

01173  
20/02/02  
3 ~~14~~

"DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA MAQUINA  
CANCELADORA DE TIMBRES POSTALES."

ALEJANDRO RAMIREZ REIVICH

TESIS

PRESENTADA A LA DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO DE LA  
FACULTAD DE INGENIERIA

DE LA

FACULTAD DE INGENIERIA

DE LA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN INGENIERIA MECANICA

OPCION: DISEÑO Y MANUFACTURA

CIUDAD UNIVERSITARIA



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

" DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA MAQUINA  
CANCELADORA DE TIMBRES POSTALES "

INDICE

I.- INTRODUCCION . . . . . 5

II.- OBJETIVO DEL TABAJO . . . . . 14

III.- PRESENTACION DEL PROBLEMA

    III.1.- SELLO DE CANCELADO Y SELLO DE REGISTRO. . . 16

    III.2.- METODOS PARA CANCELAR CARTAS. . . . . 19

    III.3.- NECESIDADES DEL PROYECTO. . . . . 21

IV.- MODELOS Y PROTOTIPOS DISEÑADOS , FABRICADOS Y  
PROBADOS DURANTE EL DESARROLLO DEL PROYECTO. . . . 38

    IV.1.- MODELO DE CONCEPTUALIZACION. . . . . 38

    IV.2.- MODELO DE PRUEBA . . . . . 40

    IV.3.- PRIMER PROTOTIPO . . . . . 42

    IV.4.- SEGUNDO PROTOTIPO . . . . . 44

    IV.5.- PROTOTIPO FINAL .. . . . 46

V.- DESCRIPCION DEL PROTOTIPO FINAL

    V.1.- SISTEMAS QUE CONFORMAN AL PROTOTIPO. . 47

**V.2.- CARACTERISTICAS Y MODO DE FUNCIONAMIENTO  
DE CADA SISTEMA**

**V.2.1.- SISTEMA DE SEPARACION . . . . . \_35**

**V.2.2.- SISTEMA ELECTRONICO . . . . . \_41**

**V.2.3.- SISTEMA DE IMPRESION. . . . . \_46**

**V.2.3.1.- SUBSISTEMA SELLO DE  
IMPRESION. . . . . \_48**

**V.2.3.2.- SUBSISTEMA CALENDARIZADOR . \_52**

**V.2.3.3.- SUBSISTEMA RODILLO DE  
ARRASTRE . . . . . \_53**

**V.2.3.4.- SUBSISTEMA RODILLO DE  
APOYO. . . . . \_56**

**V.2.3.5.- SUBSISTEMA ENTINTADOR. . . \_59**

**V.2.3.6.- SUBSISTEMA EMBRAGUE. . . . \_61**

**V.2.4.- SISTEMA DE TRANSMISION. . . . . \_70**

**V.2.5.- SISTEMA ESTRUCTURAL . . . . . \_72**

**V.3.- MODO DE FUNCIONAMIENTO DE LA MAQUINA. . \_73**

VI.- RESULTADOS Y LOGROS ALCANZADOS . . . . . \_75

VI.1.- EN LA FORMACION DE RECURSOS

HUMANOS. . . . . \_75

VI.2.- EN EL DESARROLLO DE PROTOTIPOS . . \_77

VI.3.- EN EL DESARROLLO DE TECNOLOGIA. . . \_80

VII.- CONCLUSIONES. . . . . 85

A.- ANEXOS

A.1.- CALCULOS. . . . . 87

B.- AGRADECIMIENTOS . . . . . 98

C.- BIBLIOGRAFIA. . . . . 100

## I.-INTRODUCCION

La gran cantidad de correspondencia que se maneja actualmente en las diferentes oficinas de correos, el aumento en los costos de las máquinas canceladoras de timbres postales importadas y las refacciones de las mismas, crearon la necesidad de que la Dirección General de Correos solicitara al Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica de la Facultad de Ingeniería de la U.N.A.M., desarrollar el paquete tecnológico que sustituyera la importación de dichas máquinas.

Este proyecto se desarrolló en tres partes a lo largo de tres años, durante los cuales se diseñaron, fabricaron, ensamblaron, probaron y rediseñaron tres distintos prototipos de máquinas canceladoras. Esto permitió la formación académica de un grupo de profesores y alumnos, así como la entrega de un paquete de tecnología mexicana con ventajas sobre tecnologías extranjeras.

Este trabajo está estructurado de la siguiente manera:

En el capítulo II se presenta el objetivo del trabajo.

En el capítulo III se hace una presentación del problema, indicando los distintos tipos de sello, los

métodos utilizados para cancelar cartas y las necesidades del proyecto .

En el capítulo IV se indican los distintos modelos y prototipos entregados.

En el capítulo V se describen los distintos sistemas y partes en que está constituido el prototipo final y su modo de funcionamiento.

En el capítulo VI se indican los resultados y logros alcanzados al haber realizado el proyecto.

En el capítulo VII se presentan las conclusiones obtenidas del proyecto y los anexos respectivos.

Con estos siete capítulos se pretende mostrar el trabajo realizado y los resultados obtenidos en el proyecto.

## II.- OBJETIVO DEL TRABAJO

La participación que se tuvo en este proyecto fue la de ser jefe de proyecto, y por ende ser responsable de ejecutar y hacer todas las acciones posibles para entregar todos los puntos estipulados en el contrato, convenido entre la UNAM y La Dirección General de Correos.

Los aspectos más importantes en donde se resalta la participación del jefe de proyecto son:

- Participar en la negociación, en donde se presentaron todos los elementos necesarios para convencer al usuario de los beneficios de hacer el proyecto en la UNAM.
- Definir, el alcance y los recursos necesarios para llevar a cabo el proyecto.
- Formar el equipo de trabajo.
- Definir e implantar la metodología de diseño.
- Descubrir y resolver los puntos críticos del proyecto.



- Planear, dirigir, criticar, controlar, enseñar y motivar al personal que participó en el proyecto.
  
- Lograr la agilización de trámites burocráticos para la adquisición de equipo, herramientas, partes comerciales y materiales.
  
- Comunicar y difundir las experiencias de diseño a la comunidad académica de la facultad, y los interesados.

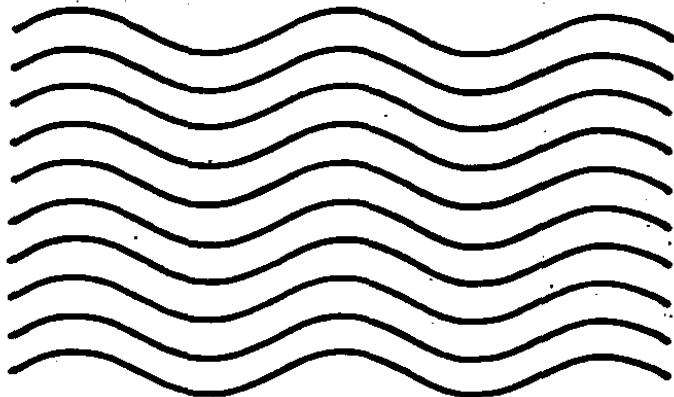
En éste trabajo no se pretenden plasmar todas las experiencias obtenidas durante el desarrollo de las tres partes del proyecto, ya que existió una gran cantidad de actividades y problemas que se tuvieron que enfrentar y resolver . Se considera que lo más importante en este proyecto fue el resultado logrado y el modo en que se integró y trabajó el equipo humano de diseño.

El presente trabajo tiene como objetivo mostrar los resultados finales que se obtuvieron y se entregaron en el proyecto " Máquina Canceladora de Tímbres Postales ".

### III.- PRESENTACION DEL PROBLEMA

#### III.1.- SELLO DE CANCELADO Y SELLO DE REGISTRO

El proceso de cancelado de los timbres postales se inicia cuando una carta es entregada a cualquier oficina o administración de correos y ésta es registrada por medio de la impresión de un sello llamado de "CANCELADO" (figura 1.).



SELLO DE CANCELADO (fig.1)

Este sello cumple con tres funciones principales, que son:

- 1) Cancelar el porte del timbre postal para evitar su utilización posterior en otra carta.
- 2) Marcar sobre la parte superior derecha de la carta lo siguiente: la fecha, hora y número de la Administración de Correos, como un

medio de control y registro.

- 3) Llevar la contabilidad del número de cartas recibidas.

Durante el desarrollo del proyecto se diseñó e implantó la alternativa de imprimir con la misma máquina, otro sello en la parte posterior de la carta, llamado de "registro" (figura 2.), que consta de dos círculos concéntricos con la identificación de la oficina postal, así como la fecha y hora en que la carta es entregada a su destino final.



SELLO DE REGISTRO (fig.2)

### III.2.- METODOS PARA CANCELAR CARTAS

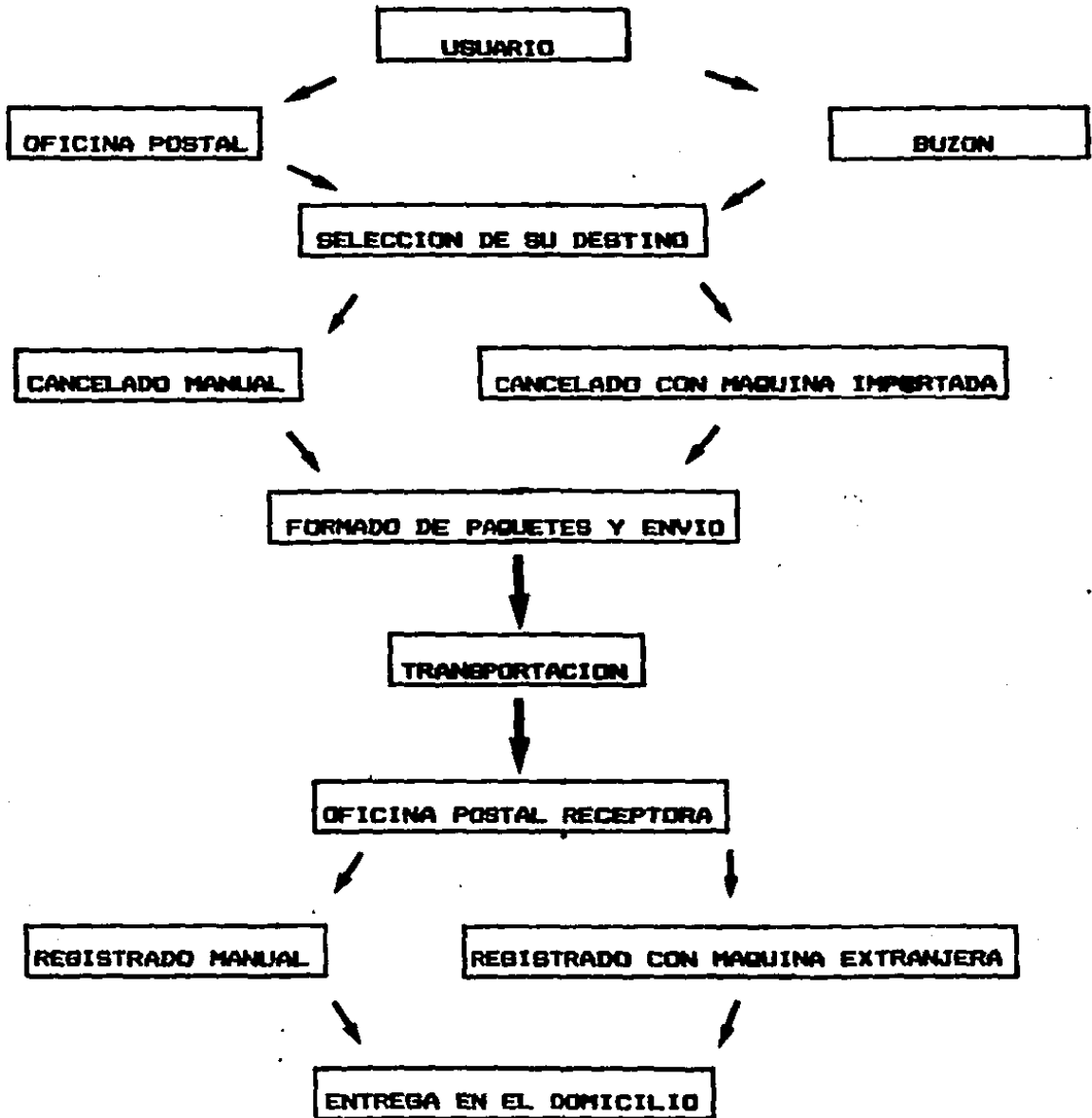


(foto.1) CANCELADO MANUAL



(foto.2) CANCELADO MECANIZADO

Las cartas son recibidas en la administración postal y clasificadas según su destino. Luego son canceladas por dos métodos diferentes: el I).- tradicional, que se basa en la impresión manual del sello (fotografía 1.) y el II).- mecanizado, que se basa en el uso de máquinas importadas, correspondientes al 5% del volumen total manejado (fotografía 2.). Después las cartas son amarradas y transportadas a la oficina, que entregará la carta a su destinatario. En esta última oficina se imprime el sello de registro con los métodos manuales ó mecanizados.

DIAGRAMA SOBRE EL PROCESO DE CANCELADO (diag. 1.)

### III.3.- NECESIDADES DEL PROYECTO

El proyecto contempló satisfacer las necesidades de los funcionarios y operadores de correos, así como las del futuro empresario que se interesará por su comercialización. Se requería:

\* Desarrollar la tecnología apropiada para que en México se fabriquen las máquinas requeridas y satisfacer así, las necesidades de la Dirección General de Correos.

\* Mejorar las características de funcionamiento de las máquinas extranjeras, evitando:

- Un nivel molesto de ruido proveniente de la máquina.

- Problemas de calentamiento al encender y apagar la máquina de manera continua en un turno completo de ocho horas de trabajo.

- Dosificar la tinta manualmente y provocar manchas de tinta sobre el operador y la máquina.

- Ajustar la máquina continuamente.
- Fijarla en un solo punto sin ser transportable.
- El uso de piezas que se puedan perder.
- El uso de un depósito de lubricante.

\* Lograr que el mantenimiento preventivo se realice por el propio operador de la máquina.

\* Disminuir el costo, comparado con el de las máquinas extranjeras.

\* No requerir de una inversión financiera costosa, con el objeto de que una empresa mexicana pueda fabricar las máquinas en serie.

\* Cancelar cartas que tengan un espesor entre (0.05 - 0.5) cm. y un largo que fluctúe entre (24 - 10) cm.

\* Reducir la incidencia de accidentes.

\* Superar los problemas que evitan el uso de la máquina extranjera por los propios operarios.

\* Lograr que se puedan operar con el personal que actualmente trabaja en Correos, sin necesidad de una capacitación extensa.

\* Cancelar al menos el mismo número de cartas que las máquinas extranjeras.

\* Incorporar en la mayor parte de sus componentes productos de integración nacional.

\* Lograr que exista competitividad en un mercado extranjero.

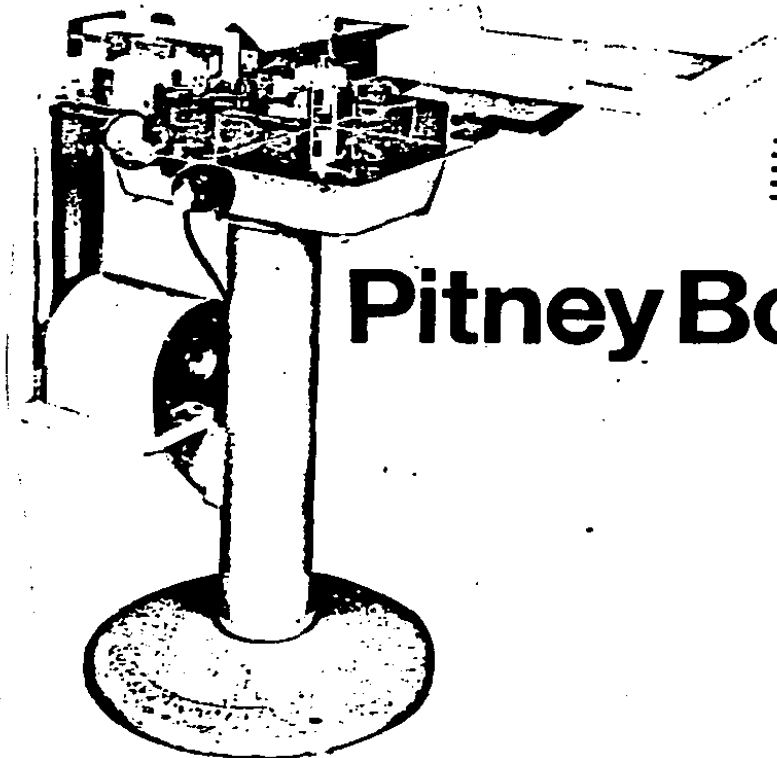


**IV.- MODELOS Y PROTOTIPOS DISEÑADOS , FABRICADOS Y  
PROBADOS DURANTE EL DESARROLLO DEL PROYECTO**

**VI.1.- MAQUINA IMPORTADA**

Antes de iniciar la creación de alternativas de solución, se realizó un estudio de las máquinas canceladoras existentes en el mercado nacional e internacional.

La máquina más significativa es la canceladora modelo 3920, de la marca " PITNEY BOWES ".



**Pitney Bowes**

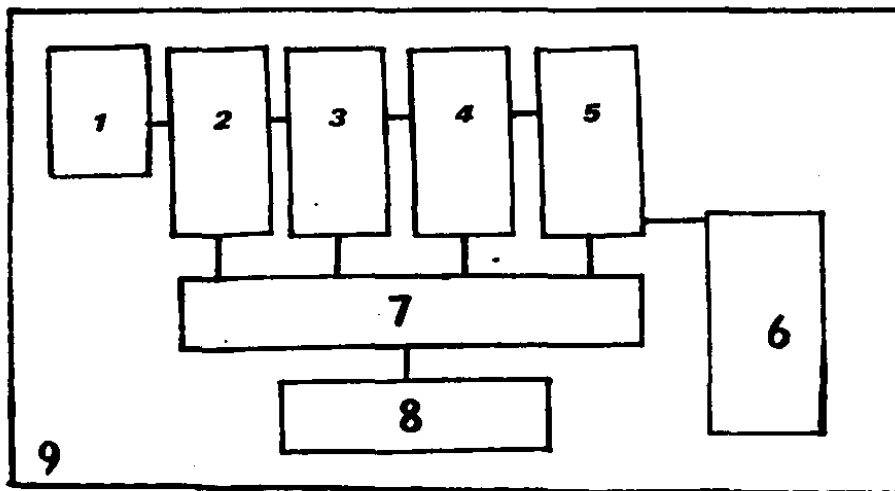
**Model 3920  
Cancelling Machine**

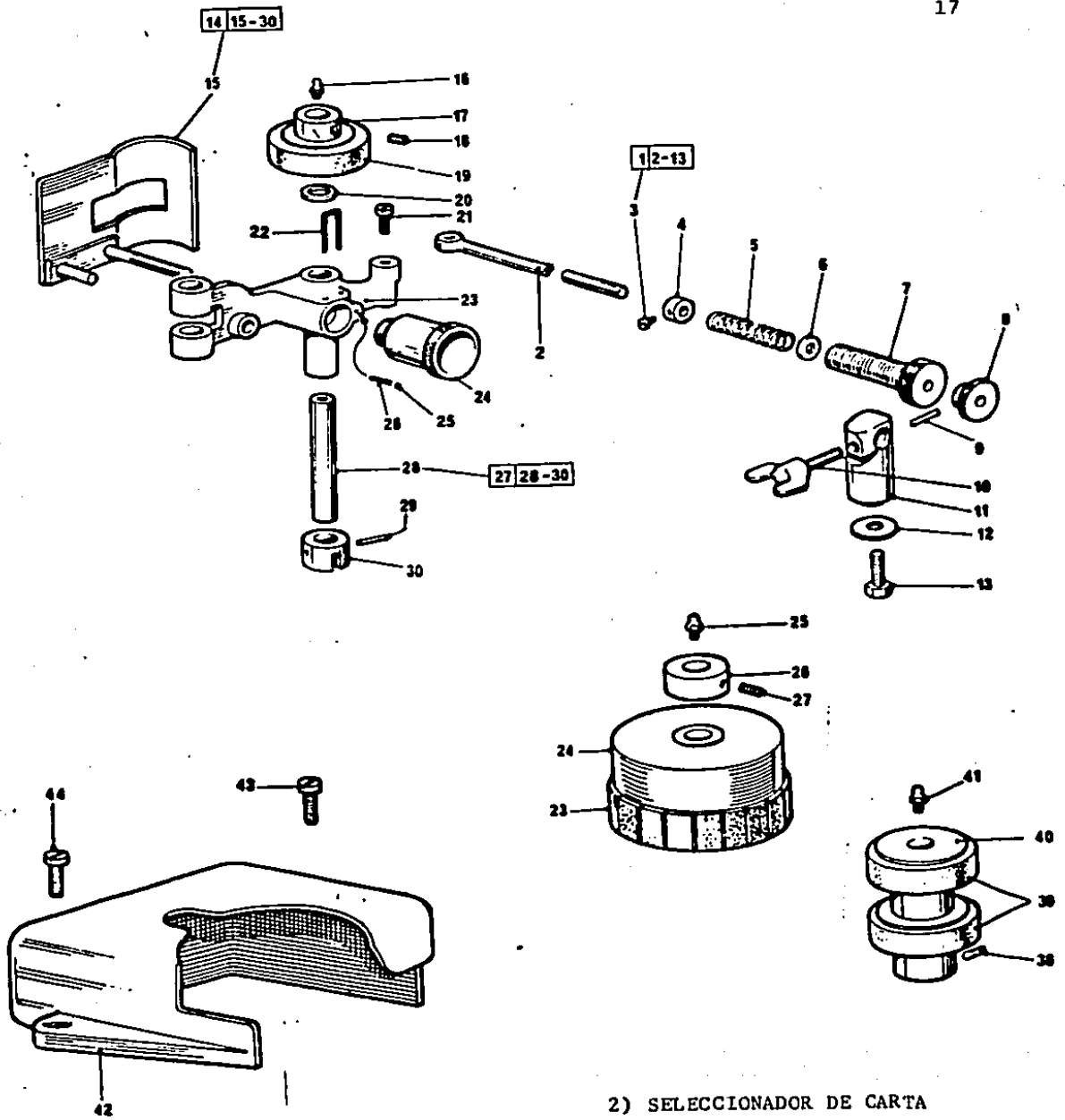
**SEPT. 78**

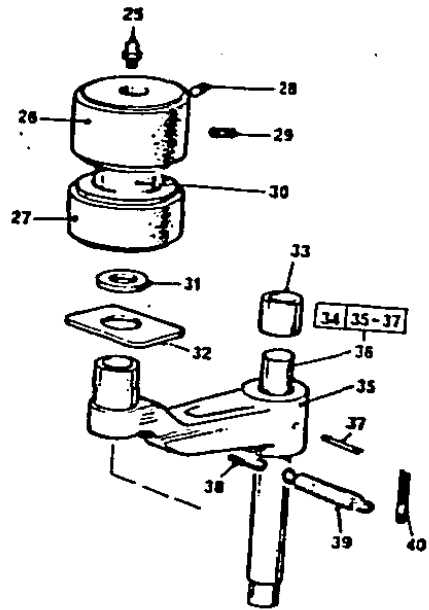
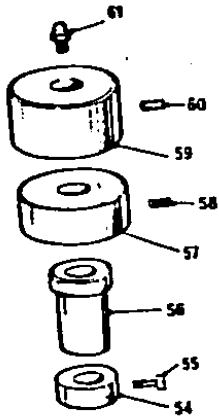
La máquina está constituida por los siguientes sistemas:

- |                             |                          |
|-----------------------------|--------------------------|
| 1.- Receptor de cartas      | 6.- Recolector de cartas |
| 2.- Seleccionador de cartas | 7.- Transmision Mecánica |
| 3.- Dosificador de carta    | 8.- Motor                |
| 4.- Detector de carta       | 9.- Estructura           |
| 5.- Sello de Impresion      |                          |

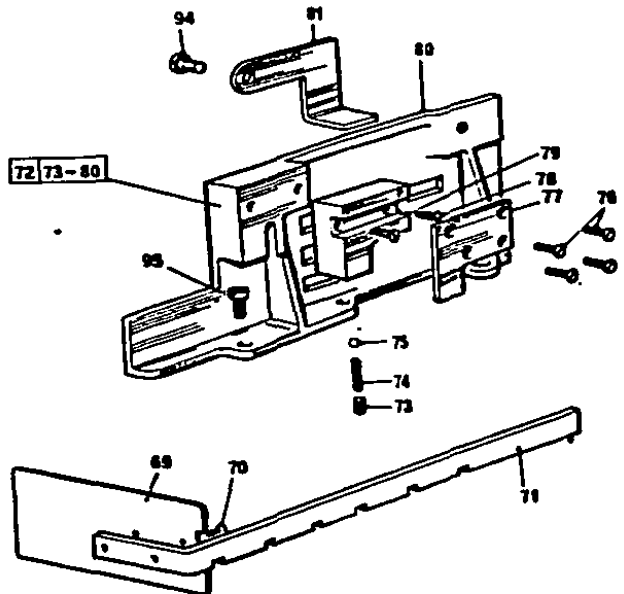
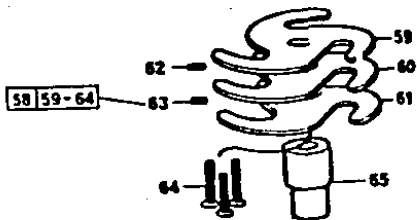
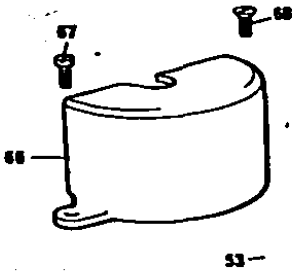
A continuación se muestran las distintas piezas en que está construida dicha maquina:

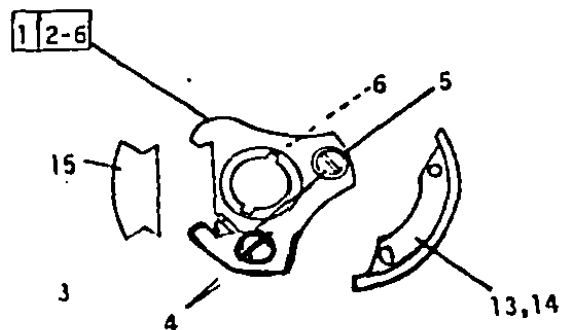
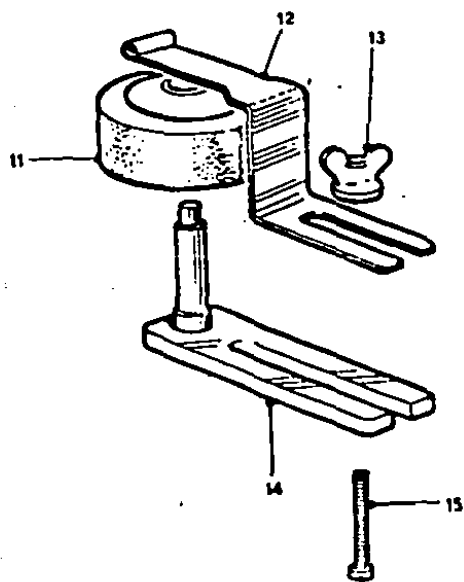
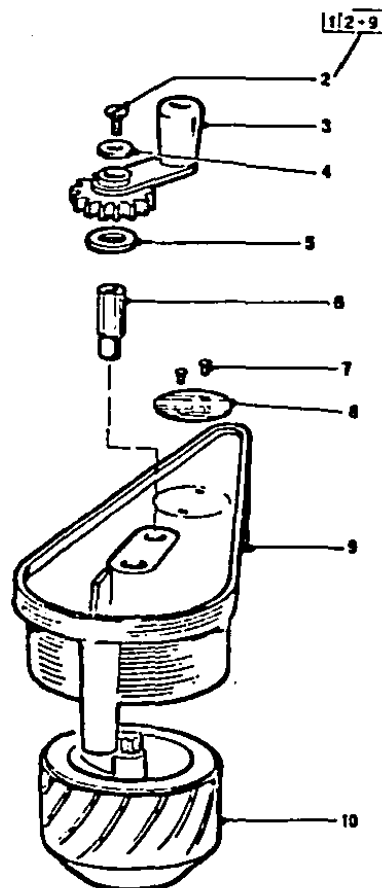
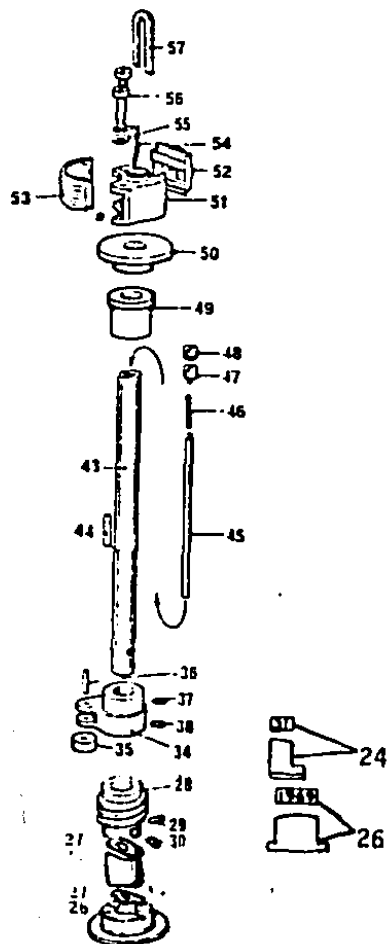




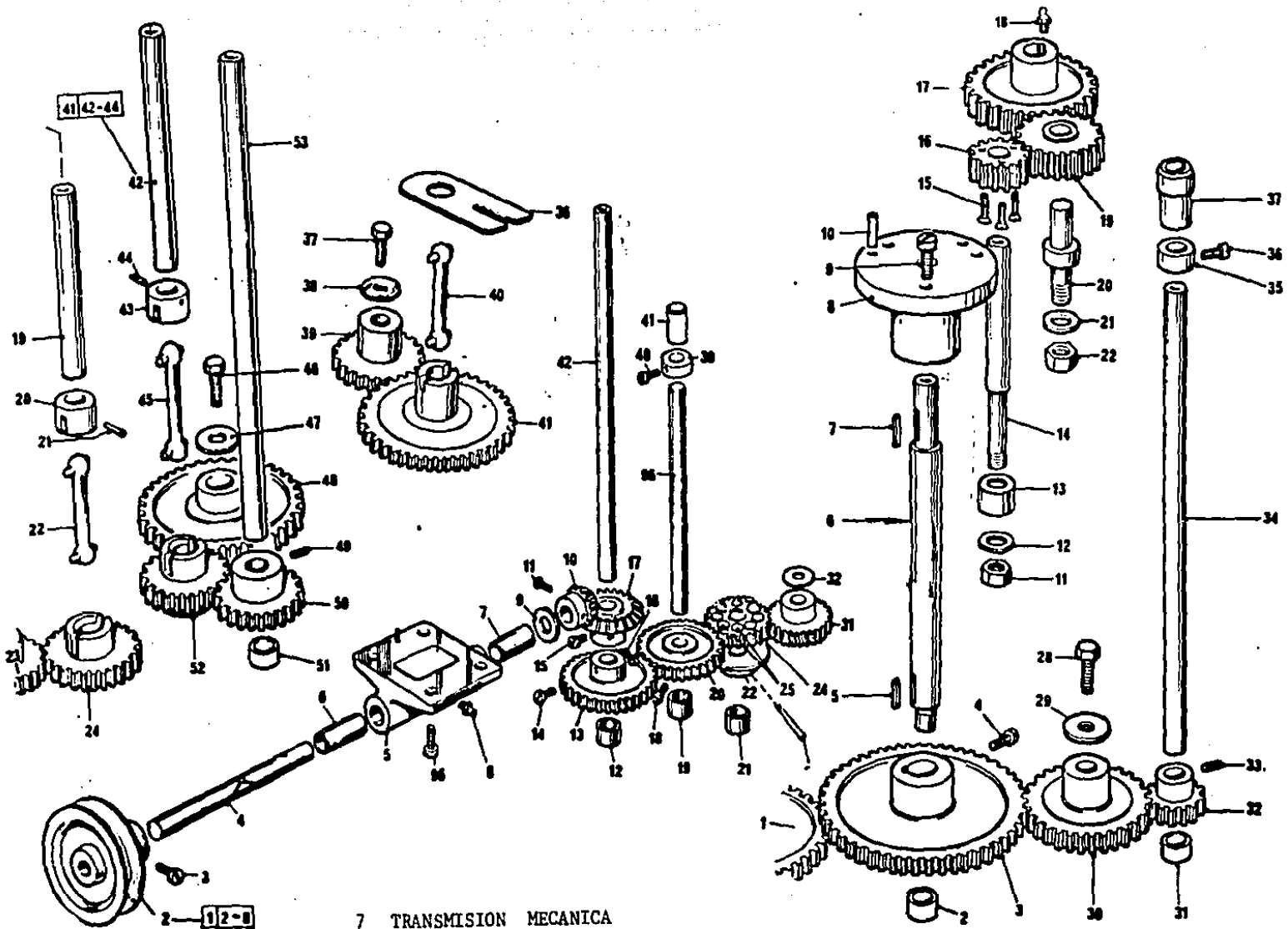


- 3) DOSIFICADOR DE CARTA



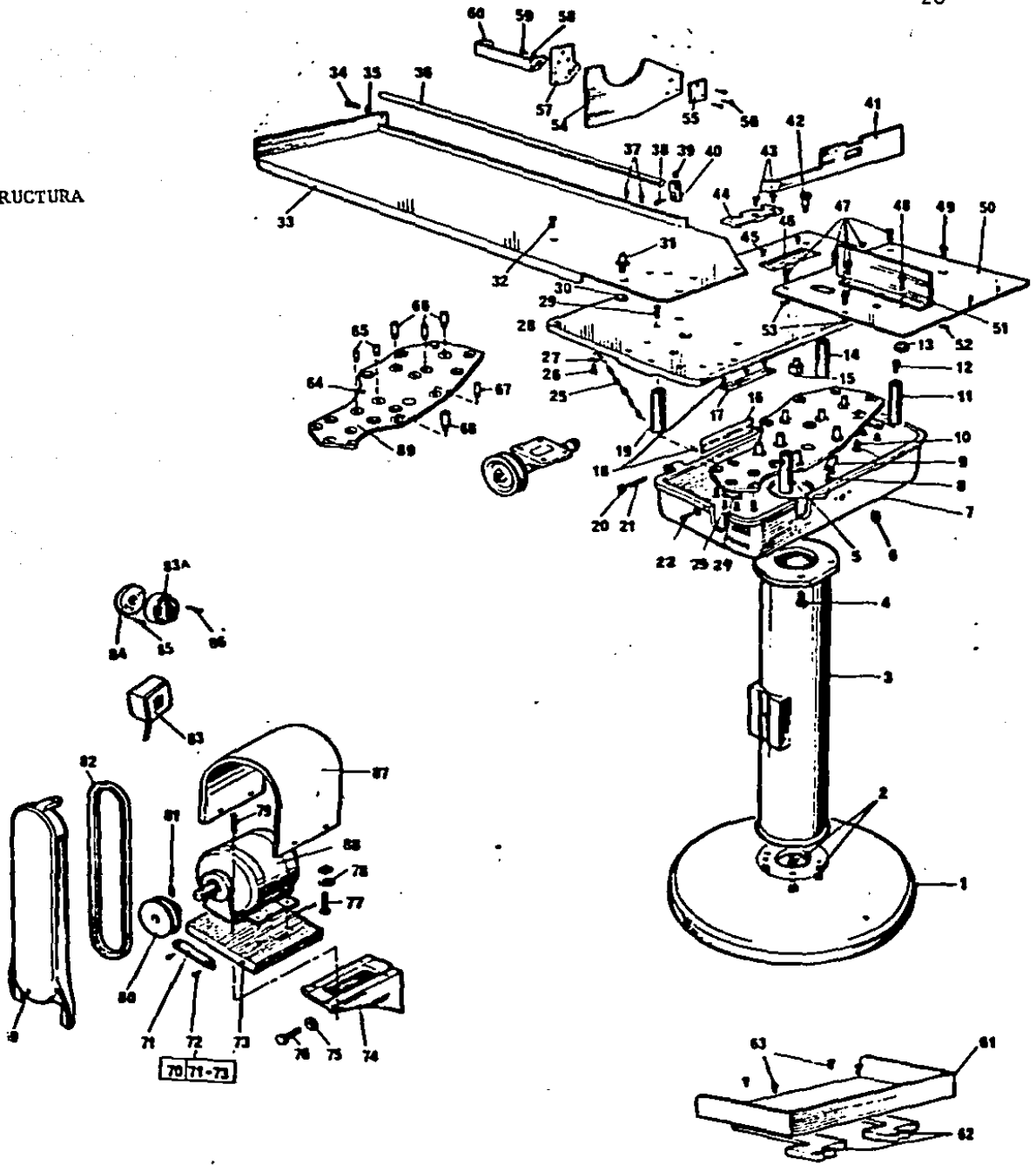


5) SELLO DE IMPRESION

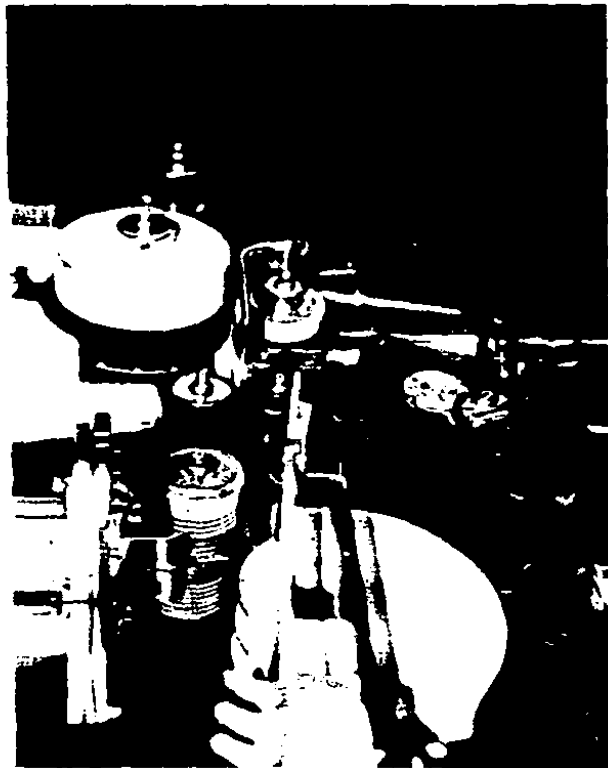


7 TRANSMISSION MECANICA

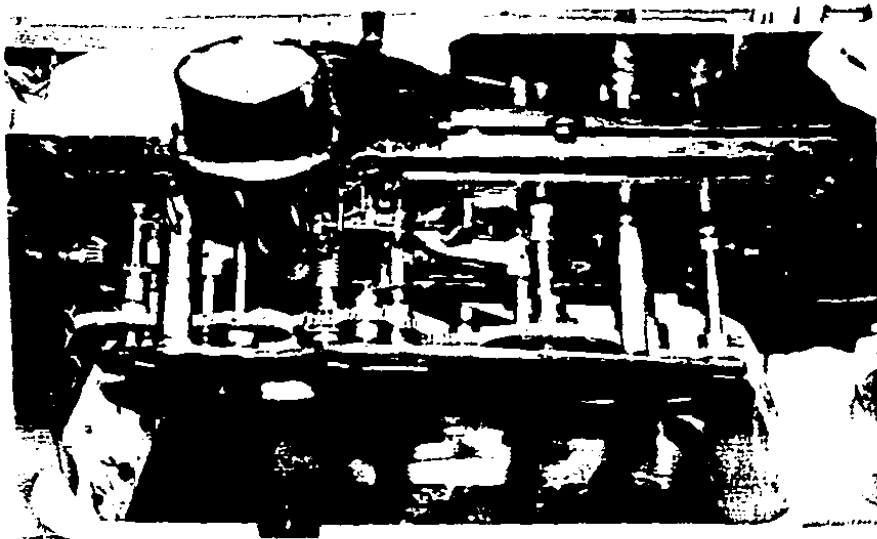
ESTRUCTURA



8) MOTOR



VISTA SUPERIOR DE LA MAQUINA IMPORTADA (foto.1)



VISTA DEL SISTEMA DE TRANSMISION DE LA MAQUINA IMPORTADA  
(foto .2)



El objetivo final del proyecto contempló la entrega de un prototipo que cumpliera con todos los requerimientos de correos. Para poder desarrollar este prototipo final fue necesario apoyar la actividad de diseño con dos modelos y dos prototipos previos, que a continuación se presentan.

#### IV.2.- MODELO DE CONCEPTUALIZACION

Durante la fase de diseño conceptual se apoyó la actividad de diseño con modelos de cartón en dos y tres dimensiones, combinados con piezas de desecho de distintas máquinas de oficina. Estos modelos tuvieron como objetivo conocer el comportamiento de los siguientes aspectos básicos de funcionamiento:

- Manejar las cartas sobre distintos planos inclinados para aprovechar la fuerza de la atracción de la gravedad como medio para simplificar mecanismos y lograr una separación de cartas sencilla.
  
- Utilizar una banda plana y una barrera metálica flexible para provocar la separación de las cartas.
  
- Utilizar un contador electromecánico.

- Simplificar el uso de ejes de transmisión.
- Comprobar el uso de un rodillo (sin transmisión mecánica) como elemento de apoyo para la impresión del sello.
- Usar el principio de caída libre en la salida de las cartas, facilitando ésto su acomodamiento.
- Conocer el tamaño, forma y aspecto general de la máquina.

Estos modelos fueron importantes durante el inicio del proyecto, ya que además de apoyar al diseño, mejoraron la comunicación con los funcionarios de correos y establecieron una mejor visión sobre los parámetros anteriores de funcionamiento.



MODELO CONCEPTUAL (foto.3)

### VI.2- MODELO DE PRUEBA

Se fabricó un modelo con piezas de desecho de distintas máquinas, con el objeto de poder detectar el comportamiento de los parámetros de diseño, al cancelar cartas en una oficina postal. Los aspectos del diseño que se analizaron fueron los siguientes:

- Efecto de la diferencia de velocidades entre el sistema de separación y el de cancelado, lo que permite lograr una abertura entre carta y

carta, pudiendo así, utilizar un sistema electrónico en la detección del paso de la carta.

- Comprobación de la utilización de distintas geometrías, materiales y dimensiones de banda que permitan una mejor separación de banda.

- Características de la respuesta del accionamiento del embrague.

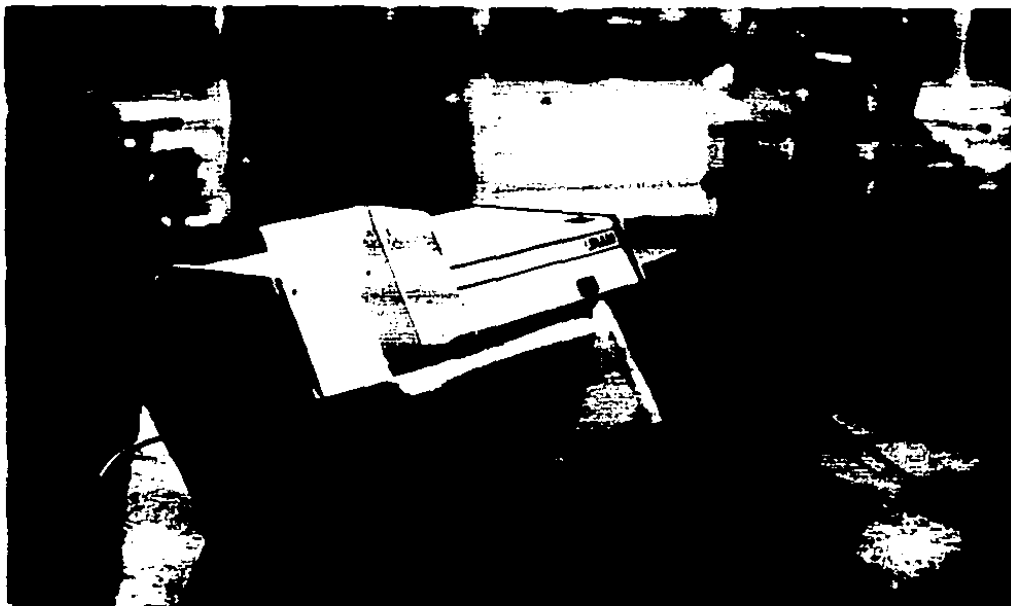
- Efecto en el cancelado de las cartas según el tipo de sobre, espesor, longitud y contenido en función de la velocidad angular del sello, el tipo de tinta y el modo de entintado.

- Posibilidad de usar de una banda plana en el sistema de transmisión.

- Potencia necesaria para realizar cada función específica y evaluación del tipo de motor requerido.

- Comportamiento del sello sobre la calidad de la impresión al modificar la velocidad angular y la presión sobre la carta.

- Comportamiento de una estructura formada por cuatro placas planas.



MODELO DE PRUEBA (foto.4)

V.3.- PRIMER PROTOTIPO

Este primer prototipo fue resultado del desarrollo de la primera etapa del proyecto, con el cual se comprobaron en las oficinas de Correos todos los aspectos de funcionamiento de los conceptos innovadores de la máquina, como son:

- Manejo de la carta en forma horizontal.
- Utilización de una banda plana y dos ejes como elementos de transmisión.

- Incorporación de un sistema electrónico para detectar la carta.

- Uso de un embrague de resorte envolvente con sección de alambre rectangular, que controle el sellado de la carta.

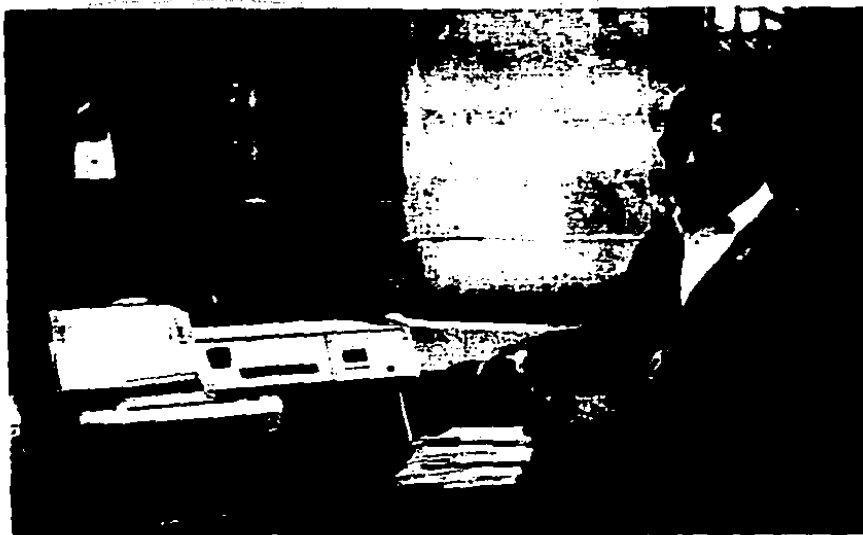
- Utilización de un sello metálico para imprimir.

- Determinación del efecto de la masa del sello al cancelar 10 cartas/segundo.

- Utilización de una tolva y lengüeta, que recolecte las cartas a la salida.

- Comprobación de las distintas dimensiones y ajustes en la fabricación de las piezas.

- Conocimiento acerca del funcionamiento de la máquina, que permita detectar el nivel de ruido, desgaste, vibración y calentamiento.



**PRIMER PROTOTIPO (foto.5)**

**VI.4.- SEGUNDO PROTOTIPO**

En este prototipo se perfeccionaron todos los sistemas que constituían el primer prototipo. Se realizaron principalmente las siguientes modificaciones:

- Disminuir las dimensiones de la mayor parte de las piezas.

- Incorporar ajustes y mejores maquinados .

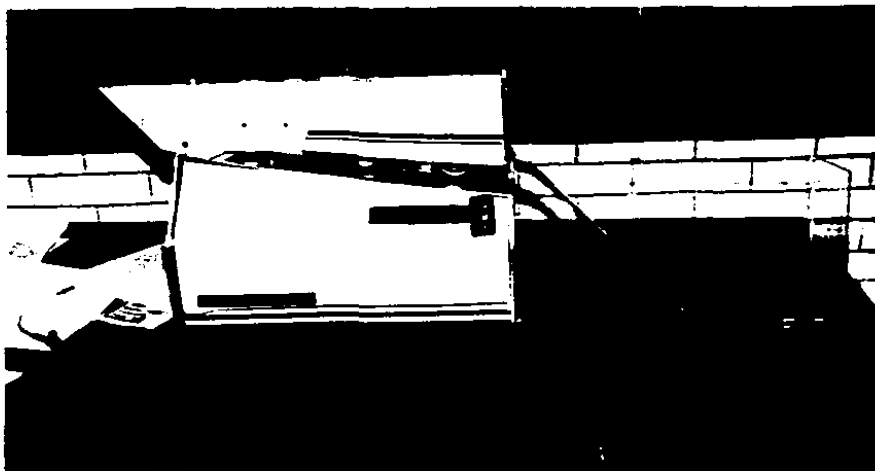
- Probar un sistema electrónico que controle el encendido y paro automáticamente y además detectar y contar la carta.

- Utilización de un sello metálico para imprimir.

- Uso de un embrague de resorte envolvente con sección de alambre circular, que controle el sellado de la carta.

- Verificación de la correcta colocación de las perillas, tornillos, seguros y demás piezas, que evitarán obstrucciones durante la operación y el mantenimiento de la máquina.

Este prototipo también se probó exhaustivamente en las oficinas de Correos.

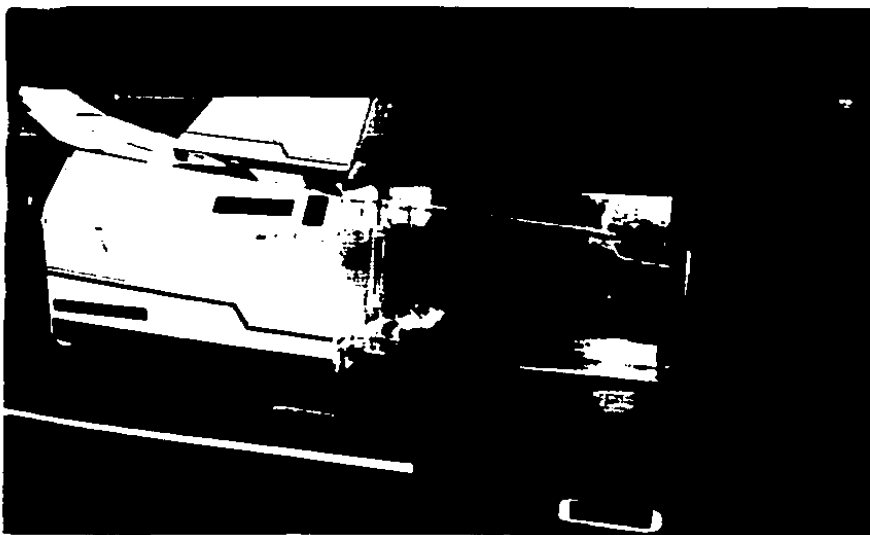


SEGUNDO PROTOTIPO (foto.6)



### VI.1.5.- PROTOTIPO FINAL

Este prototipo muestra los resultados finales del proyecto, en donde se perfeccionaron y corrigieron todos los distintos aspectos relacionados con el funcionamiento continuo en las oficinas de correos. Al terminar las pruebas, se entregaron junto con el prototipo final, 156 planos, donde se muestran distintas vistas de conjunto: de todo el prototipo, de cada sistema, vistas isométricas y ortogonales, (según fuera conveniente) en cada sistema, todos los planos de fabricación del prototipo además de las listas de materiales, piezas comerciales y proveedores, así como manuales de operación y mantenimiento.



**PROTOTIPO FINAL (foto.7)**

## **VII.- DESCRIPCION DEL PROTOTIPO FINAL**

A continuación se explicarán los distintos elementos que constituyen la máquina y su modo de funcionamiento.

### **VII.1.- SISTEMAS QUE CONFORMAN LA CANCELADORA DE TINBRES**

#### **POSTALES**

La máquina está constituida por cinco sistemas principales, que no son independientes, sino que se interrelacionan entre sí, realizando cada uno las siguientes funciones:

#### **SISTEMA DE SEPARACION**

A partir de una pila de cartas, este sistema se encarga de separar y dosificar una carta al interior de la máquina.

#### **SISTEMA ELECTRONICO**

Este sistema, además de controlar el encendido de la máquina, detecta la presencia de la carta para ser contabilizada y manda una señal controlada, que activa el sistema de impresión.

### **SISTEMA DE IMPRESION**

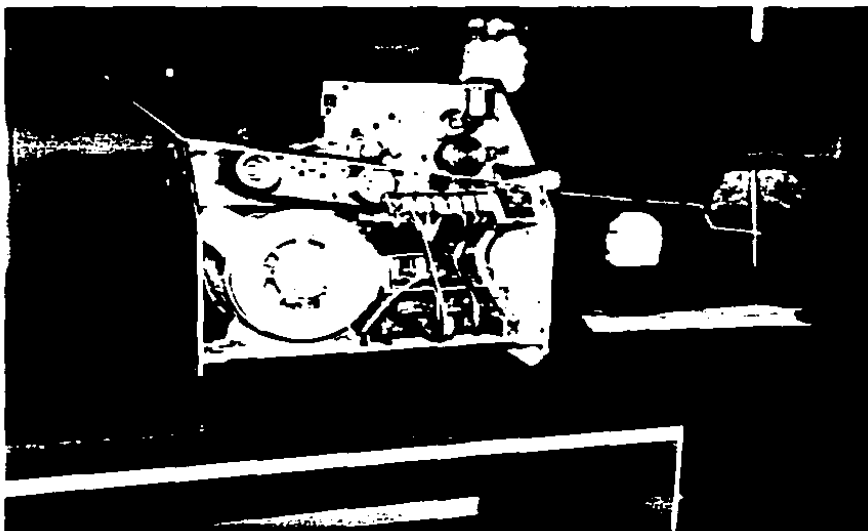
Este sistema es el encargado de la impresión sobre la carta del sello respectivo. Para lograrlo, mueve el sello, dosifica la tinta requerida y ajusta la presión necesaria para una correcta impresión.

### **SISTEMA DE TRANSMISION**

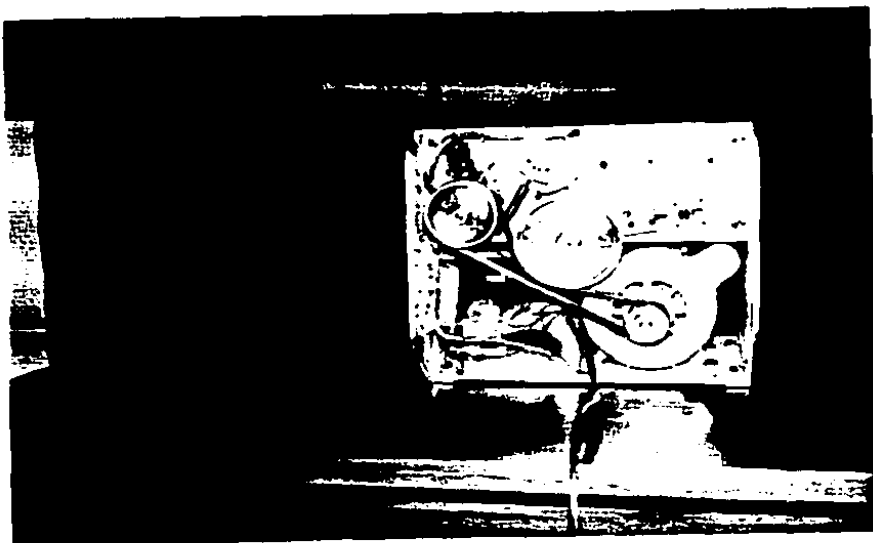
Este sistema suministra movimiento a dos ejes de transmisión que se utilizan en los sistemas de separación e impresión.

### **SISTEMA ESTRUCTURAL**

Este sistema soporta a todos los sistemas, además de dar forma y apariencia exterior a la máquina.



VISTA FRONTAL (foto. 8)



VISTA POSTERIOR (foto. 9)

**DIAGRAMA INDICATIVO DE LA LOCALIZACION DE CADA SISTEMA**

(diag.5)

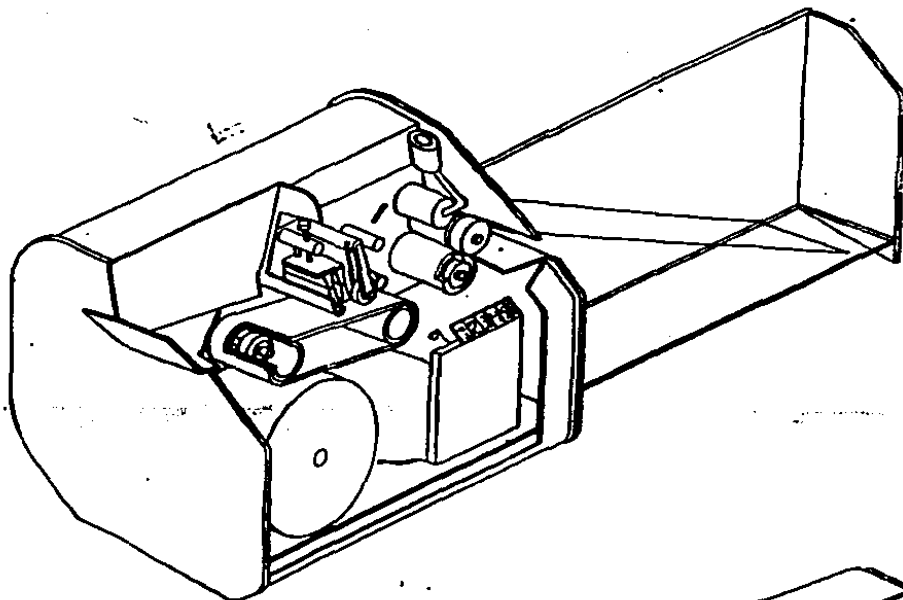
Sistema de separación

Sistema Electronico

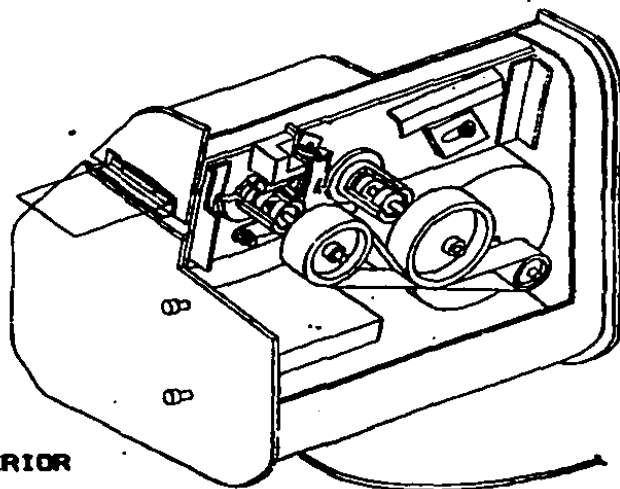
Sistema de Impresión

Sistema de transmisión

Sistema Estructural



**VISTA FRONTAL**



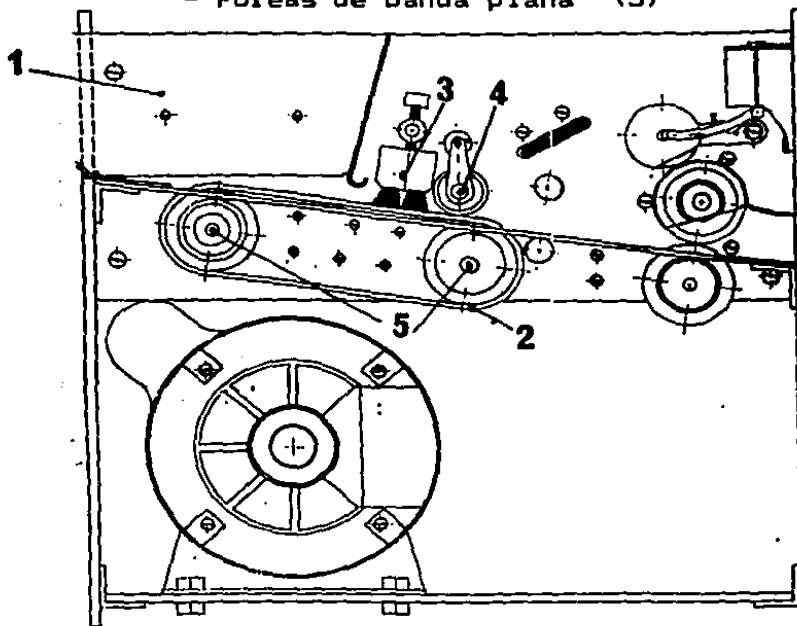
**VISTA POSTERIOR**

## VII.2.- CARACTERISTICAS Y MODO DE FUNCIONAMIENTO DE CADA SISTEMA

### VII.2.1.- SISTEMA DE SEPARACION

Este sistema está constituido por las siguientes piezas principales:

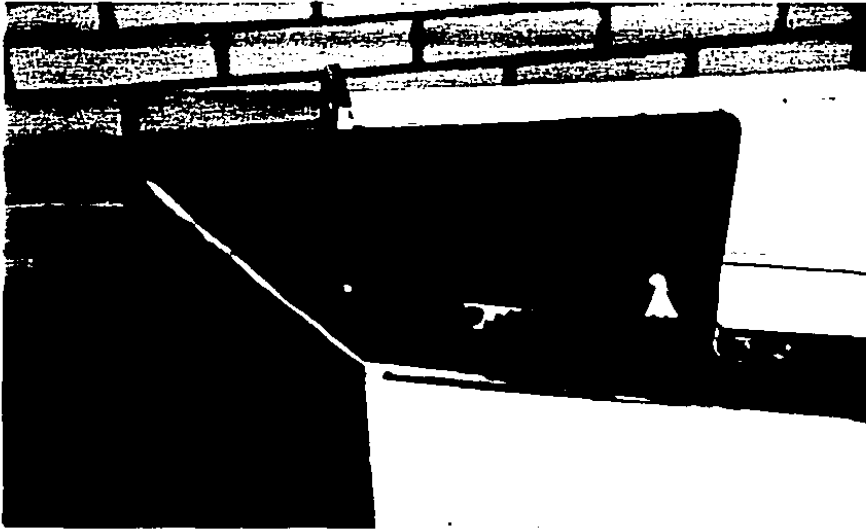
- Tolva de entrada (1)
- Banda de dosificación (2)
- Separador ajustable de cerdas de nylon (3)
- Regulador de velocidad (4)
- Poleas de banda plana (5)



PIEZAS DEL SISTEMA DE SEPARACION (fig.4.)

**MODO DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE SEPARACION**

Las cartas son colocadas sobre la tolva de dosificación (foto.10), en forma de una pila vertical en donde todas las cartas muestran los timbres al frente, sobre la cara superior derecha. (foto.11)



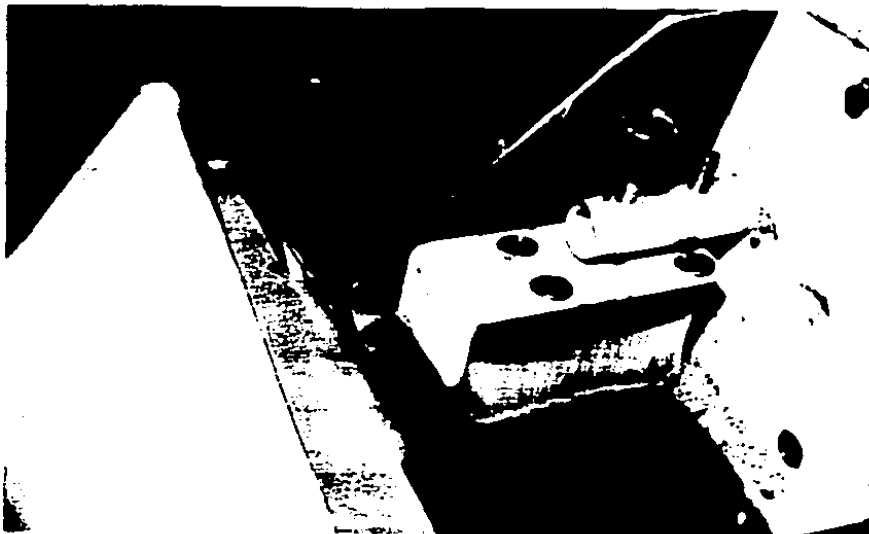
**TOLVA DE DOSIFICACION (foto.10)**



FORMA DE COLOCAR LAS CARTAS (foto.11)

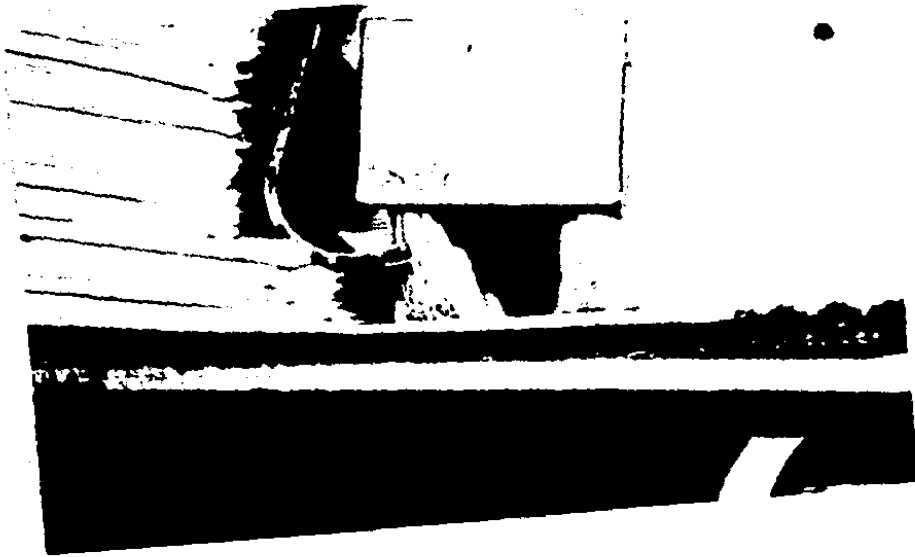
Las cartas son impulsadas hacia el detector electrónico y el sello de impresión, a través de una banda de dosificación, localizada en la parte inferior de la tolva. (foto.12)



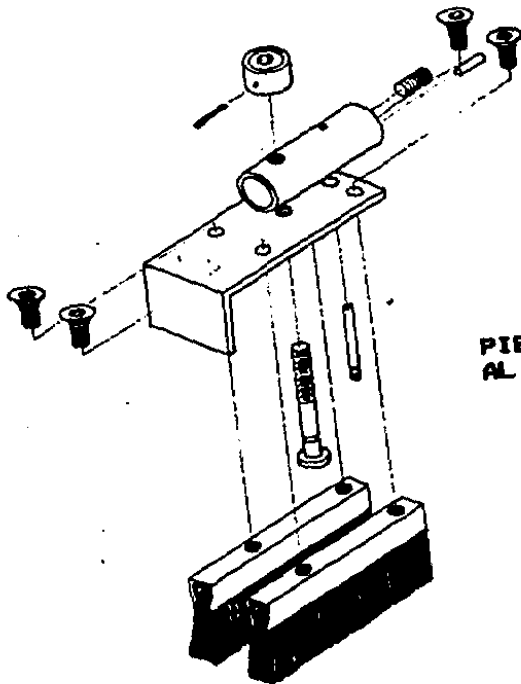


**BANDA DE DOSIFICACION (foto.12)**

Para provocar la separación y evitar que las cartas se encimen, se dispuso de una barrera de cepillos de nylon que se amoldan al espesor de la carta, evitando así, el paso de dos o más cartas. (foto.13)

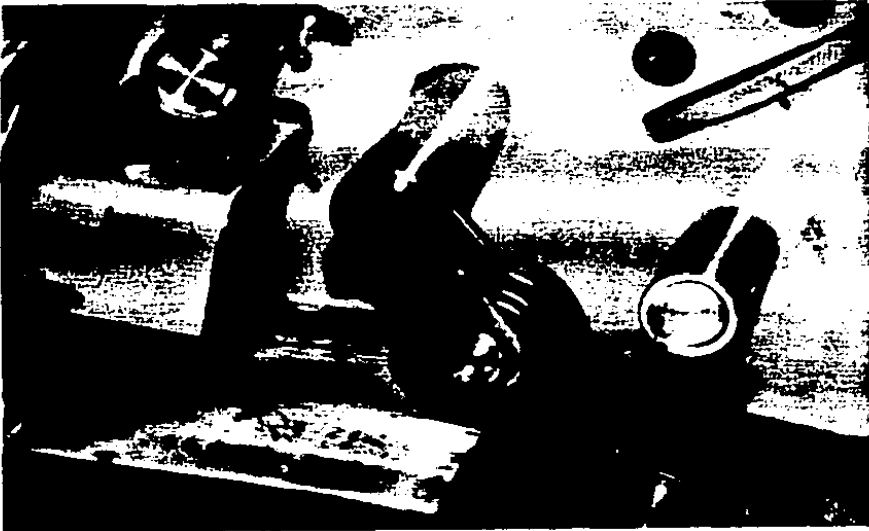


SEPARADOR AJUSTABLE (foto.10)



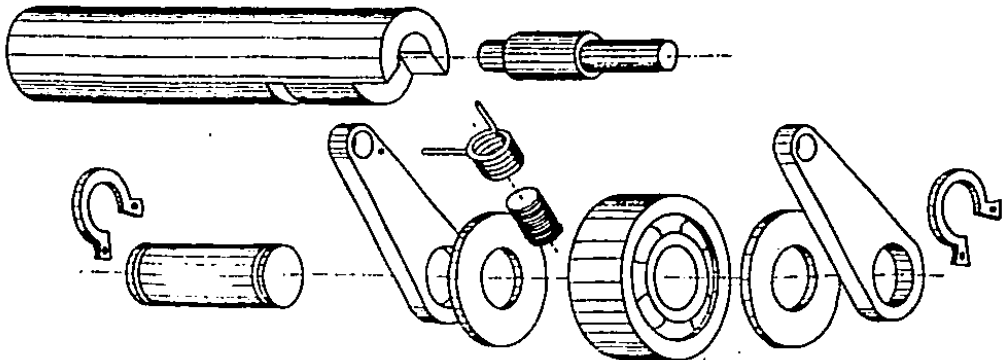
PIEZAS QUE CONFORMAN  
AL SEPARADOR AJUSTABLE  
(fig.5)

Al ser la carta separada, es impulsada por medio de un regulador de velocidad. Este mecanismo funciona por medio de la presión ejercida con un brazo y una rueda, con lo cual la carta adquiere la velocidad de la banda de dosificación. Esto se necesita para sincronizar la velocidad de la carta con la velocidad de giro del sello, propiciando que la impresión sea exactamente en el mismo lugar siempre. (foto.13)



**REGULADOR DE VELOCIDAD (foto.13)**

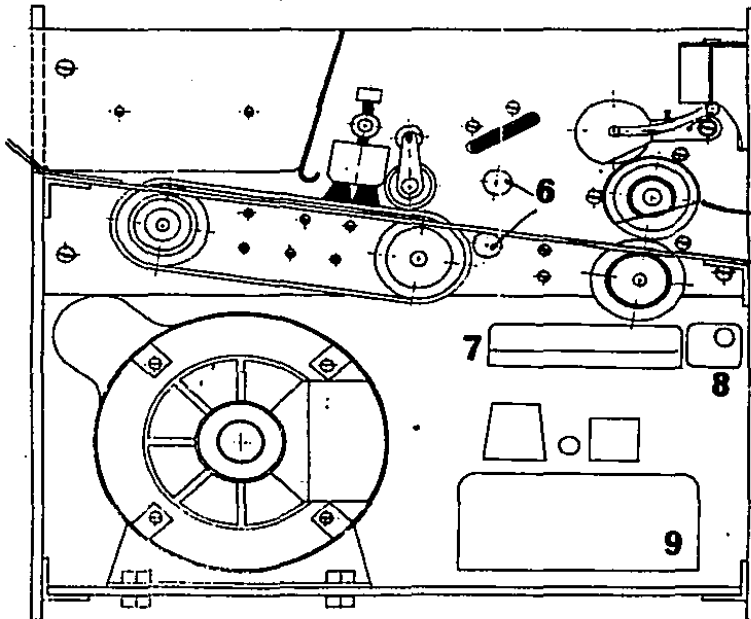
**PIEZAS QUE CONFORMAN AL REGULADOR DE VELOCIDAD (fig.6)**



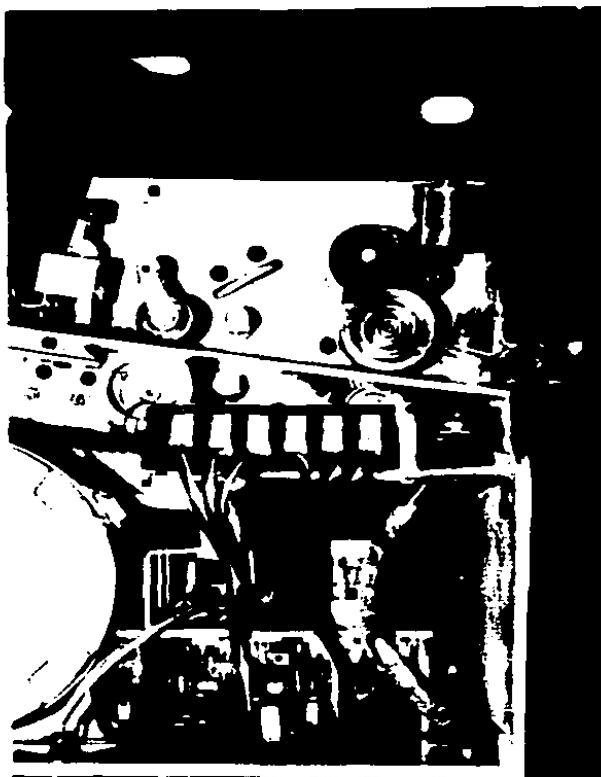
**VI.2.2.- SISTEMA ELECTRONICO**

Este sistema está constituido por los siguientes elementos principales:

- Detector fotoeléctrico (6)
- Contador digital (7)
- Tableta de encendido y selector del sello (8)
- Control general (9)



**ELEMENTOS DEL SISTEMA ELECTRONICO (fig.7)**



VISTA DEL SISTEMA ELECTRONICO (foto.14)

**MODO DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA ELECTRONICO**

La función del sistema electrónico es la de controlar el encendido y la operación de la máquina. El control de encendido se basa en arrancar el motor eléctrico, cuando se cumplan todas las condiciones de seguridad, como son tener; todas las tolvas cerradas y mantener las manos sin contacto

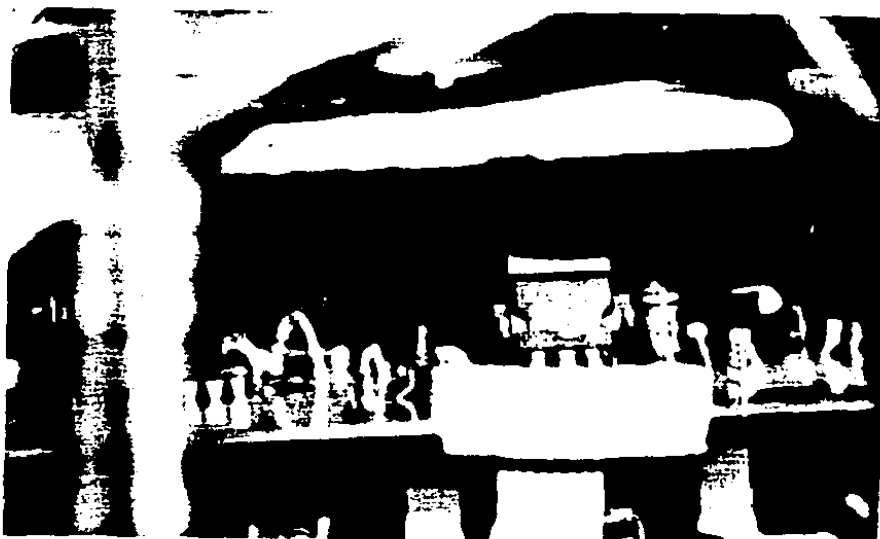
con cualquier parte de la máquina. Este control se apaga automáticamente después de 20 segundos de haber cancelado la última carta.



El control para la operación de la máquina consiste en percibir el paso de la carta a través de una fotocelda (foto.13) mandar dos señales eléctricas de control, una al embrague para accionar al sello y otra al contador.

#### **FOTOCELDA (foto.14)**

Además el sistema de control, (foto.15) permite retardar la señal de detección antes de ser mandada al sistema de impresión, para poder ajustar la posición de la impresión sobre la carta, cuando se trata de cualquiera de los dos sellos (el de cancelado ó el de registro).



**CONTROL ELECTRONICO (foto.15)**



**INDICADOR DEL NUMERO DE CARTAS CANCELADAS (foto.16)**

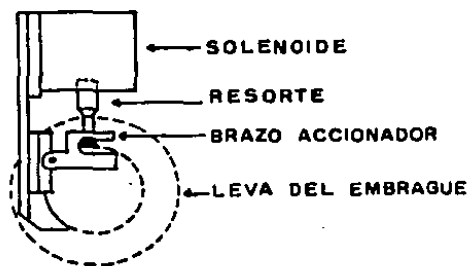
La señal retardada es mandada a un solenoide, el cual libera el trinquete del embrague permitiendo el movimiento al sello. (foto.17)

El sistema de detección y control está constituido en su totalidad por componentes electrónicos.



**SOLENOIDE (foto.17)**

**ELEMENTOS PRINCIPALES  
DEL ACCIONADOR DEL  
EMBRAGUE. (fig.8)**

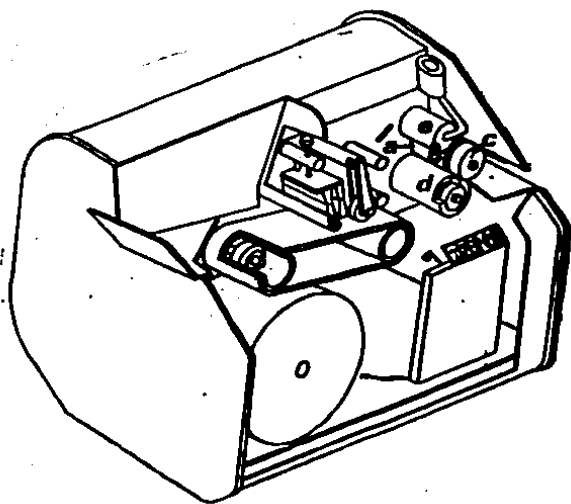




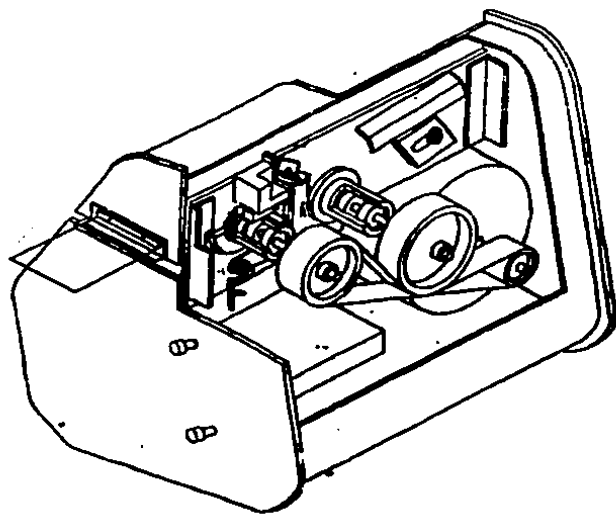
### VII.2.3.- SISTEMA DE IMPRESION

Este sistema está constituido por los siguientes subsistemas:

- Sello de impresión (A)
- Calendarizador (B)
- Rodillo de arrastre (C)
- Rodillo de apoyo (D)
- Entintador (E)
- Embrague (F)



VISTA FRONTAL



VISTA POSTERIOR

SISTEMA DE IMPRESION (fig. 9)

Este sistema de impresión es la parte principal, de donde parte todo el concepto de la máquina, ya que el

método que se siguió para realizar la impresión determinó los requerimientos y necesidades para seleccionar los distintos elementos que constituyen a los demás sistemas.

El modo de funcionamiento se basa en detectar el momento en que la carta cruza la fotocelda, para que al llegar a la zona donde se localiza el sello, se haga girar éste para formar la impresión sobre la carta.

Para lograr la impresión del sello se utiliza una superficie de apoyo, que pueda ajustar la presión que se ejerce sobre el sello.

El sello en cada giro que realiza, es impregnado de tinta por medio de un dispositivo entintador, colocado en la parte superior del mismo.



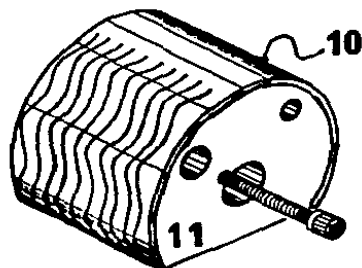
**SISTEMA DE IMPRESION (foto.16)**

### VI.2.3.1.- SUBSISTEMA SELLO DE IMPRESION

Las piezas principales que forman al subsistema del Sello de Impresión son:

Sello de impresión (10)

Cuerpo del sello (11)



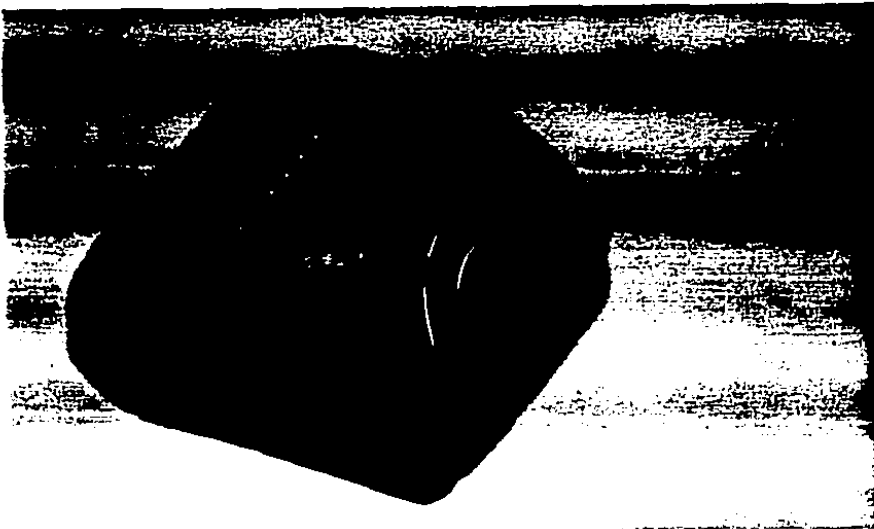
**SELLO Y CUERPO DE IMPRESION (fig.10)**

### SELLO DE IMPRESION

El sello de impresión está formado por una superficie cilíndrica, que tiene en relieve la información que se imprimirá sobre la carta. Se seleccionaron dos tipos de técnicas a ser utilizadas, "impresión en nylon y ataque químico", que a continuación se detallan.

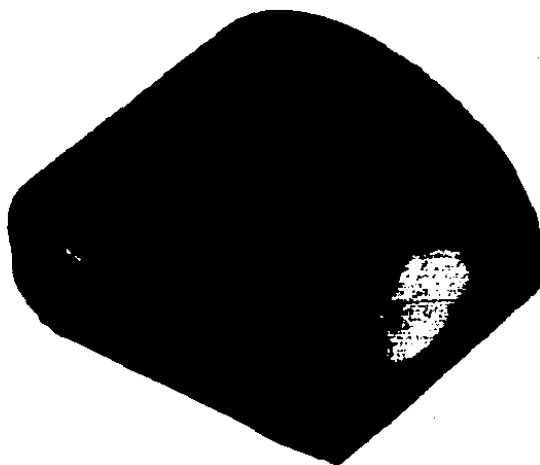
**SELLO DE NYLON**

Este sello utiliza un polímero, que se endurece por la acción de rayos ultravioleta. El proceso para realizar el alto relieve consiste en poner una película fotográfica ó negativo, conteniendo la información que se quiera imprimir. Luego se expone a los rayos ultravioleta, a fin de endurecer la capa de polímero y por último se enjuaga con agua para desprender el material sobrante. Este tipo de sello pesa unos pocos gramos y se pueden realizar 20 millones de impresiones con el mismo sello, que tiene un costo de \$5,000 pesos M.N.

**SELLO DE NYLON (foto.18)**

**SELLO METALICO**

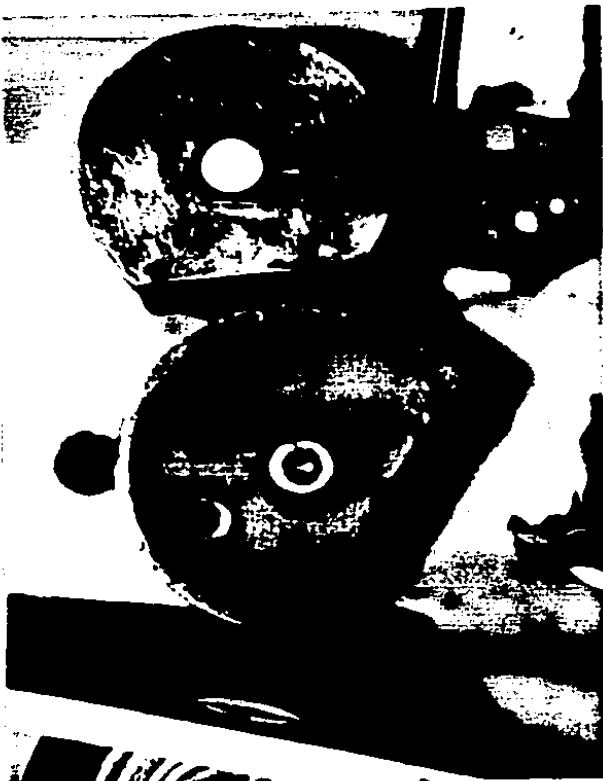
El sello metálico requiere la fabricación de un cilindro de acero con 2 milímetros de espesor, donde se impregna con una sustancia protectora la zona que se quiere mantener en alto relieve. Por medio de ácido nítrico se ataca la superficie no protegida, lo que provoca un hueco de aproximadamente 1 milímetro de profundidad.

**SELLO METALICO (foto.19)**

### CUERPO DEL SELLO

Los dos tipos de sellos se pueden montar sobre un cuerpo cilíndrico denominado "Cuerpo del sello". Este cuerpo está formado por un material de bajo peso para evitar problemas dinámicos, al frenar y acelerar el sello (equivalente a 600 veces por minuto).

Cabe señalar que en el primer prototipo se utilizó un sello sólido metálico con un peso aproximado de 480 gramos, al utilizar un sello de plástico, se disminuyó a 38 gramos el peso del sello.

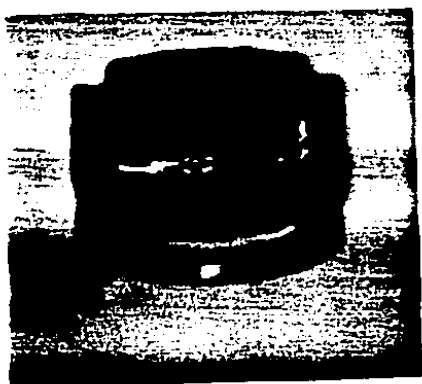


**CUERPO Y SELLO DE IMPRESION (foto.20)**

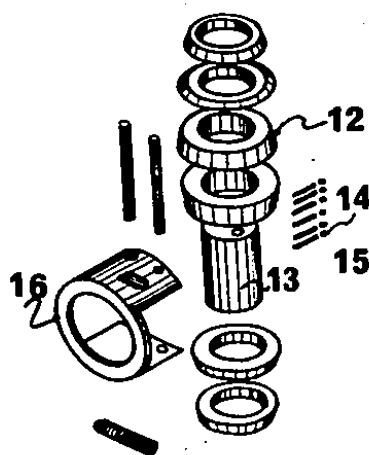
**VII.2.3.2.- SUBSISTEMA CALENDARIZADOR**

El calendarizador es el elemento encargado de imprimir sobre la carta la fecha y la hora de recepción. Para realizar esta operación y evitar el uso de las 75 diferentes piezas o tipos (letra intercambiables) que se utilizan comunmente en las máquinas extranjeras, se diseñó un sistema que evita usar piezas sueltas y consta de los siguientes elementos:

Seis discos grabados.	(12)
Cilindro de apoyo.	(13)
Balin de acero.	(14)
Resorte.	(15)
Base.	(16)



CONJUNTO (foto.21)



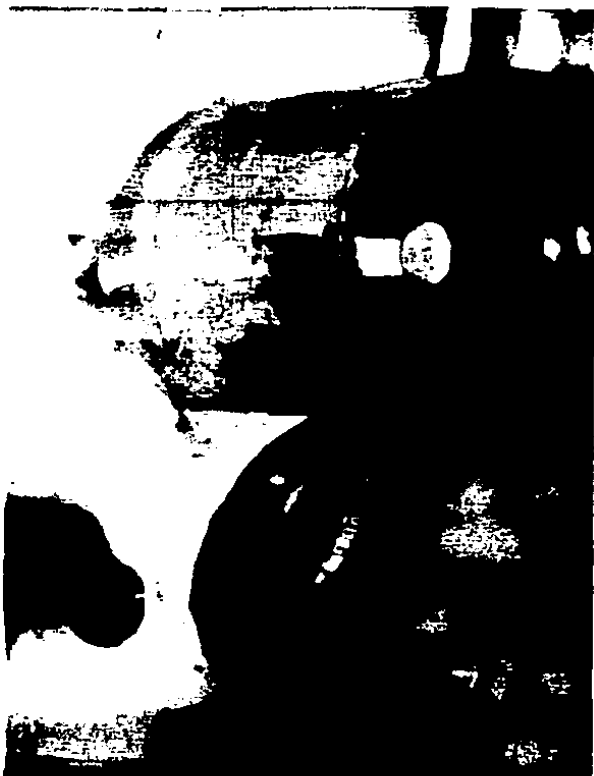
DESPIECE (figura.11)

### CALENDARIZADOR

#### MODO DE FUNCIONAMIENTO DEL CALENDARIZADOR

El método de funcionamiento del calendarizador está basado en posicionar el número o letra que se encuentran grabados sobre la superficie exterior de los discos, utilizando una serie de muescas que se encuentran sobre la superficie interior, para limitar el giro de los mismos.





**COLOCADO EN EL SELLO.**  
**CALENDARIZADOR (fotos.22 y 23)**



**CAMBIANDO LA FECHA Y HORA.**

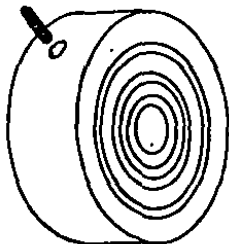
El calendarizador se fija a un base que evita la separación de los discos, y ayuda a la sujeción del calendarizador sobre el cuerpo del sello.

Cabe señalar que las características geométricas del calendarizador propiciaron el desarrollo de implementos y técnicas para que en el taller de grabado se pudiera fabricar.

### VII.2.3.3.- SUBSISTEMA RODILLO DE ARRASTRE



La impresión del sello sobre la carta se realiza cuando el cuerpo del sello gira una sola revolución, esta revolución no es suficiente para que la carta sea desalojada hacia el exterior de la máquina. Para ello se ideó un rodillo que gira constantemente y está montado sobre el mismo eje de transmisión que el sello.

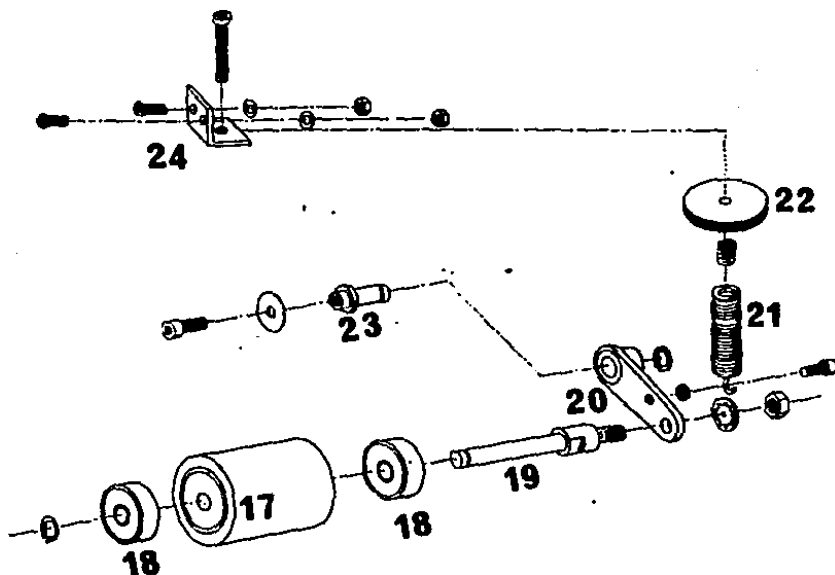


El rodillo de arrastre gira a la par que el eje de transmisión, mientras que el sello es conectado por medio del embrague al mismo eje de transmisión, de manera intermitente.

**VII.2.3.4.- SUBSISTEMA RODILLO DE APOYO**

Este sistema está constituido por las siguientes piezas principales:

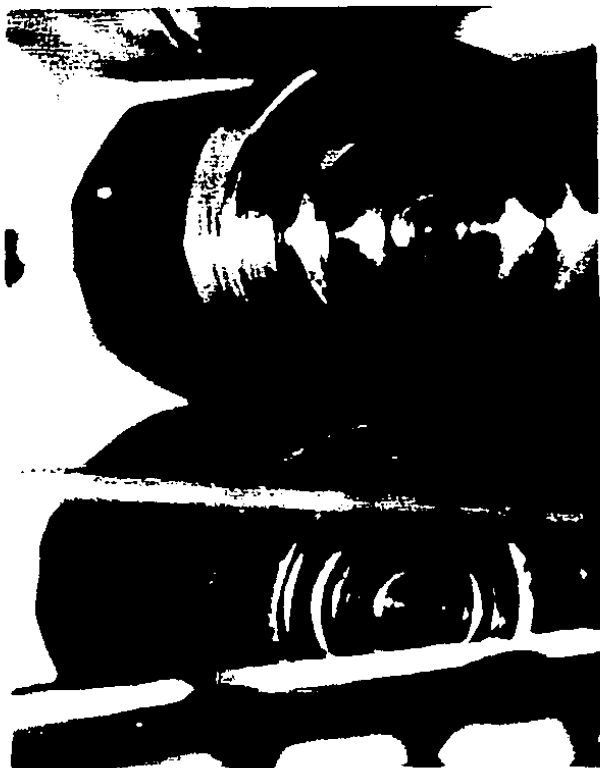
Rodillo de apoyo hulado	(17)
Rodamientos	(18)
Eje	(19)
Brazo oscilante	(20)
Resorte de tensión	(21)
Perilla de ajuste	(22)
Pivote	(23)
Apoyo de perilla	(24)



VISTA EXPLOTADA DEL RODILLO DE APOYO (fig.13)

### MODO DE OPERACION DEL RODILLO DE APOYO

Para lograr la impresión del sello sobre la carta se requiere de una superficie de apoyo. En esta máquina se cuenta con un rodillo, que tiene un recubrimiento de hule, éste gira libremente y mantiene una tensión controlada sobre el rodillo del sello de impresión (foto.24). Este rodillo está soportado por un brazo que oscila al paso de la carta, permitiendo un manejo de varios espesores de carta (foto.25).

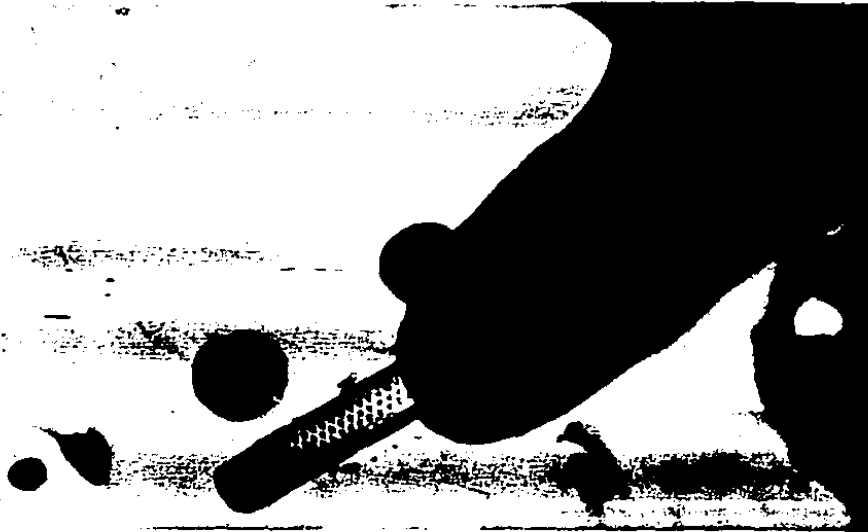


RODILLO DE APOYO (foto.24)



BRAZO OSCILADOR (foto.25)

La tensión del rodillo se controla al girar la perilla de ajuste, que a través del desplazamiento del soporte superior de un resorte helicoidal, aumenta la carga de compresión entre el rodillo y el sello. El ajuste de la tensión se requiere para evitar que la impresión del sello sea defectuosa (se deforme) (foto.26).

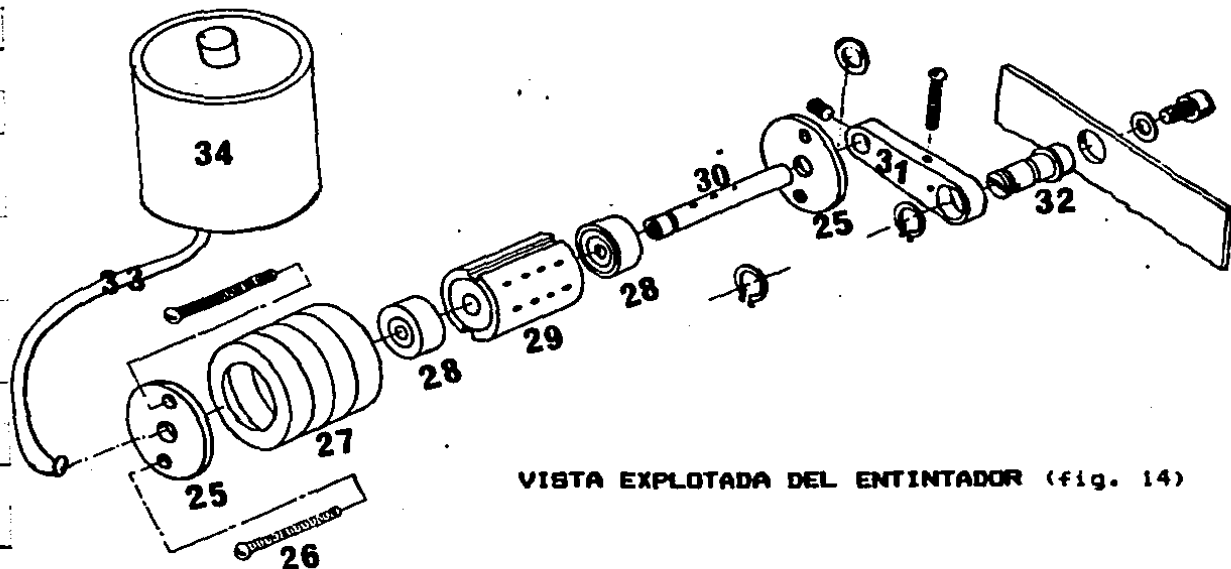


PERILLA DE AJUSTE (foto.26)

**VII.2.3.5.- SUBSISTEMA ENTINTADOR**

El entintador . es un dispositivo que aplica una capa de tinta sobre el sello de impresión. Este dispositivo está integrado por las siguientes piezas.:

Tapas laterales.	(25)
Tornillos de fijación.	(26)
Filtro.	(27)
Sello de retención.	(28)
Buje intermitente perforado.	(29)
Eje conductor perforado.	(30)
Soporte oscilante.	(31)
Pivote a placa.	(32)
Manguera.	(33)
Depósito de tinta.	(34)



VISTA EXPLOTADA DEL ENTINTADOR (fig. 14)

### MODO DE FUNCIONAMIENTO DEL ENTINTADOR

La tinta, cuando se vierte en el depósito, llega al eje conductor a través de la manguera. El eje conductor contiene perforaciones en su periferia, lo que provoca el escurrimiento de la tinta hacia el exterior a través de un buje de nylon con perforaciones que giran sobre el eje. Así se provoca la circulación de tinta hacia la fibra de fieltro, donde se transfiere al sello de impresión.



ENTINTADOR (foto.27)

Cuando el sello gira, mueve al entintador, ayudando a que la tinta escurra uniformemente por toda su superficie y evitando goteos cuando la máquina no esté en funcionamiento.

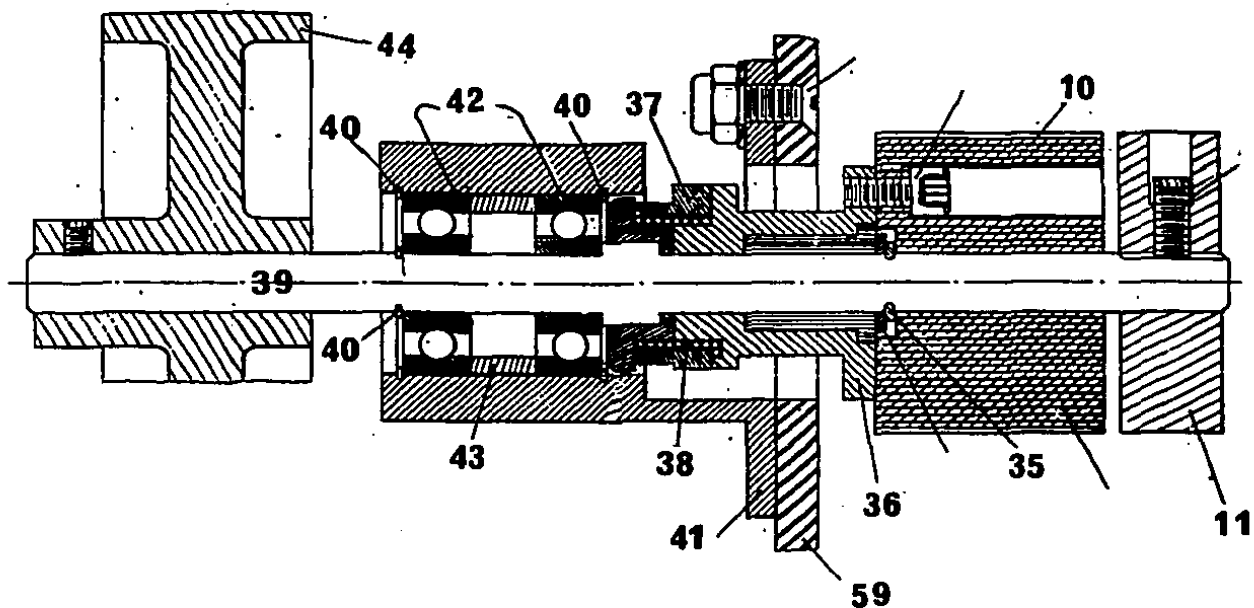
**VII.2.3.6.- SUBSISTEMA ENBRAGUE**

Este subsistema está constituido por las siguientes piezas principales:

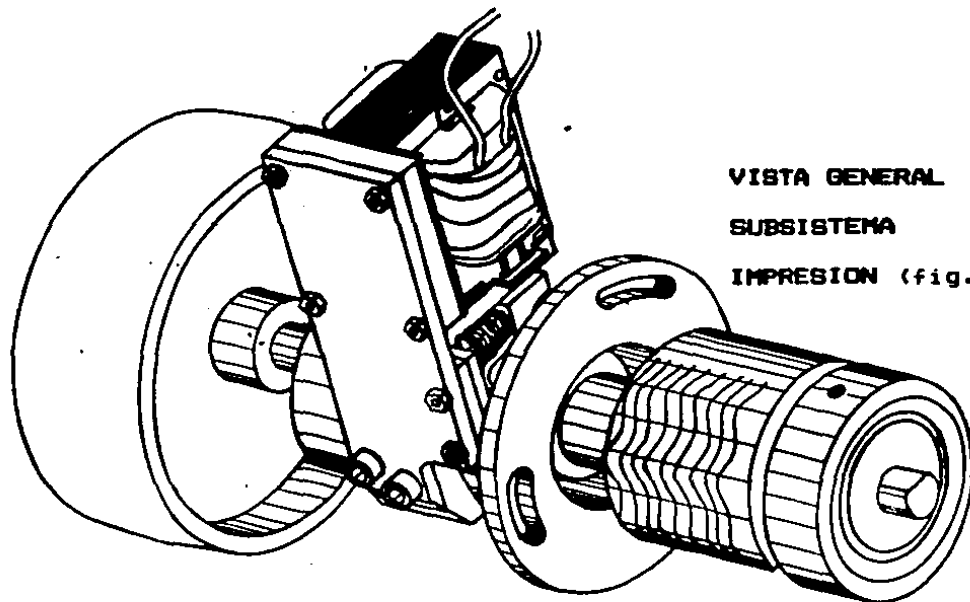
Sello de impresión.	(10)*
Rodillo de arrastre.	(11)*
Calendarizador.	(12)*
Seguro de fijación.	(35)
Cubo del embrague móvil.	(36)
Camisa del embrague.	(37)
Resorte envolvente.	(38)
Eje de transmisión.	(39)
Seguro del candelero.	(40)
Candelero	(41)
Balero.	(42)
Anillo de separación.	(43)
Polea.	(44)
Palanca tope.	(45)
Resorte.	(46)
Soporte de palanca tope.	(47)
Amortiguador.	(48)
Solenoides.	(49)
Placa Soporte.	(59)*

\* ESTOS ELEMENTOS NO PERTENECEN AL SUBSISTEMA DEL ENBRAGUE, SE MUESTRAN SOLO COMO ELEMENTOS DE REFERENCIA..

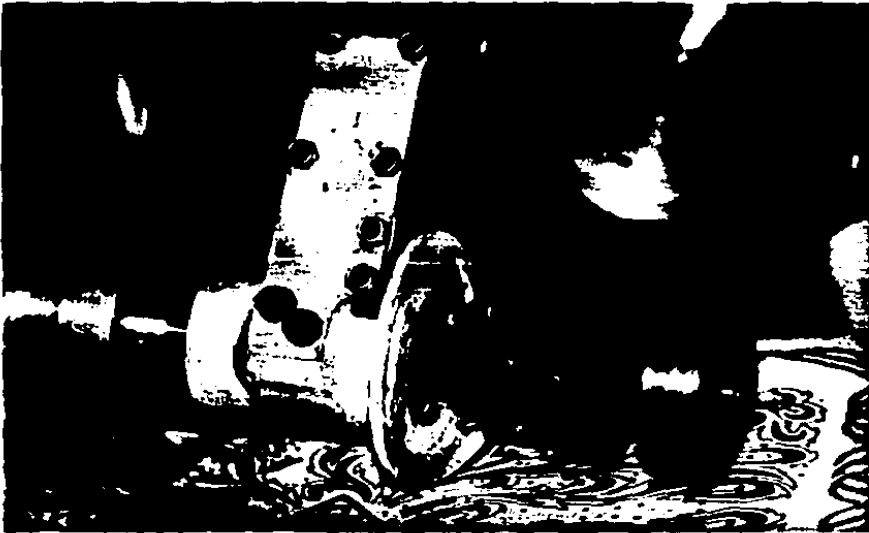
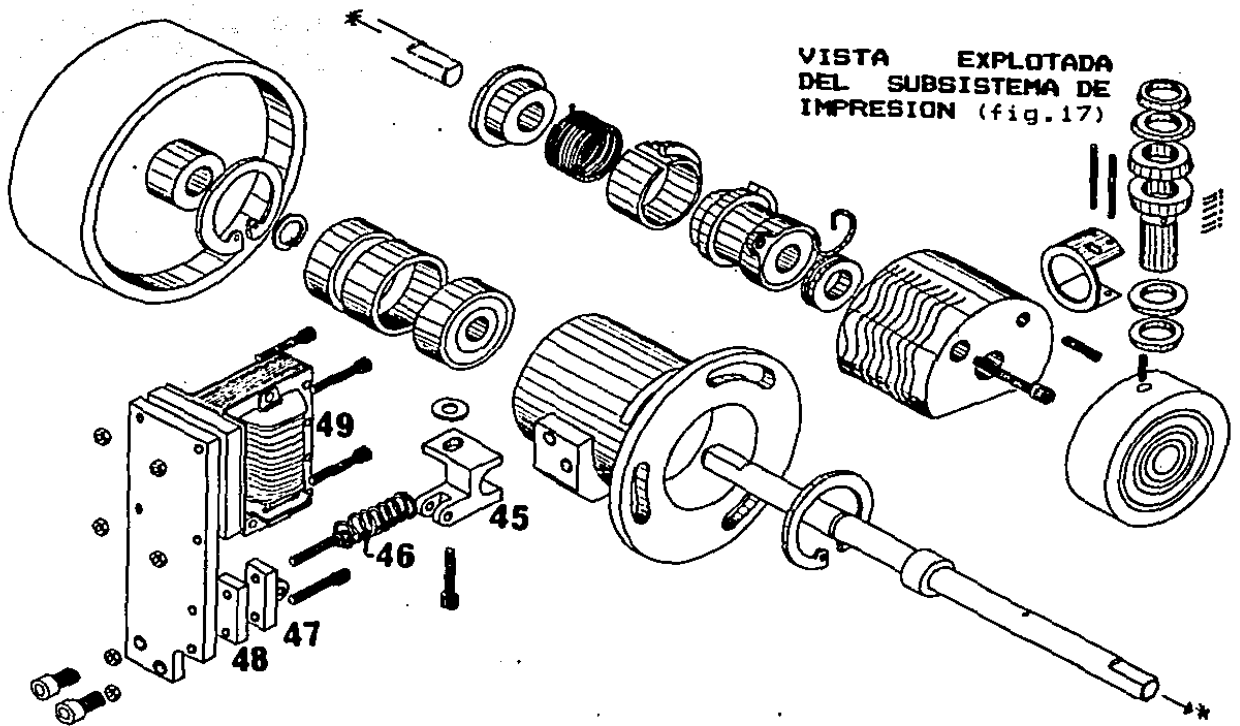




**CORTE DEL CONJUNTO ENSAMBLADO DEL SUBSISTEMA DE IMPRESION (fig.15).**



**VISTA GENERAL DEL SUBSISTEMA DE IMPRESION (fig.16)**



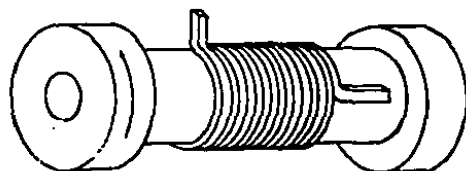
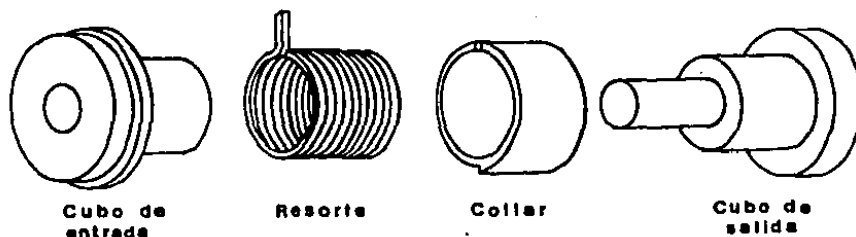
(foto.27A) SUBSISTEMA DE IMPRESION

### MODO DE FUNCIONAMIENTO DEL ENBRAGUE DE RESORTE ENVOLVENTE

Este tipo de embrague tiene como cualidad, transmitir altos pares en una presentación compacta, con capacidad de embragar y desembragar rápidamente.

El modo de funcionamiento es con base en un resorte helicoidal embobinado en dos cubos cilindricos de igual diámetro. Este resorte está montado con una escasa interferencia diametral, apropiada para asegurar un contacto y proporcionar las condiciones para un embragado rápido. Asimismo, determina el par que podrá ser transmitido. Generalmente el resorte se enrolla entre 3 y 8 espiras en cada cubo .

Al rotar el cubo de entrada en el mismo sentido que el embobinado del resorte, provoca que éste se cierre y apriete al cubo, transmitiéndose el par a través del resorte, hasta llegar al cubo de salida. Cuando el resorte se abre por medios externos, libera a los cubos, produciendo el desembragado.



**EMBRAGUE DE RESORTE ENVOLVENTE (fig.18)**

**PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL EMBRAGUE**

El funcionamiento del embrague de resorte envolvente se basa en el principio clásico del cabrestante de transmisión y amplificación del par. El par es transmitido en su totalidad por el embobinado del resorte y alcanza su valor máximo en el punto de transferencia que está entre los dos ejes de transmisión, y que es una función del coeficiente de fricción entre el resorte y la flecha, así como del número de espiras del resorte.

La ecuación para determinar este par es :

$$T = T_e e^{2 n}$$

El término  $e^{2 n}$  es el factor de amplificación de par, y éste es una función del número de espiras pertenecientes al embobinado del resorte.

En algunas aplicaciones la relación entre el par de accionamiento y el par transmitido puede ser tan grande como 1 : 5 000 , sin límite teórico. En embragues de resorte envolvente controlados exteriormente, estas relaciones son tan altas que permiten al embrague transmitir pares muy grandes con fuerzas de control relativamente pequeñas.

Los embragues de resorte son mecanismos que trabajan con fricción estática, sin deslizamiento a menos que se les sobrecargue. Un embrague controlado exteriormente produce un movimiento relativamente pequeño entre el resorte y la superficie de la flecha, dando como resultado un pequeño desgaste en la parte conductora del embrague. Si existe un desgaste excesivo entre el resorte y la superficie de embragado, es debido a una interferencia muy grande y a una sobrecarga de trabajo.

Debido al pequeño desplazamiento relativo entre los elementos del embrague, y a las características de accionamiento propio, los embragues de resorte son capaces de acelerar desde cero a la carga total, en menos de cinco milisegundos. Aunque ésta es generalmente una característica favorable, la respuesta rápida tendrá requerimientos elevados de par, si se trabaja con altas cargas de inercia a una velocidad elevada. Es conveniente que algunas cargas de choque sean reducidas durante el principio del embragado,

aunque en la mayoría de los casos las características propias del sistema (bandas, coples y elementos flexibles) son suficientes para reducirlos a niveles adecuados.

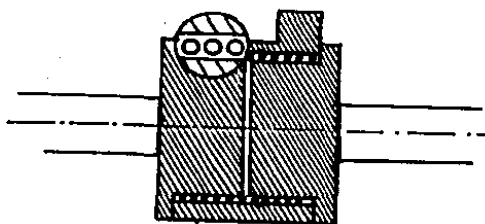
Normalmente, la holgura promedio en los embragues de resorte envolvente es cerca de 3 grados, pero en la práctica la medida puede ser impredecible. De todas formas, se pueden tomar precauciones, que eliminen estos problemas en aplicaciones especiales.

### EMBRAGUES CONTROLADOS EXTERIORMENTE

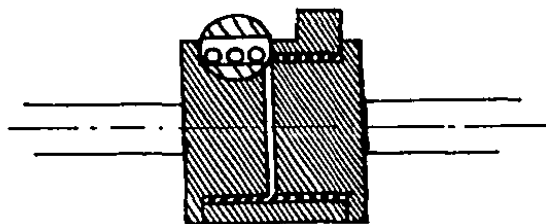
La característica de accionamiento propia para este tipo de embragues es que pueden ser controlados de forma exterior. Así se tiene la posibilidad de que haya un control selectivo para hacer que funcione en el sentido conductor. Los embragues controlados exteriormente pueden ser normalmente embragados (accionados) o desembragados (libres).

En los embragues normalmente accionados existe una interferencia entre el resorte y el cubo. La liberación se logra, aplicando una pequeña fuerza al final de la última espira (en el lado de entrada), ocasionando que el resorte se desenrolle y pierda contacto con el cubo.

En los embragues normalmente libres existe un espacio entre el resorte y el cubo. Estos embragan al sujetar mecánicamente el final de la última espira con el cubo de entrada, provocando que se enrolle.



**EMBRAGUE DESACTIVADO**



**EMBRAGUE ACTIVADO**

(fig.19)

El embrague normalmente accionado es el más usado, debido a su facilidad de control. Este embrague generalmente tiene una camisa cilíndrica, que cubre al resorte y un extremo del resorte, que tiene un doblez que se fija a dicha camisa. La camisa tiene un tope, desde el cual puede ser activado el embrague a través de un solenoide o una palanca mecánica.

## **MATERIALES**

Los resortes se fabrican generalmente con los siguientes materiales: Aceros al carbón (templados en aceite), aceros al cromo vanadio, de alambre de instrumento musical y algunos aceros inoxidable que pueden ser utilizados en algunas aplicaciones especiales.

Comúnmente los cubos se fabrican con aceros endurecidos, pero también los hay de hierro sinterizado y aleaciones de bronce. Para los embragues de alta capacidad, que pueden ser lubricados frecuentemente, se recomienda utilizar aceros endurecidos o con un recubrimiento de cromado duro.

Los materiales sinterizados con aceite son recomendables para aplicaciones de bajo par y con requerimientos mínimos de mantenimiento.

Los lubricantes secos, así como los recubrimientos fluorocarburos proveen una lubricación permanente en los lugares donde resulta imposible el uso de lubricantes líquidos. Estos últimos son esenciales para asegurar una vida prolongada en ciclos severos de trabajo.

Por otra parte, para los casos de cargas pequeñas y cortos ciclos de trabajo es posible usarlos en seco.



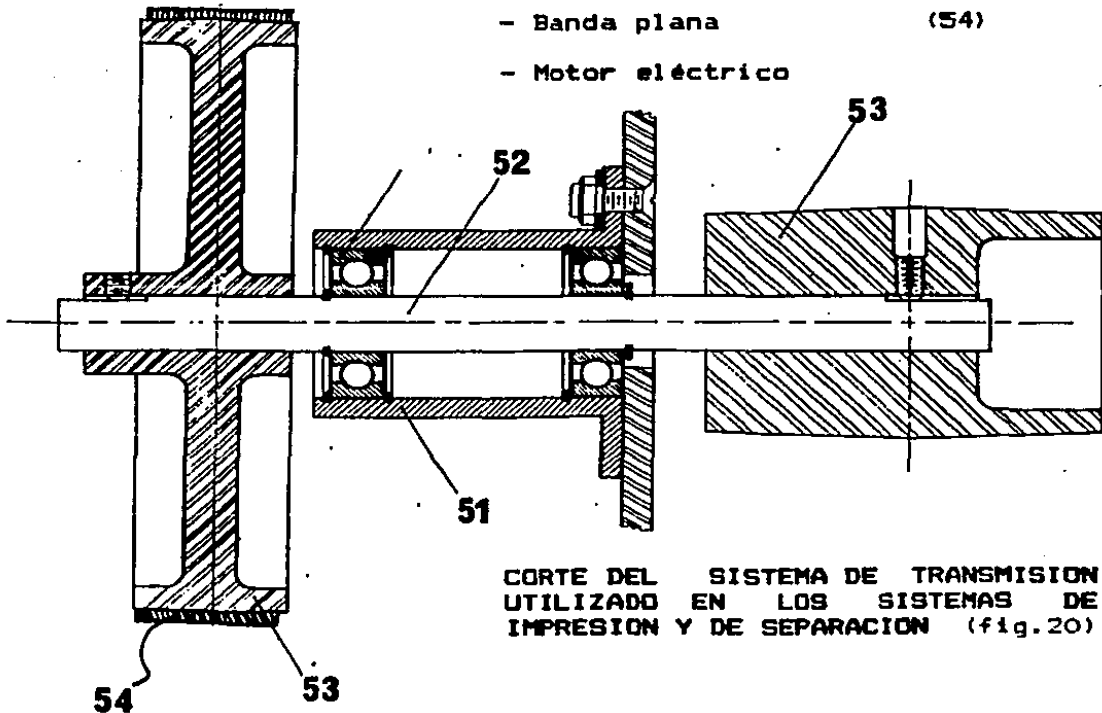
## APLICACIONES

Originalmente, este tipo de embragues son diseñados y utilizados en distintas máquinas como: Copiadoras, lectoras de tarjetas, de escribir, textiles y hasta en aplicaciones difíciles como equipo agrícola.

### VII.2.4.- SISTEMA SE TRANSMISION

Este sistema está constituido por las siguientes piezas:

- Candelero de apoyo (51)
- Eje (52)
- Polea de banda plana (53)
- Banda plana (54)
- Motor eléctrico



### MODO DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSMISION.

Todo el movimiento rotatorio requerido por la máquina es generado y distribuido por el sistema de transmisión. Los sistemas de separación y de impresión son los únicos que requieren de movimiento.



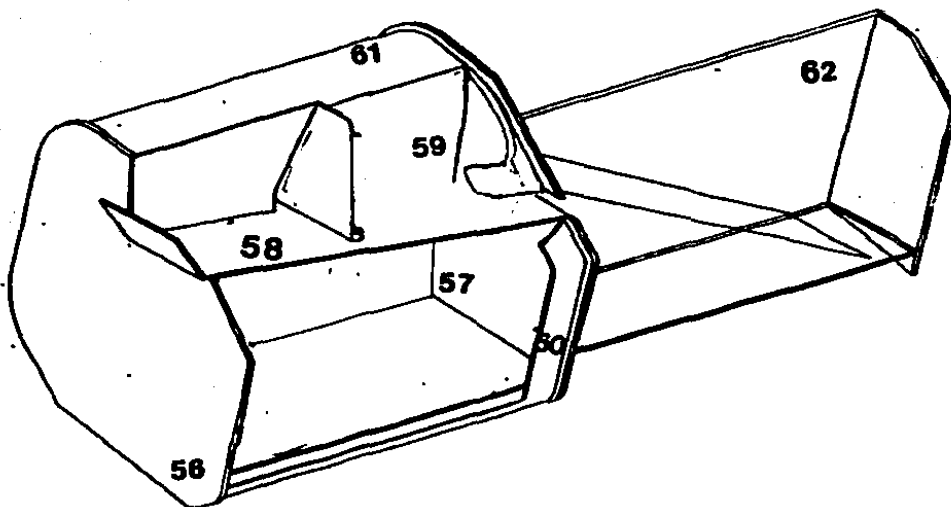
**SISTEMA DE TRANSMISION (foto.28)**

El movimiento es generado por un motor eléctrico, que transmite hacia una banda plana enlazada con dos poleas. Estas poleas está donde uno soporta a la polea de la banda de separación y el otro al sello de impresión.

Los ejes de transmisión están soportados por un par de rodamientos alojados dentro de un soporte llamado candelero. A la vez, estos dos candeleros son apoyados y fijados sobre la placa principal.

### VII.2.5.- SISTEMA ESTRUCTURAL

Tapa lateral izquierda	(56)
Tapa lateral derecha	(57)
Placa deslizante	(58)
Placa soporte	(59)
Cubierta frontal	(60)
Cubierta posterior	(61)
Tolva de recepción	(62)



SISTEMA ESTRUCTURAL (fig. 20)

La mayoría de los elementos que constituyen la máquina están sustentados por la placa soporte, la cual a su vez se encuentra sostenida por dos tapas laterales. La placa de deslizamiento ayuda a mantener la carta en una trayectoria definida. Las tolvas protegen los distintos elementos, que están en movimiento, dando una presentación agradable a la máquina. La tolva de salida o de recepción de cartas está diseñada para mantener ordenadas las cartas, con base en elementos simples, como son una tira o cinta de material flexible y una placa doblada de acrílico.

### VII.3.- MODO DE FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA

Esta máquina tiene como función principal el auxiliar al trabajador postal en las labores de cancelado y registro de cartas. El operador tendrá que realizar algunas operaciones sencillas, con el objeto de mantener las condiciones óptimas de funcionamiento de la máquina. Estas operaciones son:

- \* Ajustar la fecha en el sello.
- \* Llenar el depósito de tinta.
- \* Inicializar a ceros el contador.
- \* Ajustar la altura de los cepillos de separación.

\* Ajustar la presión del rodillo de impresión.

\* Encender la máquina.

\* Colocar una pila de cartas en la tolva de entrada.

\* Recolectar las cartas canceladas de la tolva de salida.

## VIII.- RESULTADOS Y LOGROS ALCANZADOS

Los resultados al desarrollar este proyecto pueden relacionarse directamente con los objetivos del Centro de Diseño (CDMIT), que son:

1.- Formación de recursos humanos (profesionales en el diseño de máquinas).

2.- Desarrollo de prototipos de máquinas y equipos, que satisfacen necesidades específicas del sector productivo y de servicios.

3.- Impulso al desarrollo tecnológico en el área de diseño mecánico.

### VIII.1.- RESULTADOS OBTENIDOS EN LA FORMACION DE RECURSOS HUMANOS.

El resultado más importante de este proyecto fue la formación de profesionales capacitados en el campo del diseño de máquinas, ya que se cumplió con el objetivo principal del Centro de Diseño Mecánico y de Innovación Tecnológica (CDMIT): Por medio de la contratación de

proyectos, lograr que profesores y alumnos trabajen y se capaciten, al orientar todo su esfuerzo en satisfacer las necesidades que una tercera persona solicita, y que con base en los recursos y restricciones que se tienen disponibles, desarrollar la mejor solución. Para lograr este objetivo, se desempeñaron una gran cantidad de actividades, que permitieron incorporar al proyecto distintas áreas de la ingeniería y carreras afines. Esto contribuyó a la formación de cincuenta alumnos especializados en las áreas de Ingeniería Mecánica, Electrónica, Industrial, Computación y Diseño Industrial, capaces de enfrentar con actitud innovadora los problemas de nuestro medio.

Además de generar trabajo para el personal que labora en el CDMIT (profesores, ayudantes de profesor, alumnos de seminario y tesis, alumnos de servicio social, alumnos de servicio voluntario y personal técnico), también se logró introducir a los alumnos que cursan distintas materias, relacionadas con el diseño de máquinas a nivel licenciatura y posgrado a que conocieran el desarrollo del proyecto y participaran en la resolución de problemas específicos.

El hecho de que los industriales participen directamente con las distintas actividades de diseño, les ha motivado a crear departamentos propios de diseño dentro de sus empresas.

Este proyecto permitió realizar tres trabajos de tesis de licenciatura. Una de ellas obtuvo el primer lugar en el certamen sobre diseño y dinámica de maquinaria, organizado por el Instituto de Investigaciones Eléctricas. También se obtuvo el primer lugar "Medalla Gustavo Baz P." en el primer certamen sobre el mejor programa de servicio social de la UNAM (Área de Tecnología). Además se presentó una ponencia en el X Congreso de la Academia Nacional Ingeniería y por último se obtuvo una patente.

Cabe destacar que lo más palpable en el resultado de la formación de profesionales de diseño fue el hecho de que más del 30% del personal, que participó en el proyecto, continúa realizando actividades de diseño dentro y fuera de la UNAM. Esto indica que la participación en este tipo de proyectos está formando gente interesada, deseosa y capaz de continuar esta labor tan importante en nuestro país.

#### **VIII.2.- RESULTADOS OBTENIDOS EN EL DESARROLLO DE PROTOTIPOS DE MAQUINAS.**

Con base en el objetivo principal del proyecto (Crear la tecnología necesaria para que la Dirección General de Correos resolviera el problema del proceso de cancelado de timbres postales), se puede afirmar que el resultado final del proyecto cumplió con las metas esperadas y obtuvo las



siguientes ventajas con respecto a una máquina de cancelado importada:

CONCEPTO	PROTOTIPO "UNAM"	MAQUINA PITNEY BOWES MOD. 3920
Ajustar continuamente el separador, dependiendo del espesor de la carta	no lo requiere	si lo requiere
Sostener e introducir manualmente las cartas durante el proceso de separación.	no lo requiere	si lo requiere
Maltratar las cartas durante la detección y conteo de las mismas.	electrónico (evita el contacto de carta)	mecánico
Tipo de sello para la impresión de la fecha.	48 tipos grabados no intercambiables	75 tipos intercambiables
Peso.	17 kg	75 kg
Sistema de transmisión.	tres poleas y una banda plana	18 engranes
Lubricación.	no requiere .	un deposito con tres litros de aceite
Sistema de entintado.	automático	manual
Velocidad de cancelado carta/minuto.	600	460
Versatilidad de operación.	sobre una mesa o en pedestal	sobre un pedestal
Realización del mantenimiento preventivo.	por el propio operador	por personal especializado

Control de encendido.	electrónico	no tiene
Dispositivos de seguridad para evitar accidentes.	electrónico	no tiene
Sistema de apagado automático.	electrónico	manual
Porcentaje de integración nacional.	95%	0%
Utilización de mecanismos para acomodar la salida de las cartas.	si	no
Contador.	electrónico con memoria	mecánico

**Diagrama.6 COMPARACION ENTRE EL PROTOTIPO FINAL Y LA MAQUINA EXTRANJERA.**

Cabe señalar que una empresa Mexicana (Mapisa Internacional S.A) está negociando actualmente con la UNAM y el Servicio Postal Mexicano para adquirir los derechos de comercialización para fabricar, vender y dar servicio al equipo en México y Latinoamérica.

**VIII.3.- RESULTADOS OBTENIDOS EN EL DESARROLLO DE  
TECNOLOGIA.**

Este proyecto permitió incorporar al trabajo del CDMIT distintas herramientas y métodos de diseño, mencionadas a continuación:

## DIVISION DEL TRABAJO

Dada la necesidad de entregar con mayor rapidez los resultados del proyecto, se decidió trabajar con secciones especializadas, relacionadas con las distintas fases comprendidas en el proceso de diseño. Las secciones que se crearon fueron: diseño conceptual, diseño de detalle, fabricación y ensamble, electrónica, computación y administración. Esta división del trabajo ayudó en la incorporación del trabajo de diseño mecánico a las distintas áreas de ingeniería (mecánica, industrial, electrónica, eléctrica y de computación) y carreras afines como diseño industrial, contaduría, administración y biblioteconomía.

## DISEÑO INDUSTRIAL

Al desarrollo del proyecto se incorporó un grupo de diseñadores industriales, que permitieron darle una mejor calidad al mismo. Asimismo, contribuyeron a incorporar distintos conceptos, relacionados con la interacción del ser humano y la máquina. Las experiencias obtenidas en esta área fomentaron la implantación de las materias de "diseño industrial y de "tecnología de máquinas de producción" en la licenciatura de Ingeniería Mecánica y en el curso de maestría de la escuela de Diseño Industrial.

### PROPIEDAD INDUSTRIAL

Con este proyecto se tuvo la experiencia de conocer y manejar los aspectos relacionados con la propiedad industrial. Es importante para la empresa que está interesada en comercializar la tecnología desarrollada, mantener por algún tiempo la secrecía de los resultados obtenidos y estrategias de la empresa. Se aprendió la realización de los trámites que permitieran obtener la patente y la transferencia de la tecnología entre la UNAM, Servicio Postal Mexicano y la Empresa Mapisa S.A..

### METODOLOGIA DE DISEÑO

Al participar en diferentes proyectos de diseño dentro del CDMIT y en la industria privada, surgió la inquietud de recopilar, analizar, formular y aplicar una metodología de diseño que mejorara los resultados obtenidos en los futuros proyectos que se contrataran. Esto propició desarrollar un trabajo que se inició con mi tesis de licenciatura, la cual permitió entender la importancia de la metodología de diseño, así como conocer los distintos métodos y medios que ha desarrollado el ser humano para poder resolver sus propias necesidades, concluyendo éste, con un proyecto real.

El resultado más importante es el entender que la metodología de diseño es una actitud o disciplina personal y mental, que ayuda a ordenar los tres aspectos fundamentales

en la resolución de cualquier problema. Estos tres aspectos son: el análisis o entendimiento de lo que es el problema, la creación de varias alternativas de solución y la selección de la mejor alternativa. Todo lo anterior es auxiliado por las distintas herramientas que el ser humano ha creado.

### IX.- CONCLUSIONES

Al comparar los objetivos iniciales del proyecto con los resultados finales del mismo se concluye lo siguiente:

Se contribuyó a la formación de alumnos especializados en las áreas de Ingeniería Mecánica, Electrónica, Eléctrica, Industrial, Computación y Diseño Industrial, capaces de enfrentar con actitud innovadora, los problemas de nuestro medio.

De igual manera se formó personal apto para el ejercicio de la docencia, capaz de transmitir conocimientos, ideas y aptitudes con dominio del diseño mecánico y capaz de producir trabajos originales con calidad y con nivel de competitividad.

Se apoyó e impulsó a la investigación y el desarrollo tecnológico en las áreas de la Ingeniería, fomentando la creatividad con trabajos que contribuyen al desarrollo de nuestro país.

Este proyecto permitió llevar a cabo y comprobar distintas inquietudes personales relacionadas con el diseño de máquinas dentro de un Centro de Diseño Mecánico dependiente de una Universidad que cuenta con grandes recursos materiales y humanos.

Al haber participado como jefe de proyecto me abrió los ojos para conocer muchos de los detalles que se involucran detrás de un diseño, pudiendo ser los dos más importantes:

- Que el personal que participe en el desarrollo de un proyecto tenga interés y deseos de lograr un cambio en el método tradicional de resolver los problemas de nuestro medio.

- Que la preparación académica y experiencia en el Área de Diseño Mecánico, son los dos factores más importantes que se deben de mantener y fortalecer dentro de la Facultad para que los futuros egresados tengan los medios, la seguridad y la motivación para continuar con esta labor fuera de la UNAM.

- Por ultimo se puede afirmar que en Mexico si existe la posibilidad de hacer diseños de muy buen nivel.

### A.1.- MEMORIA DE CALCULO

Las bases para la mayoría de los calculos, fueron fundamentados por los datos obtenidos de la realización del primer prototipo, otros fueron obtenidos a través de pruebas experimentales.

Requerimientos fijados

600 cartas por minuto

longitud media de la carta 224 mm

**CALCULO PARA EL EJE DEL SELLO DE IMPRESION:**

**Material Acero 4140 Rolado en caliente**

Resistencia a la fluencia

$S_y = 434.369 \text{ Mpa}$

Resistencia última a la tensión

$S_{ut} = 620.528 \text{ Mpa}$

Utilizando el criterio de Soderberg

$$d = \left\{ 32N \left[ \left( \frac{I_a + I_n}{S_e S_y} \right)^2 + \left( \frac{M_a + M_n}{S_e S_y} \right)^2 \right]^{1/2} \right\}^{1/3}$$

Donde:

- N : Factor de seguridad
- Ta : Par alternante
- Tm : Par medio
- Ma : Momento alternante
- Mm : Momento medio
- Sy : Limite de resistencia a la fluencia
- Se : Limite de resistencia a la fatiga

Sabiendo que para los aceros:

- $Se' = 0.5 S_{ut}$
- $Se' = 0.5 (620.528)$
- $Se' = 310.264 \text{ Mpa}$

Modificando el limite de resistencia a la fatiga:

- $Se = K_a K_b K_c K_d K_e K_f Se'$
- $K_a = 0.59$  (Factor de superficie)
- $K_b = 0.787$  (Efectos de tamaño)
- $K_c = 0.814$  (Factor de confiabilidad)
- $K_d = 1.00$  (Factor de temperatura 70 C)
- $K_e = 0.402$  (Factor de modificación por concentración de esfuerzos)

Sustituyendo los valores anteriores se tiene

$$Se = 47.142 \text{ Mpa}$$

El momento alternante aplicado al eje es :

$$M_a = F \cdot d$$



Donde:

$F = 15 \text{ N}$  (Fuerza que ejerce el rodillo de apoyo al sello)

$d = 0.123 \text{ m}$

$M_a = 1.845 \text{ N-m}$

El par alternante necesario para accionar al sello:

$T = 0.328 \text{ N-m}$

Aplicando la ecuación del criterio de Soderberg tenemos :

$d = 0.009 \text{ m}$

$d = 9 \text{ mm}$

$T_m$  y  $M_m$  se concideran nulos por ser muy bajos sus valores.

Para el cálculo del embrague se siguió el siguiente procedimiento:

Como datos tenemos:

$\mu = 0.15$

$E = 207 \text{ Gpa} = 2100 \text{ kg/cm}^2$

$N = 5 \text{ vueltas}$

$D_m = 21 \text{ mm}$

De tablas obtenemos a  $I$  para una sección circular.

$$I = \frac{d^4}{64}$$

$$I = \frac{(0.001)^4}{64}$$

$$I = 4.909 \times 10^{-14} \text{ m}^4$$

El par es:

$$T = (2EI\delta/Dm^2) \left( e^{\frac{2\mu N}{-1}} - 1 \right)$$

Donde:

T = par total

E = módulo de elasticidad en psi

I = momento de inercia de la sección del Resorte y Cubo guía.

$\delta$  = interferencia diametral entre el resorte y el cubo guía

N = número de espiras activas en cada cubo

Dm = diámetro medio

D = diámetro del alambre

-3

Siendo  $T = 328.7 \times 10^{-3}$  N-m., el par necesario para que se acelere el sello, y considerando un factor de sobrecarga de 2, el par de diseño queda como:

$$Td = 2T$$

$$Td = 2(328.7 \times 10^{-3})$$

$$Td = 0.6574 \text{ N-m}$$

Igualando Td con T y despejando  $\delta$  se tiene:

$$\delta = \frac{T Dm^2}{\left( e^{\frac{2\mu N}{-1}} - 1 \right) 2EI}$$

Substituyendo valores:

$$\delta = 0.129 \text{ mm}$$

La interferencia diametral es la diferencia de diámetros entre el diámetro interno del resorte y el diámetro exterior del cubo del embrague.

De esta definición obtenemos que la interferencia es:

$$\delta = \varnothing_{cc} - \varnothing_{ir}$$

Donde :

$\varnothing_{cc}$  = Diámetro exterior de el cubo.

$\varnothing_{ir}$  = Diámetro interno del resorte

Como es muy difícil obtener esta interferencia diametral debido a que los resortes que se fabricarán tienen una tolerancia de 1.5% del diámetro, se procedió a dar como dato esta interferencia diametral y obtener el par que transmite el embrague. Si este par obtenido es mayor que el de diseño, entonces podemos concluir que con estas medidas de interferencia el embrague funcionará, en caso contrario se harán cálculos con diferentes valores de interferencia diametral hasta encontrar la óptima.

Se toma como primer dato a:

$$\delta = 1 \text{ mm}$$

Resolviendo a T con este valor de  $\delta$  Tenemos :

$$T = \frac{2EI\delta \left( \frac{2\mu N}{Dm^2} - 1 \right)}{Dm^2}$$

$$T = 5.084 \text{ N-m}$$

Como:

$$T > T_d$$

esto nos asegura que el embrague funcionará correctamente, y además con esta interferencia diametral es más fácil la fabricación.

Como segundo paso, se verificó que el resorte soportara las cargas de trabajo.

**Material : Alambre de cuerda de piano**

Para obtener el esfuerzo último (Sut), tenemos:

$$Sut = \frac{A}{d^m}$$

Donde :

A = Cte de tablas

M = Cte de tablas

d = Diámetro del alambre

Sy = 0.75 Sut

De tablas (ref. 3),

$$A = 2170 \text{ Mpa}$$

$$m = 0.146$$

Substituyendo en la ecuación de  $S_{ut}$ , Tenemos:

$$S_{ut} = \frac{2170}{0.145} \text{ Mpa}$$

$$S_{ut} = 2170 \text{ Mpa.}$$

Substituyendo en la ecuación de  $S_y$ :

$$S_y = 0.75 (2170)$$

$$S_y = 1627.5 \text{ Mpa.}$$

El par seria:

$$T = F \cdot r$$

Donde :

$T$  = Par de diseño ( obtenido anteriormente )

$$T = 0.657 \text{ N-m}$$

$r$  = Radio del resorte.

$$r = 0.5 \text{ mm}$$

$F$  = Fuerza de transmisión del resorte.

Despejando  $F$  :

$$F = \frac{T}{r}$$

$$F = 1314 \text{ N}$$

Por otro lado,

A = area de la sección circular del resorte

$$A = r^2$$

$$A = 7.854 \times 10^{-7} \text{ m}^2$$

Substituyendo este valor de A en  $\sigma$  :

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

$$\sigma = 1.673 \times 10^9 \text{ N/m}^2$$

$$\sigma = 1.673 \text{ Gpa}$$

Comparando con  $S_y$

$$\sigma = 1.673 \text{ Gpa.} \quad ; \quad S_y = 1627.5 \text{ MPa.}$$

$$\sigma > S_y$$

### Calculo de la bobina para el activador del embrague

Como dato experimental se obtuvo:

$$\beta \text{ min} = 21 \text{ mT}$$

$$F = 4 \text{ N}$$

Por conveniencia en el diseño se fijaron los siguientes datos:

$$\text{Calibre del alambre} = 30 \text{ AWG}$$

$$D_v = 9 \text{ mm}$$

$$L = 2.54 \text{ mm}$$

$$E = 127 \text{ v.}$$

Donde:

$\beta_{\text{min}}$  = (beta) Campo magnetico minimo

F = fuerza necesaria para accionar el embrague

$D_v$  = diámetro del vástago

L = longitud de la bobina

E = voltaje de alimentación

Con estos datos se tienen los siguientes parámetros:

$$N_i = \frac{1.16 E A}{K L_m} \quad (\text{Amper-vuelta})$$

$$K = 1 + (0.004 (t - 20))$$

$$K = 1.09$$

$$L_m = (2/3)l + k$$

$$L_m = (2/3)l + 1.1$$

$$l_m = 0.68 \text{ pulg} = 0.172 \text{ m}$$

Substituyendo en  $N_i$ :

$$N_i = \frac{1.16 (127) (1)}{1 (0.68)}$$

$$N_i = 216.64 \text{ amper-vuelta}$$

El campo  $\beta$  es:

$$\beta = \frac{N_i \mu_0}{l}$$

$$\beta = \frac{(216.64) (4 \times 10^{-7})}{0.0254}$$

$$\beta = 107.2 \text{ mT}$$

Se supone que  $N = 3000$

De tablas a partir de este valor

$$i = 0.065 \text{ amp}$$

Por la longitud más aproximada a 30 capas,

$$L_t = L_m N$$

$$L_t = (0.0172) (3000)$$

$$L_t = 162.1 \text{ m}$$

De tablas con el valor de  $L_t$

$$R = 60 \text{ ohms}$$

Las pérdidas por el efecto Joule :

$$Q = i^2 R$$

$$Q = (0.065)^2 (60)$$

$$Q = 0.0245 \text{ watt.}$$

El diámetro del cable ( de tablas )

$$D_t = D_c ( 1 + ( N_c - 1 ) ) \cos 30^\circ$$

$$D_t = 0.7031 \text{ cm}$$



El diametro total de la bobina es:

$$D = 2 D_t + D_v + 2t$$

$$D = 2 ( 0.7031 ) + (.9) + 2 (1)$$

$$D = 2.506 \text{ cm}$$

Obteniendo el  $\Delta t$  disipado

$$\frac{Q}{A} = 0.07 \text{ watt/in}^2$$

$$\Delta t = 30^\circ$$

Finalmente con estos datos obtenidos de la bobina y verificando que los datos cumplan con las restricciones, se armó la bobina, obteniéndose los siguientes datos experimentales:

$$\beta = 35 \mu\text{T}$$

$$F = 5 \text{ N}$$

**B. - AGRADECIMIENTOS**

A mis maestros:

Ing. Alberto Camacho Sanchez

Por su confianza y apoyo en todo momento.

Ing. Guillermo Aguirre Esponda.

Ing. Ulrich Scharer M.

Por la asesoria tan valiosa.

A mis compañeros de trabajo:

Ing. Victor Gonzalez Villela.

Responsable del diseño del sistema electrónico.

Ing. Felipe Velazquez Gachuz.

Responsable en la supervisión del diseño de detalle y la fabricación del tercer prototipo.

Ing. Marcelo Lopez Parra.

Por la asesoria y apoyo.

Ing. Armando Ortiz Prado.

Por el apoyo en la selección de los materiales y en la

Ing. Jose Jaime Salazar Gonzalez.

Por la asesoria en el diseño y en el apoyo en la fabricación de todos los modelos y prototipos.

Ing. Diego Dillman Paniagua  
 Mec. Roberto Serrano  
 Mec. Maximo Vega Mendoza  
 Mec. Ruben Ramirez

A todos ellos por el apoyo en  
 la fabricación de la piezas.

Sra. Ana Drozco Jiménez  
 Srita. Angelina Juárez Sánchez

Por su apoyo en las  
 actividades secreteriales.

a mis compañeros y alumnos que por medio de su trabajo y  
 esfuerzo aprendimos juntos a conocer el reto que supone la  
 actividad del diseño.

NOMBRE DE LOS ALUMNOS	AREA	PROTOTIPO		
		1ER	2ND	3ER
Alfredo Muñoz Flores.	MEC.	X	X	X
Jose Luis Ochoa Vivanco.	MEC.	X		
Gabriela Solis Rodriguez.	ELECT.	X		
Hernandez Morales Joaquin Reymundo.	ELECT.	X		
Maria Eugenia Nava Curto.	COMP.	X		X
Florens Escarcega Jose Luis.	ELECT.	X		
Erika Schmieler Quiñones.	MEC.	X		
Carlos Miguel Valdovinos Chavez.	IND.	X		
Rosa del Carmen Adballa Romero	ELECT.	X		
Jorge Izquierdo Pellón.	MEC.	X		
Eric Guillermo Ponce de Leon Treviño.	MEC.	X		
Jose C. Rosendiz Garcia.	MEC.	X		
Benjamin Ernesto Solis Aguilar.	DIS.IND.	X		
Jose Arturo Amaya Mariscal.	DIS.IND.	X		
Jose Luis Perales Medina.	MEC.			X
Rene Castillo Ortega.	ELECT.			X
Agustin Salmerón Estrada.	MEC.			X
Gloria Isabel Gomez Cabrera.	IND.			X
Eleuterio Jimenez Flores.	MEC.			X
Alejandra Esparza Marin.	ELEC.			X
Jose Luis Alcalá Galicia.	IND.			X
Moises Rueda Gutierrez.	ELEC.			X
Antonio Hernández López.	ELEC.			X
Mario Juárez López.	ELEC.			X
Luis Eduardo del Rio de Hoyos.	ELEC.			X
Edgar Velazquez	ELEC.			X
Eduardo del Rio Martínez.	MEC.			X
Saul Daniel Santillán Gutiérrez.	MEC.			X
Adrian Espinosa Bautista.	MEC.			X
Alejandro Lara Hernandez.	MEC.			X

Jose Arturo Rios Bolaños.	MEC.	X	X
Guadalupe Dolores Rafolds Luna.	IND.	X	X
Blanca Nuri Gonzalez Fuentes.	ELEC.	X	X
Roberto Girón Gutierrez.	ELEC.		X
Daniel Rodriguez Guzman.	MEC.		X
Leopoldo Gonzalez Gonzalez.	MEC.		X
Hipolito Morales Rodriguez.	MEC.		X
Roberto Regalado.	MEC.		X
Roberto Lopez Hernandez.	MEC.		X
Rolando Brittenham	MEC.		X
Julio Rojas Monroy.	MEC.		X
Gustavo Valeriano Barrientos.	MEC.		X
Andres Iturbe López.	MEC.		X
Tomás Medina Flores.	ELEC.		X

### BIBLIOGRAFIA

1.- Chironis, Nicholas P., Mechanisms, linkages, and Mechanical controls.

New York, Mc Graw Hill., 1965. caps. 8-11

2.- Juvinali, Robert C., Fundamentals of Machine Component Design.

New York, John Wiley & Sons., 1983 Caps 4-8

3.- Shigley & Mitchell, Mechanical engineering Design.

New York, Mc Graw Hill, 1983 Cap. 15