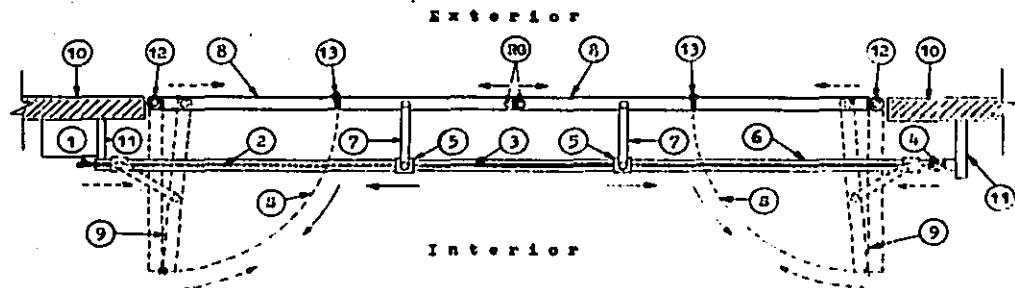
Esta puerta presenta el mismo principio de operación de una puerta tipo biombo de 4 secciones. La ventaja es tener una sola puerta de 2 secciones y poder cubrir el mismo claro que una puerta doble. Utiliza una sola corredera y un solo brazo mecánico, permitiendo esto que el riel pueda ser más corto. En la figura 4 la sección mayor de la puerta es dos veces el tamaño de la sección menor, y la rueda-guía que corre dentro del canal en línea recta se encuentra ubicada a la mitad de la sección mayor, esto origina que al estar totalmente abierta la puerta quede una mitad en el exterior y la otra mitad con la sección pequeña en el interior. No es necesario que exista esta relación entre una y otra sección. El largo de cada sección y la ubicación de la rueda guía pueden variar según el diseño y necesidades de la puerta.

PUERTAS CORREDIZAS

Se consideran puertas corredizas aquellas que siguen una trayectoria lineal para abrir o cerrar.

FIGURA 3

Puerta tipo Biombo de 4 secciones interior

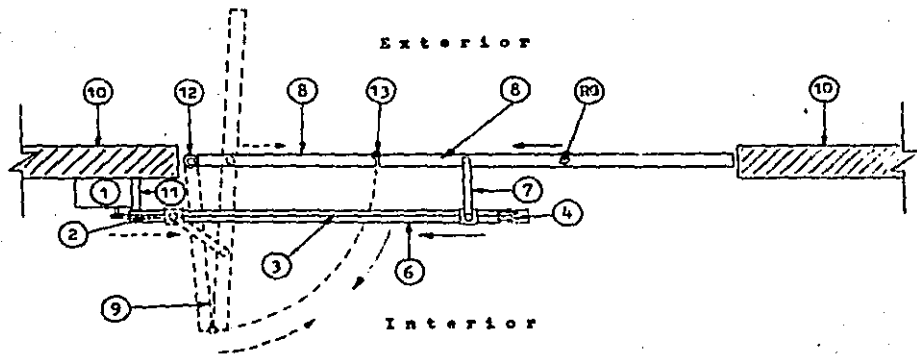


- 1 - Mecanismo Motor
- 2 - Cadena de transmisión
- 3 - Cable de acero
- 4 - Polea
- 5 - Corredera
- 6 - Riel-Guía
- 7 - Brazo mecánico
- 8 - Puerta Cerrada

- 9 - Puerta Abierta
- 10 - Muro
- 11 - Anclaje
- 12 - Bisagra fija
- 13 - Bisagra móvil
- S - Trayectoria que describe "13"
- - Movimiento para abrir
- - Movimiento para cerrar
- RO - Rueda-Guía

FIGURA 4

PUERTA TIPO BIOMBO DE 2 SECCIONES EXTERIOR-INTERIOR SIMULTANEAMENTE



Nota: referir todas las partidas a la figura 3

Mediante el movimiento de estas puertas se evita el problema de tener que disponer de un área considerablemente amplia, ya sea en el interior o en el exterior para su desplazamiento. Normalmente se utilizan donde el claro de la puerta es mayor al convencional, esto es 3 a 3,5 mts. aproximadamente. Una puerta giratoria de mayor tamaño puede presentar problemas en sus bisagras por soportar un momento mayor y por requerir también mayor espacio para poder abrir.

Las puertas corredizas tienen una mejor distribución de su peso sobre los puntos de apoyo. Esto facilita su accionamiento si se considera que los apoyos sobre los rodamientos generan muy poca fricción si se encuentran bien distribuidos y en buen estado.

Si el claro por cubrir excede los 5 metros es posible dividir la puerta en 2, 3 o más secciones según se requiera. Esto permite descubrir únicamente la sección deseada sin tener que mover las otras secciones.

La trayectoria lineal que describe una puerta corrediza hace que su accionamiento mediante un mecanismo automático sea más sencillo que en una puerta giratoria. La fuerza necesaria para empujar la puerta siempre se aplica en la misma línea de acción, cambiando únicamente el sentido para abrir o cerrar. Esto permite que el mecanismo transmita directamente el movimiento lineal que genera a la puerta, mediante un brazo mecánico rígido. El esfuerzo aplicado es prácticamente el mismo a lo largo de toda la trayectoria, excepto al inicio de la operación en que la fuerza es mayor por tener que vencer la inercia que presenta la puerta en reposo. Esto último no ocurre en el caso de las puertas giratorias, ya que el desplazamiento lineal de la corredera no es proporcional al desplazamiento angular de la puerta.

Las puertas corredizas presentan el accionamiento más sencillo de todos los tipos de puertas analizados, sin embargo, debe considerarse por ser el accionamiento para cada sección, en el caso de tener 2 o más secciones se requieren 2 o más mecanismos para poder abrir y cerrar cada una independientemente de las demás. Esto reduce directamente en el presupuesto para una puerta con estas caracte

rísticas.

Los casos más conocidos de puertas corredizas se analizan a continuación.

5.- PUERTA CORREDIZA DE 2 SECCIONES.

En esta puerta se requiere de 2 secciones para cubrir el claro total del marco. Cada sección trabaja como una puerta independiente y cada una tiene adaptado su mecanismo automático.

Este tipo de puerta se utiliza comunmente en residencias que tienen lugar para 2 o más automóviles quedando uno al lado del otro. Para entrar o salir debe hacerlo uno y luego el otro, sin poder realizarse las dos operaciones simultaneamente.

Las dos puertas corren dentro del marco de un extremo al otro, por lo que no es indispensable disponer de espacio a los lados de las puertas.

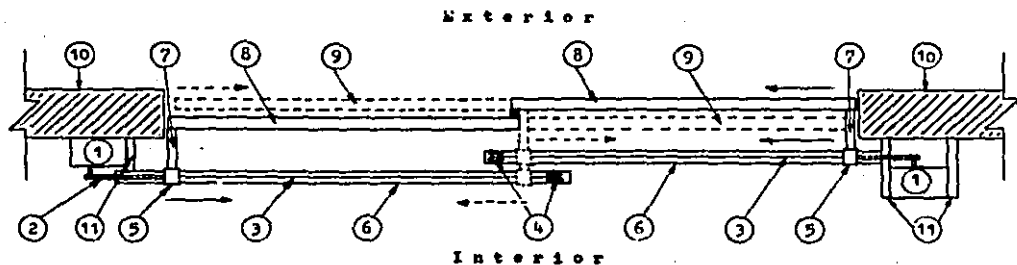
6.- PUERTA CORREDIZA DE UNA SECCION.

El principio de operación es el mismo que en el caso de las puertas anteriores. Al tener una sola sección de puerta no requiere un solo mecanismo automático. A diferencia de la puerta corrediza de dos secciones que se mueve dentro del marco, ésta tiene que desplazarse paralelamente al muro lo más cercana posible a éste y por la parte interior del edificio.

Las puertas corredizas de una o dos secciones presentan actualmente el inconveniente de poder ser abiertas manualmente desde afuera si se aplica una fuerza un poco mayor a la habitual, y si no hay suministro de energía eléctrica en el momento de intentar abrir la puerta. Esto se debe a que la línea de acción que sigue la corredera con el brazo mecánico, es la misma que se aplica normalmente en ausencia del mecanismo, por tanto al estar cerrada la puerta y el motor sin corriente es posible empujar la puerta y no tener más resistencia que la misma masa de la puerta y el sistema,

FIGURA 5

PUERTA CORRENTE DE DOS SECCIONES



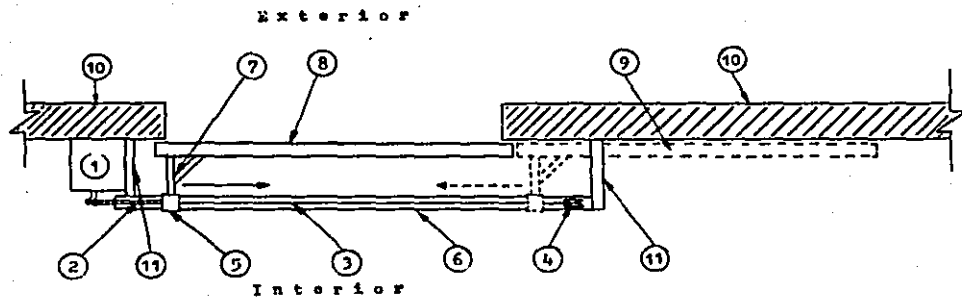
- 1 - Mecanismo Motor
- 2 - Cadena de transmisión
- 3 - Cable de transmisión
- 4 - Polea
- 5 - Corredera
- 6 - Riel-Guía
- 7 - Brazo mecánico

- 8 - Puerta Cerrada
- 9 - Puerta abierta
- 10 - Muro
- 11 - Anclaje
- 12 - Columna de centro

- - Movimiento para abrir
- - -→ - Movimiento para cerrar

FIGURA 6

PUERTA CORREDIZA DE UNA SECCION



Nota: referir todas las partidas a la figura 5.

de transmisión adaptado a éste. Bajo estas condiciones y considerando que la puerta no tiene ningún seguro o pasador en el interior, es posible desplazar la puerta estando en el exterior de la recidencia. Esto no ocurre si hay corriente eléctrica en la línea, pues al empezar a mover la puerta manualmente, se mueve también el sistema de transmisión y éste activa el micro-interruptor que regula el paro del motor en la operación de cierre. Al activarse este micro-interruptor se energiza nuevamente el motor y vuelve a cerrar la puerta completando su ciclo, evitando así que la puerta se abra desde afuera. No obstante, este inconveniente genera una situación de inseguridad bajo ciertas condiciones.

CAPITULO III

ANALISIS DINAMICO DE LOS MECANISMOS

CAPITULO III

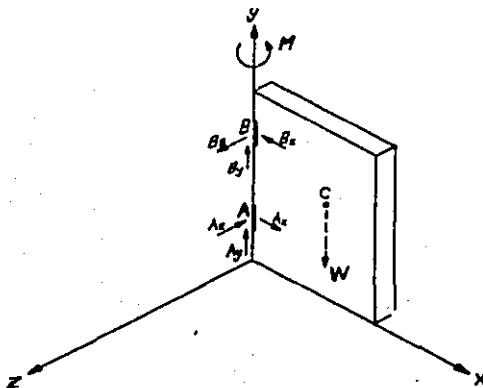
ANALISIS DINAMICO DE LOS MECANISMOS

PUERTAS GIRATORIAS

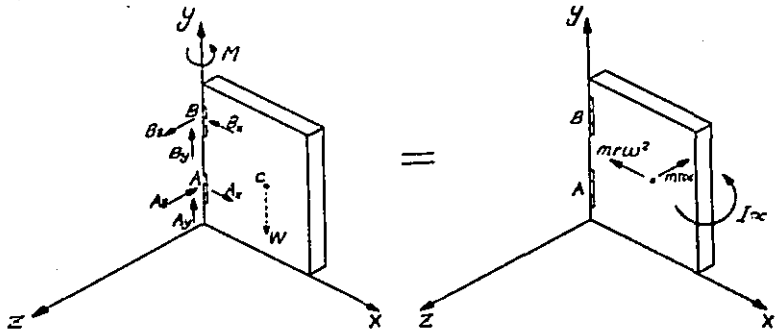
Mediante el análisis dinámico de los mecanismos abre-puertas es posible conocer los esfuerzos que actúan sobre éstas y determinar las condiciones de operación que debe satisfacer el diseño del Mecanismo Motor.

En las puertas giratorias es conveniente analizar la trayectoria que describen los brazos mecánicos al abrir o cerrar. Esto permite determinar el arreglo y tamaño de los elementos que integran la instalación.

Para conocer el momento que se debe aplicar a una puerta para iniciar su movimiento se considera ésta como un cuerpo rígido tridimensional que gira sobre un eje fijo. ⁽²⁾ Gráficamente esto es:

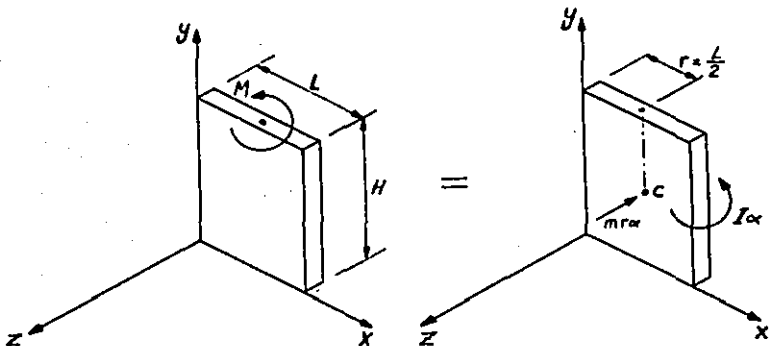


Aplicando el principio de D'Alembert para este caso se tiene que: ⁽³⁾



donde $\Sigma F = \Sigma (F)_{equiv.}$; $\Sigma M = \Sigma (M)_{equiv.}$

Debido a que el cuerpo se encuentra apoyado sobre las bisagra, únicamente se consideran las reacciones que nos permiten conocer el momento que debe aplicarse al cuerpo para hacerlo girar con respecto al eje Y, esto es:



donde M = momento que debe aplicarse al cuerpo para hacerlo girar. Esta dado por la siguiente ecuación:

$$M = F \cdot d \text{-----} (1)$$

F = fuerza necesaria para impulsar el cuerpo rígido.
 d = distancia del eje de giro al punto de aplicación de la fuerza "F".

$r\alpha$ = aceleración tangencial.

m = masa del cuerpo rígido.

I = momento de inercia

α = aceleración angular

C = centro de gravedad

L = largo del cuerpo

H = altura del cuerpo

r = distancia del eje de giro al centro de gravedad

Aplicando $\sum M_y = \sum (M_y)_{equiv}$

se tiene que: $M = m r \alpha = r + I \alpha \text{-----} (2)$

El momento de inercia para un cuerpo rígido rectangular está dado por la siguiente igualdad:

$$I = \frac{1}{12} m (H^2 + L^2) \text{-----} (3)$$

Sustituyendo las ecuaciones 1 y 3 en la ecuación 2 se tiene:

$$F = \frac{\alpha \left[m r^2 + \frac{1}{12} m (H^2 + L^2) \right]}{d}$$

Simplificando esta relación se obtiene:

$$F = \frac{\alpha \cdot n \cdot (4L^2 + H^2)}{12d} \text{-----} (4)$$

En la ecuación anterior las variables "n", "L" y "H" dependen exclusivamente de la forma y tamaño de la puerta. La distancia "d" será en el punto óptimo posible para apoyar los brazos mecánicos sobre las puertas, y se ve influenciada por las limitaciones de espacio dentro de la misma instalación.

La aceleración angular α depende del tiempo o rapidez con -

que se abra o cierre la puerta y se puede determinar de la siguiente forma:

Para conocer la velocidad angular a la que debe girar la puerta se supone un movimiento circular uniforme:

$$\omega = \frac{\theta}{t} \text{ ----- } \textcircled{5}$$

donde θ = desplazamiento angular. Normalmente son 90° o su equivalente en radianes es 1.57

t = tiempo total para que abra por completo la puerta. Puede variar entre 5 y 10 segundos normalmente, según el tamaño y peso de la puerta. En este caso se considera un $t = 5$ segundos.

ω = velocidad angular de la puerta.

Sustituyendo estos valores en la ecuación 5 se tiene:

$$\omega = \frac{1.57 \text{ rad}}{5 \text{ seg.}} = 0.314 \frac{\text{rad}}{\text{seg}}$$

A esta velocidad angular constante la puerta tardará 5 segundos en abatir los 90° .

Para calcular la aceleración angular se debe estimar un tiempo para que la puerta varíe del estado de reposo inicial hasta alcanzar su velocidad de operación. Mediante la siguiente relación se puede conocer la aceleración angular bajo estas condiciones.

$$\alpha = \frac{\omega - \omega_0}{t} \text{ ----- } \textcircled{6}$$

Considerando un tiempo $t = 1.5$ segundos se obtiene:

$$\alpha = \frac{0.314}{1.5} = 0.21 \frac{\text{rad}}{\text{seg}^2}$$

Esta aceleración α es la que debe proveer el mecanismo motor al iniciar su operación. En este momento la fuerza "F" que se aplica a la puerta es mayor por vencer el estado inicial de ésta en reposo, por esta razón se calcula esta fuerza de diseño en el momento de arranque. Este valor de la aceleración se puede aumentar no solo para realizar con mayor rapidez la operación de abrir o cerrar, sino también para compensar la fricción generada en las bisagras que hasta ahora se han considerado despreciables.

Considerando la aceleración angular α bajo las condiciones anteriores se puede dejar su valor como sigue:

$$\alpha = 0,25 \frac{\text{rad}}{\text{seg}}$$

Sustituyendo esta aceleración en la ecuación 4 se obtiene que:

$$F = \frac{m(4L^2 + H^2)}{4Bd} \quad (7)$$

Mediante la ecuación 7 se puede generalizar la relación necesaria para abrir cualquier puerta giratoria rígida. Para sustituir valores reales en esta ecuación deben utilizarse las variables en las siguientes unidades:

F = Newtons. Para convertir a Kg. es necesario dividir entre 9.81

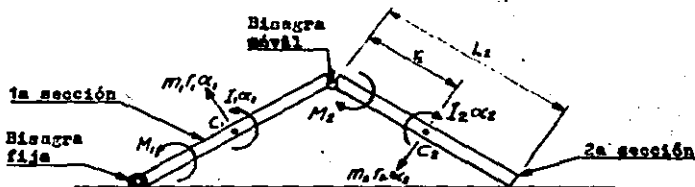
m = kilogramos

L = metros

H = metros

d = metros

Para calcular la fuerza que es necesario aplicar para abrir una puerta giratoria tipo biombos y utilizando el mismo principio de D'Alembert, se considera de la siguiente manera:



Aplicando

$$\sum M = \sum (M)_{\text{equiv.}}$$

$$\text{y } M = F \cdot d$$

se obtiene

$$F = \frac{\alpha_1 m_1 (4L_1^2 + H_1^2)}{12d_1} + \frac{\alpha_2 m_2 (4L_2^2 + H_2^2)}{12d_2} \quad (8)$$

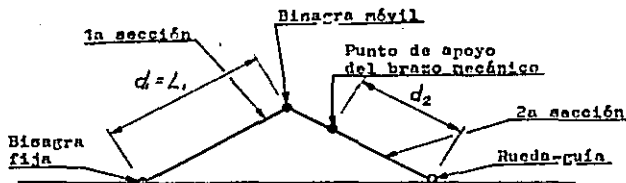
Si se comparan las ecuaciones 7 y 6 se observa que el principio de igualdad es el mismo. En la ecuación 8 se calcula la fuerza para cada sección independientemente, y se suman ambas para obtener la fuerza total. Esta consideración se hace previendo que cada una puede tener diferente peso y tamaño. En la ecuación 6 no se ha sustituido la aceleración angular α , pues según el arreglo de las secciones de algunas puertas tipo biombos pueden llegar a variar esta aceleración. No obstante, para fines prácticos puede considerarse en ambas secciones una aceleración angular $\alpha = 0.25$ rad/seg, quedando la ecuación 8 de la siguiente forma:

$$F = \frac{m_1 (4L_1^2 + H_1^2)}{48 d_1} + \frac{m_2 (4L_2^2 + H_2^2)}{48 d_2} \dots \dots \textcircled{9}$$

Mediante esta ecuación se puede encontrar la fuerza necesaria para abrir cualquier puerta giratoria tipo biombo de 2 secciones. Para sustituir las variables en cualquier caso deben tomarse en cuenta las siguientes consideraciones:

- La distancia d_1 es la separación que hay entre la bisagra fija y la bisagra móvil, es decir, es igual a L_1 .
- La distancia d_2 es la separación que hay entre la bisagra móvil y el punto de apoyo del brazo mecánico, o bien, la separación entre la rueda guía y el punto de apoyo del brazo mecánico. Entre estas dos distancias se debe tomar la mayor.

Esto se puede apreciar gráficamente en la siguiente figura:



DISTRIBUCIÓN DE LOS ELEMENTOS TRANSMISORES DEL MOVIMIENTO.

La ubicación y arreglo de los elementos que transmiten el movimiento a las puertas no tienen una norma específica para su determinación. Las variables que determinan la distribución de estos elementos son muy variadas, pero se puede mencionar que las limitaciones por falta de espacio suficiente al instalar un mecanismo abrepuertas es el factor más decisivo.

El movimiento que describen los brazos mecánicos en una puerta giratoria pueden ser muy variados, la separación del riel a la puerta es diferente en cada caso, así como el tamaño de los brazos mecánicos y el punto donde apoyan estos sobre las puertas.

Dadas las condiciones que se presentan al diseñar e instalar un mecanismo abrepuertas es conveniente señalar los aspectos más importantes que deben considerarse al determinar la distribución de los elementos mecánicos. Estos puntos se mencionan a continuación:

- El ángulo que forma el brazo mecánico con respecto a la tangente de la trayectoria circular que describe la puerta en el punto de apoyo, debe buscarse lo menor abierto posible a fin de que la fuerza aplicada sea menor.
- Se debe encontrar la mayor distancia posible entre la bisagra fija y el punto de apoyo del brazo mecánico sobre la puerta, a fin de que la fuerza aplicada sea la menor posible.
- Al estar completamente cerrada la puerta es conveniente que el brazo mecánico quede perpendicular a la puerta y al riel para evitar que aquella se pueda empujar manualmente desde afuera.
- Abrir la puerta con el mayor desplazamiento permitido en las correderas. De este modo se disminuye el esfuerzo que realiza el mecanismo motor. Mediante la siguiente relación se entiende mejor esta consideración:

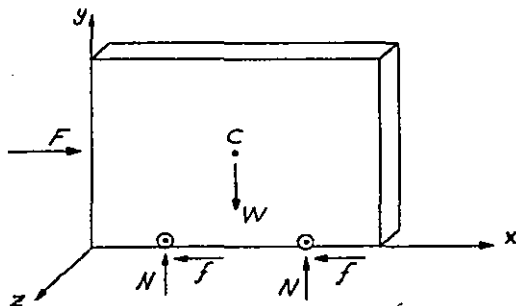
$$\text{TRABAJO} = \text{FUERZA} \times \text{DISTANCIA}$$

PUERTAS CORREDIZAS

El análisis dinámico de las puertas corredizas resulta más sencillo que en el caso de las puertas giratorias. La trayectoria rectilínea que siguen hace posible que la fuerza que se les aplica sea prácticamente la misma en todo el recorrido. Esto permite también que el brazo mecánico transmite el movimiento lineal que recibe de la corredera a la puerta en la misma forma, evitando así que exista movimiento relativo entre brazo y puerta durante la operación.

Finalmente se puede señalar como aspecto relevante de este tipo de puertas, que el desplazamiento que siguen las correderas para abrir o cerrar la puerta es el máximo, pues acompañan durante todo el trayecto a esta, disminuyendo así la fuerza aplicada.

Para encontrar la magnitud de la fuerza necesaria para empujar una puerta corrediza considérese la siguiente figura: ⁽⁴⁾



donde $W = \text{peso de la puerta} = mg$

$F = \text{fuerza necesaria para iniciar el movimiento}$

$f = \text{fricción en los apoyos}$

$N = \text{reacción vertical en los apoyos}$

$C = \text{centro de gravedad}$

Aplicando la 2a Ley de Newton en este caso se tiene que:

$$\Sigma F = ma$$

$$\Sigma F_x = ma_x ; \Sigma F_y = ma_y$$

Considerando que los rodamientos sostienen todo el peso de la puerta se desprecian las reacciones verticales y se utiliza la siguiente igualdad:

$$F_x = ma_x + 2f \dots \dots \dots (10)$$

La aceleración a_x depende de la rapidez con que varíe la velocidad con respecto al tiempo partiendo del estado inicial de repo. Para determinar esta aceleración a_x a la que se somete la puerta en el momento de arranque se consideran las siguientes condiciones de operación:

- La puerta cubre un claro de 3,5 mts.
- La puerta debe abrir o cerrar en 5 ó 6 segundos aproximadamente.

Para conocer la velocidad de operación de la puerta se considera un movimiento rectilíneo uniforme:

$$S = V \cdot t ; \quad V = \frac{S}{t} \dots \dots \dots (11)$$

donde V = velocidad constante de operación
 t = tiempo en que la puerta debe abrir o cerrar.
 $t = 5$ segundos

S = distancia que debe recorrer la puerta. $S = 3,5$ mts.

Sustituyendo estos valores en la ecuación 11 se tiene:

$$V = \frac{3,5 \text{ m}}{5 \text{ seg}} = \underline{\underline{0,7 \frac{\text{m}}{\text{seg}}}}$$

La fórmula para la aceleración rectilínea es:

$$a = \frac{V_2 - V_0}{t} \dots \dots \dots (12)$$

Mediante la observación de puertas en operación se obtiene que

$$t = 1 \text{ seg. de donde } a = \frac{0,7 \frac{\text{m}}{\text{seg}}}{1 \text{ seg}} = \underline{\underline{0,7 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$$

La resistencia que se opone al movimiento por fricción está dado por⁽⁵⁾

$$f = \mu N \dots\dots\dots (13)$$

donde μ = coeficiente de rodadura igual a 0.01 . Este coeficiente puede variar según el tipo de apoyo que presente y las condiciones en que estos se encuentren.

N = componente normal de la reacción en la superficie

f = fuerza de rozamiento por rodadura.

Para este caso:
$$N = \frac{W}{2}$$

Sustituyendo estos valores en la ecuación 13 se obtiene que:

$$f = 0.005 N$$

Volviendo a la ecuación 10 y sustituyendo el coeficiente de rozamiento y aceleración obtenidos deducimos la fórmula general para calcular la fuerza requerida para abrir una puerta corrediza.

$$F = 0.7 m + 0.01 W \dots\dots\dots (14)$$

donde W = Newtons

m = Kilogramos

F = Newtons. Para convertir a Kg. es necesario dividir entre 9.81 m/seg^2 .

En la ecuación anterior se puede modificar la aceleración obtenida de $0.07 \frac{m}{s^2}$ y el coeficiente de rodadura $\mu = 0.01$ en el caso de que las condiciones de operación varíen considerablemente de las propuestas anteriormente en el presente estudio. El coeficiente de rodadura es el valor que más puede variar pues depende del tipo de apoyo utilizado y de las condiciones en que éste se encuentre.

Simplificando la ecuación 14 al máximo y considerando los valores propuestos se conoce la fuerza necesaria en kg. mediante la siguiente relación:

$$F = 0.0814 \cdot m \dots\dots\dots (15)$$

CASO ILUSTRATIVO

La aplicación de las ecuaciones deducidas anteriormente permiten calcular el esfuerzo de diseño teórico que requiere cualquier tipo de puerta analizada en el presente trabajo.

Mediante la proposición de una "Puerta de dos hojas interior" como caso ilustrativo, se pretende dar a conocer la aplicación práctica de las fórmulas anteriores para obtener el esfuerzo de diseño real. Con base en este ejemplo se calcula posteriormente en el capítulo IV un "Mecanismo Motor" prototipo.

Se ha seleccionado una puerta giratoria para involucrar el arreglo y distribución de los brazos mecánicos y riel. El peso y dimensiones de la puerta corresponden al diseño de un mecanismo con capacidad para adaptarse en la mayoría de las puertas de cochera de uso doméstico.

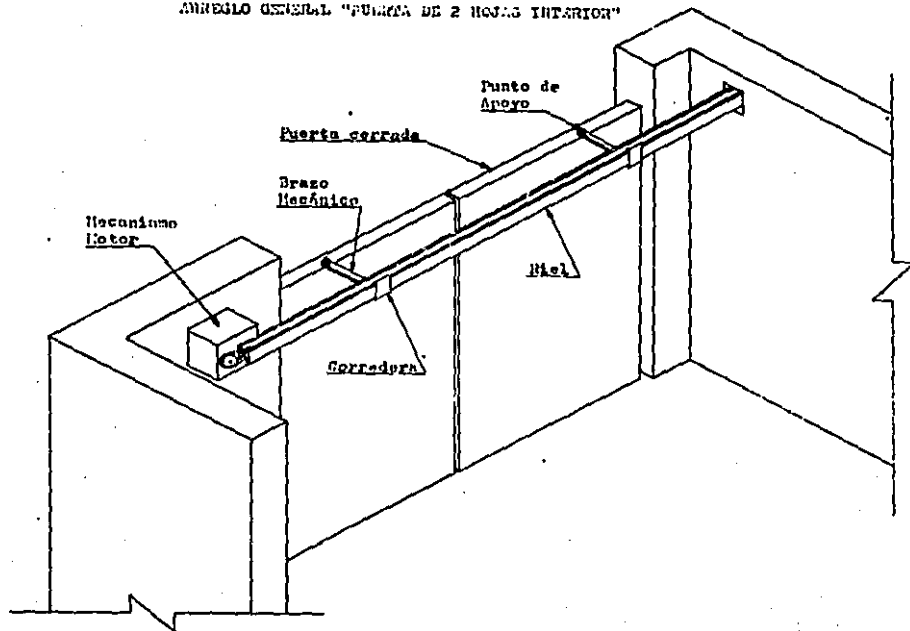
Considérese una puerta giratoria de dos hojas que abre al interior. Cada sección tiene un peso de 100 kg. y miden 1.60 mts. de ancho por 2.30 mts. de alto. Se desea que las puertas abran en 5 segundos y que la instalación ocupe el menor espacio y visibilidad posible. La distancia al muro perpendicular más cercano a la puerta se encuentra a 35 cms. Con base en estos datos se calcula:

- a) Distancia de separación entre el riel y la puerta.
- b) Distancia de la bisagra fija al punto de apoyo.
- c) Longitud total que deben desplazarse los correderos para lograr que las puertas abatan 90° .
- d) Velocidad constante necesaria en las correderas para abrir y cerrar en 5 segundos.
- e) Esfuerzo de diseño real que debe proveer el Mecanismo Motor.

En la figura 7 que aparece a continuación se ilustra la puerta descrita anteriormente para su mejor comprensión.

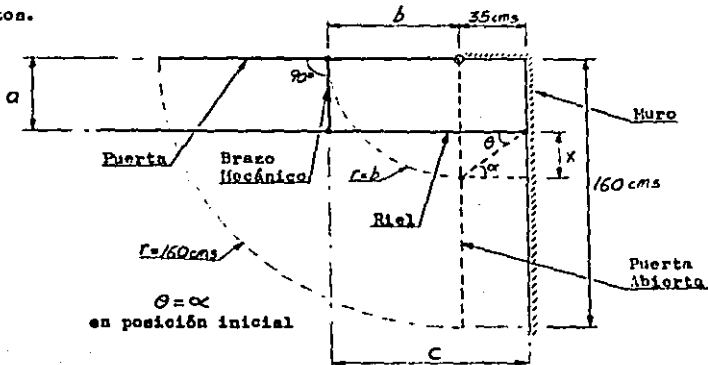
FIGURA 7

ARMAZÓN GENERAL "FUERZA DE 2 HOJAS INTERIOR"



SOLUCION.

Para conocer la distancia de separación entre el riel y la puerta, así como el largo de los brazos mecánicos se considera la siguiente figura donde aparecen en una vista de planta estos elementos.



Si se toma en cuenta que al estar cerrada la puerta, el brazo mecánico está a 90° con respecto a la puerta se observa que la distancia entre el riel y la puerta es igual al largo del brazo mecánico.

Para determinar el ángulo θ que se forma entre el riel y el brazo mecánico abierto se analizan las siguientes consideraciones:

- Entre mayor sea el ángulo θ la distancia b será mayor y la fuerza necesaria para mover la puerta es menor.
- Entre menor sea el ángulo θ la distancia del riel a la puerta es menor.
- Entre menor sea el ángulo α la aplicación de la fuerza a través del brazo mecánico es menor durante el trayecto, por ser más tangente al arco de círculo en el punto de contacto.
- Entre mayor sea el ángulo θ la reacción en la bisagra fija de la puerta es mayor. Esto perjudica el estado de la puerta con el tiempo.

Con base en la observación de tablas con diferentes valores para θ , como la que aparece en la página 47, se propone para este caso: $\theta = 38^\circ$ de donde se obtiene:

a) Separación entre riel y puerta.

$$\cos \theta = \frac{35}{a} ; a = \frac{35}{\cos 38^\circ} = \underline{\underline{44.42 \text{ cms}}}$$

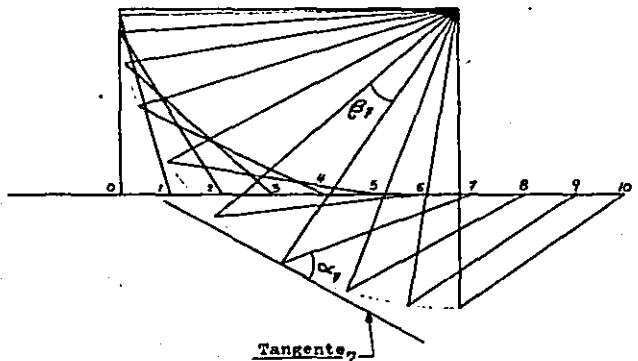
b) Distancia de la bisagra fija al punto de apoyo.

$$b = a + x ; x = 35 \times \tan 38^\circ = 27.35 ; b = \underline{\underline{71.76 \text{ cms}}}$$

c) Desplazamiento de las correderas.

$$C = b + 35 = 71.76 + 35 = \underline{\underline{106.76 \text{ cms}}}$$

Para conocer la trayectoria que describe el brazo mecánico durante su operación, se analiza su posición con respecto a la puerta en 10 desplazamientos equidistantes de la corredera. Gráficamente esto es:



Al hacer un análisis trigonométrico de este desarrollo se pueden observar dos aspectos importantes:

- 1) El desplazamiento angular de la puerta no es proporcional al desplazamiento lineal de la corredera, es decir, a cada avance equidistante de la corredera no corresponde un den-

plazamiento angular equivalente. Esto hace que la puerta - no conserve una velocidad angular constante en algún momento.

- 2) El ángulo que forma el brazo mecánico con la tangente del arco de círculo en el punto de apoyo varía a cada instante.

En la siguiente tabla se puede observar como varía a cada desplazamiento equidistante de la corredera, el desplazamiento angular de la puerta y el ángulo del brazo con la tangente:

θ = desplazamiento angular de la puerta en cada avance equidistante de la corredera

α = ángulo del brazo mecánico con la tangente

Posición	α (Grados)	θ (Grados)
0	0	0
1	12.8552	1.0374
2	24.1555	3.2460
3	34.0683	5.7763
4	42.4842	8.6406
5	49.0108	11.5127
6	52.9890	13.5683
7	53.7501	13.8903
8	51.1336	12.5518
9	45.6445	10.6639
10	38.0000	9.1127

En la tabla anterior se puede apreciar que en la posición 7 - el desplazamiento angular es el mayor, al igual que el ángulo α_7 - formado con la tangente. En este punto la velocidad angular es máxima pero también la reacción que generan los brazos mecánicos sobre la bisagra es considerable.

Con base en esta tabla se puede deducir que los ángulos θ y α deben buscarse lo más uniformes posible para evitar que la aceleración angular varíe considerablemente, así mismo se busca que el ángulo α permanezca lo más cercano posible a cero. A fin de que la fuerza aplicada tienda a ser tangencial a la trayectoria, pudiendo así ser la menor.

d) Para conocer la velocidad que debe mantener la corredera - durante su trayecto se considera la siguiente relación:

$$V = \frac{d}{t}$$

donde V = velocidad de la corredera

d = distancia que se desplaza la corredera. Del inciso c se tiene que $d = 1.0676$ mfs.

t = tiempo propuesto inicialmente igual a 5 segundos

Sustituyendo estos valores se obtiene que:

$$V = \frac{1.0676 \text{ m}}{5 \text{ seg}} = \underline{\underline{0.2135 \frac{\text{m}}{\text{seg}}}}$$

Esta velocidad debe ser provista por el Mecanismo Motor para - que la puerta abra en cinco segundos. En el capítulo IV se considera esta velocidad para calcular la potencia del motor y la relación de - velocidades en el sistema de transmisión.

e) Para calcular la fuerza de diseño real se considera la ecuación correspondiente. Para este caso se utiliza la ecuación 7.

$$F = \frac{m(4L^2 + H^2)}{48d}$$

donde $m = 100$ Kg.

$L = 1.6$ mts.

$H = 2.3$ mts.

$d = 0.7176$ mts. Obtenido anteriormente en el inciso b.

Sustituyendo estos valores se obtiene:

$$F = \frac{100 \text{ kg} [(1.6)^2 + (2.3)^2]}{48(0.7176)} = \underline{\underline{45.1 \text{ Newtons}}}$$

Si la fuerza se aplica perpendicular a la trayectoria de la - puerta este valor se considera aceptable. En este caso el ángulo varía como se vió en la tabla anterior. Para obtener la fuerza tangencial se utiliza el ángulo mayor que corresponde a la posición 7, este ángulo es $\alpha_T = 53.75^\circ$ de donde se tiene que:

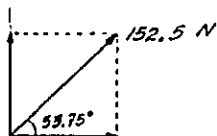
$$F_{\text{en}} = \frac{45.1 \text{ N}}{\cos 53.75^\circ} = \underline{\underline{76.2714 \text{ Newtons}}}$$

Esta fuerza es necesaria para abrir una sola sección, para incluir las dos hojas se tiene:

$$F_T = 2 \times 76.2714 \text{ N} = \underline{\underline{152.5428 \text{ Newtons}}}$$

Finalmente se compensa la fricción generada entre el riel y la corredera. Para esta fricción se considera únicamente la reacción perpendicular al riel como se muestra a continuación:

Reacción perpendicular
o normal = R_p



$$R_p = 152.5 \text{ Sen } 53.75^\circ$$

$$\underline{R_p = 123 \text{ Newtons}}$$

y aplicando:

$$f = \mu N$$

donde μ = coeficiente de fricción para un deslizamiento graso entre acero dulce y hierro fundido. Su valor es $\mu = 0.2$

N = fuerza normal en el riel. De la relación anterior $N = 123 \text{ N}$

f = fuerza de rozamiento entre el riel y la corredera

se obtiene:

$$f = 0.2 \times 123 \text{ N} = \underline{24.6 \text{ Newtons}}$$

La fuerza total necesaria para abrir la puerta propuesta es -
la siguiente:

$$F_{\text{Tot}} = F_r + f = 152.5428 \text{ N} + 24.6 \text{ N}$$

$$F_{\text{Tot}} = 177.1463 \text{ Newtons}$$

$$\underline{\underline{F_{\text{Tot}} = 18 \text{ Kg}}}$$

Referencias:

- 2.- "Rotación de un cuerpo tridimensional sobre un eje fijo", Mechanics for Engineers (McGraw-Hill, New York, 1976), pp. 673.
- 3.- "Movimiento de un cuerpo rígido. Principio de D'Alembert", Mechanics for Engineers (McGraw-Hill, New York, 1976), pp. 632-636.
- 4.- "Ecuaciones del movimiento. Equilibrio dinámico", Mechanics for Engineers (McGraw-Hill, New York, 1976), pp. 455-459.
- 5.- "Fricción", Mechanics for Engineers (McGraw-Hill, New York, 1976), pp. 274-276.

CAPITULO IV

MECANISMO ABRE-PUERTAS PROPUESTO

CAPITULO IV

MECANISMO ABRE-PUERTAS PROPUESTO

PRELIMINARES

El "Mecanismo Motor" propuesto en el presente estudio protege de abarcar las condiciones de operación de los diferentes tipos de puertas analizados anteriormente.

Las consideraciones que se toman en cuenta para el diseño de este mecanismo están basadas en la observación de los sistemas comerciales que operan actualmente, a fin de mejorar los inconvenientes más frecuentes que se presentan. El diseño de los elementos mecánicos se basan en las normas de ingeniería establecidas para estos fines.

Mediante el diseño del mecanismo abre-puertas se proporcionan las bases para la fabricación de un prototipo que pueda proveer las condiciones de operación y duración óptimas.

Los principales factores que varían de un modelo de puerta a otro son la potencia requerida y la velocidad de operación. En este caso se propone una potencia suficiente para mover una puerta de dimensiones convencionales con un peso excedido en la mayoría de los casos. Si las dimensiones y peso de la puerta exceden considerablemente de las condiciones propuestas en el capítulo anterior, será necesario reconsiderar el diseño de los elementos de transmisión de potencia. La velocidad de salida del mecanismo debe considerarse para cada caso en particular.

El factor de seguridad considerado en este diseño, pretende proteger al mecanismo motor de esfuerzos excedentes que pueden presentarse bajo condiciones anormales de operación. Este es el caso de un objeto que interrumpe el libre desplazamiento de la puerta, provocando así, un choque que repercute en toda la transmisión. Este as -

secto importante en la seguridad del mecanismo no se incluye en la mayoría de los mecanismos comerciales existentes.

La distribución y materiales utilizados tienen como finalidad prolongar la vida útil del mecanismo y evitar al máximo los servicios de mantenimiento preventivo y correctivo.

DESCRIPCION

MOTOR ELECTRICO.

Los motores fraccionarios utilizados para estos mecanismos - deben reunir las siguientes características de operación para adaptarse fácilmente en una instalación ordinaria de cada habitación. - Deben ser monofásicos y trabajar a 127 Volts y 60 Hz. Las velocidades de operación pueden ser 1075 RPM o 1750 RPM. La rotación debe ser intercambiable para cubrir las operaciones de abrir y cerrar. - Los motores utilizados en los mecanismos pueden ser los mismos que se aplican en ventilación, en aire acondicionado o para uso general.

Un motor monofásico de corriente alterna normalmente no tiene par de arranque, por lo que se utiliza un arranque por capacitor. De este modo, el motor trabaja en el inicio como un motor a inducción bifásico y después como motor monofásico de inducción.

Estos motores generalmente no ocasionan problemas por el servicio ligero que reciben. Considerando un uso constante trabajan cinco minutos diarios aproximadamente, lo que representa un uso mínimo. La ubicación del motor se puede apreciar en el dibujo 1 y 2.

SISTEMA DE TRANSMISION.

El sistema de transmisión reduce la velocidad del motor eléctrico a la velocidad de salida requerida, además de transmitir la potencia generada a las puertas.

En la salida del motor se utiliza una transmisión por banda y poleas (Dibujo 4) por la velocidad elevada que provee el motor y como protección al mecanismo por el deslizamiento que permiten. Para este caso la velocidad es de 1050 RPM. En la polea mayor se tiene acoplado un embrague para controlar y regular el torque que se transmite a la flecha No 1 (Dibujo 5). En esta flecha se encuentra una catarina de menor diámetro que transmite la velocidad a otra catarina mayor (Dibujo 4) en la flecha No 2 (Dibujo 5), a fin de tener en ésta la velocidad angular de salida necesaria. En el extremo de la flecha No 2 se encuentra la catarina que transmite el movimiento directamente a la cadena y cable de acero en el exterior del gabinete. De esta forma, la relación de velocidad se reduce en dos flechas y através de dos poleas y tres catarinas.

En los apoyos de las flechas se utilizan chumaceras formadas por rodamientos radiales de bola con sus soportes (Ver dibujo ?). A diferencia de los bujes utilizados comunmente en mecanismos comerciales, éstas chumaceras son más silenciosas y resistentes sin requerir prácticamente de engrasado.

La distribución general de estos elementos de transmisión aparecen en los dibujos 1 y 2.

INSTALACION ELECTRICA.

Mediante el arreglo dispuesto en la instalación eléctrica se controla el accionamiento y paro del mecanismo en el momento preciso y deseado.

El arranque está dado mediante un relevador alterizador fijo de dos pasos. Este relevador consta de una bobina que trabaja a 24 Volts de corriente alterna. Al energizar la bobina los platinos del relevador cambian de un paso a otro quedándose fijo en éste último, aun cuando la bobina se desactive. En cada paso se proporciona un sentido de giro contrario, razón por la que cada vez que se activa el relevador, el motor invierte su sentido de operación. Esto también ocurre aun cuando el motor se encuentra trabajando sin haber concluido su ciclo de operación.

La bobina del relevador se alimenta mediante un transformador que convierte de 127 Volts que hay en la línea en 24 Volts. El voltaje de este transformador se queda abierto en dos interruptores: uno puede estar ubicado en cualquier parte de la residencia y otro lo constituye el receptor de onda de radio, colocado junto al mecanismo motor. Al activarse cualquiera de estos interruptores se cierra el circuito entre relevador y transformador quedando energizada la bobina y realizándose el cambio de platinos e iniciándose así el movimiento del motor.

En la misma línea de corriente que energiza el motor (127 - Volts) está conectado un termostato en serie para encender un foco ubicado en el exterior del gabinete. El termostato es un elemento térmico que absorbe el calor generado al paso de la corriente, y lo transmite a un platino bimetalico que al calentarse cierra el circuito que alimenta al foco. Este foco se apagará después de un cierto tiempo de que el motor haya concluido su ciclo y el platino bimetalico se haya enfriado nuevamente. El foco se utiliza para alumbrar

Para concluir el ciclo del motor se utiliza el movimiento mecánico de la flecha No 2. Mediante ésta se transmite através de catarinas y cadena la misma velocidad al tornillo sinfín (Dibujo 6). Sobre el tornillo se desplazan de un lado a otro dos arandelas rosadas (Dibujo 6) que siguen la cuerda del tornillo durante su movimiento. Estas arandelas ajustables avanzan sobre el tornillo hasta activar el micro interruptor que corta la corriente que le llega al motor. Una arandela abre el circuito en la operación de abrir y la otra en la operación de cerrar.

La ubicación de estos componentes mecánicos se muestran en el dibujo 1 y 2. La conexión de los componentes eléctricos se ilustra en el diagrama eléctrico.

SEGURIDAD DEL MECANISMO.

El embrague de torque regulable con que se ha provisto al mecanismo tiene dos funciones principalmente:

- 1.- Proteger algún objeto o persona que se atraviese en la -

trayectoria de la puerta.

- 2.- Proteger al mismo mecanismo de un posible choque en el -
 . que se transmite toda la potencia del motor a los elementos
 tos mecánicos de transmisión de potencia.

Esto puede ocurrir al quedar atorada la puerta, o bien, al -
 accionar nuevamente el relevador cuando el motor está funcionando.
 En éste último caso la fuerza aplicada será el doble de la de dise-
 ño, pues primero debe frenar la puerta hasta una velocidad cero y -
 después vencer la aceleración en sentido contrario hasta alcanzar -
 su velocidad de operación.

Mediante el embrague propuesto se regula en un principio el
 torque necesario para mover la puerta. ⁽⁶⁾ Si la reacción es mayor el -
 embrague patinará y el esfuerzo actuante en la transmisión no aumen-
 tará. De igual forma, si se invierte el sentido de giro durante la
 operación, el embrague absorbe la aceleración negativa que se produ-
 ce.

El embrague (Ver dibujo 3) consta de cuatro barras equidig-
 nales en los que se tienen una bola de acero, un resorte del mismo
 diámetro y un tornillo para comprimirlos. De la fuerza con que empu-
 jen los resortes a la polea depende el momento que se transmite.

Para el caso de las puertas corredizas se utiliza una palan-
 ca de bloqueo por compresión para su fácil desactivación. Si llega
 a fallar el suministro de energía eléctrica se puede aflojar fáci-
 lmente la palanca sin necesidad de desconectar los brazos mecánicos
 de las puertas.

Este bloqueo no es tan indispensable en las puertas corredi-
 zas por lo que es más conveniente utilizar un apriete por tuerca co-
 mún en el extremo de la flecha No 1. No obstante, mediante la palan-
 ca de bloqueo resulta más fácil ajustar el torque transmitido en -
 cualquier tipo de puerta.

La palanca de bloqueo por compresión es la que se utiliza en
 una bicicleta de carreras para sujetar las ruedas y poder poner y -

quitar estas modificaciones.

La utilización del mecanismo propuesto aparece en el ensamble general.

Los elementos descritos anteriormente constituyen el Mecanismo abre-puertas propuesto en el presente trabajo. Las condiciones de diseño que deben satisfacer los componentes del mecanismo están contenidas en la memoria de cálculo adjunta.

Es conveniente aclarar que el mecanismo abre-puertas propuesto funciona como una Caja Negra en los diferentes tipos de puertas estudiados, es decir, si se analizan las figuras 1, 2, 3, 4, 5 y 6 del capítulo III se puede observar que la partida No 1 corresponde en todas las figuras al Mecanismo Motor, el cual se constituye por los mismos elementos en cada caso y utiliza una instalación eléctrica y un sistema de transmisión estándar para todas las puertas.

El arreglo de todos los elementos y componentes utilizados es el mismo en cada caso. Los únicos factores que pueden llegar a modificar el diseño propuesto son la potencia requerida y la velocidad de operación de salida. Esto se puede presentar en caso de que el tamaño y peso de la puerta por automatizar varíe o se exceda considerablemente de las condiciones propuestas en el caso ilustrativo del capítulo III.

La memoria de cálculo e información gráfica de este capítulo corresponden al caso ilustrativo analizado en el capítulo III, mismo que aparece en el arreglo general del Mecanismo Propuesto en la página 76.

MEMORIA DE CALCULOSelección del motor

El par de torsión está dado por: (7)

$$H.P. = \frac{F V_s}{75} \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

donde H.P. = potencia requerida en el motor

F = fuerza necesaria para mover la
puerta del capitulo anterior:

$$F = 18 \text{ kg}$$

V_s = velocidad en la corredera en $\frac{m}{seg.}$
Del capitulo anterior $V_s = 0.2135 \frac{m}{seg.}$

Considerando que el mecanismo se accione por
2a vez estando éste en operación el esfuerzo aplicado
será 2 veces el de diseño, así se tiene:

$$F_T = 2 \times F_0 = 2 \times 18$$

$$F_T = 36 \text{ kg}$$

Sustituyendo en la ecuación 1 se obtiene:

$$H.P. = \frac{36 \text{ kg} \times 0.2135 \frac{m}{s}}{75} = 0.1025$$

$$H.P. = 0.1025 = \frac{1}{9.75} \approx \frac{1}{8}$$

El motor comercial más próximo es de $\frac{1}{8}$ H.P.

Por requerirse una velocidad ($V = 0.21 \frac{m}{s}$) baja
en la corredera se selecciona un motor de 6 polos
Las características del motor son:

Potencia - $\frac{1}{8}$ H.P.

Velocidad - 1075 rpm

Tensión - 127 Volts

Rotación - Intercambiable

Monofásico - 60 Hz

Arranque por capacitor

Cálculo de la transmisión por banda (8)

① Se selecciona un diámetro preliminar de la polea menor y la sección transversal.

De la tabla 9 del catálogo de bandas tritlex Gates se tiene para un motor de 1/8 HP y de 1000 rpm un diámetro preliminar de:

$$D_p = 3.0$$

② Se determina la relación de velocidad

$$\frac{1000}{500} = 2$$

③ Se busca la relación de potencia por banda.

Restamos una cantidad para compensar el diámetro de carrera

$$3.0 \text{ pulg} - 0.38 \text{ pulg} = 2.62 \text{ pulg}$$

De la tabla 12 se tiene que la relación de potencia por banda es: 0.25

④ Se corrige la relación de potencia por banda. Para uso doméstico el factor de servicio es 1

$$\therefore \frac{0.25}{1} = 0.25$$

⑤ Se compara la relación de potencia

$$0.25 \geq \text{Potencia del motor} = 0.125$$

\therefore El diámetro de polea menor de 3 pulg. es correcto.

⑥ Selección del diámetro de la polea mayor

$$\text{Para \#1 (3L)} \rightarrow 3 \text{ pulg} - 0.06 = 2.94 \text{ pulg}$$

$$2.94 \times 2 (\text{Rel. Vel.}) = 5.88 \text{ pulg.}$$

$$5.88 + 0.06 = 5.94 \text{ pulg.}$$

$$\underline{D_M = 6 \text{ pulg}}$$

⑦ Largo de la banda

$$L = 2c + 1.57(D+d) + \frac{(D-d)^2}{4c}$$

donde: L = largo de la banda
 C = distancia entre centros
 D = diámetro de la polea mayor
 d = diámetro de la polea menor

La distancia menor entre centros es:

$$C = \frac{1}{2}(D + 3d)$$

$$C = \frac{1}{2}(6'' + 3 \times 3)$$

$$\therefore C = 7.5''$$

Sustituyendo en la ecuación anterior se tiene

$$L = 2(7.5) + 1.57(3'' + 6'') + \frac{(6-3)^2}{4(7.5'')}$$

$$L = 29.43 \text{ pulg.}$$

Para este perimetro corresponde una banda
 1300 \rightarrow Simbología de Gates

La designación industrial de la banda es 3L300

La tolerancia para ajustar la distancia entre centros
 es: $\frac{5}{8}'' + \frac{1}{2}'' = \frac{11}{8}''$

La polea menor es de 3" ϕ y

la polea mayor es de 6" ϕ

La distancia entre centros es 7.5"

Relación de velocidades es 2:1

Cálculo del embrague de transmisión ⁽¹⁰⁾

La potencia aproximada que puede transmitir un embrague de discos se determina con la siguiente fórmula:

$$CV = \frac{M \cdot F \cdot F \cdot N \cdot S}{71656}$$

donde: CV = caballos transmitidos por el embrague = 1/16 H.P. 61

μ = coeficiente de fricción de metal sobre metal seco = 0.15

r = radio medio de la superficie (cm) a aceptar. Se toma en cuenta donde actúan los balines = 4 cms

F = fuerza axial (presión del resorte) que mantiene los discos en contacto = ?

N = número de superficies en fricción = 2 (polea y embrague).

S = velocidad del árbol en rpm = 500

$$F = \frac{CV \times 71656}{\mu \cdot r \cdot N \cdot S} = \frac{0.0625 \times 71656}{0.15(4)(2)(500)} = 7.4642 \text{ kg}$$

Considerando que esta fuerza deben ejercer los balines se disminuye el radio medio para que la fuerza F sea más proporcional.

Suponiendo $r = 1.5$ cm se tiene

$$F = \frac{0.0625 \times 71656}{0.15(1.5)(2)(500)} = 19.9 \text{ o } \underline{20 \text{ kg}}$$

Si el embrague consta de 4 resortes, la carga se reparte proporcionalmente

$$F_{\text{resor}} = \frac{F}{4} = \underline{5 \text{ kg}}$$

Para calcular el diámetro de los resortes se considera el embrague como un coque rígido y se determina el diámetro que necesitarían 4 pernos. Para un coque rígido se tiene:

$$Z^3 = \frac{16}{\pi \times 10,800} \times M_t K_t \dots \dots \dots \textcircled{1}$$

Si todas las pernos se reparten proporcionalmente la carga se tiene:

$$M_t K_t = \sqrt[3]{\left(\frac{1}{4} \pi d^3\right) \left(\frac{1}{2} D_{oc}\right) n} \dots \dots \dots \textcircled{2}$$

dónde: M_t = momento torsional [lb·in]
 K_t = factor que combina choque y fatiga aplicado al M_t .

S_s = esfuerzo de flexión del material

$$= 80,000 \text{ psi} \times 0.18 = 14,400 \text{ psi.}$$

$$= 14,400 \text{ psi} \times 0.75 = 10,800 \text{ psi.}$$

d = diámetro de las pernas = ?

D_{ac} = diámetro de ubicación de los barrenos

n = número de pernas

Z = diámetro de la flecha = 0.5 pulg.

De la primera ecuación se tiene

$$M_t K_t = \frac{(0.5)^3 \pi \times 10,800}{16} = 265 \text{ lb·in}$$

De la ecuación 2 se tiene:

$$M_t K_t = 10,800 \left(\frac{1}{4} \pi d^3 \right) \left(\frac{1}{2} \times 0.5906 \right) 4,$$

Iguando estas 2 ecuaciones y despejando el diámetro d se tiene

$$d^3 = \frac{265 (4) (2)}{\pi (0.59) (4) 10,800} = 0.0199$$

$$d = 0.1409'' = 3.57 \text{ mm}$$

El diámetro de cada resorte debe ser de:

$$\phi = 3.57 \text{ mm} \approx \underline{\underline{5/32''}}$$

Cálculo de los resortes del embrague ⁽¹¹⁾

La deflexión de un resorte helicoidal está dada

por:

$$f = \frac{8 P D^3 n}{6 d^4} = \frac{8 P C^3 n}{6 d}$$

donde: $G =$ módulo de rigidez $= 11.5 \times 10^6$ psi (acero)⁶³
 $P =$ carga axial en lb $= 5 \text{ kg} \times 2.2 = 11 \text{ lb}$
 $D =$ diámetro medio de las espiras
 $= 0.14$ pulg.
 $n =$ número de espiras activas $= 4$
 $d =$ diámetro del alambre $= \frac{1}{25} = 0.04$ pulg.
 $f =$ deflexión axial
 $C =$ índice del resorte $= \frac{D}{d}$

$$f = \frac{8(11\text{lb})(0.14)^3(5)}{11.5 \times 10^6 (0.04)^4} = 0.041'' = 1.05 \text{ mm}$$

La deflexión que requiere el resorte es de 2mm aproximadamente, pues es el avance que tiene la palanca de bloqueo por compresión. Para esto se aumentan el número de espiras a 10 y se tiene:

$$f = \frac{8(11)(0.14)^3(10)}{11.5 \times 10^6 (0.04)^4} = 0.82'' = \underline{\underline{2 \text{ mm}}}$$

El embrague debe ejercer una carga axial de 20 kg sobre la polea para que transmita únicamente la fuerza necesaria para mover la puerta. Si el esfuerzo es mayor patinará el embrague.

Para esto se requieren 4 resortes helicoidales de 10 espiras cada uno. El índice del resorte es $C = \frac{0.14}{0.04} = 3.5$ Estas actúan sobre 4 balines de $\frac{3}{32}$ de diámetro.

Calcula de cuña y cuñero para el embrague

Se calcula una cuña cuadrada suponiendo que la cuña y la flecha son del mismo material y resistencia.

El torque que una flecha de $d = 1/2$ puede transmitir es:

$$T = \frac{0.75 \pi d^3 \sqrt{s}}{16}$$

El torque que soporta una cuña cuadrada al corte es:

$$T_s = \sqrt{s} b L r$$

Iguualando estas 2 ecuaciones por la suposición inicial:

$$\sqrt{s} b L r = \frac{0.75 \pi d^3 \sqrt{s}}{16}$$

donde: b = ancho de la cuña

$$= 1/4 d = \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{8}'' = 3.175 \text{ mm}$$

L = longitud de la cuña

$$r = \text{radio de la flecha} = \frac{d}{2} = 6.35 \text{ mm}$$

$$L = \frac{0.75 \pi d^3}{16 \times b \times r} = \frac{0.75 \pi (1/2)^3}{16 \times (1/8) \times (1/4)}$$

$$L = 0.5890 \text{ pulg} = 15 \text{ mm}$$

Se utiliza una cuña para el embrague de $3 \times 3 \times 15 \text{ mm}$ de acero 1041 SAE

El cuñero en la flecha y embrague será de:

$$\underline{\underline{1.5 \times 1.5 \times 15 \text{ mm}}}$$

Cálculo de la transmisión por cadena. ⁽⁹⁾

El factor de servicio para un mecanismo abrepuertas se considera ligero, por esto.

$$\text{Potencia equivalente} = H.P. \times F.S. = \frac{1}{3} \times 1 = \frac{1}{3} H.P.$$

Se selecciona una cadena comercial para la catavina más pequeña de 11 dientes, a fin de reducir al máximo la velocidad en la flecha 1. La catavina gira a 500 rpm con esta flecha y transmite

la potencia a la flecha 2 en la menor distancia posible.

Se propone una cadena No 25 de paso igual a 0.25" ó 6.35 mm y una catarina de 11 dientes.

$$\text{Relación de la velocidad} \rightarrow \frac{500}{200} = 2.5$$

Número de dientes en la catarina mayor

$$T = 11 \times 2.5 = 28 \text{ dientes}$$

Para conocer la distancia entre centros se tiene:

$$A = \frac{G-g}{2e}$$

donde: $G =$ diámetro de paso de catarina mayor
 $= 7$ pulg

$g =$ diámetro de paso de catarina menor
 $= 2.75$ pulg.

$e =$ distancia entre centros mínima

$$e = D + \frac{g}{2} = 2.23 + 0.44 = 2.67 \text{ pulg.}$$

$$A = \frac{7 - 2.75}{2(2.67)} = 0.79$$

Se rectifica la catarina mayor de 28 a 26 dientes.

$$A = \frac{6.5 - 2.75}{2(2.67)} = 0.7022$$

$$\text{No pasos} = \frac{B \times e}{P} + Ct + DT$$

de tablas

$$Np = \frac{1.4204 \times 2.67}{0.25} + 0.2514(11) + 0.7486(26)$$

$$Np = 37.3989 \approx 38 \text{ pasos}$$

La distancia definitiva entre centros es:

$$E = \frac{(N' - Ct - DT)P}{B}$$

donde N' = número de paso definitivo = 38⁶⁶

$$E = \frac{[38 - (0.254)(11) - (0.7486)(26)](0.25)}{1.4204}$$

$$E = 2.7758 \text{ pulg.}$$

Para la transmisión por cadena se utiliza:

Cadena RC-25 de 38 pasos

Catavina RC-25 de 11 dientes en flecha 1

Catavina RC-25 de 26 dientes en flecha 2

En la flecha 2 se tiene otra catavina para transmitir en la salida del mecanismo. Su velocidad es:

$$V = \omega R$$

$$\omega = \frac{500}{2.4} = 208 \text{ rpm} = 21.8 \text{ rad/seg}$$

Para una catavina de 11 dientes:

$$r = \frac{11 \times 0.25}{2\pi} = 0.437 \text{ pulg} = 0.011 \text{ mts.}$$

$$V = 21.8 \text{ rad/seg} (0.011 \text{ m}) = 21.4 \text{ m/s}$$

Esta velocidad es parecida a la calculada en el capítulo anterior de $V = 0.2135 \text{ m/s}$.

\therefore Se utiliza otra catavina RC-25 de 11 dientes

Cálculo de pérdidas para las catavinas (12)

El torque transmitido es:

$$T = \frac{HP(63000)}{N} = \frac{0.125(63000)}{208 \text{ rpm}}$$

$$T = 37.86 \text{ lb}\cdot\text{in}$$

Fuerza de sujeción

$$M = Fd : F = \frac{M}{d} = \frac{37.86}{\frac{1}{4}}$$



$$F = \underline{\underline{151.4 \text{ lb}}}$$

Un tornillo del # 4 soporta una fuerza de ⁵⁷ sujeción de 200 lb. El diámetro equivalente es:

$$\phi = 0.117 \text{ pulg} = 2.85 \text{ mm} = \frac{3}{16}''$$

Para las catarinas se utilizan 2 prisioneras de $\frac{3}{16}''$ y a 90° uno del otro. La profundidad es:

$$P = 1.5 D = 1.5 \left(\frac{1}{8}\right) = 0.1875 \text{ pulg.}$$

$$P = 4.76 \text{ mm} + 6.35 = 11.11 \text{ mm} = \frac{7}{16}''$$

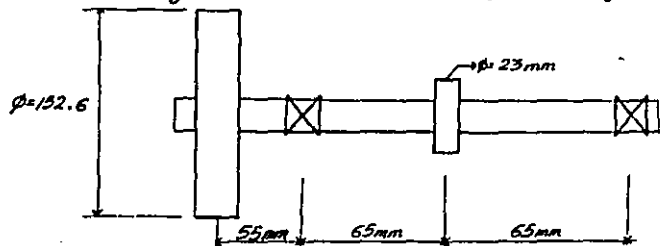
Cada catarina lleva 2 prisioneras rascadas de $\frac{3}{16}'' \phi \times \frac{7}{16}''$ de larga cuerda estándar.

Cálculo de las arboles de transmisión (13)

Primera mente se calcula el árbol principal o flecha # 1 de transmisión.

Condiciones de operación.

La flecha gira a 500 rpm y se encuentra soportada sobre chumaceras a 120 mm entre centros. Se suministran 0.125 H.P a la flecha por medio de una polea de 152.4 mm ϕ con un sistema de bandas con 0° de arco con la horizontal. La potencia se transmite de la flecha por una catarina de 22.24 mm ϕ con 11 dientes de paso 25. El peso de la polea es despreciable y la relación de tensiones de la banda es 3 a 1. El arreglo se muestra en la siguiente figura:



El código ASME establece la siguiente ecuación⁶⁸ para flechas sólidas que tiene poca o nada de carga axial combinando torsión y flexión con aplicación de la ecuación de corte máxima modificada con la introducción de factores de choque y fatiga como se muestra:

$$d^3 = \frac{16}{\pi \tau} \sqrt{(K_b M_b)^2 + (K_t M_t)^2} \dots\dots (1)$$

donde: τ_s = esfuerzo de tensión o compresión de diseño para el material de la flecha.
 Para flechas con cojinetes $\tau_s = 6000$ psi.
 M_t = momento torsionante [lb-pulg]
 M_b = momento flexionante [lb-pulg]
 K_b = factor que combina choque y fatiga en M_b
 K_t = factor que combina choque y fatiga en M_t
 Para este caso: $K_b = 1.5$
 $K_t = 1.5$

Se utiliza un acero comercial para flechas 1040 que tiene un valor de ruptura de 70,000 psi y un punto de cedencia de 46,000 psi

El momento torsionante se considera de la siguiente ecuación:

$$M_t = \frac{63025 \times \text{H.P.}}{\pi (1 \text{ rpm})} \text{ lb-pulg} \dots\dots (2)$$

donde: H.P. = 0.125 HP que proporciona el motor
 $\pi = 500$ rpm

$$M_t = \frac{63025 \times 0.125}{500} = \underline{\underline{15.75 \text{ lb-pulg}}}$$

Para un sistema de bandas el torque es:

$$M_t = (T_1 - T_2) \times R \text{ (lb-pulg)} \dots\dots (3)$$

Si $T_1 = 3T_2$ se tiene:

$$M_t = (T_1 - \frac{T_1}{3}) \times R = \frac{2T_1}{3} \times R$$

$$T_1 = \frac{3M_t}{2R} = \frac{3(15.75)}{2(3 \text{ pulg})} = \underline{\underline{7.88 \text{ lb}}}$$

$$T_2 = \frac{T_1}{3} = \frac{7.88}{3} = \underline{2.626 \text{ lb}}$$

69

$$T_1 + T_2 = 10.5 \text{ lb}$$

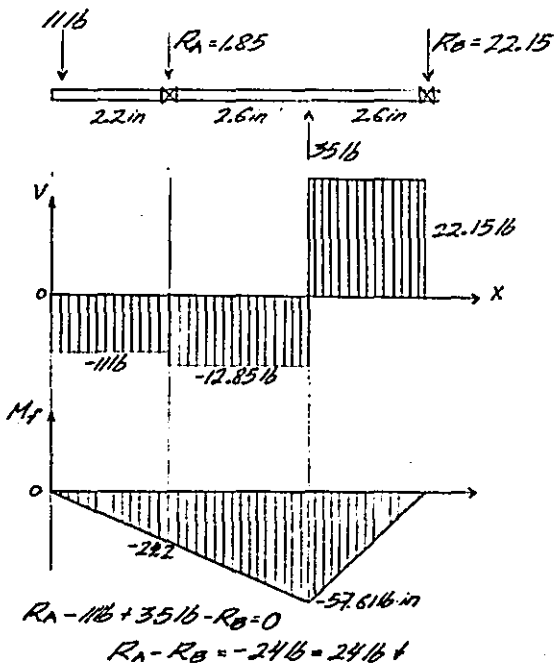
Para el sistema de catarina costera se considera la misma potencia de 0.125 HP donde

$$M_c = \frac{63025 \times 0.125}{500 \text{ rpm}} = 15.75 \text{ lb} \cdot \text{pulg}$$

$$M_c = F_c \times R$$

$$F_c = \frac{M_c}{R} = \frac{15.75 \text{ lb} \cdot \text{pulg}}{0.45 \text{ pulg}} = 35 \text{ lb}$$

Haciendo el diagrama de esfuerzos se tiene:



$$\sum M_A(\uparrow) = -11(2.2 \text{ pulg}) - 35(2.6) + R_B(5.2) = 0$$

$$R_B = \frac{11 \times 2.2 \text{ pulg} + 35(2.6)}{5.2 \text{ pulg}} = 22.15 \text{ lb} \uparrow$$

$$R_A = -24 \text{ lb} + 22.15 \text{ lb} = -1.85 \text{ lb} \downarrow$$

Análisis de la viga en el 1° intervalo

$$0 \leq x < 2.2$$

$$\uparrow \sum F_y = V = -11 \text{ lb}$$

$$M_f = \sum M_o(\uparrow) = 0 \quad \text{si } x = 2.2 \text{ pulg.}$$

$$M_f = -11 \text{ lb}(2.2) = -24.2 \text{ lb} \cdot \text{in}$$

2° Intervalo:

$$2.2 \leq x < 4.8$$

$$V = \sum F_y \uparrow = 11 \text{ lb} + 1.85 \text{ lb} = -12.85 \text{ lb}$$

$$M_f = \sum M_o(\uparrow) = -11(x) - 1.85(x - 2.2)$$

$$\text{Si } x = 2.2$$

$$M_f = -24.2 \text{ lb} \cdot \text{in}$$

$$\text{Si } x = 4.8$$

$$M_f = -57.61 \text{ lb} \cdot \text{in}$$

3° Intervalo

$$V = \sum F_y \uparrow = 11 \text{ lb} + 1.85 \text{ lb} - 35 = 22.15 \text{ lb} \uparrow$$

$$M_f = \sum M_o(\uparrow) = -11(x) - 1.85(x - 2.2) + 35(x - 4.8)$$

$$\text{Si } x = 4.8$$

$$M_f = -57.61 \text{ lb} \cdot \text{pulg}$$

$$\text{Si } x = 7.4$$

$$M_f = 0$$

Sustituyendo en la ecuación 1:

$$d^3 = \frac{16}{\pi(6000)} \sqrt{(1.5)(57.61) + (1.5)(15.75)}$$

$$d = 0.2073 \text{ pulg} = \underline{5.2646 \text{ mm}}$$

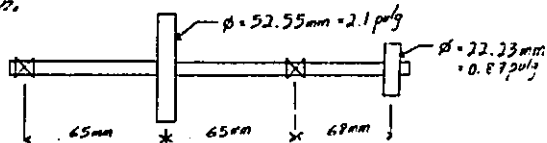
Para facilitar su fabricación y con base en las medidas de chumaceras y calaminas se selecciona una flecha de acero comercial 1040 de 12 mm ϕ

Cálculo de la flecha # 2 de transmisión

Condiciones de operación

71

La flecha gira a 208 rpm y se apoya sobre chumaceras a 120 mm entre centros. La potencia de transmisión es 0,125 H.P. por una catarina de 52,55 mm de diámetro a otra de 22,23 mm ϕ como se muestra a continuación.



$$M_t = \frac{63025 \times 0.125}{500} = 15.75 \text{ lb. pulg}$$

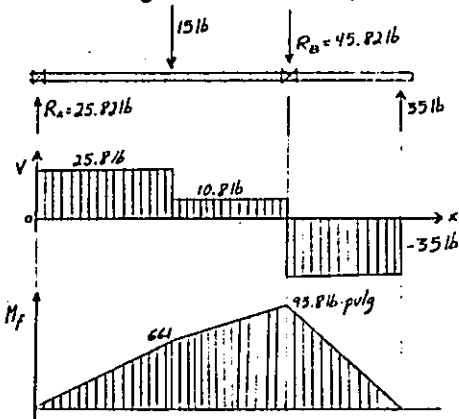
Para la catarina mayor:

$$F_t = \frac{M_t}{R} = \frac{15.75}{1.05} = 15 \text{ lb}$$

Para la catarina menor:

$$F_t = \frac{M_t}{R} = \frac{15.75}{0.45} = 35 \text{ lb}$$

Diagrama de la Viga



$$\sum F_y = 0$$

$$R_A + R_B - 15 + 35 = 0$$

$$R_A + R_B = -20 \text{ lb}$$

$$\sum M_A = 15(2.56) - 35(7.8) - R_B(5.12) = 0$$

$$R_B = \frac{234.64 \text{ pulg}}{5.12 \text{ pulg}} = -45.82 \text{ lb} \cdot \text{pulg}^\dagger$$

$$R_A = -20 \text{ lb} - (-45.82 \text{ lb} \cdot \text{pulg}) = 25.82 \text{ lb}$$

1^{er} Intervalo $0 \leq x < 2.56 \text{ pulg}$

$$\sum F_{y+\Delta} = V = 25.82 \text{ lb} \uparrow$$

$$M_x = \sum M_A = 25.82 \text{ lb} (x)$$

$$\text{Si } x = 0 \quad M_x = 0$$

$$x = 2.56 \quad M_x = 66.1 \text{ lb} \cdot \text{pulg}$$

2^{do} Intervalo

$$2.56 \leq x < 5.12 \text{ pulg}$$

$$\sum F_{y+\Delta} = V = 25.82 - 15 = 10.82 \text{ lb} \uparrow$$

$$M_x = \sum M_A = 25.82(x) - 15(x - 2.56)$$

$$\text{Si } x = 2.56 \quad M_x = 66.1 \text{ lb} \cdot \text{pulg}$$

$$x = 5.12 \quad M_x = 93.8 \text{ lb} \cdot \text{pulg}$$

3^{er} Intervalo

$$5.12 \leq x < 7.8 \text{ pulg}$$

$$\sum F_{y+\Delta} = V = 25.82 - 15 - 45.82 = -35 \text{ lb}$$

$$M_x = \sum M_A = 25.82(x) - 15(x - 2.56) - 45.82(x - 5.12)$$

$$\text{Si } x = 5.12 \quad M_x = 93.8 \text{ lb} \cdot \text{pulg}$$

$$x = 7.8 \quad M_x = 0$$

Sustituyendo en la ecu. 1:

$$d^3 = \frac{16}{\pi(8000)} \sqrt{(0.5)(93.8) + (1.5)(15.75)}$$

$$d = 0.2216 \text{ pulg} = \underline{5.62 \text{ mm}}$$

Al igual que la flecha #1 se selecciona una flecha de acero comercial 1040 de 12 mm ϕ

Selección de los Rodamientos para las Chumaceras (13)

Con base en el cálculo de las flechas de transmisión se tiene que la reacción mayor en las chumaceras es 45.5 lb. Considerando que el diámetro de las 2 bolas es de 12.02 mm se selecciona según el manual de rodamientos SKF el siguiente:

- Rodamiento radial de bolas con placas de obturación.
- Su denominación comercial es 6001-2Z
- Su capacidad de carga dinámica es 5070 N
- Su capacidad de carga estática es 2240 N

Selección de los anillos de retención para las chumaceras (14)

Con base en la tabla de anillos de retención interiores métricas de la American National Standard de la serie 3AM1 se selecciona el No 7 por la holgura que presenta en su diámetro y considerando las ranuras de la flecha No 1 y No 2

∴ Anillo de retención 3AM1-07

Cálculo de la distancia entre la flecha No 2 y el tornillo sin fin.

Utilizando una cadena RC-25 al igual que en la transmisión de potencia y proporcionando una distancia entre centros $\rightarrow e = 93 \text{ mm} = 3.66 \text{ pulg}$ se tiene

$$\text{Número de pasos} \cdot N_p = \frac{E \times e}{P} + C_t + DT$$

Si $A = 0$ de tablas se obtiene:

$$N_p = \frac{2 \times 3.6614}{0.25} \times 0.5(11) + 0.5(11)$$

$$N_p = 40.29 \approx 40 \text{ pasos}$$

$$E = \frac{(N - C_t - DT) P}{B} = \frac{[40 - 0.5(11) - 0.5(11)] 0.25}{2}$$

$$E = 3.625 \text{ pulg} = 92.075 \text{ mm}$$

74

La distancia que debe de haber entre la flecha No 2 y el tornillo sin fin es de 92.1 mm utilizando una cadena RC-25 de 40 eslabos.

Cálculo del tornillo sin fin

El tornillo sin fin tiene la función de activar y desactivar los micro-interruptores que determinan el paro del mecanismo motor al abrir o al cerrar.

Según el ancho de la lámina que sujeta la transmisión se tiene un tornillo de 120 mm de largo. Se propone una cuerda fina de $\phi = 1/2" - 20$ Hilos.

Para determinar cuantas vueltas debe dar el tornillo para que la puerta abra se utiliza la longitud que se desplaza la corredera. En el capítulo anterior:

$$C = 1067.6 \text{ mm}$$

Si la catenaria de la flecha No 2 tiene un diámetro de:

$$D = \frac{(0.25)(114 \text{ dientes})}{\pi} = 0.875 \text{ pulg} = 22.2 \text{ mm}$$

y aplicado $S = Cr$; $\theta = \frac{C}{r}$

$$\theta = \frac{1067.6 \text{ mm}}{11.2 \text{ mm}} = 95 \text{ rad.}$$

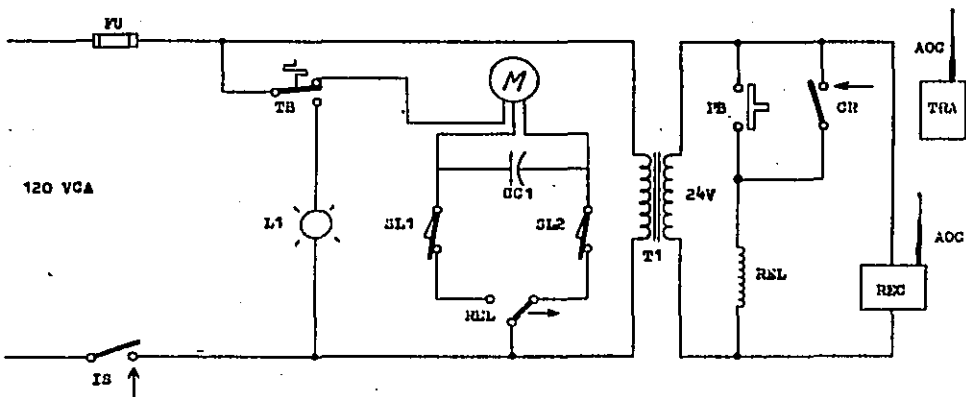
Si $1 \text{ rev} = 2\pi \text{ rad}$

$$\text{Rev} = \frac{95 \text{ rad (rev)}}{2\pi \text{ rad}} = 15.28 \text{ vueltas}$$

Si la cuerda del tornillo es $\phi = 1/2" - 20H$, en 15.3 vueltas la ranura sólo ha avanzado $\frac{15.25}{20H} = 0.764 \text{ pulg} = 19.40 \text{ mm}$.

El tornillo sin fin al abrir y cerrar la puerta debe dar 15.3 vueltas, en estas las ranuras solamente se desplazaron 19.4 mm. Esto se puede realizar sin problema alguno en la distancia disponible.

DIAGRAMA ELECTRICO



LEYENDA

FU Fusible circuito control 10 Amp.

TB Termostato bimetálico

L1 Lámpara

M Motor

SL1 Micro-interruptor límite cierre

SL2 Micro-interruptor límite abertura

T1 Transformador 127-24 VCA

CC1 Capacitor fijo

REL Relevador fijo de dos pasos 24 VCA

PB Botón pulsador

CR Contacto del receptor

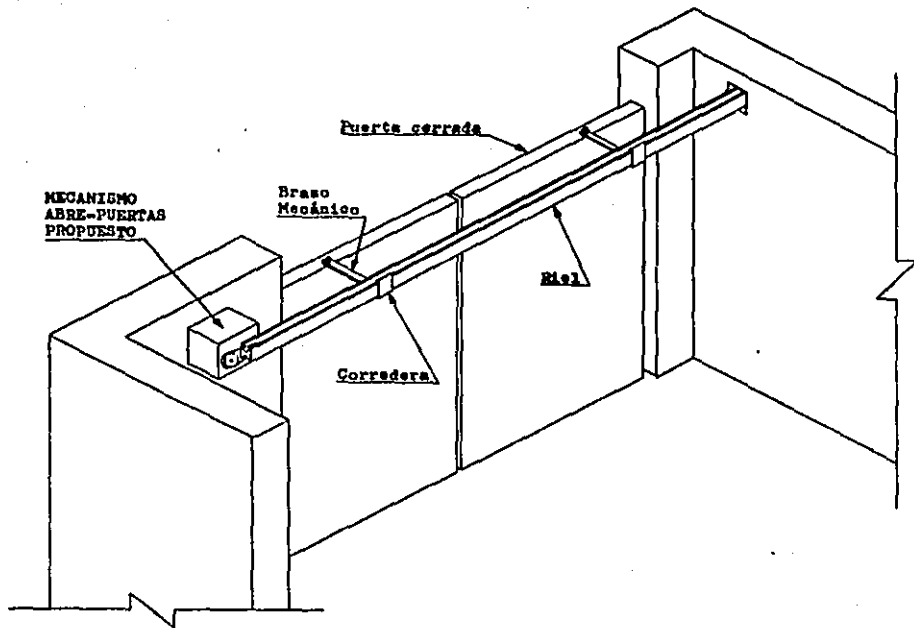
TRA Transmisor de onda de radio

REC Receptor de onda de radio

AOC Antena de onda corta

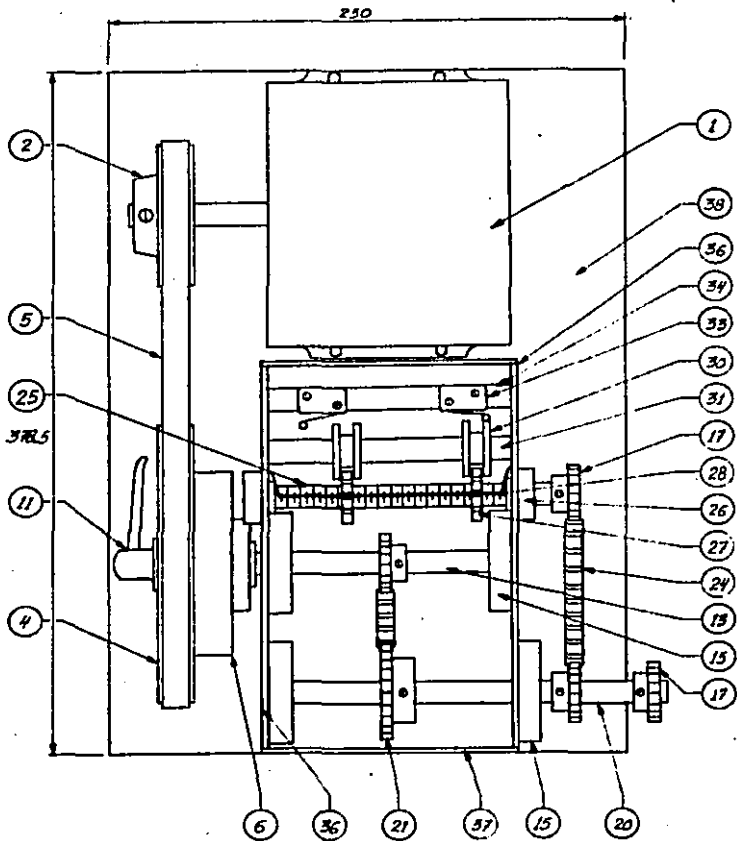
IS Interruptor de seguridad

ARREGLO GENERAL DEL MECANISMO PROPUESTO



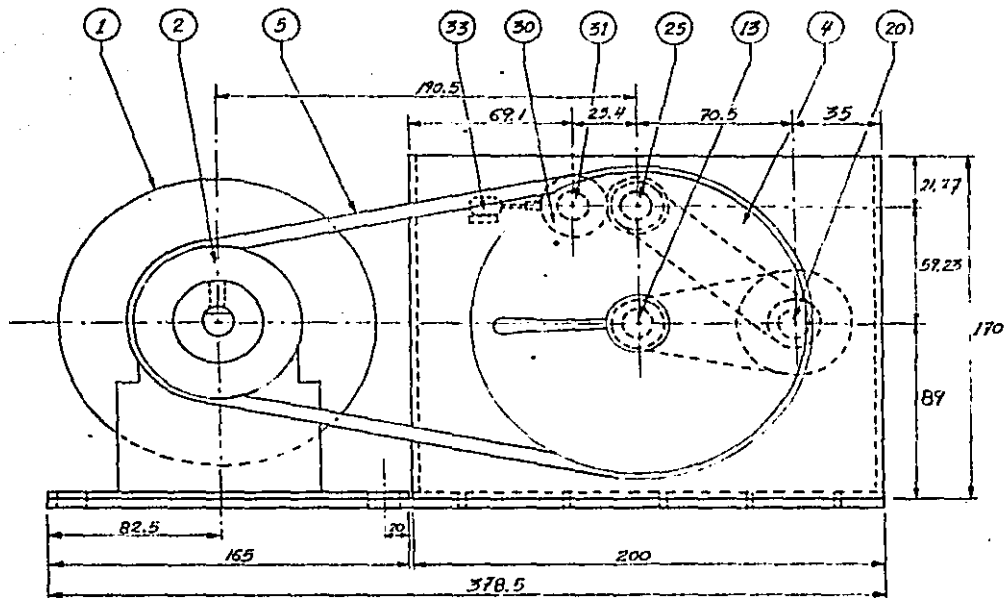
ENSEMBLE GENERAL

77
①



DISTRIBUCIÓN SISTEMA DE TRANSMISIÓN

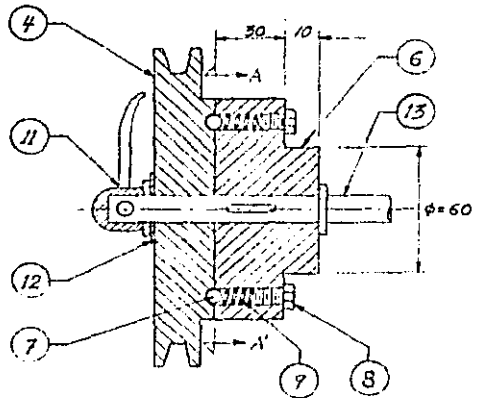
2



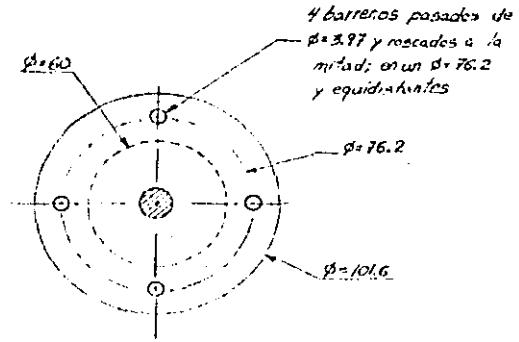
VISTA LATERAL
(E_a: 1:2)
Acol. 1/111

DETALLE "ENSAMBLE DE EMBRAGUE MECÁNICO"

3



CORTE LONGITUDINAL
(Esc. 1:2)
Acof. mm



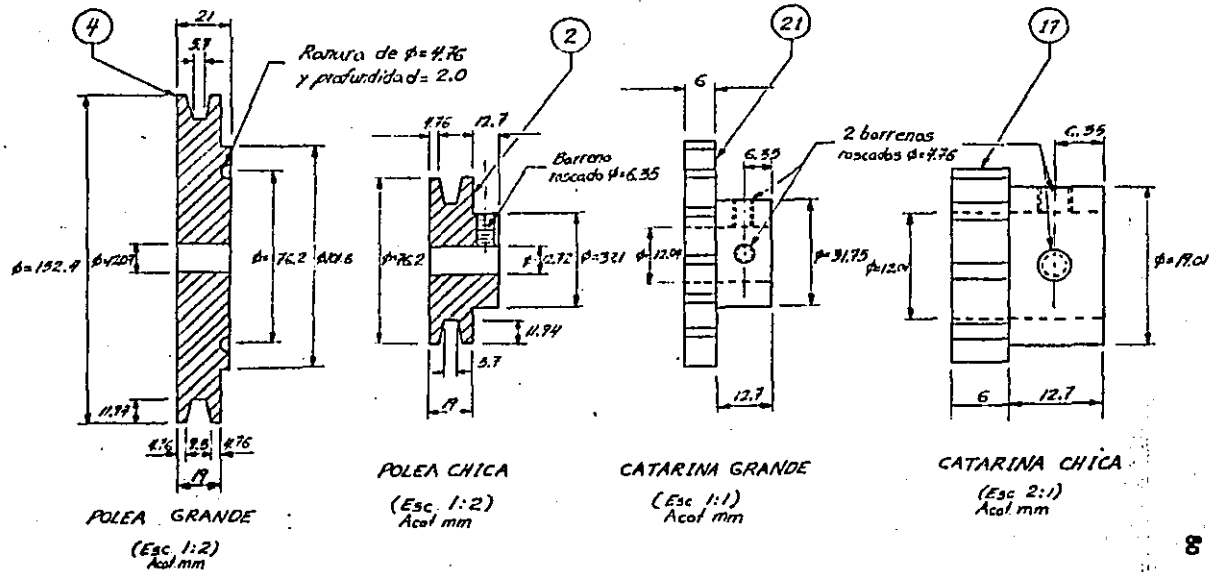
CORTE A-A'
(Esc. 1:2)
Acof. mm

Nota: el torque de transmisión
lo determinan los resortes.

ESTA TESIS NO PUEDE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

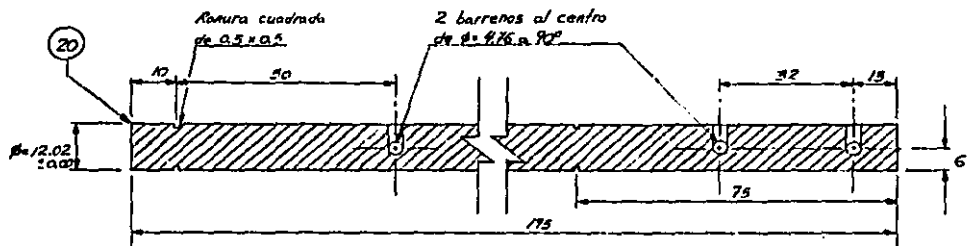
DETALLE DE POLEAS Y
CATARINAS DE TRANSMISIÓN

4

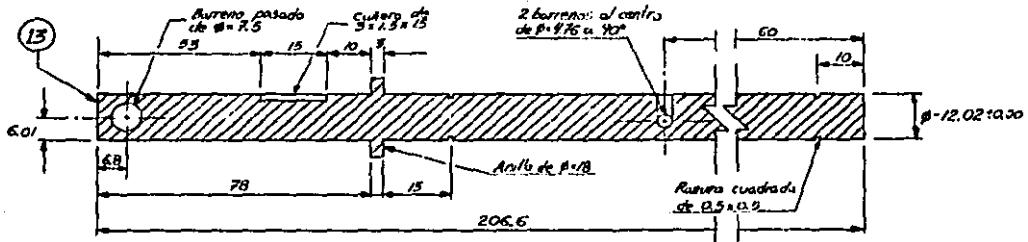


DETALLE DE ARBOLES DE TRANSMISSION

5



FLECHA No 2
(Esc 1:1)
Acol mm

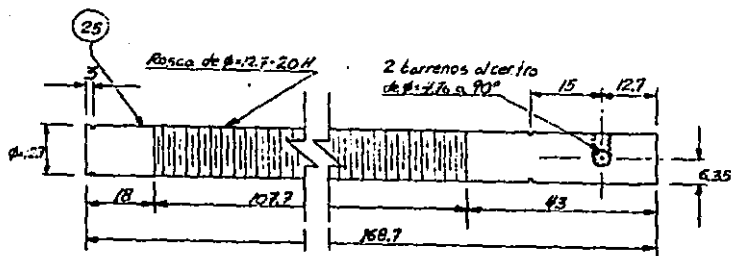


FLECHA No 1
(Esc 1:1)
Acol mm

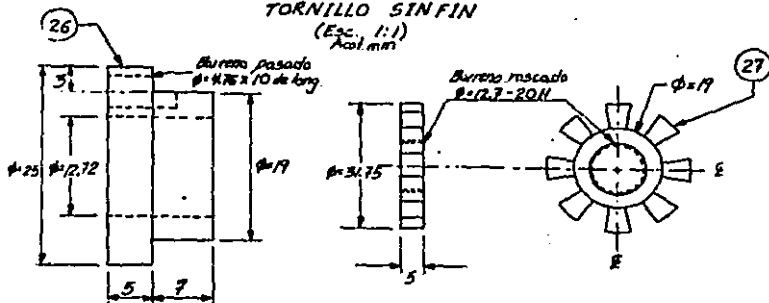
DETALLE SISTEMA INTERRUPTOR
DEL MECANISMO

82

6

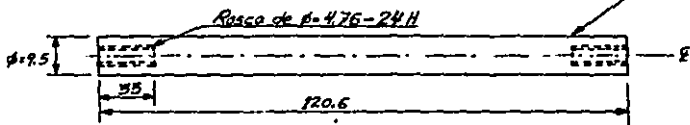


TORNILLO SIN FIN
(Esc. 1:1)
Acol. mm



BUJE DE BRONCE
(Esc. 2:1)
Acol. mm.

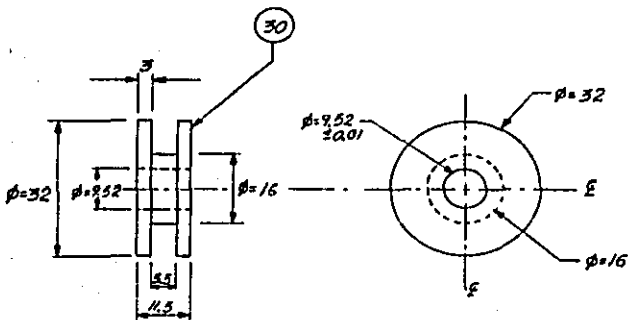
ARANDELA ROSCADA
(Esc. 1:1)
Acol. mm



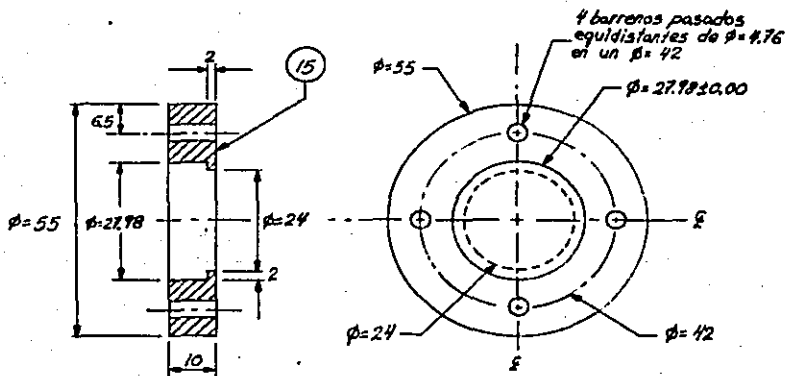
BARRA GUIA
(Esc. 1:1)
Acol. mm

DESPIECE PARTES 15 Y 30

7



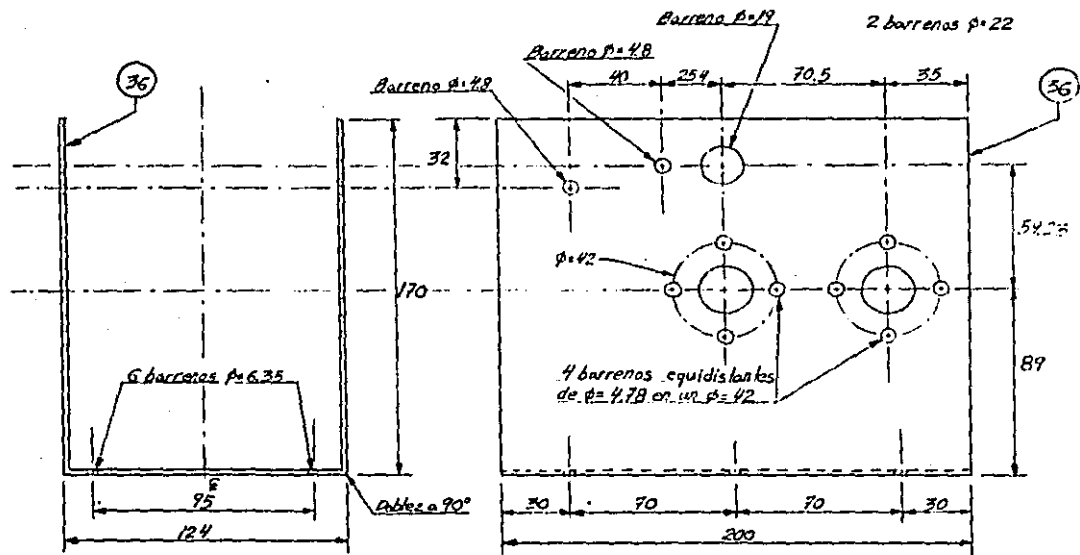
SEGUIDOR BARRA-GUIA
(Esc. 1:1)



SOPORTE PARA RODAMIENTO
(Esc. 1:1)
Acol. mm.

LAMINA-SOPORTE PARA SISTEMA DE TRANSMISION

8



VISTA FRONTAL
(Esc. 1:2)
Acot. mm

VISTA LATERAL
(Esc. 1:2)
Acot. mm

LISTA DE MATERIALES

PARTE	CANT.	DESCRIPCION	OBSERVACIONES
1	1	Motor Power Electric de 1/8 HP, 1075 RPM. PGC-481866	
2	1	Barra redonda de acero 1045 ϕ = 78 mm. Long. = 34 mm.	Maquinar según el dibujo No 4
3	1	Prisionero allen estandar ϕ = 6.35 mm. Long. = 12.7mm.	Utilizar en sujeción parte 2
4	1	Barra redonda de acero 9840 ϕ = 154 mm. Long. = 25 mm.	Maquinar según el dibujo No 4
5	1	Bunda Truflex-Gatou 3L300	
6	1	Barra redonda de acero 1045 ϕ = 103 mm. Long. = 43 mm.	Maquinar según el dibujo No 3
7	4	Balín de acero. ϕ = 3.97mm.	
8	4	Tornillo std. cabeza hexag. ϕ = 3.96 mm. Long. = 6.35 mm.	
9	4	Resorte helicoidal 10 espiras. ϕ = 3.55 mm. C = 3.5 mm.	
10	1	Cuña cuadrada de acero 1040 de 3x3mm. Long. = 15mm.	
11	1	Palanca de bloqueo por compresión, bicicleta carreras	
12	1	Boldana de presión ϕ = 12.7	
13	1	Barra redonda de acero 1040 ϕ = 19.1 mm. Long. = 210 mm.	Maquinar según el dibujo No 5
14	4	Rodamiento SKF 6001-2Z	
15	4	Barra redonda de acero 1045 ϕ = 57 mm. Long. = 12mm.	Maquinar según el dibujo No 7
16	16	Tornillo std con cabeza hex. ϕ = 4.76mm. Long. = 15.87 mm.	Utilizar en sujeción parte 15
17	4	Catarina 25-11	Modificar según el dibujo No 4
18	8	Prisionero allen estandar ϕ = 4.76 mm. Long. = 9.52 mm.	Utilizar en sujeción parte 17
19	4	Anillo de retención JAM1-07	Ubicar en ranuras de partes 13 y 20
20	1	Barra redonda de acero 1040 ϕ = 12.7 mm. Long. = 200 mm.	Maquinar según el dibujo 5

LISTA DE MATERIALES

PARTE	CAJIT.	DESCRIPCION	OBSERVACIONES
21	1	Catarina 25-26	Modificar según el dibujo No 4
22	2	Prisionero allen estándar Ø = 4.76 mm. Long. = 19.37 mm.	Utilizar en sujeción parte 21
23	1	Cadena RC-25 38 pasos	Utilizar en partes 21 y 17
24	1	Cadena RC-25 40 pasos	Utilizar en partes 25 y 17
25	1	Barra redonda de acero 1045 Ø = 13 mm. Long. = 170 mm.	Maquinar según el dibujo No 6
26	2	Barra redonda de bronce Ø = 25.4 mm. Long. = 12.7 mm.	Maquinar según el dibujo No 6
27	2	Barra redonda de acero 1045 Ø = 32 mm. Long. = 7 mm.	Maquinar según el dibujo No 6
28	1	Varilla de acero 1045 Ø = 1.5 mm. Long. = 160 mm.	Adaptar en parte 27
29	1	Resorte de torsión	Adaptar en parte 28
30	2	Barra redonda de acero 1045 Ø = 34 mm. Long. = 12.7 mm.	Maquinar según el dibujo No 7
31	1	Barra redonda de acero 1045 Ø = 10 mm. Long. = 125 mm.	Maquinar según el dibujo No 6
32	2	Tornillo std de cabeza red. Ø = 4.76 mm. Long. = 12.7 mm.	Utilizar en sujeción parte 31
33	2	Micro-interruptor 10 A. 125-250 VCA; 1/3 HP	
34	1	Solera de acero 1045 10x1.5 mm. Long. = 140 mm.	Utilizar en sujeción parte 33
35	2	Tornillo std con tuerca hex. Ø = 4.76 mm. Long. = 6.35 mm.	Utilizar en sujeción parte 34
36	1	Lámina galvanizada Cal. 16 de 500x220 mm.	Ver dibujo No 8
37	1	Lámina galvanizada Cal. 16 de 120x170 mm.	Ver ubicación en el dibujo No 1
38	1	Lámina galvanizada Cal. 16 de 300x400 mm.	Utilizar como base
39	1	Lámina de acero Cal. 22 de 620x750 mm.	Utilizar como gabinete
40	1	Termostato de corriente para 127 Volta.	Conectar según el Diagrama eléctrico

Referencias:

- 6.- "Elementos de seguridad", Mechanisms (Ed. Lennox-Napier, London, 1964), pp. 148-149.
- 7.- "Par de torsión", Diseño de Elementos de Máquinas (Ed. Montaner y Simón, Barcelona, 1977), pp. 22-23.
- 8.- "Información de diseño", Gates Truflex V-Belt Drive Selection Catalog, pp. 13-16.
- 9.- "Transmisión en Ingeniería", Catálogo de FIC para transmisión - por Cadenas, pp. C-13-15.
- 10.- "Potencia transmitida por embragues de discos" Manual Universal de la Técnica Mecánica (Ed. Labor, Barcelona, 1984), pp. 671.
- 11.- "Resortes helicoidales", Diseño de Máquinas (McGraw-Hill, México, 1971), pp. 192-193.
- 12.- "Torque de transmisión", Diseño de Máquinas (McGraw-Hill, México, 1971), pp. 115.
- 13.- "Transmisión de potencia mediante ejes", Diseño de Máquinas -- (McGraw-Hill, México, 1971), pp. 113-115.
- 14.- "Anillos de Retención", Manual Universal de la Técnica Mecánica (Ed. Labor, Barcelona, 1984), pp. 1123-1124.
- 15.- "Rodamientos de bolas" Manual SKF (México, 1970), pp. 134.

CAPITULO V

ESTUDIO ECONOMICO

CAPITULO V

ESTUDIO ECONOMICO

En el presente capítulo se dan a conocer los costos de los materiales que se emplean en la fabricación del mecanismo abre-puertas propuesto, así como el costo de mano de obra.

Los materiales utilizados se han determinado con base en la información contenida en el capítulo IV (Mecanismo abre-puertas propuesto) donde se seleccionan los elementos más convenientes adaptados a los materiales comerciales existentes.

Una gran parte de los elementos propuestos requieren de un maquinado previo para su utilización. Para conocer el costo de estos materiales se ha considerado su fabricación en un taller de máquinas herramientas en donde se cobra el maquinado por hora, incluyendo la mano de obra y la máquina utilizada. Para el caso de este mecanismo, el costo del material se incluye en el costo del maquinado por tratarse de piezas pequeñas. A la fecha, noviembre de 1988, el trabajo de un torno paralelo está cotizado en \$20,000.00 la hora, valor que se considera en la cotización de las piezas maquinadas.

El precio de los materiales necesarios que ya existen comercialmente se consideran únicamente bajo su precio de lista comercial. Los componentes eléctricos o electrónicos de importación tienen el valor con que se consiguen actualmente en el mercado nacional.

Para apreciar con mayor claridad el costo que representa un mecanismo abre-puertas, se clasifican los gastos de la siguiente manera:

- 1.- Elementos mecánicos. Son todos los componentes y materiales del mecanismo que se encuentran en forma comercial para su utilización.
- 2.- Piezas maquinadas. Son las partes que deben fabricarse -

- según los dibujos correspondientes del capítulo anterior.
- 3.- Componentes eléctricos. Se incluyen todos los materiales eléctricos y electrónicos que integran el diagrama eléctrico, excluyendo únicamente el motor por considerarlo - como elemento mecánico por el movimiento que proporciona.

A continuación se presentan los precios de los materiales utilizados con el 15 % del IVA ya incluido.

ELEMENTOS MECANICOS

DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	CANT.	COSTO \$
Motor Power Elec. 481866	\$ 146,000.00	1	\$ 146,000.00
Banda Gates-3L300	\$ 5,500.00	1	\$ 5,000.00
Catarina 25-11	\$ 6,800.00	4	\$ 27,200.00
Catarina 25-26	\$ 15,500.00	1	\$ 15,500.00
Cadena RC-25	\$ 8,500.00	0.5 m.	\$ 8,500.00
Palanca de bloqueo	\$ 10,000.00	1	\$ 10,000.00
Balero SKF 6001-22	\$ 6,300.00	4	\$ 25,200.00
Lámina Gal. Gal. 16	\$ 15,000.00	.32 m ²	\$ 15,000.00
Lámina de acero Cal.22	\$ 20,000.00	.47 m ²	\$ 20,000.00
Tornillos, tuercas y arandelas	\$ 30,000.00	-	\$ 30,000.00
TOTAL			\$ 302,400.00

PIEZAS MAQUINADAS

DESCRIPCION	COSTO MAQUINADO	CANT.	COSTO \$
Flecha de transmisión	\$ 20,000.00	2	\$ 40,000.00
Embrague	\$ 25,000.00	1	\$ 25,000.00
Polea = 76.2 mm.	\$ 19,000.00	1	\$ 19,000.00
Polea = 152.4 mm.	\$ 24,000.00	1	\$ 24,000.00
Soporte para rodamiento	\$ 11,000.00	4	\$ 44,000.00
Tornillo sinfín	\$ 20,000.00	1	\$ 20,000.00
Buje de bronce	\$ 6,000.00	2	\$ 12,000.00
Arandela roscada	\$ 5,000.00	2	\$ 10,000.00
Barra guía	\$ 6,000.00	1	\$ 6,000.00

Seguidor barra guía	\$ 5,000.00	2	\$ 10,000.00
---------------------	-------------	---	--------------

TOTAL

\$ 210,000.00

MATERIAL ELECTRICO

DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	CAINT.	COSTO \$
Receptor de onda radio	\$ 200,000.00	1	\$ 200,000.00
Transmisor de onda	\$ 150,000.00	1	\$ 150,000.00
Relevador	\$ 95,000.00	1	\$ 95,000.00
Micro-interruptor	\$ 9,000.00	3	\$ 27,000.00
Transformador	\$ 14,500.00	1	\$ 14,500.00
Termostato bimetálico	\$ 15,000.00	1	\$ 15,000.00
Lámpara	\$ 1,500.00	1	\$ 1,500.00
Capacitor	\$ 7,000.00	1	\$ 7,000.00
Alambre conductor	\$ 10,000.00	-	\$ 10,000.00

TOTAL

\$ 520,000.00

De los datos anteriores se obtiene que el costo de mecanismo está dado por:

Costo de elementos mecánicos	\$ 302,400.00
Costo de maquinado	\$ 210,000.00
Costo de materiales eléctricos	\$ 520,000.00

El costo total del mecanismo abre-puertas es:

\$ 1,032,400.00 M.N

Como se puede apreciar el 50 % del costo total del mecanismo depende de los componentes eléctricos o electrónicos. Esto se basa principalmente en la consideración de que los materiales eléctricos debe de ser de la mejor calidad, pues de estos depende la seguridad y el buen funcionamiento que requiere el mecanismo.

El costo del maquinado también se considera elevado por tener que depender de un taller auxiliar de máquinas herramientas para la fabricación de los accesorios propuestos. Si se dispone de la herramienta necesaria para estos maquinados el costo se reduce con-

siderablemente.

Los elementos mecánicos tienen un costo moderado si se considera que estos corresponden a precios de lista unitaria. Su compra por mayoreo puede reducir en un 30 ó 40 % el costo propuesto.

El costo total obtenido representa la fabricación de un prototipo y no de una fabricación en serie. El tiempo estimado para la fabricación de un prototipo es aproximadamente de una semana.

Tomando como base los precios de los mecanismos comerciales existentes, se considera que el costo obtenido es aceptable por tratarse de un prototipo y por las ventajas que ofrece.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

A lo largo del presente trabajo se han dado a conocer los tipos de puertas automáticas más comunes que operan en residencias y edificios de la Ciudad de México. Mediante los antecedentes mencionados es posible advertir la importancia y la gran diversidad de aplicaciones que puede tener una puerta automática en diferentes situaciones.

A través del conocimiento de los movimientos y esfuerzos a los que se somete el mecanismo es posible determinar las condiciones de operación que debe satisfacer en cada caso. El análisis dinámico teórico propuesto aquí respalda en una gran mayoría las condiciones reales de los mecanismos comerciales que operan actualmente.

Con base en algunos mecanismos existentes se ha diseñado el mecanismo propuesto que cubre las necesidades de la mayoría de las puertas de forma, dimensiones y peso convencionales. El diseño empleado pretende dar a conocer los elementos que integran un mecanismo abre-puertas y hacen posible su operación automática.

Mediante la aplicación de la ingeniería en el modelo propuesto se pretenden normar los criterios de diseño y mejorar los aspectos más importantes en su funcionamiento para lograr su estandarización, así como proteger a los mismos de cualquier situación adversa que se presente y disminuya su vida útil.

Como se ha visto, la adaptación de un mecanismo en particular puede ser diferente en cada caso. Las limitaciones y variantes que se presentan hacen que cada caso se convierta en un problema específico para ser analizado mecánicamente y determinar su solución.

ción más adecuada.

Mediante la observación completa de la instalación de un mecanismo abre-puertas resulta interesante analizar las funciones que se conjugan para realizar una operación determinada: abrir y cerrar una puerta. La integración de los componentes eléctricos y mecánicos hace posible generar el movimiento requerido y controlarlo bajo condiciones deseables.

La utilización de los elementos mecánicos en combinación con los componentes eléctricos y electrónicos, permite ampliar en gran medida las aplicaciones funcionales que se derivan de operaciones similares. La aplicación particular de las puertas se puede tomar como base para desarrollar proyectos novedosos y originales.

Los datos que se proporcionan para la fabricación del prototipo propuesto, incluyen los materiales comerciales que se encuentran en el mercado nacional. El costo de este prototipo se basa en precios correspondientes a los meses de septiembre y octubre de 1988.

De este modo, el diseño del mecanismo se basa principalmente en su resistencia, versatilidad y costo moderado. La protección del sistema se ha puesto en función de los componentes mecánicos, pero una mayor seguridad se puede lograr mediante la adaptación de sistemas electrónicos de control más complejos, a fin de que la seguridad mecánica y electrónica quede reforzada mutuamente.

Actualmente los mecanismos abre-puertas tienden a generalizarse en un gran número de residencias y edificios por la seguridad y comodidad que ofrecen.

Se puede concluir que el conocimiento de los mecanismos abre-puertas es importante para propiciar el desarrollo de nuevos modelos que sean más seguros, eficientes y económicos, llegando a formar parte estos de los aparatos domésticos de uso normalizado. El

mecanismo propuesto puede llegar a ser una solución adecuada o la base de nuevas ideas para ésta y algunas otras aplicaciones.

Con base en lo anterior, lo que aquí se propone es la fabricación de un modelo de acuerdo al mecanismo abre-puertas propuesto para ser utilizado en una puerta de uso doméstico normalizado y determinar mediante la observación de su funcionamiento si es necesario modificar el diseño original, a fin de proponer finalmente un modelo eficiente y competitivo a nivel nacional.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- 1) Oberg E., Jones F. D. y Horton H. L.
Manual Universal de la Técnica Mecánica
Ed. Labor, Barcelona, 2a ed., 1984.
- 2) Faires V. M.
Diseño de Elementos de Máquinas
Ed. Montaner y Simón, Barcelona, 1a ed., 1977
- 3) Beer Ferdinand P. & Johnston E. Russell
Mechanics for Engineers
McGraw-Hill, New York, 3a ed., 1976
- 4) Baumeister Theodore y Avallone Eugene A.
Marks Manual del Ingeniero Mecánico
McGraw-Hill, México, 2a ed., 1984
- 5) Shigley Joseph E. y Mitchell Larry D.
Diseño en Ingeniería Mecánica
McGraw-Hill, México, 3a ed., 1985
- 6) Hall A.S., Holowenco A.R. y Laughlin H.G.
Diseño de Máquinas
McGraw-Hill, México, 1a ed., 1971
- 7) Singer Ferdinand L. y Pytel Andrew
Resistencia de Materiales
Ed. Harla, México, 3a ed., 1982
- 8) Manual SKF
Rodamientos de Bolas y de Rodillos
México, 1970

- 9) Moskalenko V. A.
Mechanisms
Ed. Lennox-Napier, London, 1a ed., 1964
- 10) Williams Trevor I.
A History of Technology
Clarendon Press, Oxford, Vol. VII, 1978