



29  
90

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**Diseño y Montaje de una Línea para la Fabricación de Conmutadores de Control para la Industria Eléctrica**

**T E S I S**

Que para obtener el título de:  
**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

**p r e s e n t a n :**

**CAMILO PULIDO ZAVALA**

**DANIEL ROBLES**

**CARLOS YEE GONZALEZ**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

"DISEÑO Y MONTAJE DE UNA LINEA PARA LA FABRICACION DE CONMUTADORES DE CONTROL PARA LA INDUSTRIA ELECTRICA.

	Página
INDICE .....	1
CAPITULO I	
GENERALIDADES	
CAPITULO II .....	40
ALTERNATIVAS Y SELECCION DEL DISEÑO.	
CAPITULO III .....	67
NUEVO DISEÑO	
CAPITULO IV .....	102
SELECCION DEL MATERIAL	
CAPITULO V .....	119
ANTEPROYECTO DE UNA LINEA DE PRODUCCION.	
CONCLUSIONES .....	153
BIBLIOGRAFIA .....	155

## C A P I T U L O I

### GENERALIDADES

#### a) Introducción:

Desde el inicio del uso de los sistemas de energía eléctrica a fines de siglo pasado, debido a su importancia y a su empleo cada vez más generalizado, la tecnología para controlar y manejar adecuadamente la energía eléctrica se ha desarrollado en forma permanente.

En la actualidad se cuenta con diferentes dispositivos que nos permiten utilizar la energía eléctrica en la industria de una manera confiable y segura, dentro de estos dispositivos electromecánicos tenemos los conmutadores de control de accionamiento manual que por su utilización en el manejo adecuado de la energía eléctrica en la industria constituye un interesante tema de estudio cuya importancia radica en la necesidad de incorporar a la industria nacional del ramo eléctrico la fabricación de elementos que actualmente se -

importan, como es el caso particular de nuestra materia de estudio sobre los conmutadores eléctricos.

Se pretende recabar la información necesaria acerca de los conmutadores de control de accionamiento manual, de su funcionamiento y construcción, de manera que refuerce los conocimientos que permitan un análisis adecuado para obtener un nuevo diseño que sea técnico y económicamente competitivo.

b) El conmutador eléctrico:

Un conmutador eléctrico es un dispositivo electromecánico que tiene como función la de cortar o establecer la conexión de energía eléctrica a un circuito eléctrico bajo carga utilizándose así para transferir la alimentación de la carga cada vez que se requiera.

c) Descripción del conmutador:

Los conmutadores que se tratan son de accionamiento manual, de polos múltiples que varían según el tipo y necesidades del usuario, existen diferentes modelos pero sus características de construcción físicas son similares, a continuación se tiene una descripción generalizada de los elementos básicos que los forman.

El conmutador es accionado físicamente por el operario por medio de una manija fabricada de material aislante comúnmente baquelita con el fin de proteger al usuario contra -

posibles descargas eléctricas que pudieran presentarse.

Inmediatamente después de la manija se presenta una placa frontal con los datos descriptivos con los cuales el --operario podrá saber en qué posición se encuentra el conmutador, es fabricada en metal y por lo general sirve como elemento de fijación cuando se monta en tableros, pupitres, etc. o donde se instale, algunas veces va cubierto por una película transparente.

En el interior del conmutador constituyendo un mecanismo que llamaremos mecanismos posicionador, existe un grupo de levas, las cuales varían en cantidad dependiendo del diseño propio del fabricante, pues algunos conmutadores presentan un complicado sistema de levas y otros tan sólo una leva combinada con una placa especial para cumplir con precisión las funciones requeridas para dar las condiciones de apertura o -cierre, dependiendo del diseño, las levas son metálicas o de material aislante pero en ambos casos son resistentes a las -fricciones.

Se tienen en todos los conmutadores dos tipos de --contactos a partir de su posición que guardan en el funcionamiento del conmutador se les denomina fijos o móviles; en el caso de los contactos fijos, estos permanecen estáticos cuando se manipula el conmutador, por lo que serán los contactos móviles los que al moverse cierran o abran el circuito, están dispuestos sobre una sola placa rectangular o bien alrededor

del cuerpo del conmutador dependiendo del diseño; los contactos móviles van montados sobre un eje central o vástago que es el medio transmisor del movimiento, son siempre fabricados de una aleación de cobre plateado, debido a sus buenas características de conductividad eléctrica, maneabilidad y costo, además suelen ir recubiertos por una película de plata que ayuda a mejorar las condiciones de contacto.

Cada par de contactos debe estar adecuadamente aislado por lo que el conmutador cuenta con unos elementos que se denominan separadores dieléctricos cuya función es impedir la formación de pequeños arcos eléctricos debidos a las corrientes de fuga que se presentan al maniobrar el conmutador y que pueden dañar seriamente el mecanismo, los separadores son fabricados de material aislante, baquelita, policloruro de vinilo (P.V.C.), etc., la forma de estos separadores es diversa, dependiendo del diseño de cada fabricante para dar una adecuada protección de aislamiento.

Como última parte importante común en todos estos conmutadores de este tipo está el vástago que es por así decirlo el eje principal, pues atraviesa por el centro del conmutador de extremo a extremo, además como ya se dijo anteriormente sobre él van montados los contactos móviles y además los separadores dieléctricos así como algunos otros elementos, el vástago actúa como el transmisor del movimiento en el conmutador y permite dar las diferentes posiciones requeridas, la longitud del vástago varía en cada diseño, así como tam-

bién la sección transversal pudiendo ser cuadrada, circular, etc.

El material del que esté hecho debe tener una gran resistencia a los esfuerzos mecánicos, tanto de tensión como de torsión debido a que va a ser sometido a ellos continuamente y no debe sufrir deformaciones pues provocaría un funcionamiento anormal del conmutador.

Además de las partes anteriormente mencionadas cada uno de los conmutadores de este tipo cuentan con una serie de elementos auxiliares, tales como: tornillos, arandelas, placas de protección, resortes, etc. que conforman adecuadamente su ensamblado.

#### d) Operación del conmutador:

Como ya se dijo anteriormente el conmutador tratado es un dispositivo electromecánico de accionamiento manual que en general consiste de un mecanismo móvil y de un número determinado de elementos de maniobra, iguales entre sí, variable según el programa de maniobras, la forma de funcionar el conmutador es el siguiente:

Cuando el operador acciona el conmutador, manipulando para esto la manija, entra en movimiento directamente el vástago el que hace a su vez funcionar el sistema de levas, además de mover los elementos que sobre él vayan montados, teniendo como consecuencia que los elementos de contacto que se



deseen abrir o cerrar realicen su función respectiva, el movimiento del vástago es rotatorio y dependiendo del tipo tendrá movimientos de 15°, 30°, 60°, etc.

Los conmutadores pueden montarse en tableros, pupitres de control en baja tensión, pueden utilizarse para conectar y desconectar circuitos de control de alumbrado, motores, aparatos de calefacción, etc., también se usan para arrancar y maniobrar motores de corriente trifásica, maniobra con seguridad de servicio motores de corriente trifásica de arranque pesado, sirven además para conectar circuitos principales y de control de corriente alterna, con intensidad de corrientes permanentes altas.

A continuación, por considerarlo necesario y de gran importancia se anexan en este capítulo las normas que sobre los conmutadores de control manual ha editado la Comisión Internacional de Electrotécnica (I.E.C.)

## P R O L O G O

Estas recomendaciones fueron preparadas por el Sub-Comité 17B, de switcheo de bajo voltaje y control de mando, de la Comisión Internacional de Electrotecnica (I.E.C.), Comité Técnico No. 17, de switcheo y control de mando.

El trabajo fue comenzado durante la presentación -- del Sub-Comité en Nueva Delhi en 1960, cuando les fueron entregados a los Secretarios una primera introducción de una revista redactada.

El siguiente documento fue examinado durante la reunión en Bucarest en 1962, donde se decidió como límite del -- trabajo, en un primer paso, las definiciones, la nomenclatura y los requerimientos generales.

Las siguientes redacciones fueron examinadas durante las reuniones en Bergamo en 1963, en Praga en 1964, en To-

kio en 1965, en París en 1967 y en Bruselas en 1968.

Como resultado de esta última reunión, la redacción final fue presentada al Comité Nacional en donde fueron aprobadas dichas normas seis meses después en el mes de mayo de -- 1969.

Los siguientes países votaron explícitamente en favor de la publicación:

Africa del Sur	Irán
Alemania	Islandia
Australia	Israel
Austria	Italia
Bélgica	Normandia
Canadá	Noruega
Dinamarca	Polonia
E.E.U.U.	Suiza
Francia	Turquía
Hungría	U.R.S.S.
Inglaterra	Yugoeslavia

## NORMAS PARA CONMUTADORES

(1969)

### NORMA I

#### REQUERIMIENTOS GENERALES

##### 1.) General.

##### 1.1) Alcance:

Esta recomendación es aplicada a conmutadores mecánicos para ser instalados en control de circuitos, de circuitos auxiliares o de control. Estos servicios son propuestos para ejecutar la conmutación de operaciones únicamente e incluye conmutadores de micro-vacío.

Esta recomendación se aplica solo a servicios, el tipo de aislamiento de voltaje, el cual no exceda de 1000 --- volts de corriente alterna (a una frecuencia que no excede de 1000 Hz) o 1200 volts de corriente directa.

##### 1.2) Objetivo:

El objetivo de esta recomendación es el siguiente:

1) Las características del conmutador de control en

particular con referencia a el elemento de contacto y el actuador.

2) Requerimientos eléctricos y mecánicos a ser satisfechos por los conmutadores de control con respecto a:

- a) Los varios deberes a ser realizados.
- b) El significado de el tipo de características en el mercado.
- c) Las pruebas que verifiquen el tipo de características.

## NORMA II

2.) Definiciones.

2.1) Definiciones básicas.

2.1.1.) Conmutador de control.

Un servicio de conmutación mecánica que sirve a los propósitos de operación de control, o para conmutación o control incluyendo señalización, intercambio eléctrico, etc.

2.1.2) Estación de control.

Un montaje de uno o más conmutadores de control fijados sobre el mismo panel o localizados en el mismo gabinete o enclaustramiento.

2.1.3) Elementos de contacto (de un conmutador de control).

Todas las partes estructurales, fijas y móviles, -- conductoras y aislantes, de un conmutador de control necesaria para abrir y cerrar una sola parte conductora de un circuito.

2.1.4) Sistema actuante (de un conmutador de control).

Toda operación media de un conmutador de control, -- el cual transmite la fuerza actuante a el elemento de contacto.

2.1.5) Actuador.

La parte del sistema actuante a la cual es aplicada una fuerza externa.

2.1.6) Vacío de contactos.

El total de claros entre los contactos, o alguna -- parte conductora conectada ahí, de un polo de un conmutador de control en la posición abierta.

2.2) Definiciones concernientes a operaciones.

2.2.1) Operación (de un actuador a un elemento de contacto).

La transferencia de una posición a una posición ad-

junta.

2.2.1.1) Operación de actuación.

La operación de un actuador.

2.2.1.2) Operación de conmutación (de un elemento de contacto).

La transferencia de un elemento de contacto de una posición abierta a una posición cerrada y viceversa.

2.2.2) Ciclo de operación.

Acordando según, el ciclo de operación de un actuador o de un elemento de contacto es considerado, la distinción es hecha entre el ciclo de actuación y el ciclo de conmutación, es la siguiente:

2.2.2.1) Ciclo de actuación (de un actuador).

Una sucesión de operaciones, comenzando en una posición, prosiguiendo sin embargo a todas las otras posiciones y finalizando en la posición inicial, de tal manera que un mínimo número de operaciones sea requerido.

2.2.2.2) Ciclo de interrupción (de un elemento de contacto).

Una posición de cierre seguido por una apertura o viceversa.

2.2.3) Secuencia de operación.

Una sucesión de operaciones específicas con intervalos de tiempo específicos.

2.2.4) Recorrido.

El desplazamiento (translación o rotación) de un punto sobre un elemento en movimiento.

2.2.5) Fuerza actuante (o momento).

La fuerza (o momento) aplicada en el actuador necesaria para completar la operación intentada.

2.2.6) Fuerza restauradora (o momento).

Es la fuerza provista para restaurar un actuador o un elemento de contacto a su posición inicial.

2.3) Definiciones concernientes a los elementos de contacto.

2.3.1) Elemento de contacto abierto (normalmente abierto)

Un elemento de contacto el cual cierra la conducción cuando el conmutador de control es accionado.

2.3.2) Elemento de interrupción (normalmente cerrado).

Un elemento de contacto que abre la conducción cuando



do el conmutador de control es accionado.

2.3.3) Elemento de contacto para una sola interrupción.

Un elemento de contacto que abre la conducción de sus circuitos en una sola localización.

2.3.4) Elemento de contacto para doble interrupción.

Un elemento de contacto que abre la conducción de sus circuitos en una sola localización.

2.3.4) Elemento de contacto para doble interrupción.

Un elemento de contacto que abre la conducción de sus circuitos en dos posiciones, en serie.

2.3.5) Cambio sobre los elementos de contacto.

Una combinación de elementos de contacto que incluye un elemento para cierre y otro para apertura.

2.3.6) Pulso (transitorio) del elemento de contacto.

Un elemento de contacto el cual abre (o cierra) una parte de un circuito, para una parte del recorrido durante la transición de una posición a otra.

2.3.7) Separación eléctrica de los elementos de contacto.

Afectados los elementos de contacto del mismo conmutador de control, por un adecuado aislamiento de uno a otro, pueden ser conectados ellos mismos en un circuito separado -- eléctricamente.

#### 2.3.8) Elemento de contacto de acción instantánea.

Un elemento de contacto en el cual la velocidad de movimiento es substancialmente independiente de la velocidad del sistema actuante.

#### 2.4) Métodos de accionamiento de los conmutadores de control.

##### 2.4.1) Conmutador de control manual.

Un conmutador de control propuesto para ser actuado por la fuerza humana.

##### 2.4.2) Conmutador de control operado electromagnéticamente.

Un Conmutador de control operado electromagnéticamente.

### NORMA III

#### 3.) Clasificación.

##### 3.1) Conmutadores de control.

Los conmutadores de control son generalmente clasificados por la nomenclatura definida en la Norma II y por el

tipo de cualidades de los elementos de contacto según la cláusula 4.2.

#### NORMA IV

#### 4.) Características.

##### 4.1) Operación en servicio.

##### 4.1.1) Condiciones de uso.

La principal aplicación de un conmutador de control es la conmutación de electroimanes, otras aplicaciones son: conmutación de lámparas de filamento de tungsteno, pequeños motores, etc; esto se menciona en la cláusula 4.2.5.

##### 4.1.1.1) Condiciones normales de uso.

El uso de un conmutador de control es el cierre, -- manteniendo abiertos los circuitos, el cual contiene un electroimán, el circuito magnético de el cual es abierto, en el tiempo cuando la corriente es hecha circular y cerrado cuando la corriente es interrumpida.

##### 4.1.1.2) Condiciones anormales de uso.

Las condiciones anormales pueden aparecer cuando en un electroimán altamente energizado es roto al cerrar.

##### 4.2) Rango de cantidades para elementos de contacto.

Las cantidades de rango eléctrico para los elemen--

tos de un conmutador de control son establecidos de acuerdo con la cláusula 4.2.1 a la 4.2.5 pero éstas no son necesarias para establecer toda la lista de cantidades.

#### 4.2.1) Tipo de voltaje (de un elemento de contacto).

Un elemento de contacto es definido por el siguiente tipo de voltaje.

##### 4.2.1.1) Rango de voltaje de aislación.

El valor de voltaje " $U_1$ " asignado por el fabricante para el elemento de contacto es designado por la prueba dieléctrica, espaciadores y separadores aislantes y distancias que son requeridas. A menos que se especifique de otro modo, el tipo de voltaje aislado, es el valor máximo del tipo de voltaje operando en el elemento de contacto.

##### 4.2.1.2) Rango de voltaje de operación.

Un valor de voltaje " $U_e$ " es asignado por el fabricante en combinación con un rango de operación de corriente, determina la aplicación del elemento de contacto en el cual la utilización es referida a la categoría. Para circuitos polifásicos, " $U_e$ " es expuesto como el voltaje raíz del valor medio cuadrático o root-mean-square (r.m.s.) o valor eficaz.

#### 4.2.2) Rango de corriente (de un elemento de contacto).

Un elemento de contacto está definido por el si----

guiente rango de corrientes.

#### 4.2.2.1) Rango de corriente termal.

El valor " $I_{th}$ " de corriente asignada por el fabricante y limitada por la elevación de la temperatura que especifica la cláusula 7.4.

#### 4.2.2.2) Rango operacional de corriente.

Un valor de corriente " $I_a$ " que determinado por la aplicación de los elementos de contacto es asignado por el fabricante y tomado dentro de la importancia del rango operacional de voltaje, el rango de la frecuencia demandada, la utilización de la categoría y donde se aplica la resistencia eléctrica.

#### 4.2.3) Rango de frecuencia de demanda (de los elementos de contacto).

La demanda de frecuencia por un conmutador de control es designada por otras características y cantidades correspondientes.

#### 4.2.4) Categorías utilizadas.

Están dadas en la Tabla 1 y se consideran standard dentro de esta recomendación. Cada categoría es caracterizada por el valor convencional para abrir y cerrar, como se especifica en la Tabla 2, corresponden en un principio a las aplicaciones dadas en la Tabla 1.

## CATEGORIAS UTILIZADAS

CLASE DE CORRIENTE	CATEGORIA	APLICACION TIPICA
Corriente alterna	C.A.-11	Control de corriente alterna electromagnética.
Corriente directa	C.D.-11	Control de corriente directa electromagnético.

TABLA I

CONDICIONES PARA LA PRODUCCION Y ROMPIMIENTO CORRESPONDIENTE A LA CATEGORIA  
USADA

CLASE DE CORRIENTE	CATEGORIA	CONDICIONES NORMALES DE USO		CONDICIONES ANORMALES DE USO	
		CIERRE	APERTURA	CIERRE	APERTURA
Corriente alterna	AC-11	$I U \cos$	$I U_r \cos$	$I U \cos$	$I U_r \cos$
		$10 I_e U_e 0.7^1)$	$I_e U_e 0.4^1)$	$11 I_e U_i 1)$	$11 I_e U_e 1)$
Corriente directa	DC-11	$I U L/R$	$I U_r L/R$	$I U L/R$	$I U_r L/R$
		$I_e U_e^3)$	$I_e U_e^3)$	$1.1 I_e U_e^3)$	$1.1 I_e U_e^3)$

$I_e$  : rango de corriente operacional

$U_e$  : rango de voltaje operacional

$U_r$  : voltaje de restablecimiento

$I$  : corriente que debe existir al abrir

$U$  : voltaje anterior producido

TABLA 2

#### 4.3) Resistencia mecánica.

Con respecto a la resistencia de desgaste mecánico en el conmutador de control es caracterizada por el número de ciclos de operaciones sin flujo de corriente, que puede presentar sin tener una falla mecánica.

El número standard de ciclos de operación sin carga está dado en la primera columna de la Tabla 3.

CLASIFICACION DE LA RESISTENCIA MECANICA (Ciclos de operación en millones sin carga)	NUMERO DE CICLOS DE OPERACION CON CARGA POR HORA. (Ver cláusula 8.3.2.2a)
0.01	12
0.03	12
0.1	12
0.3	30
1	120
3	300
10	1200
30	3600
100	12000

TABLA 3



#### 4.4) Resistencia eléctrica.

La resistencia eléctrica es expresada por un número de ciclos de operación sin carga, depende tanto de las operaciones eléctricas y mecánicas. Para los casos donde estas condiciones puedan ser especificadas, la resistencia eléctrica podrá ser incluida.

#### 4.5) Frecuencia de los ciclos de operación con carga.

La frecuencia máxima con carga en un ciclo de operación, está dada en la segunda columna de la tabla 3.

#### 4.6) Separación eléctrica de los elementos de contacto.

El fabricante establecerá si los elementos de contacto de un conmutador de control están separados eléctricamente o no.

### NORMA V

#### 5.) Nombre de placa

##### 5.1) Marcas

Las marcas serán las siguientes:

- a) El nombre del fabricante o una marca por la cual pueda ser identificado.
- b) Un tipo de designación o un número seriado que -

haga posible obtener información relevante concerniente a los elementos de contacto (o al conmutador de control entero), de el fabricante o de su catálogo. Si el espacio lo permite a esta recomendación se adiciona una o más de las siguientes marcas:

- c) El tipo de voltaje aislado
- d) El tipo de corriente térmica
- e) La categoría utilizada (indicada como: A.C.-11 - y/o D.C.-11).
- f) Una o más marcas determinadas de las características de operación y, si es posible, la correspondiente resistencia eléctrica; por ejemplo:  
250 volts - 5 amperes - 5 millones.

#### 5.2) Información adicional.

La información adicional necesaria para ciertos conmutadores de control, aparecerá de acuerdo a mandos relevantes de la sección apropiada. Tal información podrá estar de la forma de un diagrama de alambrado, que es reemplazado por un conmutador de control.

### NORMA VI

#### 6) Condiciones normales de servicio.

Los conmutadores de control complementados con esta recomendación deberán ser capaces de operar bajo las siguientes

tes condiciones estándar.

Sea que las condiciones de servicio de estas especificaciones dadas, el uso de un conmutador de control estará - sujeto al acuerdo entre el fabricante y el usuario, la información es dada en el catálogo del fabricante pero puede ser - constituido bajo un acuerdo.

#### 6.1) Temperatura del medio ambiente.

La temperatura del medio ambiente no debe exceder - de + 40°C y sus promedios bajo un período de 24 horas no debe - rá exceder de + 35°C, el límite bajo del medio ambiente será de - 5°C.

#### 6.2) Altura.

La altura del sitio para la instalación no debe de exceder de 2 000 metros (6 600 ft).

#### 6.3) Condiciones atmosféricas.

El aire no deberá contener excesivos de polvo o gases corrosivos y su humedad relativa no excederá de 50% de la temperatura máxima de - 40°C. La humedad relativa alta podrá ser permitida en bajas temperaturas, por ejemplo 90% en ----- + 20°C. Esta consideración está dada para moderar la condensación que puede ocurrir ocasionalmente debido a variaciones de temperatura.

#### 6.4) Condiciones de instalación.

Los conmutadores de control podrán ser instalados de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

### NORMA VII

#### 7.) Condiciones normales para construcción.

##### 7.1) Terminales.

Las terminales permitirán que las dimensiones de los conductores sean compatibles con los valores del rango de corriente a ser conectados por medios seguros con un confiable y eficiente contacto. Las terminales no permiten que los conductores puedan ser desplazados por ellos mismos de una manera nociva a la operación sobre el aislador.

##### 7.2) Grados de protección provistos para cercados.

Las recomendaciones concernientes para los grados de protección provistos para cercados se encuentran en IEC publicación 144, grados de protección para cercados para bajo voltaje, conmutadores e inspección.

##### 7.3) Elevación de temperatura.

Ninguna parte del conmutador de control conseguirá una temperatura a la cual pueda causarse daño así mismo o a las partes adyacentes, cuando el conmutador de control es instalado y operado de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

te en particular la elevación de temperatura de las terminales no excederá de los 70°C cuando sea probado bajo condiciones convencionales como se especifica en la cláusula 8.1.1.

#### 7.4) Condiciones de operación.

Los detalles mecánicos para la operación de un conmutador de control son repartidas en las secciones relevantes.

### NORMA VIII

#### 8.) Pruebas sobre elementos de contacto.

Las pruebas para verificar las características de los elementos de contacto de los conmutadores de control comprenden:

- Pruebas tipo (8.1)
- Pruebas de rutina (8.2)
- Pruebas especiales (8.3)

Las pruebas son normalmente llevadas a cabo fuera de los conmutadores completos.

#### 8.0) Cantidades de prueba.

Las pruebas podrán ser representadas con valores establecidos por el fabricante de acuerdo a la tabla 2, obviamente los valores medidos podrán diferir de estos valores, esperando errores de medida, tendremos las siguientes tolerancias:

- Corriente, voltaje  $\pm$  5%
- Factor de potencia  $\pm$  0.05.
- Constante de tiempo  $\pm$  15%

#### 8.1) Pruebas tipo.

Las pruebas tipo son esencialmente pruebas para determinar las características de los elementos de contacto, -- ejecutadas por el fabricante sobre muestras representativas, éstas pruebas comprenden:

- a) Pruebas de temperatura (8.1.1):
- b) Pruebas dieléctricas (8.1.2)
- c) Pruebas de ejecución de conmutación (8.1.3).

##### 8.1.1) Pruebas de elevación de temperatura.

Las pruebas son realizadas fuera del conmutador con nuevos y completos elementos de contacto, todos los elementos del conmutador de control podrán ser probados y todos los elementos de contacto deberán ser simultáneamente cerrados, deberán ser probados consecutivamente, sin embargo, los elementos de contacto que forman una parte integral de un sistema actuador de tal forma que los contactos que no pueden moverse en la posición de cierre son excluidos de esta prueba. La prueba es llevada afuera, con el rango de la corriente térmica a través de los elementos de contacto con un tiempo suficiente para alcanzar el equilibrio térmico de las partes conductoras - de servicio usual indicadas por el fabricante contra choques

indebidos de calor externo. Esto es permitido antes de empezar las pruebas, operando al conmutador en poco tiempo con o sin carga. Las conexiones serán a un solo centro aislador de policloruro de vinilo (P.V.C.), cables de cobre o alambres -- con áreas de sección dadas en la tabla 4.

Dependiendo sobre algo más de corriente para lo --- cual el conmutador es designado, la prueba podrá ser llevada fuera de corriente directa (C.D.) o con una sola fase de corriente, todos los elementos de contacto serán simultáneamente cerrados cuando sea apropiado, la conexión estará al aire libre y espaciada no menor que la distancia existente entre las terminales.

La mínima longitud de cada conexión temporal de determinada terminal podrá ser de un metro.

#### 8.1.1) Temperatura del medio ambiente.

La temperatura ambiente es medida por un termómetro de acoplamiento o con un termómetro con un elemento sensible al calor, a la altura de los elementos de contacto y cerca de 25 cm. aproximadamente.

El termómetro de acoplamiento deberá ser protegido contra choques y radiaciones anormales de calor.

#### 8.1.1.2) Medida de temperatura.

La temperatura (o elevación de temperatura) de las

diferentes partes es medida por medio de termómetros acoplados e instalados al lado si es posible del punto en cuestión y dentro de un buen contacto termal con la parte o con un método equivalente.

Condiciones para las secciones transversales de conductores de cobre correspondientes al rango de corriente termal.

SECCION TRANSVERSAL EXPRESADA EN MILIMETROS CUADRADOS.

Rango del tipo de corriente termal	0	7.9	15.9
A			
1)	7.9	15.9	22
S(mm <sup>2</sup> )	1	1.5	2.5
Valores del tipo de corriente termal		8	16
A	6	10	
2)		12	20

SECCION TRANSVERSAL EXPRESADA EN AWG (TABLA DADA COMO GUIA)

Rango del tipo de corriente termal	0	11	18
A			
1)	11	18	25
AWG	16	14	12
Valores del tipo de corriente termal		12	20
A	8		
2)		16	25

TABLA 4



### 8.1.2) Pruebas dieléctricas.

#### 8.1.2.1) Aplicación de las pruebas de voltaje.

El conmutador de control bajo prueba estará nuevo, limpio y en condiciones secas. La prueba es llevada afuera - bajo condiciones aproximadas de servicio actual por ejemplo - con conductores agregados, la superficie externa de todas las partes aislantes semejantes tocadas en servicio, estarán haciendo la conducción fielmente medida por una lámina metálica.

El conmutador de control deberá ser capaz de resistir la prueba de voltaje aplicada para un minuto como sigue:

- a) Entre las partes vivas de los elementos de contacto y las partes del conmutador aterrizadas.
- b) Entre las partes vivas de los elementos de contacto y las partes del conmutador que probablemente pueden ser probadas en servicio, conduciendo por una lámina metálica.
- c) Entre las partes vivas pertenecientes a los separadores eléctricos de los elementos de contacto.

#### 8.1.2.2) Valor de la prueba de voltaje.

Un valor prácticamente sinusoidal de frecuencia de poder es aplicada de acuerdo a: a), b), c), de la cláusula -- 8.1.2.1 es aprobada, el valor eficaz o root-mean-square (rms) de la prueba de voltaje está dado en la tabla 5.

CLASE DE CORRIENTE	RANGO DE VOLTAJE DE AISLAMIENTO $U_1$	PRUEBA DIELECTRICA DE VOLTAJE
	RANGO V	(A.C.) (r.m.s.) V
A.C. y D.C.	$U_1 \leq 60$	1 000
	$60 < U_1 \leq 300$	2 000
	$300 < U_1 \leq 660$	2 500
	$660 < U_1 \leq 800$	3 000
	$800 < U_1 \leq 1000$	3 500
SOLAMENTE D.C.	$1\ 000 < U_1 \leq 1200$	3 500

TABLA 5

### 8.1.3) Pruebas de ejecución de conmutación.

#### 8.1.3.1) General.

Las pruebas de ejecución de conmutación son llevadas para verificar que el conmutador de control es capaz de abrir y cerrar una corriente operacional en un voltaje operacional bajo condiciones anormales de uso especificado por sus categorías utilizadas en la tabla 2, probando la ejecución de conmutación que es limitada en estas condiciones.

El conmutador que es montado en servicio y el medio montado también como las terminales de un elemento de contacto fijado por el fabricante estando separados eléctricamente desde uno, bajo prueba, será conectado al circuito de prueba, como se ve en la figura 1:

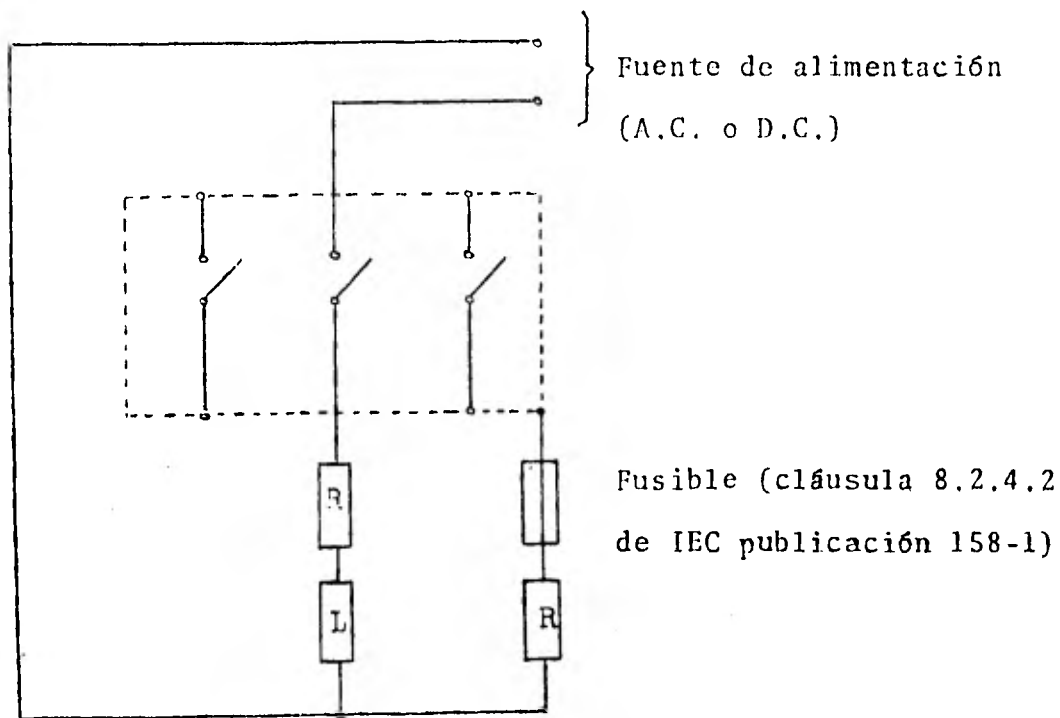


Figura 1.- Circuito de prueba.

Quando un conmutador de control tiene algunos elementos de contacto idénticos, solamente uno de ellos necesita ser probado y éste será uno de los más probables a flamearse sobre el armazón de elementos adyacentes. No obstante en el caso de dos elementos de contacto cercanos (o vecinos) dados por el fabricante, que estén separados eléctricamente la prueba de conmutación deberá ser llevada fuera sobre los elementos simultáneamente, en la figura 2 siguiente se ve el uso. - El conmutador abrirá y cerrará a los valores especificados:

- En caso de corriente alterna (A.C.); 50 tiempos sucesivos.
- En caso de corriente directa (D.C.); 20 tiempos sucesivos.

Este circuito de prueba está descrito en la cláusula 8.1.3.2.

El intervalo de tiempo entre dos ciclos de conmutación sucesivos estará entre 5 y 10 segundos. La duración de la corriente deberá ser aproximadamente 0.5 segundos, pero es tará limitada por un calentamiento excesivo de los contactos.

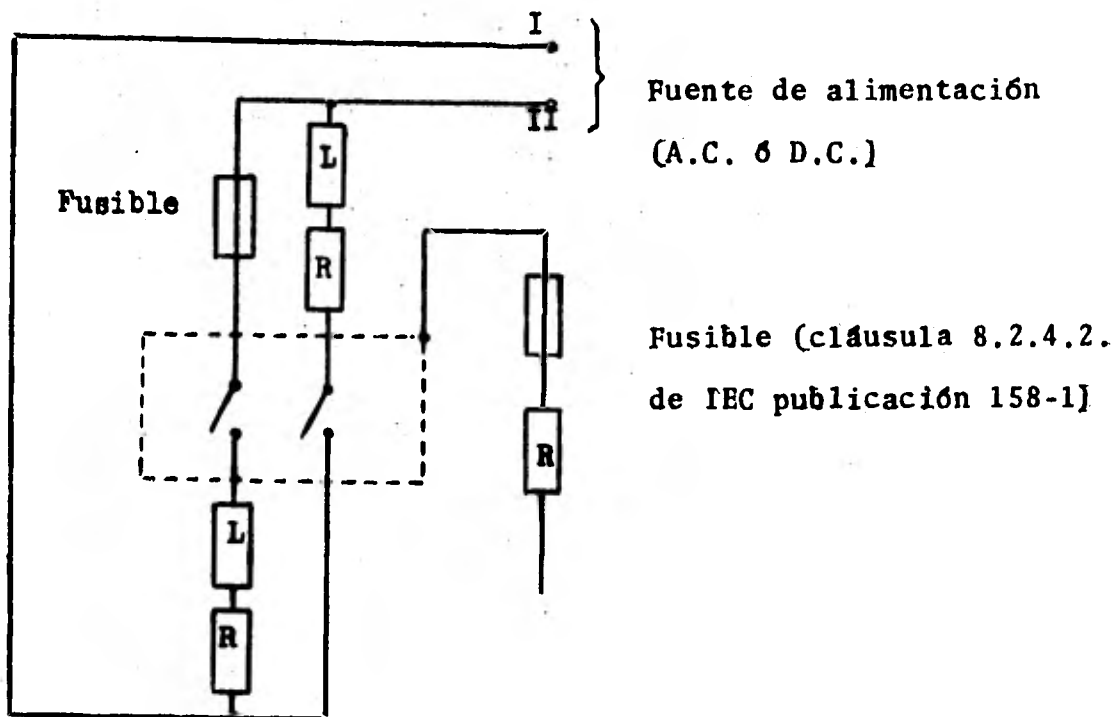


Figura 2.- Circuito de prueba.

### 8.1.3.2) Circuitos de prueba.

En orden para obtener resultados de prueba comparables, la siguiente convención de circuitos de prueba será usada:

#### a) Para pruebas de corriente alterna (A.C.)

El circuito que se usará consiste en un inductor de núcleo de aire en serie con una resistencia, teniendo un factor de potencia (F.P.) de 0.7. El circuito de prueba es conectado al lado de la carga del elemento de contacto y que no se dé el caso de que la impedancia de la fuente exceda 10% del total de impedancia.

#### b) Para pruebas de corriente directa (D.C.).

El circuito usado consiste en un núcleo de aire conectado en serie con un resistor simulando, debido a la humedad la corriente de Eddy (llamadas también corrientes de Foucault, con corrientes circulares que se inducen en un material por un campo magnético variable, estas corrientes son indeseables, pues generan calor y representan una pérdida de energía). El valor de resistencia está tomado al 1% de la corriente de prueba que pasará a través del resistor la misma inducción y resistencia de la fuente pueden ser tomadas en cuenta cuando se determine la constante de tiempo de la prueba del circuito.

#### 8.1.3.3) Prueba durante la operación mecánica.

Después que la velocidad de movimiento de contacto, así como la frecuencia de operación puede influir en la habilidad de abrir y cerrar algunos elementos de contacto, deberán ser operados de una manera semejante y estrecha si es posible intentando las condiciones de uso, el método de operación será mencionado en el reporte de la prueba.

#### 8.1.3.4) Resultados que se obtienen.

De acuerdo a las pruebas de la cláusula 8.1.3.1 llevadas para demostrar que los elementos de contacto bajo las condiciones de operación dadas, efectuadas de manera razonable, sin soldadura autógena, arco prolongado o un otro signo de desgracia. Estas pruebas no se realizan, dada una indicación de resistencia eléctrica o contactos calientes.

#### 8.2) Pruebas de rutina.

Son generalmente limitadas a la inspección mecánica y a la verificación de operación mecánica. En ciertos casos la supervisión es complementada por una prueba dieléctrica.

Cuando se realiza la prueba dieléctrica afuera como se acordó en la cláusula 8.1.2, con las siguientes recomendaciones; la duración de voltaje mínima requerida es reducida a cerca de 1 g. y la lámina de metal y las terminales externas son innecesarias.

### 8.3) Pruebas especiales.

Estas pruebas son sujetas en acuerdo, entre el fabricante y el usuario.

#### 8.3.1) Pruebas de resistencia mecánica.

Los detalles de estas pruebas son dados como necesarios.

#### 8.3.2) Pruebas de resistencia eléctrica.

##### 8.3.2.1) Detalles de operación.

El orden para obtener resultados de pruebas comparables, de las siguientes pruebas de circuitos convencionales, deberá usarse.

Cuando hay probabilidad de que existan depósitos de materiales conductores o descomposición de materiales aislantes entre los elementos de contacto adjuntos separados eléctricamente. Estos elementos serán probados simultáneamente - (para pruebas de corriente alterna, ver la figura 2, donde en cada sección, el inductor L y la resistencia R estará reemplazada por el circuito de prueba dibujado en la figura I ó en la figura II que sea apropiado).

a) Para pruebas de corriente alterna (A.C.).

El circuito usado será el dibujado en la figura I siguiente incluyendo:

- Un circuito cerrado, que consiste de un núcleo de aire inductor, en serie con un resistor, tomando un factor de potencia (F.P.) de 0.7 y dibujando una corriente de  $10 I_e$ .
- Un circuito cerrado, que consiste de un núcleo de aire inductor, en serie con un resistor, esta sección estará en paralelo con un resistor que tendrá un flujo aproximado del 3% de la corriente  $I_e$  del circuito abierto, donde el total del factor de potencia (F.P.) será de 0.4. Si el elemento de contacto tuvo un rechazo en un tiempo menor de 3 micro-segundos y la prueba deberá ser hecha con el circuito simplificado, dibujado en la figura II.

b) Para pruebas de corriente directa (D.C.).

El circuito usado será el circuito de prueba dado en la cláusula 8.1.3.2.

8.3.2.2) Procedimiento de la prueba.

Los requerimientos siguientes serán aplicados siempre que sea posible.

- a) Frecuencia de ciclos de operación y factor de carga.

La frecuencia de los ciclos de operación será indi-



cada por el fabricante, pero al menos lo que se da en la tabla 3, de acuerdo al número de ciclos de operación será llevado a cabo. La duración de corriente no será mayor del 50% y no menor del 10% de la duración de un ciclo de operación, si el circuito de prueba dibujado en la figura I es usado, la duración de corriente en 10 tiempos,  $I_e$  no deberá causar recalentamiento.

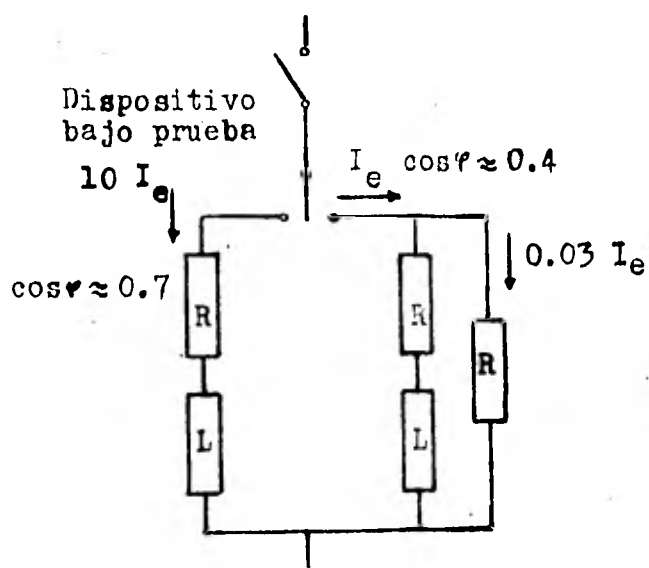


Figura I.

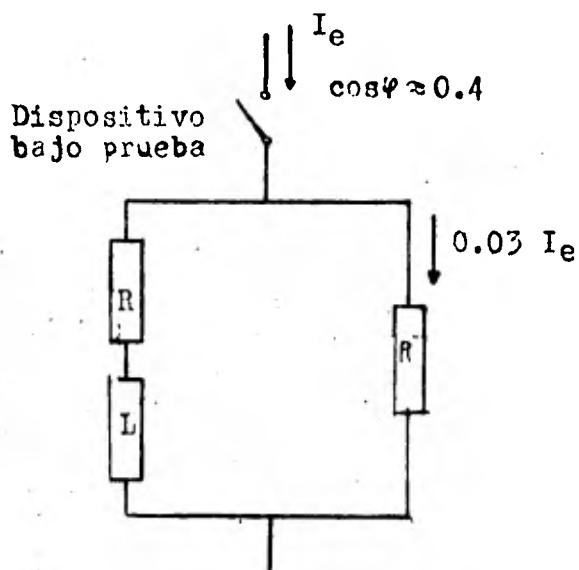


Figura II

b) Rapidez de movimiento (actuación).

Para un servicio de operación manual la rapidez de actuación será condicionada a las condiciones del servicio actual lo más fielmente posible.

c) Criterio del peor caso.

Un elemento de contacto puede presentar las siguientes fallas:

- Contactos soldados.
- Ocurre un arco prolongado
- Las fallas marcan la corriente.
- Las fallas abren el circuito.
- Ocurre el flamazo con los elementos de contacto adjuntos o vecinos.

#### 8.3.2.3) Resultados obtenidos.

Durante la prueba los elementos de contacto no serán llevados a cabo con el criterio del peor caso indicado en 8.3.2.2.c.

Más el último, en el final de la prueba, los elementos de contacto deberán ser capaces de resistir las pruebas, dieléctricas establecidas en la cláusula 8.1.2.1.

## C A P I T U L O   I I

### ALTERNATIVAS Y SELECCION DEL DISEÑO DEL CON- MUTADOR.

Este capítulo está avocado al análisis de los conmutadores manuales de control eléctrico desarrollados en la industria; advirtiéndolo desde luego que no se trata de un estudio que comprenda a todos los conmutadores que de este tipo existan en el mercado nacional, pero sí, de los más representativos a los que se ha tenido acceso.

En base a estos modelos se tendrán diferentes alternativas de diseño, se expondrán así mismo sus características tanto mecánicas como eléctricas referidas a los datos técnicos, los cuales proporcionarán el criterio adecuado para seleccionar y complementar las mejores cualidades de cada uno de ellos, dando la pauta a seguir en el diseño del nuevo conmutador.

Con esto no se quiere decir que el diseño contendrá todas las ventajas de los modelos que sean analizados y nin--

guna de sus desventajas, ya que esto desde luego no sería posible, pero sí tratar de acoplar el máximo de cualidades con el mínimo de desventajas, para así poder obtener una fabricación eficiente y económica del nuevo conmutador tomando en -- consideración la tecnología aplicable en nuestro país.

Para efectuar el nuevo diseño se procederá a analizar a cada uno de los modelos que se proponen como representativos de todos los de este tipo, se realizará primero una descripción general de las partes que los constituyen, así como de su forma y material como se presentan, se darán también -- los datos técnicos de sus características mecánicas y eléctricas, haciendo la aclaración que estos datos han sido obtenidos a partir de los manuales del fabricante en base a las diversas pruebas a que ellos han sometido su equipo (según las normas de su control de calidad interno, pero cumpliendo con las normas que rigen a estos aparatos), además se dará una -- identificación a los modelos que se analizan, conforme a un orden alfabético, sin considerar el nombre de la marca comercial que los produce.

## MODELO A

Presenta un accionador de manija, de material aislante (baquelita), con una pequeña marca para saber la posición en que se encuentra, la figura II-1A nos la muestra.

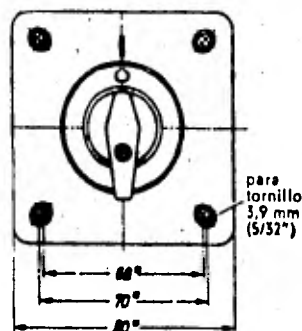


Figura II-1A.- Accionador de manija.

Después de la manija el modelo presenta un mecanismo de engatillamiento que le da las posiciones requeridas para -- accionar un número determinado de elementos de maniobra.

El número de elementos de maniobra es variable, pero son idénticos en todo caso, un elemento de maniobra está formado por:

- a) Contactos
- b) Juego de levas
- c) Estructura de baquelita.
- d) Terminales

Las figuras II-2A, II-3A, muestran lo anterior:

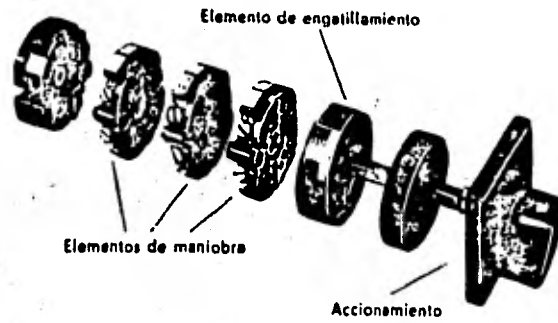


Figura II-2A.- Conmutador en general

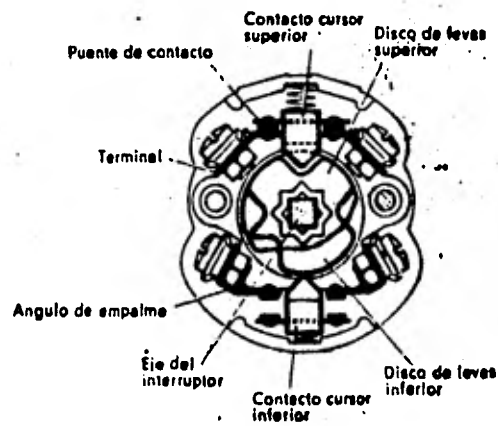


Figura II-3A.- Elemento de maniobra

Como puede observarse el mecanismo de maniobra (figura II-3A) es bastante elaborado, la estructura de baquelita es una placa moldeada, diseñada para poder alojar los contactos y permitir además el funcionamiento adecuado del juego de levas, conteniendo a los lados dos orificios por donde pasarán los tornillos de sujeción.

El mecanismo de levas está formado por dos levas de diseño diferente, de material sintético de alta resistencia mecánica, con centro perforado en estrella para montarse en el vástago, las levas en movimiento producen la apertura o cierre de los contactos, estos a su vez se encuentran formados por contactos fijos y móviles, los fijos van sujetos a la estructura de baquelita y en un extremo sujetan unos tornillos que sirven para conectar los conductores, los contactos móviles se encuentran montados sobre un seguidor o cursor que obedece el movimiento del juego de levas, siendo estabilizado por un muelle, la flecha o vástago es de material ferroso, de área seccional cuadrangular, con trabajo de acabado en ambos extremos, que permiten acoplar las placas inicial y final respectivamente.

Presenta por la conexión de los conductores empalmes del tipo enchufable con una arandela elástica, tal como se muestra en la figura II-4A siguiente:

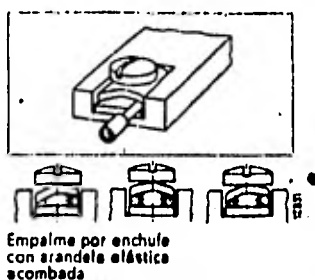


Figura II-4A.- Empalme por enchufe.

El modelo A presenta las siguientes versiones:

1.- Con placa frontal de fundición con las siguientes características:

1.1.- Protección contra:

- a) Golpes
- b) Contactos involuntarios.
- c) Cuerpos pequeños.
- d) Salpicaduras de agua en sentido vertical e inclinado hasta los  $30^\circ$  sobre la línea horizontal.

2.- Con placa frontal de material aislante.

2.1.- Protección contra:

- a) Contactos involuntarios.
- b) Cuerpos pequeños sólidos
- c) No tiene protección contra el agua.



3.- En caja de fundición (con conexión adecuada de tubo conduit).

3.1.- Protección contra:

- a) Contactos involuntarios.
- b) Depósitos de polvo perjudiciales en el interior.
- c) Inundaciones de agua en todas direcciones.

Los datos técnicos de este modelo son los siguientes:

- Puede trabajarse con corriente alterna (C.A.) o corriente continua (C.D.)
- Tensión nominal de aislamiento:  
Corriente alterna (C.A.) (60 Hz)  
660 Volts  
Corriente Directa (C.D.)  
660 Volts
- Frecuencia de maniobra máxima admisible:  
500 Maniobras/Hora (M/h).
- Intensidad de corriente permanente:  
De 25 a 30 amperes.
- Corriente nominal de servicio:  
De 16 a 25 amperes.
- Vida útil de los contactos:  
Un millón de operaciones (abriendo el interrup--

tor con la intensidad de corriente nominal de -- corriente nominal de servicio admisible).

-- Vida útil mecánica:

Cinco millones de maniobras.

De el análisis llevado a cabo se obtuvieron las siguientes ventajas y desventajas.

#### VENTAJAS

- 1.- Protección contra agua, polvo, golpes, etc.
- 2.- Facilidad de aumentar el número de secciones de contacto.
- 3.- Mecanismo posicionador simple.
- 4.- Presenta buen aislamiento entre las secciones de contacto.
- 5.- De acuerdo a los datos técnicos se ve que la vida útil tanto mecánica como eléctrica es buena.

#### DESVENTAJAS

- 1.- Complejidad de las estructuras de las secciones de contacto,
- 2.- Fragilidad de los elementos de contacto.

## MODELO B

Este modelo tiene un solo tipo de accionador en varios colores de el llamado tipo manija de material aislante (baquelita), la figura II-1B muestra dicho elemento:

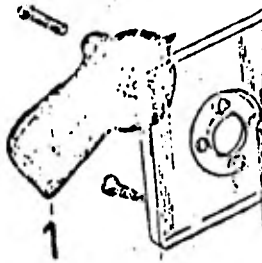


Figura II-1B.- Accionador de manija.

El conmutador es del tipo tambor compacto, se encuentra constituido primeramente por la manija, una flecha de accionamiento o vástago, de material aislante, de forma cilíndrica y de una sola pieza, presenta en la parte media una expansión que lleva un engrane del mismo material, sujetándose a la manija por medio de una clema de sujeción junto con un anillo limitador, un tornillo que penetra por la parte central de la manija sirve para mantener en su lugar a estos elementos evitando que se salgan.

A continuación se tiene la caja del mecanismo posicionador, denominado así debido a que define las posiciones de los contactos, es de material aislante, de forma cilíndrica en el interior tiene varias cavidades en donde va colocado

lo que en sí es el mecanismo posicionador, este mecanismo es formado por un engrane de plástico, el cual cuenta con un orificio en la parte central astriado, dentro de esta caja existen cuatro cavidades colocadas en su periferia a  $90^\circ$  una con respecto a otra, en ellas van colocados los opresores de material plástico, colocados cada uno en las cavidades, estos permiten un libre juego de deslizamiento tanto hacia arriba como hacia abajo por medio de una muelle que se encuentra colocada en la parte posterior de cada uno de los opresores.

Al accionar la manija el vástago mueve el engrane que se encuentra acoplado a él haciendo subir a los opresores hasta que logren librar el diente del engrane, para volver a posarse en el siguiente valle, con esta acción se han modificado las posiciones de los contactos.

La caja del mecanismo posicionador no es de una sola pieza, ya que tiene una tapa que la protege en uno de los lados para evitar que se salgan algunas de las piezas alojadas ahí.

Posteriormente se encuentran las secciones de contactos, son de forma exagonal, de material aislante (baquelita o policloruro de vinilo (P.V.C.)), el número de ellas puede variar de acuerdo a las necesidades que se tengan, de una sola pieza, su forma presenta también cavidades en su interior, pero a diferencia del mecanismo posicionador las tiene distribuidas a  $120^\circ$ , una con respecto a otra, en ellas van a ir coloca-

dos los contactos, los cuales van a ser accionados por medio - de un juego de levas colocadas en la parte central de estas es - tructuras, las levas son de material aislante (baquelita o po - licloruro de vinilo (P.V.C.)), tienen un estriado en la parte - central el que sirve para poderse acoplar al vástago, para per - mitir la apertura y cierre de los diversos contactos.

Los contactos son de cobre recubiertos con un baño - electrolítico de plata, con el fin de que se tenga mayor con - ductividad entre ellos. Las secciones de los contactos van a acoplarse una con otra quedando así protegidos sus mecanismos internos evitando con esto que se vaya a tener el problema de que alguna pieza se salga de su sitio y provoque un mal funcio - namiento del aparato, estas secciones tienen otras funciones - como son:

- a) Sostener los contactos.
- b) Darle resistencia y cuerpo al conmutador.
- c) Servir de separadores entre los contactos.

A continuación se muestra al conmutador con sus dife - rentes piezas en la figura II-2B:

Vista en Explosión de un  
conmutador

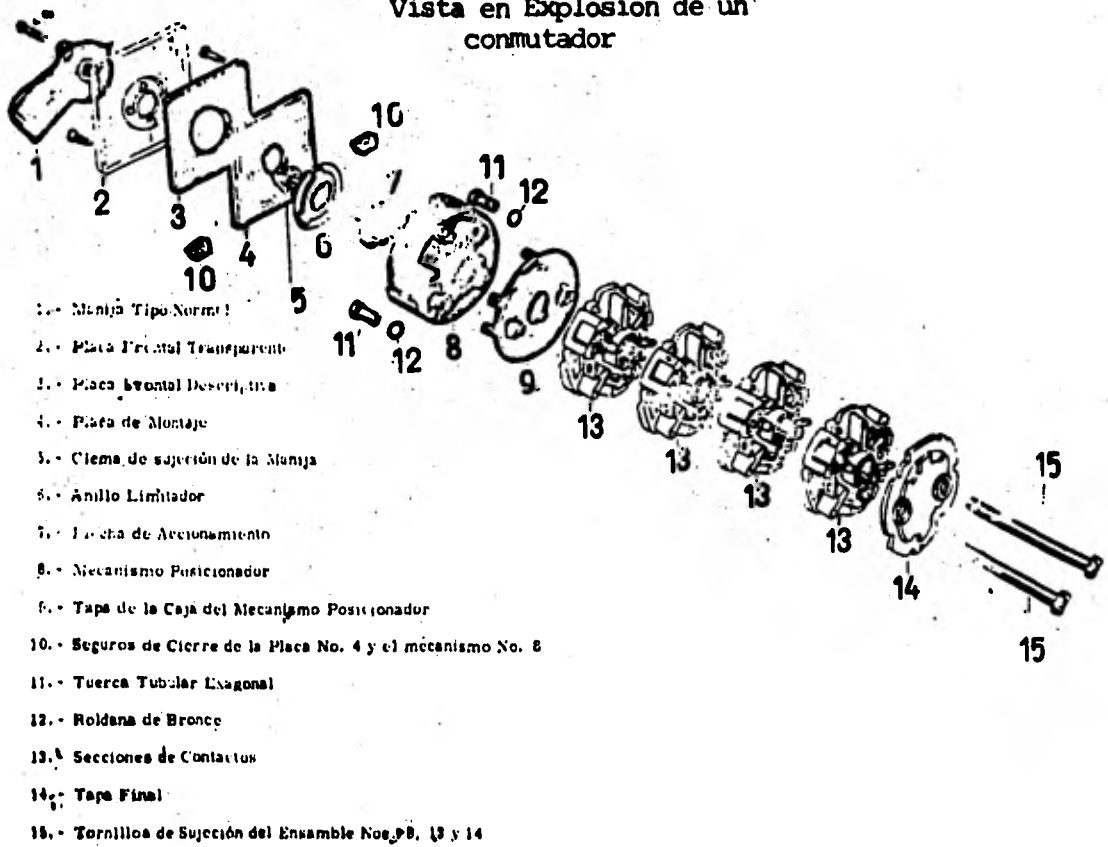


Figura II-2B.- Vista en explosión del modelo B.

La última sección de contactos va a llevar una placa llamada tapa final que es la que va a dar la protección a esta sección, todas las secciones tienen un par de orificios a cada lado, los cuales le van a servir para colocar un tornillo de sujeción, el que va desde la parte final hasta la parte del mecanismo posicionador en donde va a acoplarse a una tuerca tubular de forma exagonal junto con una rondana metálica, con el fin de evitar una posible fractura de la caja del mecanismo posicionador.

Los datos técnicos de este modelo son:

-- Puede prestar servicio con:

Corriente alterna (C.A.) y corriente continua --  
(C.D.).

-- Corriente nominal:

30 amperes a 600 volts de corriente alterna.

-- Vida útil mecánica (con carga):

25 000 operaciones, 20 amperes, a 0.8 F.P. y 125  
volts C.A.

8 000 operaciones, a 250 volts de C.A.

5 000 operaciones, a 600 volts de C.A.

-- Vida útil mecánica (sin carga):

Medio millón de operaciones.

-- Vida útil eléctrica de contactos:

100 operaciones, 0.4 a 0.5 F.P. (Factor de Potencia), con 200% de corriente nominal a plena carga.

A continuación se proporcionan las ventajas y desventajas de este modelo.

#### VENTAJAS

- 1.- Capacidad de agregar más secciones de contacto.
- 2.- Aislamiento total entre las secciones de contacto.
- 3.- Vida útil mecánica y eléctrica del aparato buena.

#### DESVENTAJAS

- 1.- Mecanismo de maniobras complicado.
- 2.- Desprotección del aparato a golpes involuntarios.
- 3.- Estructuras del mecanismo posicionador y contactos demasiado elaborados.
- 4.- Fragilidad de los contactos.



MODELO C

El siguiente modelo por analizar presenta cinco tipos de manijas, con variedad de colores, de material aislante (baquelita) los cuales son:



Fig. II-1C.- Manija tipo pistola



Fig. II-2C.- Manija tipo bastón.



Fig. II-3C.- Manija tipo Elipse.



Fig. II-4C.- Manija tipo redonda acanalada



Fig. II-5C.- Manija tipo elongación octagonal.

En lo referente a la manera en que esta constituido el conmutador principia por un flecha o vástago de metal, de forma cilíndrica, tiene un acabado especial en cada extremo - se encuentra protegida por una funda de material aislante (baquelita), llamado tubo principal, es de forma cuadrada en la parte exterior y redondo en la parte central, en este tubo -- principal van a ir montados tanto el mecanismo posicionador - como los contactos móviles.

El mecanismo posicionador está formado por los elementos siguientes:

- 1) Dos levas
- 2) Un juego de brazos metálicos
- 3) Un seguidor
- 4) Un resorte

El cuerpo del conmutador es conformado por dos placas laterales y una superior todas de material aislante, las laterales van a ir sostenidas por una cubierta de metal colocado encima de la placa superior.

La figura II-6C, muestra este modelo en forma general en base a la ilustración se hace mención de cada una de las partes que lo forman:

- |                         |                             |
|-------------------------|-----------------------------|
| 1.- Flecha              | 13.- Terminal               |
| 2.- Tubo de la llave    | 14.- Brazo de soporte       |
| 3.- Broche              | 15.- Rodillo                |
| 4.- Leva                | 16.- Tope                   |
| 5.- Anillo              | 17.- Placa final            |
| 6.- Canal separador     | 18.- Placa frontal          |
| 7.- Contactos móviles   | 19.- Tornillo fijador       |
| 8.- Canal separador     | 20.- Cubierta superior      |
| 9.- Base aislante       | 21.- Tapa aislante superior |
| 10.- Soporte de la base | 22.- Tapa lateral           |
| 11.- Resorte helicoidal | 23.- Cuadrante de la placa  |
| 12.- Contactos fijos    | 24.- Placa de datos.        |

Todos estos elementos en conjunto le van a dar las posiciones requeridas, se tiene enseguida el mecanismo de los contactos móviles van a ir separados uno de otro por medio de una serie de espaciadores de material aislante (baquelita) en forma tubular, de igual sección transversal que los contactos y espaciadores es variable con cada versión.

Al final de todo este mecanismo existe un tope que junto con un broche colocado en la parte delantera del vástago evitará que los elementos ahí colocados pierdan su posición.

Por lo que se refiere a la parte de los contactos fijos, éstos son de metal hechos de una sola pieza con un remache en la parte superior que es en donde se va a efectuar el cierre de los contactos, estos contactos se encuentran separados de la base metálica por medio de una placa de baquelita llamada placa aislante, por aislar a los contactos de la base metálica. Los contactos fijos se encuentran fijados a la base por medio de un tornillo llamado terminal o conductor, recibe este nombre porque en él, van a ir las conexiones de los conductores.

Se cuenta además con dos placas de metal llamadas -- placas principales, una frontal y otra posterior, ambas presentan un orificio en donde van a ir el vástago, lo van a -- mantener en posición correcta y lo limitan en ambos extremos.

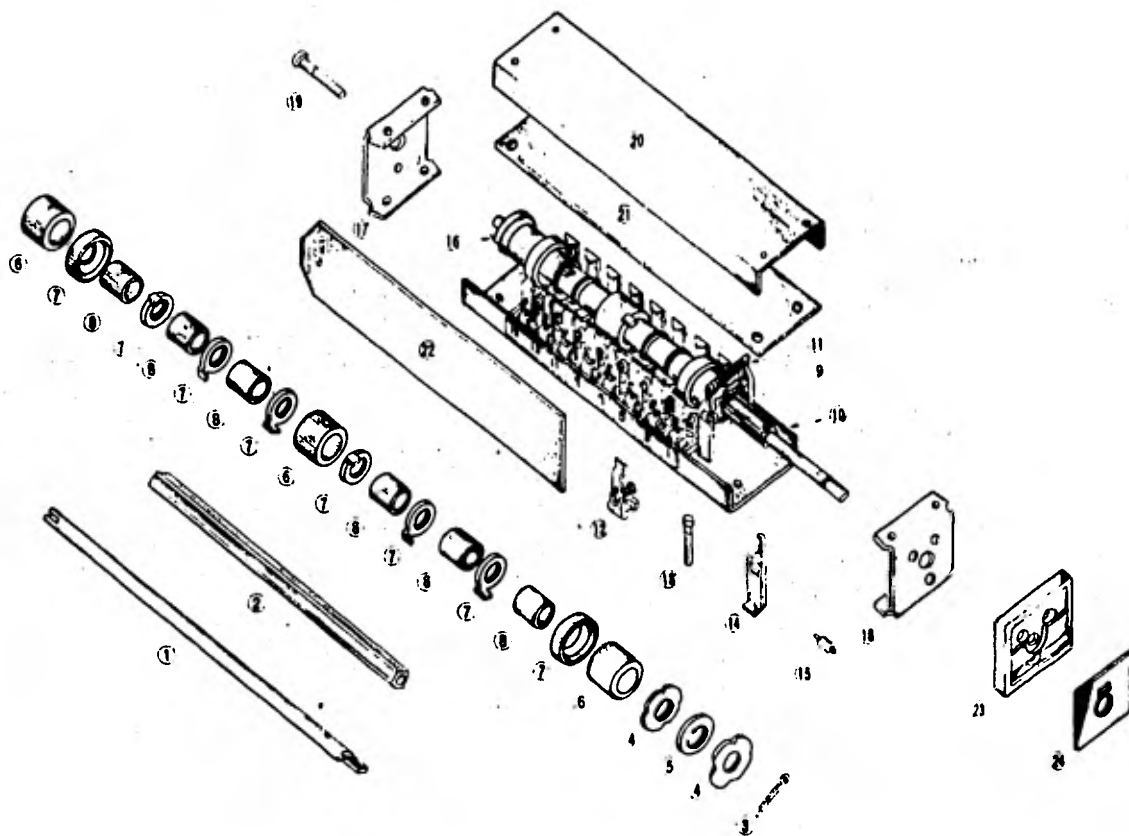


Fig. II-6C.- Vista en explosión del modelo C

Los datos técnicos que proporciona el fabricante --  
son los siguientes:

- Puede prestar servicio con:

Corriente Alterna (C.A.):	Corriente continua (C.D.)"
110 Volts 10 amperes	110 volts 2 amperes
220 volts 7.5 amperes	220 volts 1.5 amperes
450 volts 4 amperes	

- Vida útil eléctrica de contactos:  
Un millón de operaciones

- Vida útil mecánica (sin carga):  
Cinco millones de operaciones

A continuación se enuncian las ventajas y desventajas de este modelo.

#### V E N T A J A S

- 1.- Protección contra golpes involuntarios
- 2.- Facilidad de aumentar las secciones de contacto
- 3.- Mecanismo posicionador simple
- 4.- Buen aislamiento entre las secciones de contacto
- 5.- Vida útil mecánica y eléctrica del aparato buena,

#### D E S V E N T A J A S

- 1.- Estructuras de las secciones de contacto complejas
- 2.- Gran cantidad de piezas.

## M O D E L O D . . .

El modelo D utiliza accionador de empuñadura de bola, de material aislante sintético plástico, con una inserción metálica tubular en el extremo posterior, que sirve para darle resistencia mecánica, está fijada al vástago por medio de un tornillo, que atraviesa de lado a lado la sección metálica y vástago, tal como se observa en la figura II-1D, en la cual puede observarse que el vástago presenta trabajo de acabado en ambos extremos, además de dos ranuras circulares en las cuales se introducen rondanas de presión, que ajustan el cuerpo de contactos y separadores móviles que van montados en la sección cuadrangular del vástago.

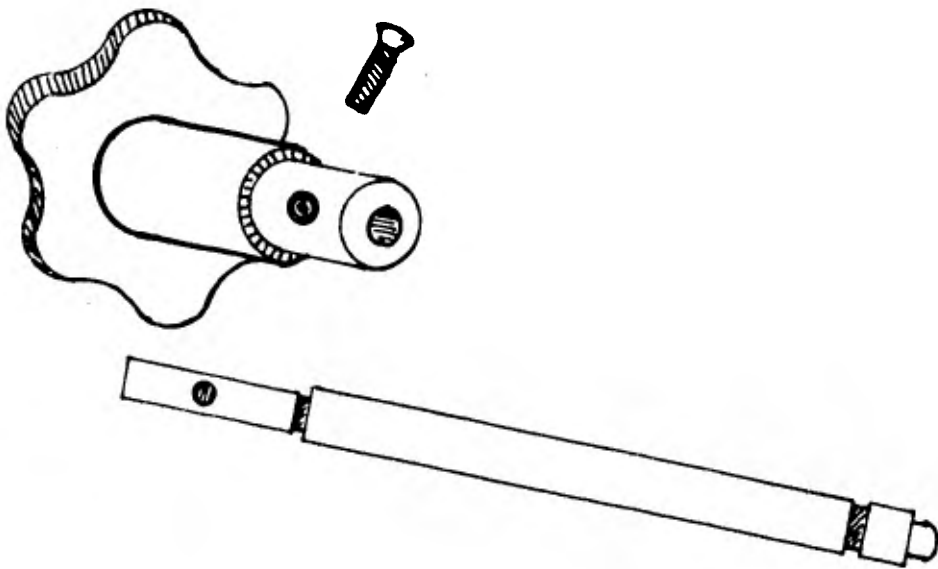


Figura ii-1D.- Manija de bola y vástago.

Este modelo consta de una sección de contactores fijos formados por los contactos, y una placa de baquelita, moldeada de tal manera que aloja en su interior a los contactos, - tal como se observa en la figura II-2D.

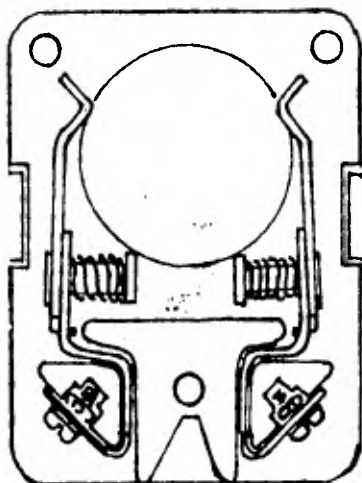


Fig. II-2D.- Sección de contactores.

La sección de contactores móviles va montada sobre el vástago y está formado por una serie de separadores de baquelita acoplables entre sí con los contactos, tal como se ve en la figura II-3D.

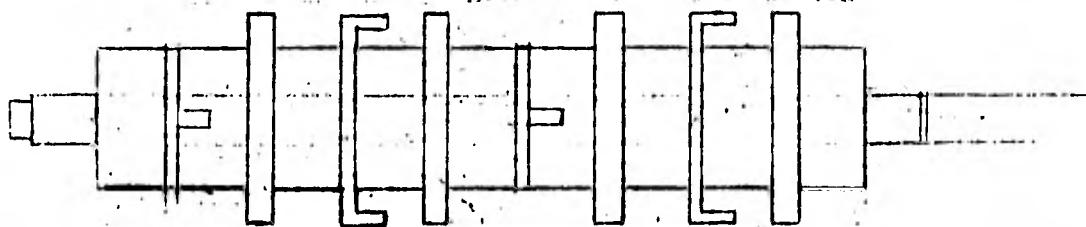


Figura II-3D.- Vástago, contactos móviles y separadores.



Los movimientos del conmutador son determinados por un mecanismo de leva y muelle, accionados directamente por el vástago. Contiene este modelo dos placas de acero laminado - en la parte anterior y posterior respectivamente, en ellas se apoya el vástago, además de tres tornillos largos que atraviesan el conmutador de extremo a extremo sujetando así las placas de baquelita de los contactores fijos y dándole firmeza - al cuerpo del conmutador.

Los conductores están acoplados directamente con -- los contactos fijos formando con ellos un solo cuerpo, como - se ve en la figura II-4D siguiente.

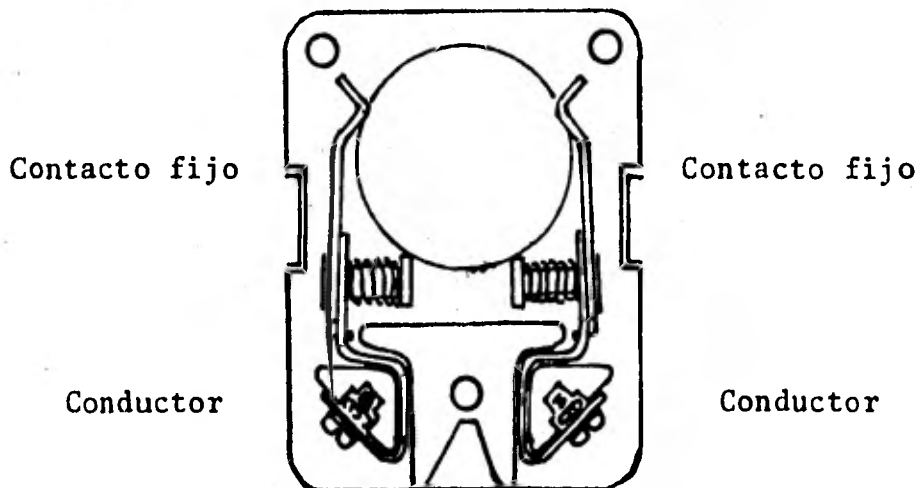


Figura II-4D.- Conductores y contactos fijos.

Los datos técnicos de este modelo son los siguientes:

- Presta servicio con:  
Corriente alterna (C.A.) y corriente continua --  
(C.D.).
- Corriente nominal:  
30 amperes a 600 volts de corriente alterna --  
(C.A.).
- Vida útil mecánica (con carga):  
8,000 operaciones a 250 volts de corriente alterna  
na (C.A.).  
5,000 operaciones a 600 volts de corriente alterna  
na (C.A.).
- Vida útil mecánica:  
Un millón de operaciones.
- Vida eléctrica de los contactos:  
1,000 operaciones, 0.4 a 0.5 F.P., con 100% de -  
corriente nominal a plena carga.

A continuación se proporcionan las ventajas y des--  
ventajas de este modelo:

## VENTAJAS

- 1.- Buen aislamiento entre las secciones de contactos.
- 2.- Robustes en los contactos.
- 3.- Mecanismo posicionador simple.
- 4.- Capacidad de agregar más secciones de contacto.
- 5.- Contactos robustos que soportan adecuadamente los arcos eléctricos involuntarios.

## DESVENTAJAS

- 1.- Falta de protección del aparato a golpes involuntarios.
- 2.- Secciones de contactos fijos demasiado elaboradas.
- 3.- Gran cantidad de elementos que conforman el aparato.

Analizados los modelos y obtenidas las ventajas y -  
desventajas de los mismos se ha considerado conveniente agru-  
par a los modelos junto con sus caracterfsticas para poder re-  
ferirse a cualquiera de ellos en un determinado momento y ver  
las caracterfsticas que posee en relación a las que muestran  
los otros modelos.

Estas caracterfsticas se muestran en la tabla II-1  
siguiente.

VENTAJAS GENERALES							
D E S V E N T A J A S G E N E R A L E S		Protec- ción con- tra; pol- vo, agua- golpes,-- etc.	Aumento-- de las -- secciones de contac- to	Mecanis- mo posi- cionador- simple	Buen ais- lamiento- entre --- secciones	Robustez en los - contac- tos a -- arcos in- volunta- rios	Vida --- útil me- cánica y eléctri- ca buena
	Mecanismo de manio- bras com- plicado	MODELO "A"	MODELO "A"	MODELO "A"	MODELO "A"		MODELO "A"
	Fragili- dad en el cuerpo -- del apar- to a gol- pes invo- luntarios		MODELO "B"		MODELO "B"		MODELO "B"
	Estructu- ras de -- las sec- ciones de contacto- complejas	MODELO "C"	MODELO "C"	MODELO "C"	MODELO "C"	MODELO "C"	MODELO "C"
	Gran can- tidad de elementos	MODELO "A"	MODELO "B"	MODELO "C"	MODELO "D"	MODELO "D"	MODELO "D"
	Fragili- dad de -- los con- tactos				MODELO "D"		
		MODELO "A"	MODELO "B"				

Tabla II-1.- Ventajas y desventajas generales de los modelos.

## C A P I T U L O    I I I

### NUEVO DISEÑO DE EL CONMUTADOR

En el capítulo anterior se han analizado diversos conmutadores de control que sirven como modelos para la creación de un nuevo diseño de un conmutador, durante el proceso de análisis se seleccionaron algunas de las partes que compondrán al diseño, a partir de una comparación de características técnicas como económicas de los modelos estudiados anteriormente, con el fin de tratar que el nuevo diseño reúna las mejores y el mayor número posible de ventajas de ellos, pero debido a que no será posible obtener la totalidad de ventajas de ellos será necesario modificar algunos de los componentes para poder acoplarlos adecuadamente, de manera que el diseño sea funcional, además de contar con la mayor simplicidad posible y que sea compatible con la calidad técnica requerida.

Dentro de la selección hay ciertas características que se consideran importantes y esenciales que el conmutador

debe contener para poder funcionar adecuadamente.

Primero el cuerpo del conmutador debe ser capaz de soportar los esfuerzos mecánicos a que va a ser sometido, la pieza que tiene que soportar la mayor parte de ellos es el vástago, ya que transmite la fuerza a las partes componentes móviles de el dispositivo, por lo que como primer estudio se considerará a el vástago.

Esta pieza tendrá que ser resistente a los esfuerzos mecánicos, dado que eléctricamente no trabaja, por lo cual se consideran dos opciones que son:

- 1.- Vástago metálico.
- 2.- Vástago no-metálico.

- 1.1.- Vástago metálico.

Es de material ferroso, generalmente acerado, presentando las cualidades mecánicas deseadas en alto grado, principalmente alta resistencia a los esfuerzos de torsión y deformaciones en su forma física, soportando adecuadamente las elevaciones de temperatura a que pueda ser sometido al funcionar el conmutador.

- 2.1.- Vástago no-metálico.

De materiales plásticos naturales y sintéticos o de una combinación de ambos es ahora posible utilizarse, pues la

tecnología moderna ha logrado obtener materiales de este tipo, con características de alta resistencia mecánica muy parecidas a la de los elementos metálicos.

El vástago no-metálico es capaz de soportar los esfuerzos a los que va a ser sometido al operar el conmutador, es desde luego menos pesado que un vástago metálico de igual volumen, ofrece la característica de ser un material aislante, de alta resistencia dieléctrica, que podría favorecer al diseño.

El costo promedio de un vástago metálico suele ser mayor que el de un vástago no-metálico, no obstante los dos tipos de vástagos tienen las características técnicas suficientes para ser utilizados en el nuevo diseño.

La conductividad eléctrica en los contactos es otro punto importante, ya que de esto dependerá el eficiente cierre de los circuitos, así las propiedades eléctricas del material empleado como de el diseño usado en la construcción de los contactos es básico.

De el análisis de los modelos en el capítulo II se ha visto que los contactos de presión ofrecen rapidez y seguridad tanto para la apertura como en el cierre de estos, los contruidos a base de cobre y recubiertos de una película de plata, presentan las características eléctricas óptimas deseadas.



En el conmutador eléctrico las partes que conducen fuerzas eléctricas deben de estar debidamente separadas y aisladas unas con otras, para evitar la formación de arcos y --- chisporroteos; los separadores deben ser diseñados correctamente, de un material aislante adecuado y con el tamaño apropiado para tener la mayor seguridad y el debido aislamiento que se requiere.

Los conmutadores en general cuentan con un mecanismo interior para su funcionamiento, este, denominado mecanismo posicionador, permite el cambio de posiciones de apertura y cierre de los contactos del conmutador.

Como se vió en el análisis de los modelos, este mecanismo se encuentra formado por un número de elementos variables dependiendo del diseño propio de cada modelo.

Existiendo una característica común en todos ellos y es que al menos usan una leva para su funcionamiento algunos hay incluso que utilizan varios diseños de levas diferentes, pero acopladas entre sí.

El mecanismo más sencillo es el que presenta una -- sola leva, lo cual lo hace más fácil de acoplar, y de costo -- económico.

## NUEVO DISEÑO

Siguiendo el criterio enunciado al inicio de este capítulo se ha obtenido finalmente el nuevo diseño del conmutador.

A continuación se tiene la descripción de cada una de los elementos que forman este diseño, cada parte comprende el esquema del mismo y una descripción, los esquemas de los elementos están a escala y con sus respectivas dimensiones.

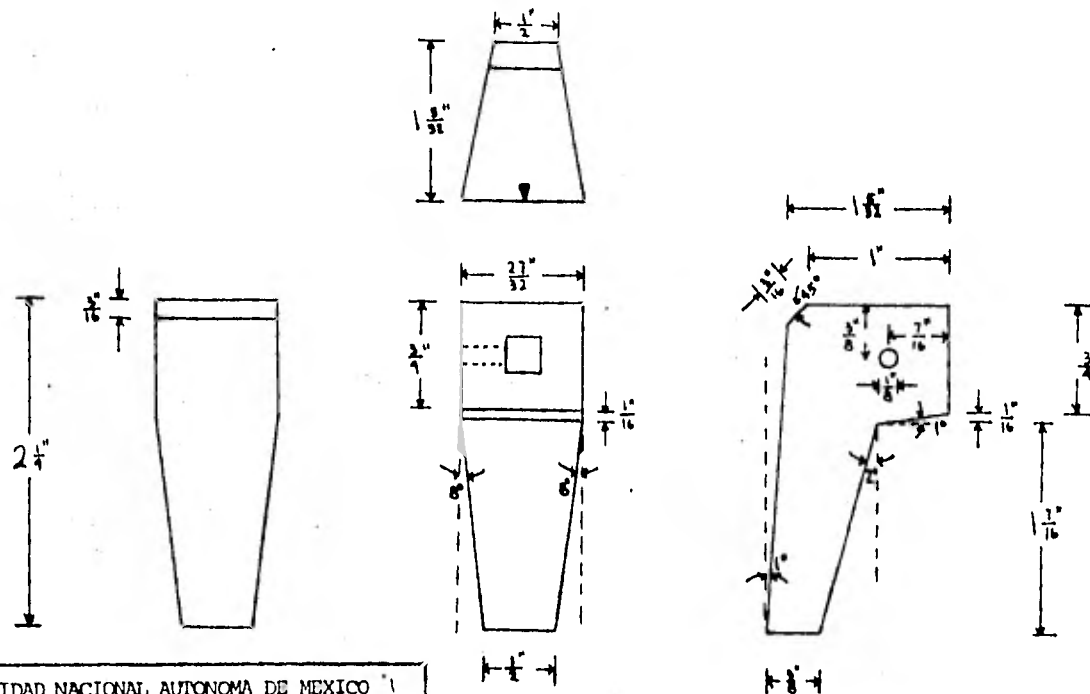
### 1.- MANIJA

Inicialmente la figura III-1 muestra esta pieza así como sus dimensiones, es de material aislante, del tipo pistola, de color oscuro, tiene la base perforada donde se acoplará con el vástago, va reforzado este lugar con un cople metálico, el cual presenta una perforación para poder fijar un tornillo al vástago.

### 2.- MECANISMO POSICIONADOR.

El mecanismo posicionador está constituido por:

- a) PLACA FRONTAL DELANTERA.
- b) LEVA
- c) BUJE
- d) ADITAMENTOS ESPECIALES.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	
FACULTAD DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
DISEÑO DE UN CONMUTADOR	
ESCALA 1:1	DIBUJO No. 1
ACOTACION: IN	MANIJA
1982	

#### a) PLACA FRONTAL DELANTERA.

La placa frontal delantera recibe el nombre también de placa frontal del mecanismo posicionador, es de un diseño especial, de forma rectangular, de una sola pieza, de material metálico, presenta seis orificios alineados en la superficie en forma circular, cuentan con un roscado de cuatro hilos, --- mientras que el orificio mayor al que rodean es liso.

Tanto los orificios de los dobleces laterales, así como los dos más pequeños de las salientes llevan roscado; el cuerpo de esta placa va a servir para alojar a la serie de aditamentos del mecanismo posicionador, en la figura III-2 puede observarse esta placa.

#### b) LEVA

Esta pieza se utiliza para marcar los pasos en el mecanismo posicionador al accionar el conmutador, permitiendo -- las diferentes posiciones. Una sección de un tercio del diámetro circular la compone un tope, tal y como se ve en la figura III-3, la pieza cuenta con un total de cuatro dientes con una separación radial entre ellos de  $30^\circ$ , es de metal y de una sola pieza.

#### c) BUJE

Sirve para reforzar a la leva contra los esfuerzos de torsión ejercidos por el vástago, es de material metálico,

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

DISEÑO DE UN CONMUTADOR

ESCALA 1:1

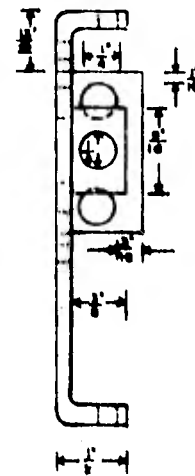
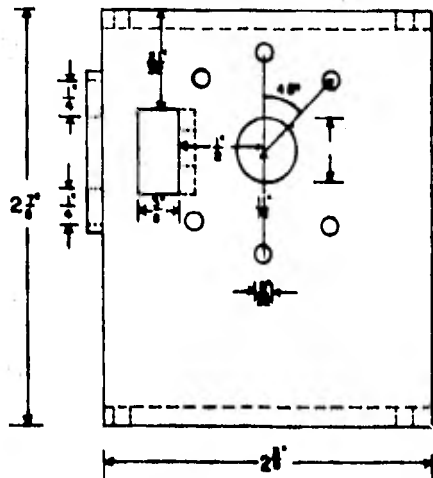
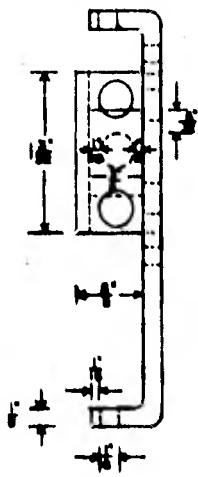
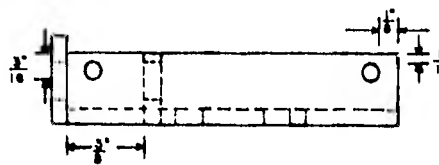
DIBUJO No. 2

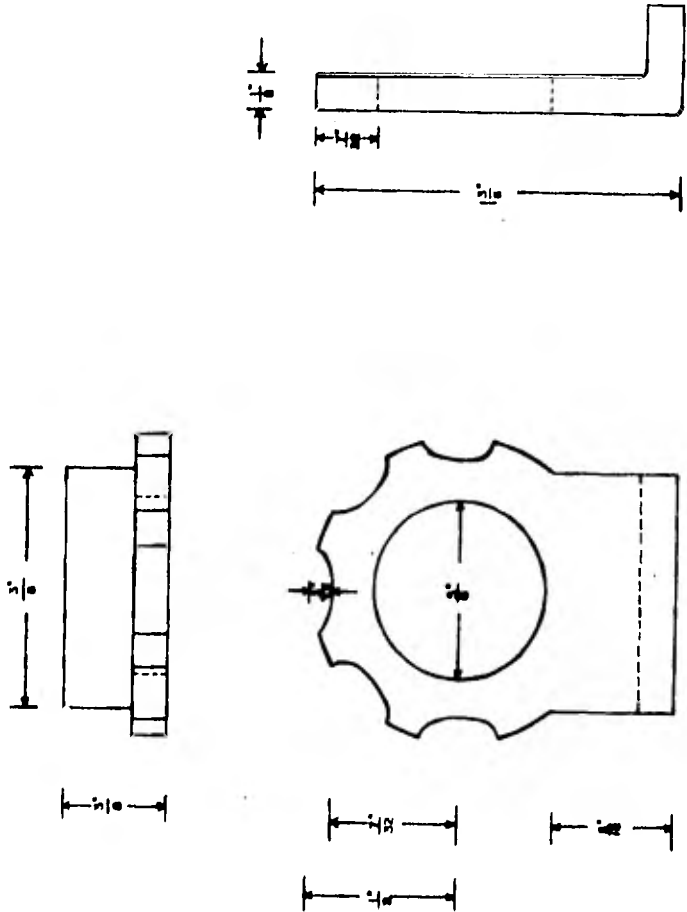
ACOTACION: IN

PLACA FRONTAL

1982

DELANTERA





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	
FACULTAD DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
DISEÑO DE UN CONMUTADOR	
ESCALA 2:1	DIBUJO No. 3
ACOTACION: IN	LEVA
1982	

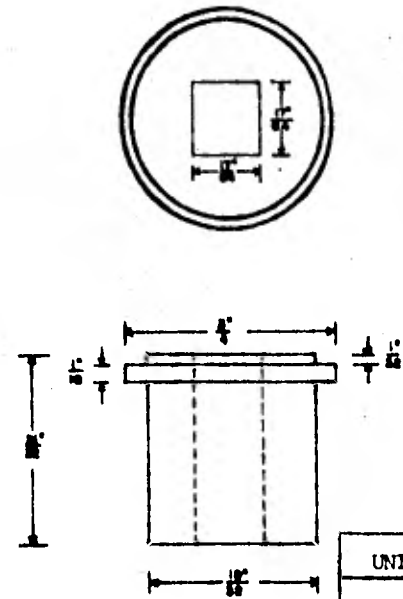
en la figura III-4 se puede apreciar el diseño del buje con sus medidas correspondientes.

La sección de diámetro menor se incrusta en la leva hasta el tope de diámetro mayor y en la perforación trasversal se introduce el vástago, el acoplamiento de el buje con la leva se muestra en la figura III-5.

#### d) ADITAMENTOS ESPECIALES.

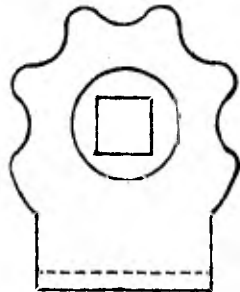
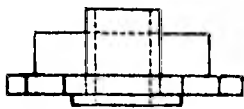
Estos elementos son en conjunto un grupo de seis, de material metálico todos, compuesto por dos opresores ranurados con una sección llana en la parte final, dos resortes con un promedio de doce giros, una pequeña placa, la cual tiene unas salientes y un punzonado en la parte central opuesta, una bola de metal macizo de superficie lisa.

La placa frontal delantera va a servir como base para acoplar a estos elementos, puesto que los opresores penetran en la lengüeta de la placa frontal, acoplándose en la parte final a el par de resortes, estos a su vez presionarán a la placa pequeña apoyándose en las salientes que presenta, mientras que a su vez contendrá a la bola de metal en el punzonado, la bola va a ser sostenida por la segunda lengüeta de la placa frontal impidiéndole que salga pero permitiendo que gire libremente.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	
FACULTAD DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
DISEÑO DE UN CONMUTADOR	
ESCALA 2:1	DIBUJO No. 4
ACOTACION: IN	BUJE
1982	





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	
FACULTAD DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
DISEÑO DE UN CONMUTADOR	
ESCALA: 1:1	DIBUJO No. 5
ACOTACION: 1N	ENSAMBLE DE
1982	LEVA Y BUJE

Cuando la leva, el buje y el vástago están acoplados este mecanismo dará el movimiento de apertura y cierre de los contactos, pudiéndose calibrar la presión de este mecanismo por medio de los opresores, la figura III-6 muestra las medidas de cada aditamento, mientras que la figura III-7 presenta la manera en que van colocados en la placa frontal para -- que finalmente en la figura III-8 se tenga al mecanismo ya -- ensamblado.

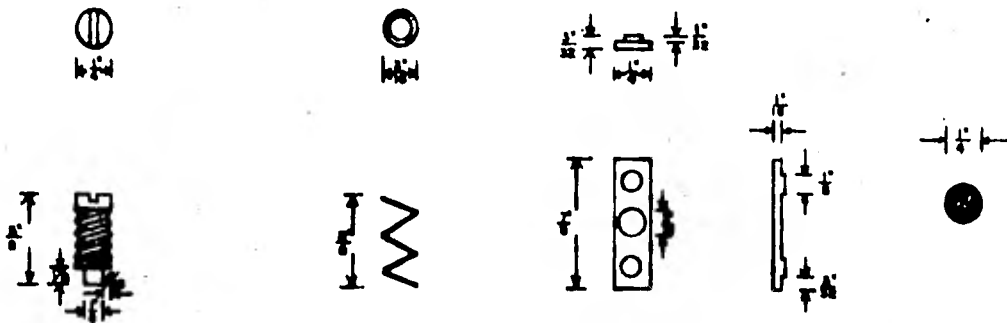
### 3.- VASTAGO.

De acuerdo a las dos opciones que se tenían se optó por seleccionar a el vástago no-metálico por considerar que -- las ventajas técnico-económicas que presenta son las adecuadas para el nuevo diseño, por lo que este vástago tiene las -- siguientes características:

Es una barra de sección transversal cuadrada, de material aislante, con acabado en los extremos, de gran resistencia mecánica a los esfuerzos y a las deformaciones, en la figura III-9 se muestra el diseño.

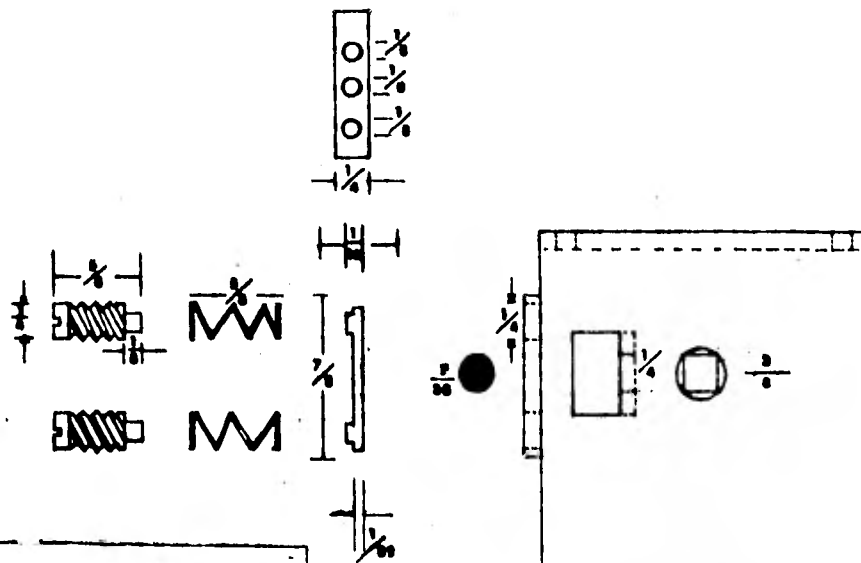
### 4.- CONTACTOS.

Observando las características que presentan los diferentes modelos en lo relacionado a los contactos, así de la manera como son activados, se decidió seleccionar aquellos -- contactos que fueran de fácil funcionamiento y operación, que

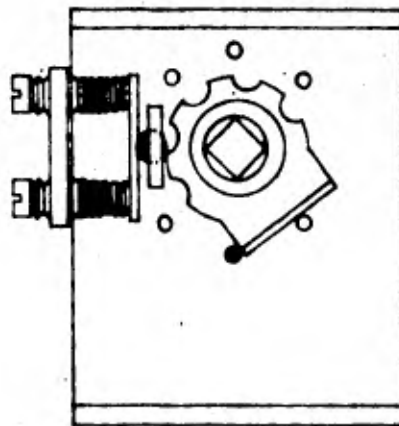


UNIVERSIDAD NACIONAL, AUTONOMA DE MEXICO	
FACULTAD DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
DISEÑO DE "M" CONMUTADOR	
ESCALA 1:1	DIBUJO No. 6
ACOTACION: IN	ELEMENTOS DEL
1982	MECANISMO POSICIONADOR.

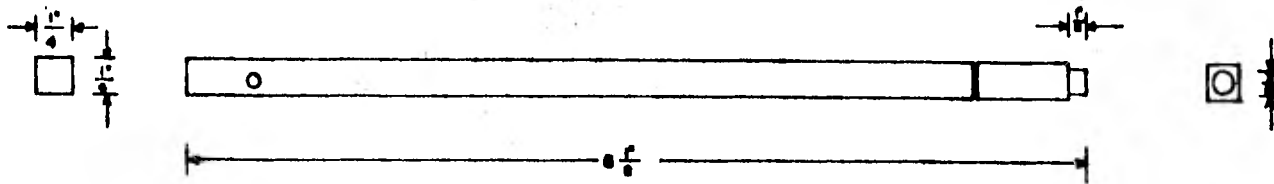
18



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	
FACULTAD DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
DISEÑO DE UN CONMUTADOR	
ESCALA 1:1	DIBUJO No. 7
ACOTACION: IN	DISPOSICION DE LOS ELEMENTOS
1982	



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	
FACULTAD DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
DISEÑO DE UJ CONMUTADOR	
ESCALA 1:1	DISEÑO No. 8
ACOTACION: IN	DETALLE DEL MECANISMO
1982	POSICIONADOR



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	
FACULTAD DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
DISEÑO DE UN CONMUTADOR	
ESCALA 1:1	DIBUJO No. 9
ACOTACION: IN	VASTAGO
1982	

puedan soportar los esfuerzos eléctricos lo mejor posible al abrirlos o cerrarlos.

Tomando como base lo anterior se tienen los dos tipos de contactos escogidos, ambos de metal de diferente forma y tamaño y con un mismo acabado:

1.- CONTACTOS I (MOVILES).

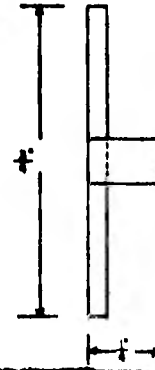
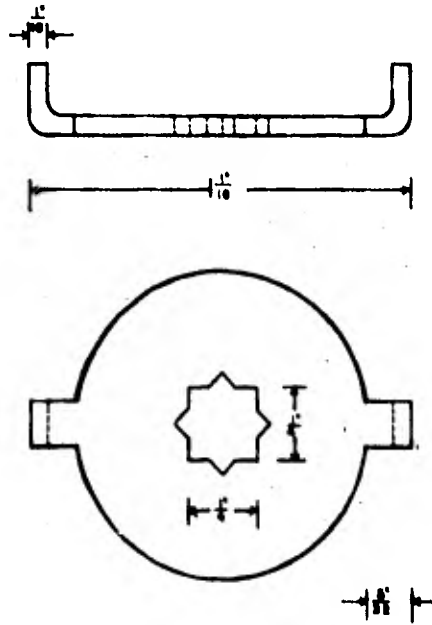
2.- CONTACTOS II (FIJOS).

1.1.- CONTACTOS I (MOVILES).

Son de una sola pieza, metálicos de forma redonda, con salientes a cada lado y con una perforación en el centro en forma de estrella de ocho puntas. En esta perforación va a penetrar el vástago para hacer girar a estos contactos, el giro se puede realizar en pasos de  $45^\circ$ , debido al corte que presenta dicha perforación, la figura III-10, muestra este contacto así como sus dimensiones.

2.1.- CONTACTOS II (FIJOS).

Están formados de varias partes, las que al acoplarse dan el cuerpo al contacto, presenta como característica importante la manera en que opera, pues al efectuar el cierre o apertura con los contactos móviles, la parte superior puede desplazarse lo suficiente para permitir el deslizamiento del otro contacto para después volver a su posición normal, esto es posible gracias a un resorte que actúa como retén de la --



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	
FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESIS PROFESIONAL	
DISEÑO DE UN CONMUTADOR	
ESCALA 2:1	DIBUJO No. 10
ASOCIACION: IN	CONTACTO 1
1982	



parte superior del contacto.

La figura III-11 muestra la parte inferior del contacto, la figura III-12 la parte superior, la figura III-13 la serie de piezas y finalmente la figura III-14 presenta el contacto ya ensamblado.

Ambos tipos de contactos requerirán de un acabado electrolítico, consistente en un baño de una solución de sales de plata con el fin de que exista una mayor y mejor conductividad entre ellos.

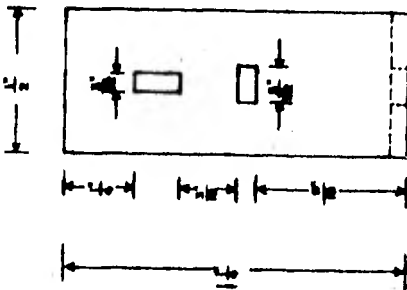
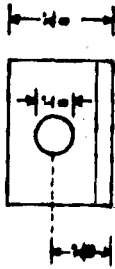
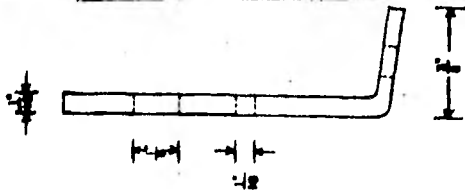
#### 5.- SEPARADORES.

Para aislar adecuadamente los contactos se han diseñado dos tipos de separadores de material aislante ambos, van intercalados entre los contactos móviles para impedir la posible formación de arcos eléctricos, el diseño de los mismos se muestra en la figura III-15, y en la figura III-16 se establece la disposición adecuada de contactos y separadores para un conmutador de cuatro polos.

#### 6.- PLACA INFERIOR.

Una de las partes que debe ser aislada es esta placa, es de forma rectangular, de material aislante y de diseño especial, va a contener en la cara superior ocho pequeñas muescas rectangulares en las cuales van a ir colocados los cuatro juegos de contactos fijos, mientras que en la parte in

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	
FACULTAD DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
DISEÑO DE UN COMUTADOR	
ESCALA 2:1	DIBUJO No. 11
ACOTACION: IN	PARTE INFERIOR DEL
1982	CONTACTO II



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

DISEÑO DE UN COMPUTADOR

ESCALA 2:1

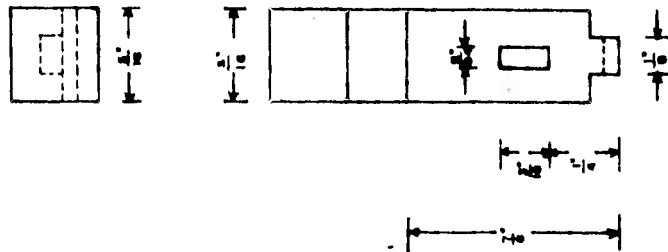
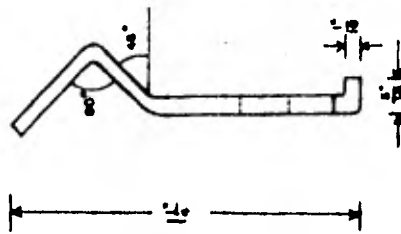
DIBUJO No. 12

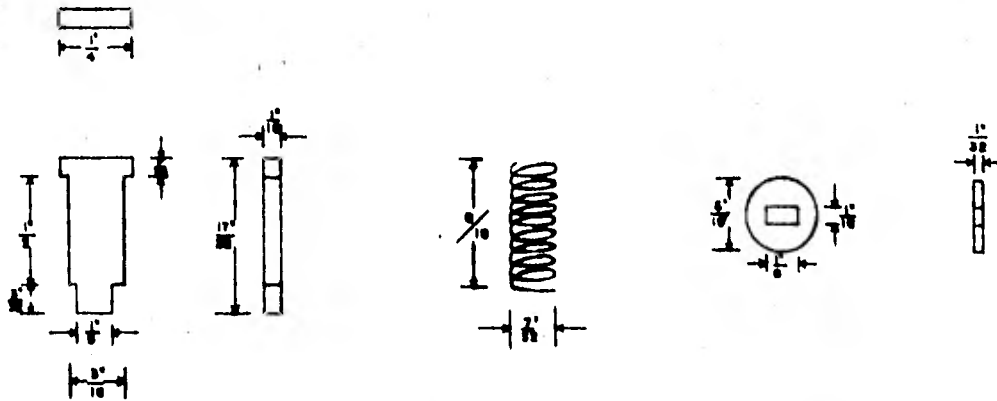
ACOTACION: IN

PARTE SUPERIOR DEL

1982

CONTACTO II





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	
FACULTAD DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
DISEÑO DE UN CONMUTADOR	
ESCALA 2:1	DIBUJO No. 13
ACOTACION IN	PARTE MEDIA DEL
1982	CONVACTO 11

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

TESIS PROFESIONAL

DISEÑO DE UN COMUTADOR

ESCALA 2:1

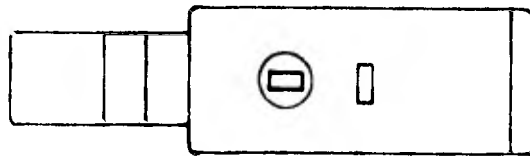
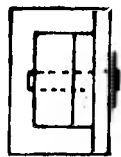
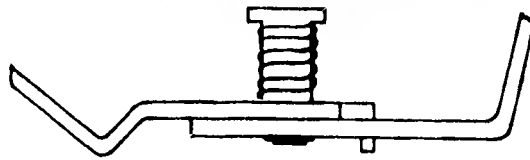
DIBUJO No. 14

ACOTACION: IN

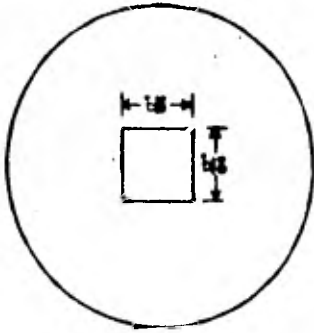
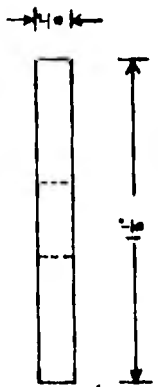
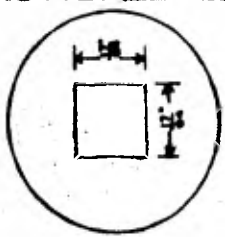
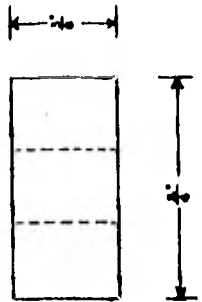
CONTACTO II

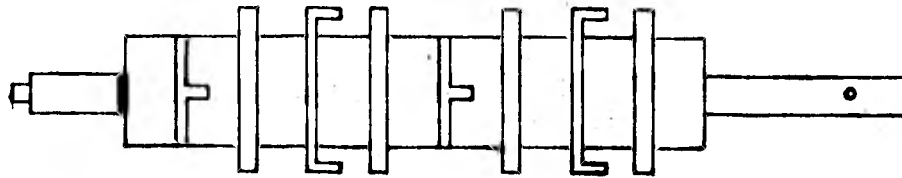
1982

ENSAMBLADO



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	
FACULTAD DE INGENIERÍA	
TESIS PROFESIONAL	
DISEÑO DE UN CONMUTADOR	
ESCALA 2:1	DIBUJO No. 15
ACOTACION: IN	SEPARADORES I Y II
1982	





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	
FACULTAD DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
DISEÑO DE UN CONMUTADOR	
ESCALA 1:1	DIBUJO No. 16
ACOTACION: IN	ENSAMBLE DE VASTAGO SEPARADORES Y CONTACTOS
1982	

ferior presenta ocho salientes que protegen y evitan la formación de arcos entre las terminales de los contactos, al igual que los separadores el material a emplear en su elaboración debe tener las mismas características, la figura III-17 presenta dicha pieza.

#### 7.- TERMINALES.

Las terminales o conductores son los aditamentos -- que permiten al conmutador conectarse con los circuitos exteriores, deberán ser de una aleación de cobre con el fin de -- tener una buena conductividad, las dimensiones del mismo se -- dan en la figura III-18.

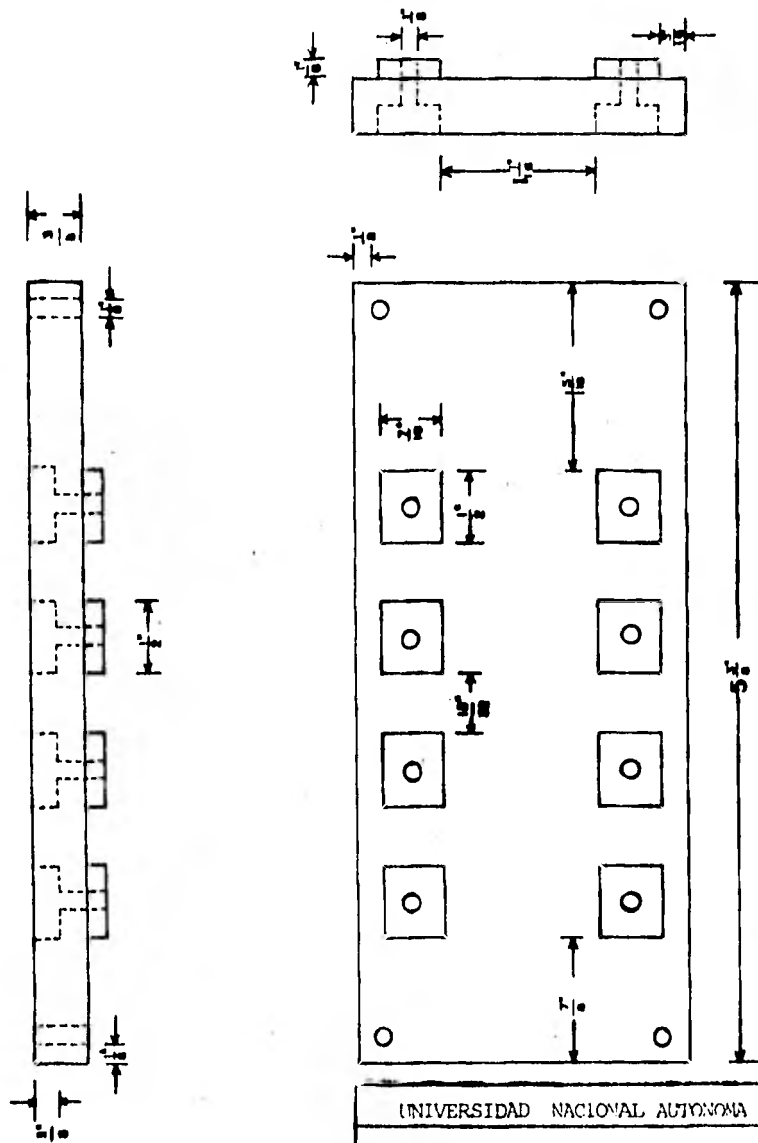
#### 8.- PLACA FRONTAL FINAL.

Es metálica, de forma rectangular y de una sola pieza junto con la placa inferior y la placa frontal delantera -- forman el cuerpo principal de conmutador, posee en su parte -- media del cuerpo un orificio circular para alojar el extremo -- opuesto del vástago, delimitándolo y permitiéndole a la vez -- un libre movimiento giratorio, la figura III-19 presenta esta pieza.

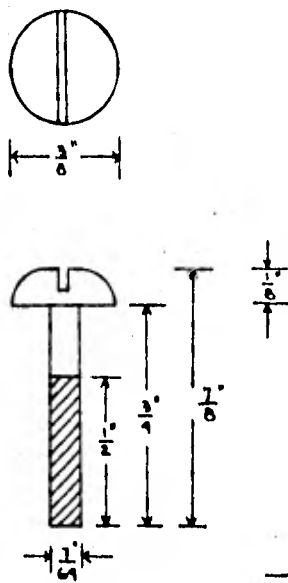
#### 9.- VARIOS.

Además de las piezas mencionadas, existen otras de uso común en la industria y que forman parte del conmutador.

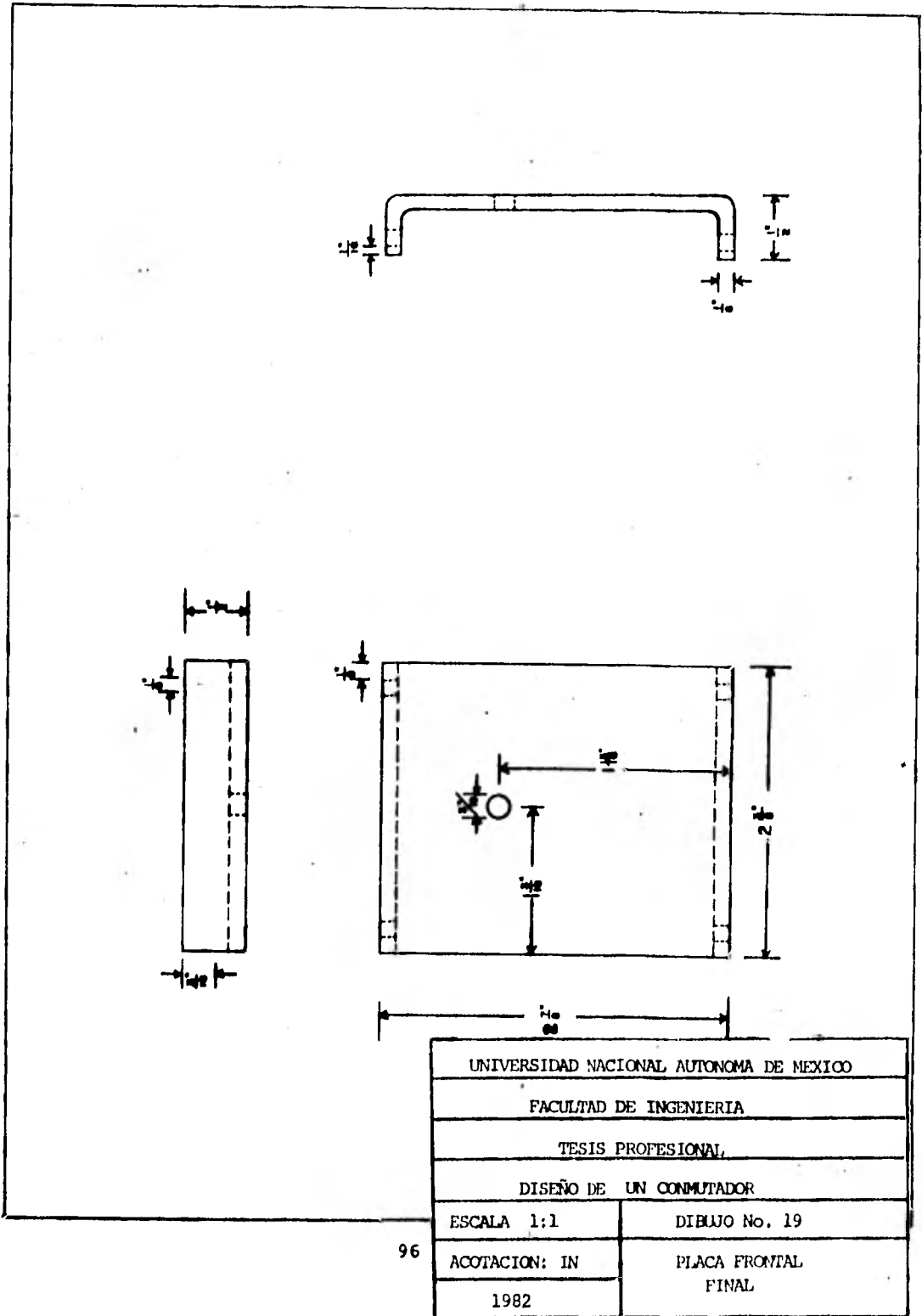




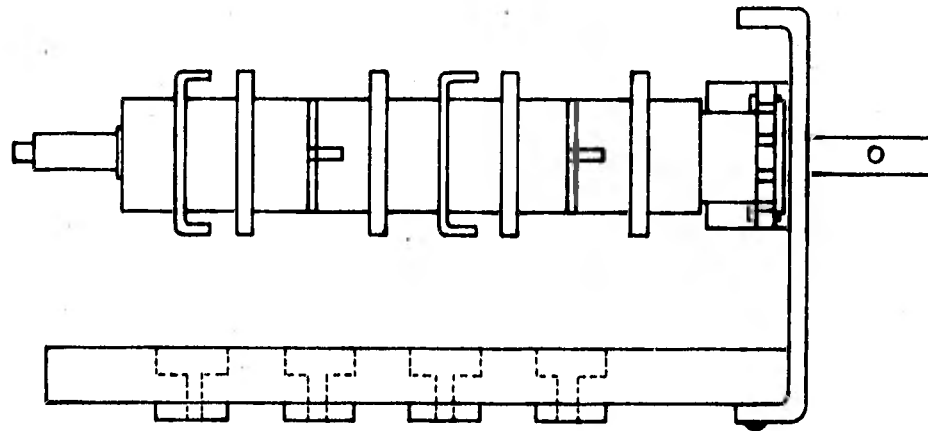
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	
FACULTAD DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
DISEÑO DE UN COMUTADOR	
ESCALA 1:1	DIBUJO No. 17
ACOTACION: IN	PLACA INFERIOR
1982	



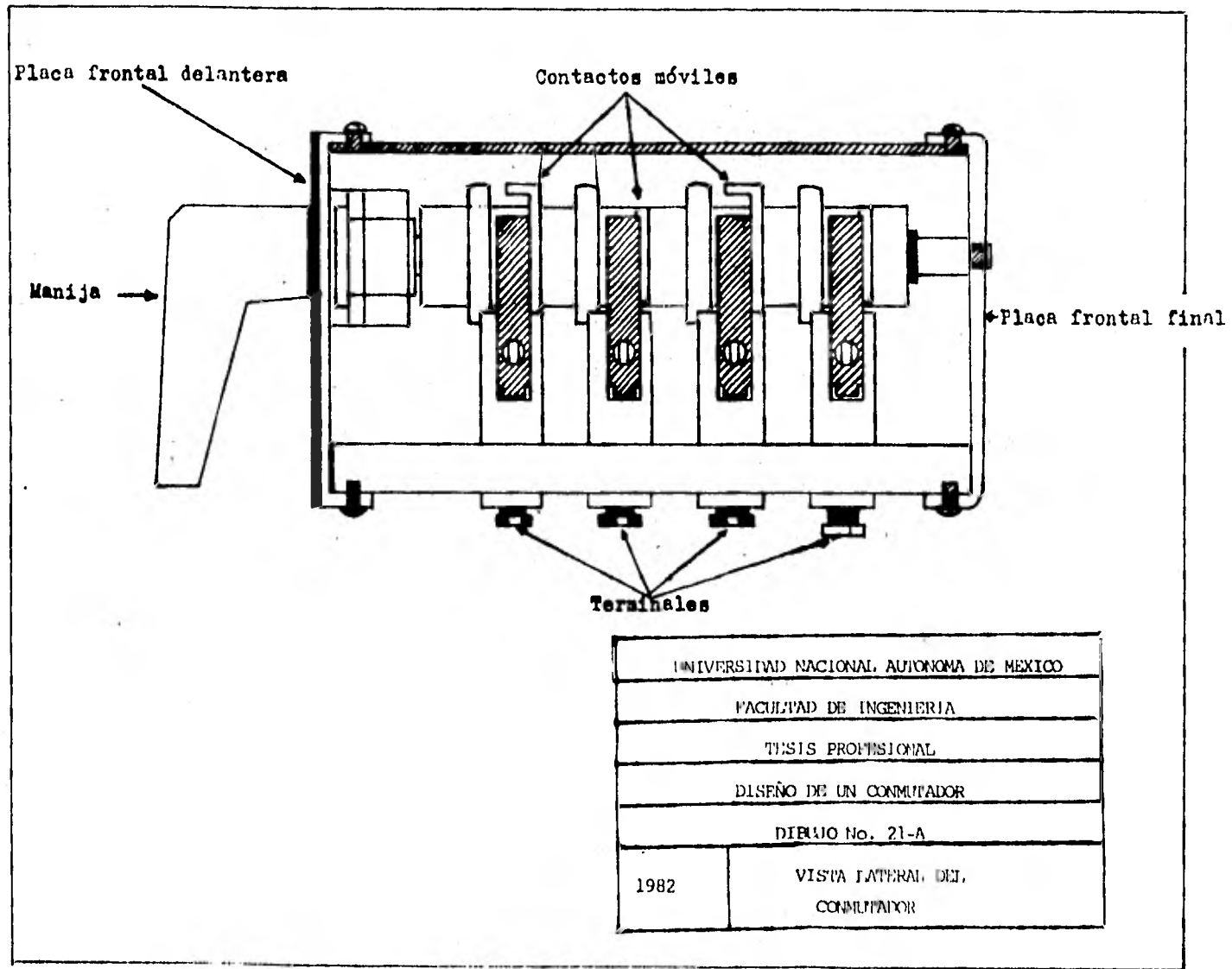
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	
FACULTAD DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
DISEÑO DE UN CONMUTADOR	
ESCALA 2:1	DIBUJO No. 18
ACOTACION: IN	CONDUCTOR
1982	

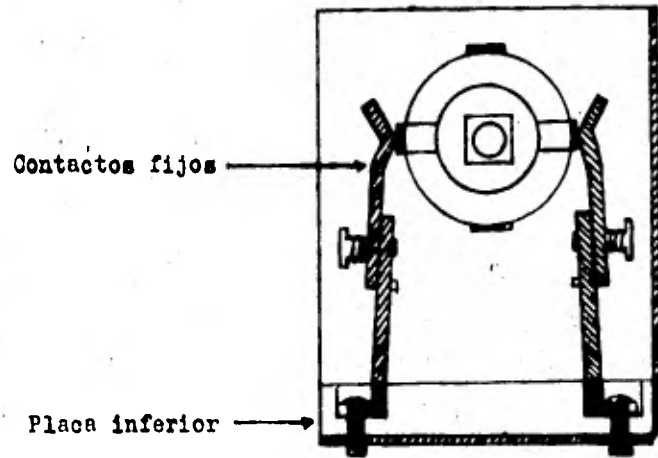


Para finalizar la etapa de diseño y con el propósito de tener una visión general del aparato, se presenta en la figura III-20 el detalle de ensamble final, mientras que en las figuras III-21A, III-21B y III-21C, se muestra al aparato armado en tres posiciones básicas, indicándose las partes principales del mismo.

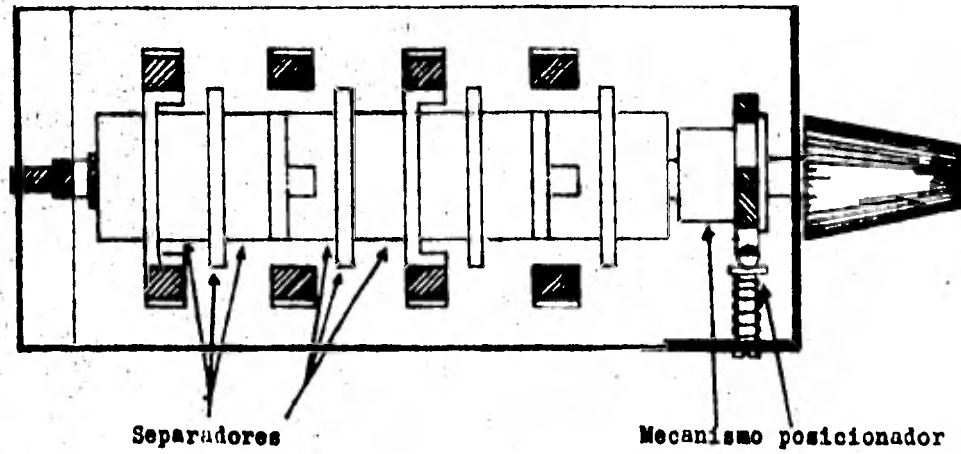


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	
FACULTAD DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
DISEÑO DE UN CONMUTADOR	
ESCALA 1:1	DIBUO No. 20
ACOTACION: IN	DETALLE DEL
1982	ENSAMBLE FINAL





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	
FACULTAD DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
DISEÑO DE UN CONMUTADOR	
DIBUJO No. 21-B	
1982	VISTA POSTERIOR DEL CONMUTADOR.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	
FACULTAD DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
DISEÑO DE UN CONMUTADOR	
DIBUJO No. 21-C	
1982	VISTA SUPERIOR DEL CONMUTADOR



## C A P I T U L O   I V

### SELECCION DEL MATERIAL

- a) COSTOS.
- b) PORCENTAJE DE INTEGRACION.

- a) COSTOS.

En el capítulo anterior se ha especificado de manera general el tipo de material de cada una de las partes que forman el conmutador diseñado, ahora se ampliarán de manera objetiva los datos requeridos de los materiales para que se pueda hacer una selección adecuada de los mismos, considerando las existencias de materia prima de proveedores a nivel nacional. Antes de iniciar los liniamientos para la selección de materia prima es importante analizar las partes que integran el conmutador, ya que existen algunas que deben considerarse si no sería más conveniente comprarlas que fabricarlas. De lo cual se encontró que algunas piezas, tales, como; torni

llos, arandelas, tuercas, etc., son piezas de uso común en -- las industrias, cuya especialización hace anti-económica su - producción en industrias fuera del ramo, además se comprobó - que su adquisición estuviese ampliamente garantizada, por lo que se tomó la decisión de comprarse.

Este grupo de piezas que se ha decidido comprarse - ya manufacturado se resume en la tabla IV-1 donde se muestran además los costos correspondientes.

COSTO DE ELEMENTOS ADQUIRIDOS.

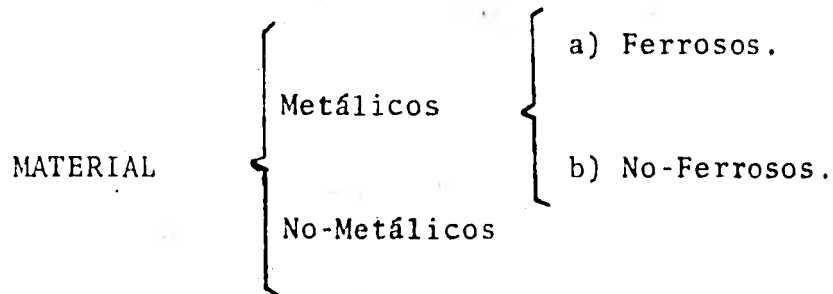
Concepto	Material	Volumen	Costo por Volumen	Costo Unitario
Bola de Acero	Acero	100 Piezas	\$ 39.60	\$ 0.39
Resortes	Acerado	100 Piezas	\$ 59.40	\$ 0.59
Prisioneros	Ferroso	100 Piezas	\$ 385.00	\$ 3.85
Tornillos	Ferroso	100 Piezas	\$ 44.88	\$ 0.44
Rondanas	Ferroso	100 Piezas	\$ 5.69	\$ 0.05
Tuercas	Ferroso	100 Piezas	\$ 39.60	\$ 0.39
Terminales	Latón	100 Piezas	\$ 66.00	\$ 0.66

NOTA.- Cotizaciones obtenidas a partir del segundo período -  
de 1981.

TABLA IV-1

Como las piezas restantes presentan diseño original se a considerado fabricar cada una de ellas, iniciándose el análisis para la selección de la materia prima necesaria de la manera siguiente:

Primero se clasifican los tipos de material que se utilizan, obteniéndose la siguiente tabla:

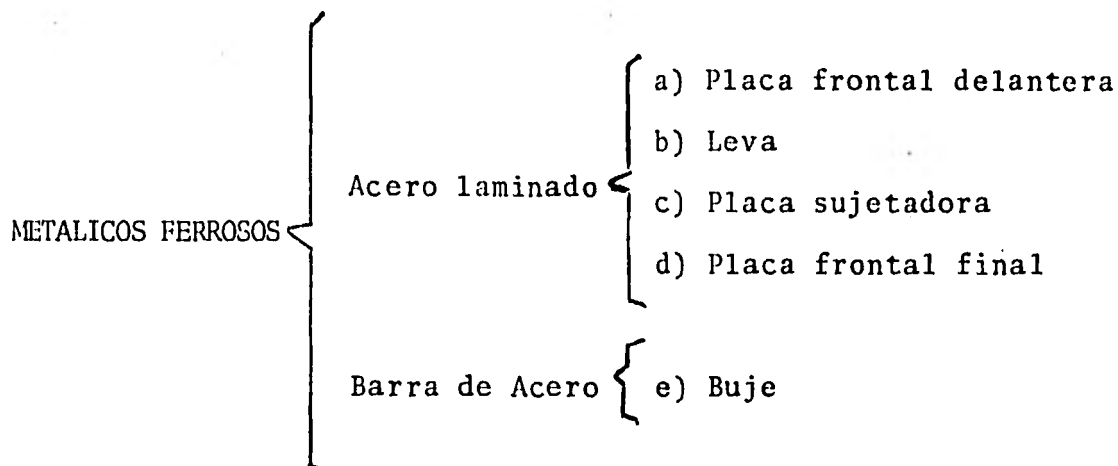


En general se tienen tres tipos de material:

- 1) Metálicos ferrosos.
- 2) Metálicos no-ferrosos.
- 3) No-metálicos.

Se analizan cada tipo de material particularmente, siguiendo el orden anterior.

Las piezas cuya materia prima cae dentro de la clasificación de Metálico ferroso son las siguientes:



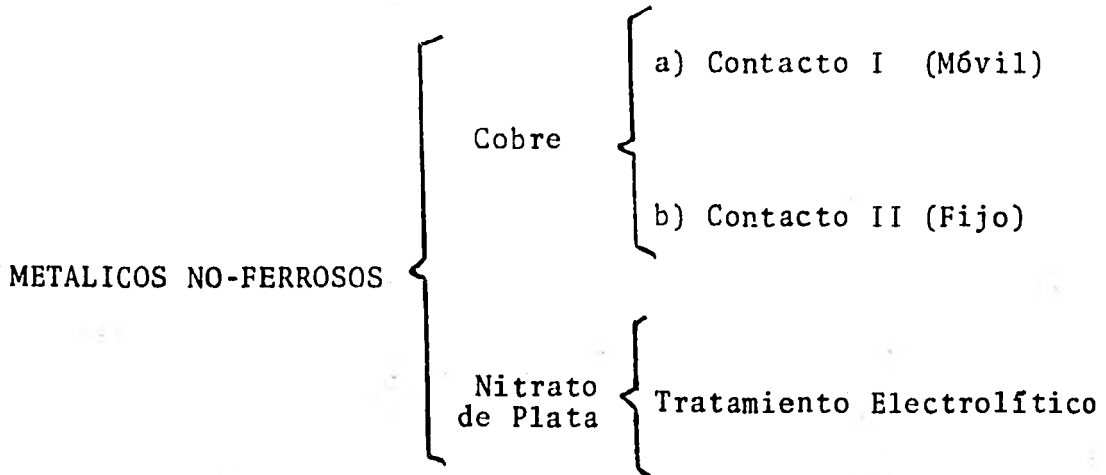
Para obtener las piezas indicadas, la materia prima necesaria ya habrá sido semi-procesada, las características - necesarias del material deberán ser:

- 1) Fácil de maquinar.
- 2) Moldear.
- 3) Alta resistencia a los esfuerzos, etc.

El material seleccionado es el acero laminado y en barra de fácil maquinado, es decir un acero de bajo carbono, se recomienda el acero de la composición siguiente:

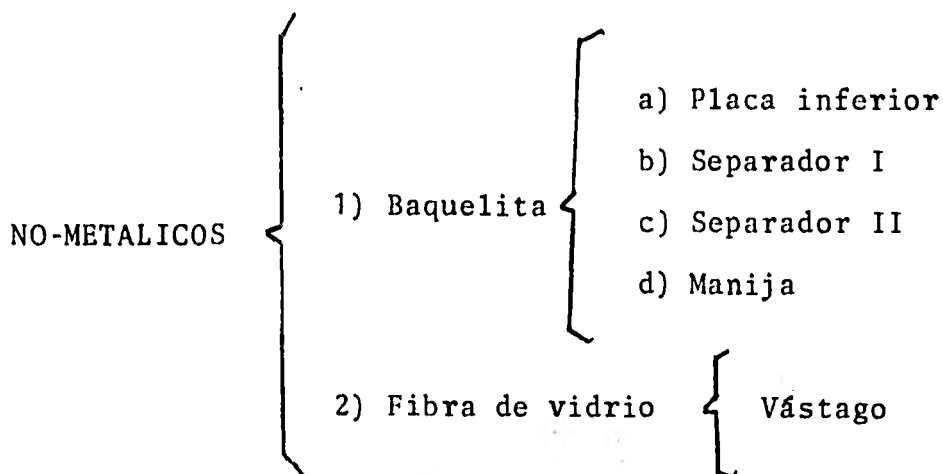
COMPOSICION DEL ACERO RECOMENDADO	}	0.20 de Carbono
		0.60 - 1.20 de Manganeso
		< 0.10 de Silicio
		< 0.10 de Fósforo
		0.20 - 0.30 de Azufre

Dentro del tipo de materiales Metálicos no-ferrosos se tienen los siguientes, junto con las piezas correspondientes:



El material deberá ser cobre laminado y deberá contener la menor cantidad posible de impurezas, ya que estas -- afectan la conductividad eléctrica del material, es importante agregar que con el fin de mejorar las características de -- seadas, estas piezas serán recubiertas por una película de -- plata, material cuyas características eléctricas son superiores a las del cobre, como el método para el tratamiento de -- plateado será el de una inmersión electrolítica, en la cual -- el material utilizado será el Nitrato de Plata ( $\text{AgNO}_3$ ), -- que es la sal comercial más utilizada comunmente, para este -- tipo de proceso.

Por último tenemos el grupo de piezas cuya materia prima entra en la clasificación de No-metálicos, tal como se muestra enseguida:



Primero tenemos las piezas que serán fabricadas con baquelita, este material es un plástico que pertenece al grupo de los termofijos, derivado de las resinas de fenol-formaldehido, aproximadamente su composición es la siguiente:

COMPOSICION DE LA BAQUELITA	}	94 partes de Fenol
		100 partes de Formaldehido
		9.4 partes de Amoniaco de 0.88

Este material fué seleccionado por las siguientes propiedades:

- 1) Resistencia a temperaturas hasta de 300°C.
- 2) Baja absorción de agua (% 0.1 - 0.2).
- 3) Presenta características aislantes tanto térmica como eléctricamente.

Para el vástago se seleccionó apriori la fibra de vidrio en forma de barra, de sección transversal cuadrada, este material reforzado, presenta características mecánicas de-

deseables, tales como alta resistencia a los esfuerzos de torsión y cortantes necesarios y suficientes para la utilidad -- que dará la pieza, además de las siguientes propiedades:

- 1) Baja conductividad térmica.
- 2) Condiciones de aislante.
- 3) Completamente incombustible.
- 4) Biológicamente inerte.
- 5) Excelente resistencia a la intemperie y a gran cantidad de agentes químicos.

Ya clasificados los materiales requeridos se inició la búsqueda de los mismos con los proveedores nacionales, pero existiendo la posibilidad de no encontrar todos los materiales se amplió el criterio de selección bajo las siguientes bases:

- 1) El material especificado en el diseño se localizaba:
  - a) A un costo bajo.
  - b) A un costo alto.

En el caso de a) la decisión será afirmativa, en el caso de b) se tratará de buscar un material que tenga o supla las características técnicas deseadas pero con un costo razonable.

- 2) El material de diseño no se localizaba.



En cuyo caso se procede a localizar un material que lo supla adecuadamente.

3) Se encuentran materiales nuevos, que presentan condiciones mejores tanto técnicas como económicas. Se evalúan los efectos de cambios, y en caso de ser favorables se efectúa.

Los resultados obtenidos en la selección de materias primas se resumen en la tabla IV-2, ésta tabla incluye los costos y algunos datos estimados.

Una vez seleccionada la materia prima correspondiente se ha considerado conveniente seleccionar el material para efectuar el trabajo de transformación, es decir la maquinaria, equipo y herramienta.

Para iniciar ésta selección de equipo, es necesario saber a que procesos deberá ser sometida la materia prima, ya que esto permitirá escoger adecuadamente la maquinaria y herramienta para el plan de producción.

A continuación se presenta en la tabla IV-3 los datos concernientes a los procesos elegidos para el tratamiento de la materia prima, la manera como se distribuyó la tabla es la siguiente:

Se han formado tres grandes grupos de acuerdo al tipo de material principal utilizado en su elaboración, indi-

III

CONCEPTO	TIPO DE MATERIAL	MEDIDA EXPE- DIDA (m o kg)	PESO DEL MATERIAL	COTIZACION DEL MATERIAL	COSTO TOTAL	No. BRUTO DE PZAS. OBTENIDAS	% DE DES- PERDICIO.	No. NETO DE PZAS OBTENIDAS	PESO DE LA PIEZA	COSTO POR PIEZA
Placa Frontal Delantera	Lámina Acerada	1.22*3.05 m	95 kg	\$ 24.75 kg	\$2351.25	472	10%	424	70.10 gr	\$ 6.09
Vástago	Fibra de Vidrio	6 m	0.880 kg	\$ 59.52 m	\$ 357.16	42	5%	38	22.00 gr	\$ 9.39
Buje	Barra de Hierro	6 m	25 kg	\$ 19.20 m	\$ 497.50	299	5%	285	25.00 gr	\$ 0.40
Leva	Lámina Acerada	1.22*3.05 m	95 kg	\$ 24.75 kg	\$2351.25	2514	10%	2262	23.50 gr	\$ 1.14
Placa Sostenedora	Lámina Acerada	1.22*3.05 m	48 kg	\$ 24.75 kg	\$1188.00	17319	10%	15587	2.00 gr	\$ 0.07
Placa Frontal Final	Lámina Acerada	1.22*3.05 m	95 kg	\$ 24.75 kg	\$2351.25	546	10%	491	69.00 gr	\$ 5.26
Contacto I	Lámina de Cobre	0.61*2.50 m	22 kg	\$ 200.11 kg	\$4402.46	1911	10%	1710	3.00 gr	\$ 2.55
Contacto II	Lámina de Cobre	0.61*2.50 m	22 kg	\$ 200.11 kg	\$4402.46	1336	10%	1203	10.50 gr	\$ 3.65
Manija	Baquelita	kgs	1 kg	\$ 63.36 kg	\$ 63.36	43	25%	32	23.00 gr	\$ 1.99
Separador I	Baquelita	kgs	1 kg	\$ 63.36 kg	\$ 63.36	250	25%	188	4.00 gr	\$ 0.33
Separador II	Baquelita	kgs	1 kg	\$ 63.36 kg	\$ 63.36	500	25%	375	2.00 gr	\$ 0.16
Placa Inferior	Baquelita	kgs	1 Kg	\$ 63.36 kg	\$ 63.36	16	25%	12	60.00 gr	\$ 5.28

NOTA \* COTIZACIONES OBTENIDAS A PARTIR DEL SEGUNDO PERIODO DE 1981.

COSTOS DE MATERIA PRIMA  
TABLA IV-2

CONCEPTO	GRUPO	OPERACIONES O PROCESOS BASICOS DE LAS PIEZAS									
		CORTE	RECORTE	PUNZONADO	ESTAMPADO	DOBLADO	PERFORADO	TORNEADO	ROSCADO	REBABEADO	DESENGRADADO
Placa Frontal Delantera	META-LICOS	*	*	*		*			*		*
Buje	FERRO-SOS.	*	*				*	*		*	*
Leva		*	*	*		*					*
Placa Sostenedora		*	*	*	*						*
Placa Frontal Final		*	*	*		*			*		*

CONCEPTO	GRUPO	OPERACIONES O PROCESOS BASICOS DE LAS PIEZAS									
		CORTE	RECORTE	PUNZONADO	DOBLADO	ENSAMBLE	REMACHADO	REBABEADO	DESENGRASADO	DESCAPADO	PLATEADO
Contacto I	META-LICOS	*	*	*	*		*	*	*	*	*
Contacto II	NO-FERROSOS	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

CONCEPTO	GRUPO	OPERACIONES O PROCESOS BASICOS DE LAS PIEZAS									
		CORTE	PERFORADO	TORNEADO	RECORTE	HOMOGENIZAR	PREP. INYEC.	COLOCAR MOLD.	INYECTAR	SACAR PZAS.	
Vástago	NO-METALICOS	*	*	*	*						
Manija	TALICOS.					*		*	*	*	*
Separador I						*		*	*	*	*
Separador II						*		*	*	*	*
Placa Inferior						*		*	*	*	*

CUADRO DE OPERACIONES O PROCESOS MINIMOS NECESARIOS

TABLA IV-3

cando para cada pieza los procesos a que tiene que ser sometido. Al saber cuáles son los procesos de fabricación, se puede hacer una selección de la maquinaria y equipo básico tratando que sea del tipo estándar, es importante además, considerar otra serie de factores que son importantes y decisivos para una adecuada selección, tales como el volumen de producción deseado, que el producto terminado tenga la calidad requerida, que la maquinaria, equipo, herramientas así como las refacciones adecuadas puedan adquirirse en el mercado nacional, los datos obtenidos acerca de esta maquinaria y accesorios, así como los costos de la misma se resumen en la tabla IV-4 siguiente:

MAQUINARIA SELECCIONADA PARA EL PROCESO DE FABRICACION

MAQUINA	CARACTERISTICAS	COSTO POR UNIDAD	No. DE UNIDADES	SUB-TOTAL
CIZALLA	Cizalla para lamina marca "Ricetti", mecánica, modelo GR-5, capacidad 3.2 mm. x 1230 mm., regulador de distancia, accesorios normales con herramientas standard y llaves de servicio.	US\$ 15,000	1	US\$15,000
PRENSA	Prensa excéntrica, - mecánica, marca "Ricetti" de 100 toneladas, de 40-50 rotaciones por minuto, - tamaño de la tabla - 900 x 700 mm., con - juego de dados y matrices, accesorios y llaves.	US\$ 21,231	1	US\$21,231
TORNO	Torno revolver marca "Infersan", modelo - F.B-25, diámetro máximo admitido 25 mm., - altura de centro sobre bancada 160 mm., recorrido longitudinal del carro revolver 110 mm., velocidades de 290- - 1650 RPM, accesorios - normales.	US\$ 28,500	1	US\$28,500
REMACHADO	Remachadora mecánica - marca "National", modelo 800; alimentación inferior y juego de herramientas.	US\$ 500	1	US\$ 500

MAQUINARIA SELECCIONADA PARA EL PROCESO DE FABRICACION

MAQUINA	CARACTERISTICAS	COSTO POR UNIDAD	No. DE UNIDADES	SUB-TOTAL
PLANTA DE TRATAMIENTO ELECTROLITICO	Planta de tratamiento formado por: Cuba de decapado Cuba eléctrica desengrasadora, marca "Detrex", de 610 x 610 x 914 mm. Tanque para platear - marca "Lucite" con aditamentos para platear.	US\$ 800	1	US\$ 800
SISTEMA INDUSTRIAL DE RESINAS EPOXICAS	Sistema industrial -- formado por: Tanques de almacenamiento de materia prima. Dosificadora Mezcladora Aparato para medir -- viscosidad. Maquina inyectora de termofijos marca "Beloit" - 90 toneladas: 4 onzas, platillos 21" X 20"; capacidad entre barras 12 1/2" x 12 1/2"; carrera de sujeción 20" altura máxima de platillos 38"; altura mínima de platillos 4"; disparo hidráulico; solid state, herramienta y llaves especiales.	US\$25,000	1	US\$25,000
PRUEBAS Y CONTROL DE CALIDAD	Equipo para pruebas -- eléctricas formado por: Voltímetros Cables Reostatos Fuente controlada de C.D. Báscula Calibradores Verniers Molino con motor de 1/2 H.P.	US\$18,000		US\$18,000

MAQUINARIA SELECCIONADA PARA EL PROCESO DE FABRICACION

MAQUINA	CARACTERISTICAS	COSTO POR UNIDAD	No. DE UNIDADES	SUB-TOTAL
EQUIPO AUXILIAR PARA PRODUCCION	Plantillas o escantillonas para medir piezas - al fabricarlas, mesas de trabajo, estanteria, prensas, armarios, etc.	US\$ 800		US\$ 800
HERRAMIENTA VARIA	Lote de herramienta mecánica ligera formada por: Juego de llaves, martillos, serrotes, tornillos, de banco, tarraja y juego de dados, cortador de tubos, juego de desarmadores, taladro ligero con juegos de brocas para madera, metal y concreto, llavez stilsons, pericos, arcos y seguetas, juegos de pinzas, flexómetros máquina de soldar eléctrica y equipo, equipo de soldadura autógena con accesorios, etc.	US\$12,000		US\$12,000
TOTAL				US\$121,831

TABLA IV-4

b) PORCENTAJE DE INTEGRACION.

Se ha indicado anteriormente la materia prima seleccionada para la fabricación de cada una de las partes originales del conmutador, así como las piezas que han decidido adquirirse ya manufacturadas.

Las estimaciones hechas del número de piezas obtenibles de un volumen unitario de compra de materia prima y del costo del mismo, permite obtener en lo que respecta a la materia prima, el costo total aproximado que integra a un conmutador, para la presentación clara y sencilla se a elaborado una tabla donde se resumen los datos y resultados obtenidos al respecto, la tabla correspondiente es la tabla IV-A que se muestra a continuación.



COSTO DE LA MATERIA PRIMA QUE INTEGRA UN CONMUTADOR.

CONCEPTO	MATERIAL	No. DE PZAS. UTILIZADAS	COSTO POR	COSTO SUB-TOTAL	COSTO TOTAL
Placa Frontal Delantera	Lámina Acerada	1	\$ 6.09	\$ 6.09	
Vástago	Fibra de Vidrio	1	\$ 9.39	\$ 9.39	
Buje	Barra de Hierro	1	\$ 0.40	\$ 0.40	
Leva	Lámina Acerada	1	\$ 1.14	\$ 1.14	
Placa Soste- tenedora	Lámina Acerada	1	\$ 0.07	\$ 0.07	
Placa Fontal Final	Lámina Acerada	1	\$ 5.26	\$ 5.26	
Contacto I	Lámina de Cobre	4	\$ 2.55	\$ 10.26	
Contacto II	Lámina de Cobre	8	\$ 3.65	\$ 29.20	
Manija	Baquelita	1	\$ 1.99	\$ 1.99	
Separador I	Baquelita	4	\$ 0.33	\$ 1.32	
Separador II	Baquelita	9	\$ 0.16	\$ 1.36	
Placa Inferior	Baquelita	1	\$ 5.28	\$ 5.28	
Bola de Acero	Acero	1	\$ 0.39	\$ 0.39	
Resorte	Acerado	2	\$ 0.59	\$ 1.18	
Prisionero	Ferroso	2	\$ 3.85	\$ 7.70	
Tornillo	Ferroso	7	\$ 0.44	\$ 3.08	
Rondana	Ferroso	17	\$ 0.05	\$ 0.85	
Tuerca	Ferroso	16	\$ 0.39	\$ 6.24	
Terminal	Latón	8	\$ 0.66	\$ 5.28	

\$ 96.48

TABLA IV-A

## C A P I T U L O V

### ANTEPROYECTO DE UNA LINEA DE PRODUCCION

La finalidad de presentar un anteproyecto de la línea de producción del conmutador es complementar el estudio, a la vez que permita obtener una visión general de las perspectivas de fabricación del conmutador diseñado.

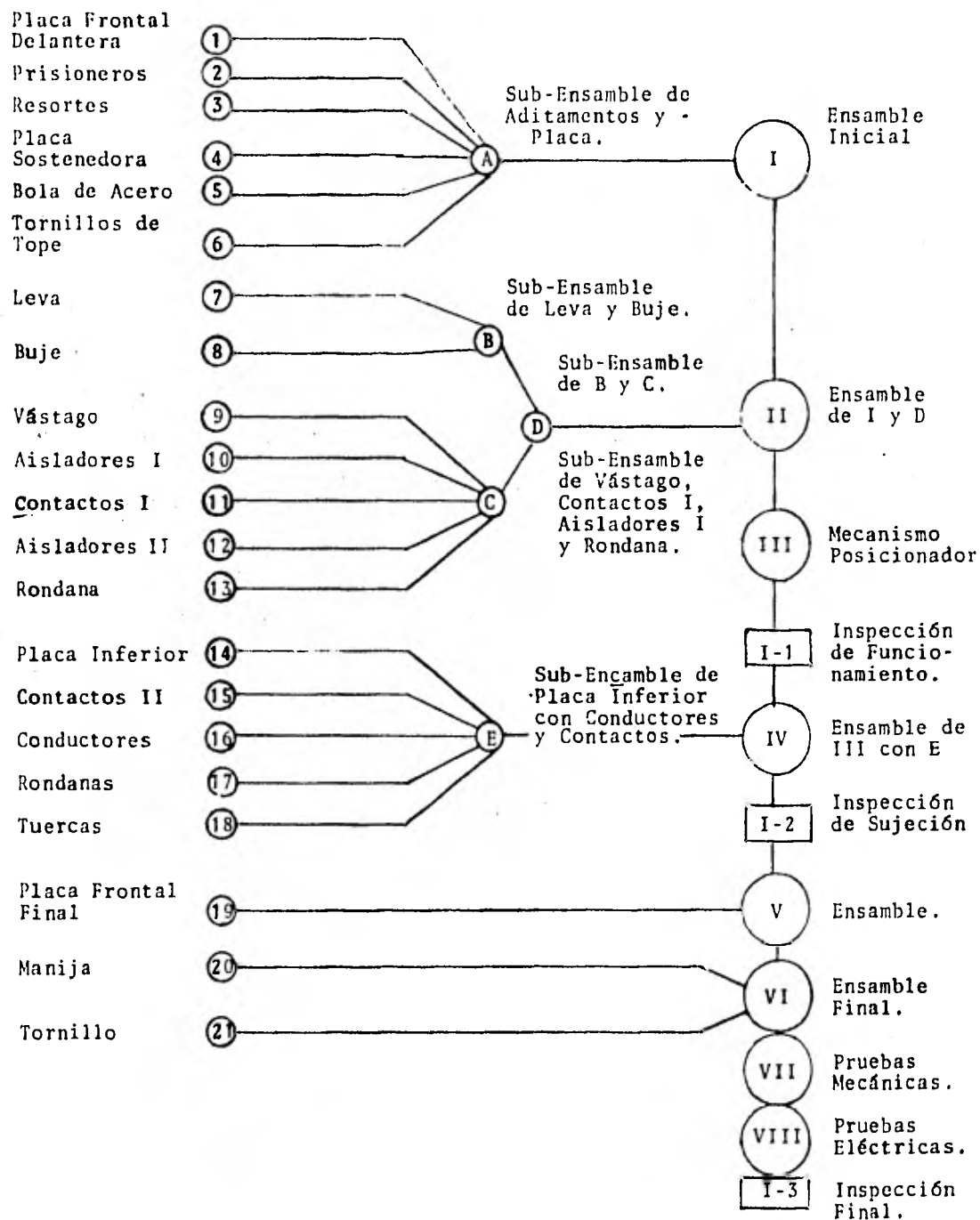
Con el fin de ubicar el plan de producción del conmutador, se plantea primero cuanto es lo que se desea producir, para poder responder a esto se a investigado cual es la demanda que el conmutador de control eléctrico de este tipo, tiene en el mercado nacional, los resultados obtenidos son:

La demanda actual de conmutadores en el país es --- aproximadamente entre 4000 a 5000 aparatos anuales, de los -- cuales un 65 a 70% son requeridos por C.L.F.C. S.A. y C.F.E. y el resto por el sector industrial y armadores de tableros, además considerando la demanda en años anteriores se prevee -

un incremento aproximado de un 10 a 15% anual, debido a que a este porcentaje es al que crece la industria eléctrica nacional. Tomando en cuenta que la planta empieza a funcionar la eficiencia de la misma será de un 60 - 70 % estimando que la producción en el primer año sea de cerca de 8000 aparatos, -- para el segundo año y tomando en cuenta el incremento del 10% será de 8800 y para el tercer año de 9600, hasta llegar a una producción aproximada de 10.000 aparatos anuales, previéndose que ésta será la capacidad de la planta finalmente.

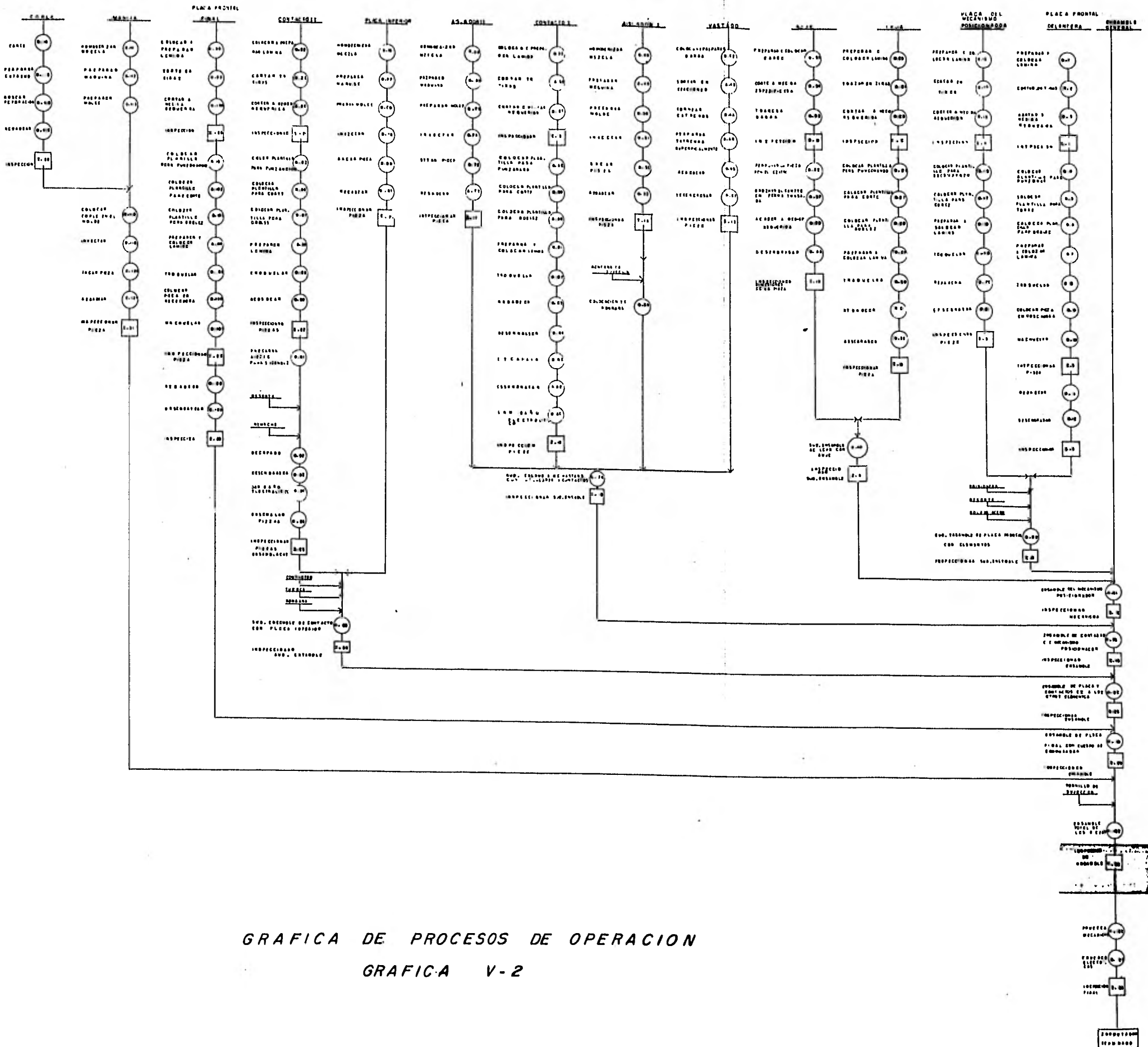
Dispuesto el volumen de producción, se analizan los puntos considerados para el anteproyecto de la línea de producción, en primer lugar se muestra la gráfica de ensamble -- que nos permite visualizar las relaciones que guardan las partes que forman el conmutador entre sí, como fluyen en la secuencia de sub-ensamble y ensamble, distinguir de que manera se dispone de las piezas adquiridas y las que se fabricarán para armar el conmutador, la gráfica elaborada se presenta a continuación en la figura V-1.

A partir de la gráfica de ensamble, se obtiene otra gráfica más completa, donde se muestran las operaciones a que son sometidas las partes fabricadas, mostrándose en forma secuencial los procesos utilizados, esta gráfica será denominada "Gráfica de Procesos de Operación", y corresponde a la figura V-2 presentada a continuación.



GRAFICA DE ENSAMBLE

FIGURA V-1



GRAFICA DE PROCESOS DE OPERACION  
 GRAFICA V-2

Es de hacerse notar que la planificación del proceso de la gráfica V-2, corresponde a un análisis inicial, susceptible de ser modificado por diversas causas como:

- a) Por alteraciones en el diseño de las partes del conmutador.
- b) Por adición o eliminación de piezas.
- c) Por cambio en la técnica de procesamiento, etc.

Con el diagrama de procesos de operación se puede iniciar la planeación para la distribución de las máquinas y equipo, como se sabe existen dos clasificaciones generales, ya sea por procesos ó de productos, aún cuando en la mayoría de los casos es utilizada una combinación de ambas.

Considerando las características de fabricación de las partes del conmutador se ha decidido que la distribución de las instalaciones físicas sea por procesos, ya que esto, entre otros factores, nos permite flexibilidad para:

- 1.- Las rutas.
- 2.- El diseño de las piezas (modificaciones).
- 3.- El volumen de producción.

Para la producción funcional de las partes del conmutador se consideran tres áreas de proceso:

- a) Area de Procesos Mecánicos.

- b) Area de Procesos Químico-Térmicos.
- c) Area de la Línea de Ensamble.

En el área mecánica la distribución de la maquinaria ha sido dispuesta de tal forma que permite un manejo continuo de la materia prima en las diferentes fases de operación, para implementar esta disposición se procedió de la siguiente manera.

Se seleccionó una pieza en la que esté implicado el mayor número posible de operaciones mecánicas, preparando una lista detallada del plan de proceso de la pieza, a esta lista le denominaremos "Hoja de Operaciones Principales", se presenta a continuación en la tabla V-1 y a partir de ella se obtiene un diagrama de procesos donde se muestra la disposición de las máquinas con las trayectorias a que está sujeta la pieza tal y como se muestra en la figura V-3, la pieza supuesta corresponde a la placa frontal delantera, finalmente se muestra el diagrama de distribución de maquinaria del área de procesos mecánicos, indicándose las medidas correspondientes, el diagrama respectivo es mostrado en la figura V-4.

Las otras áreas no necesitan un análisis como el anterior por las siguientes consideraciones:

El área de procesos químico-térmicos se encuentra dividida en dos secciones, en una sección se procesarán las piezas de baquelita y en la otra sección se realizará el pro-

No. OP.	DEPTO. DE PROD.	DESCRIPCION DE LA OPERACION	HERRAMIENTAS, PATRONES, ETC.
0-1	Mecánico	Preparar y colocar lámina acerada de 1/8 de espesor en cizalla.	Banco auxiliar.
0-2	Mecánico	Efectuar la operación de cortar tiras de lámina.	Cizalla mecánica.
0-3	Mecánico	Preparar troqueles de paso progresivo para punzonar, cortar y doblar en prensa mecánica.	Prensa mecánica, troqueles de paso progresivo y juego de llaves.
0-4	Mecánico	Preparar y colocar lámina acerada en prensa mecánica.	Banco auxiliar.
0-5	Mecánico	Efectuar la operación de - troquelado múltiple.	Prensa mecánica.
0-6	Mecánico	Revisar las piezas obtenidas de la operación 0-5.	Escantillón para medir dimensiones globales.
0-7	Mecánico	Preparar torno para el roscado de las piezas resultantes de la operación 0-6.	Torno revolver, aditamentos para roscar, -- juego de llaves.
0-8	Mecánico	Preparar y colocar pieza a pieza en el torno para la operación de roscado.	Mordazas de sujeción - con aditamentos para - el torno y juego de -- llaves.
0-9	Mecánico	Efectuar la operación de - roscado.	Torno revolver y aditamentos para roscar.
0-10	Mecánico	Colocar las piezas obtenidas de la operación 0-9, - en la cuba desengrasadora.	Cuba desengrasadora y soluciones ácidas.
0-11	Mecánico	Revisar las piezas obtenidas de la operación 0-10.	

HOJA DE OPERACIONES PRINCIPALES DE LA PLACA  
FRONTAL DELANTERA

TABLA V-1



ceso electrolítico (plateado) de las piezas que lo requieran, en ambas secciones solo se llevará a cabo un proceso determinado y solo se contará con una máquina en cada sección, con su equipo correspondiente, por lo que la distribución no presenta inconveniente esta se muestra en el diagrama de distribución del área químico térmico de la figura V-5.

La tercer área de procesos corresponde a la de ensamble y cuya distribución diseñada se presenta en la figura V-6.

Una vez consideradas las dimensiones convenientes para cada área de proceso, integraremos de manera arbitraria las secciones básicas restantes que conformar una fábrica tipo, que nos permitan tener una visión general de las dimensiones requeridas para la instalación de la planta, por lo que se presenta un esquema del área general con las divisiones consideradas, en la figura V-7.

Otro punto interesante es saber donde sería conveniente la instalación de la planta, y una ubicación ideal caería dentro de la zona industrial del Estado de México o bien las áreas industriales aledañas a este, principalmente por los siguientes factores:

- 1) Disponibilidad de terreno o espacio rentable en la zona.
- 2) Cercanía de otras industrias semejantes.

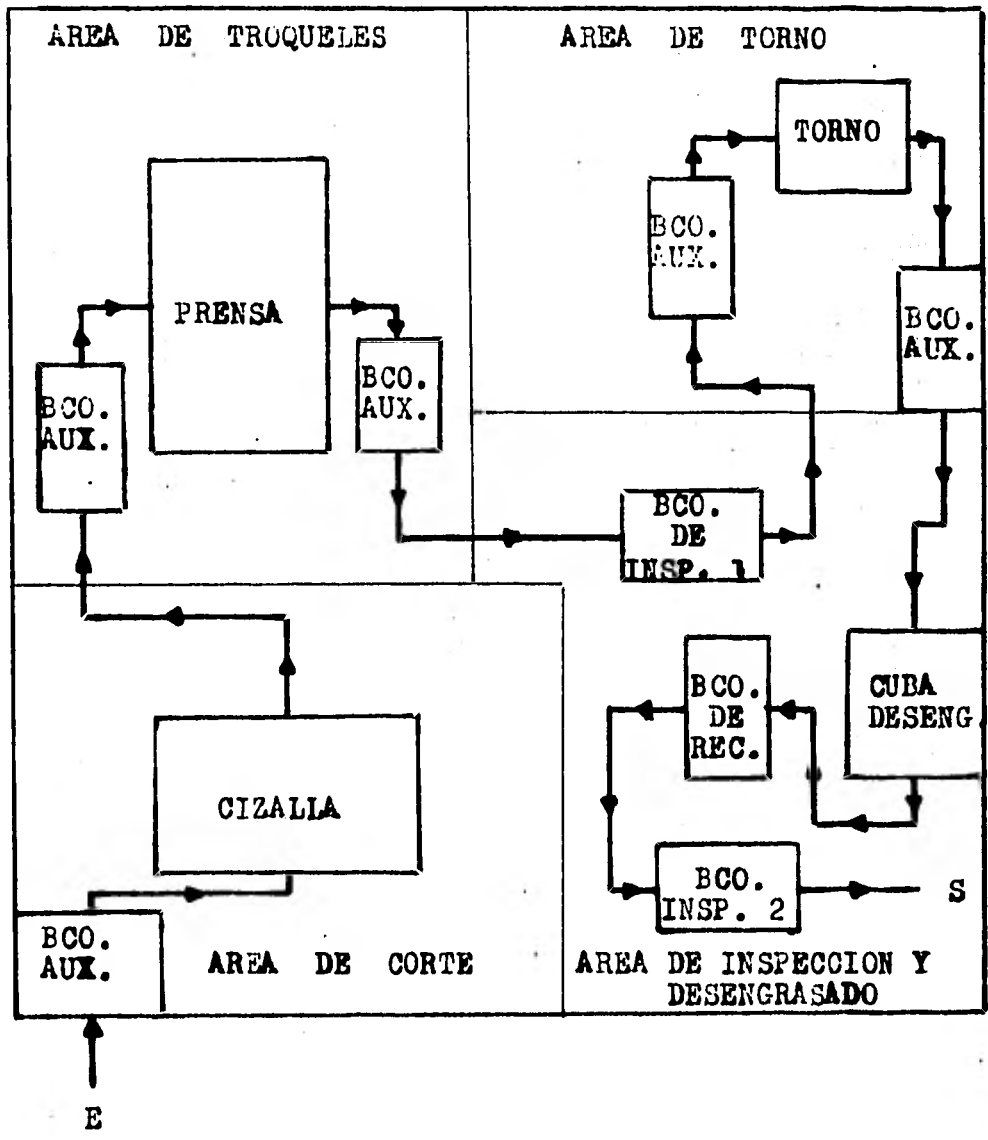
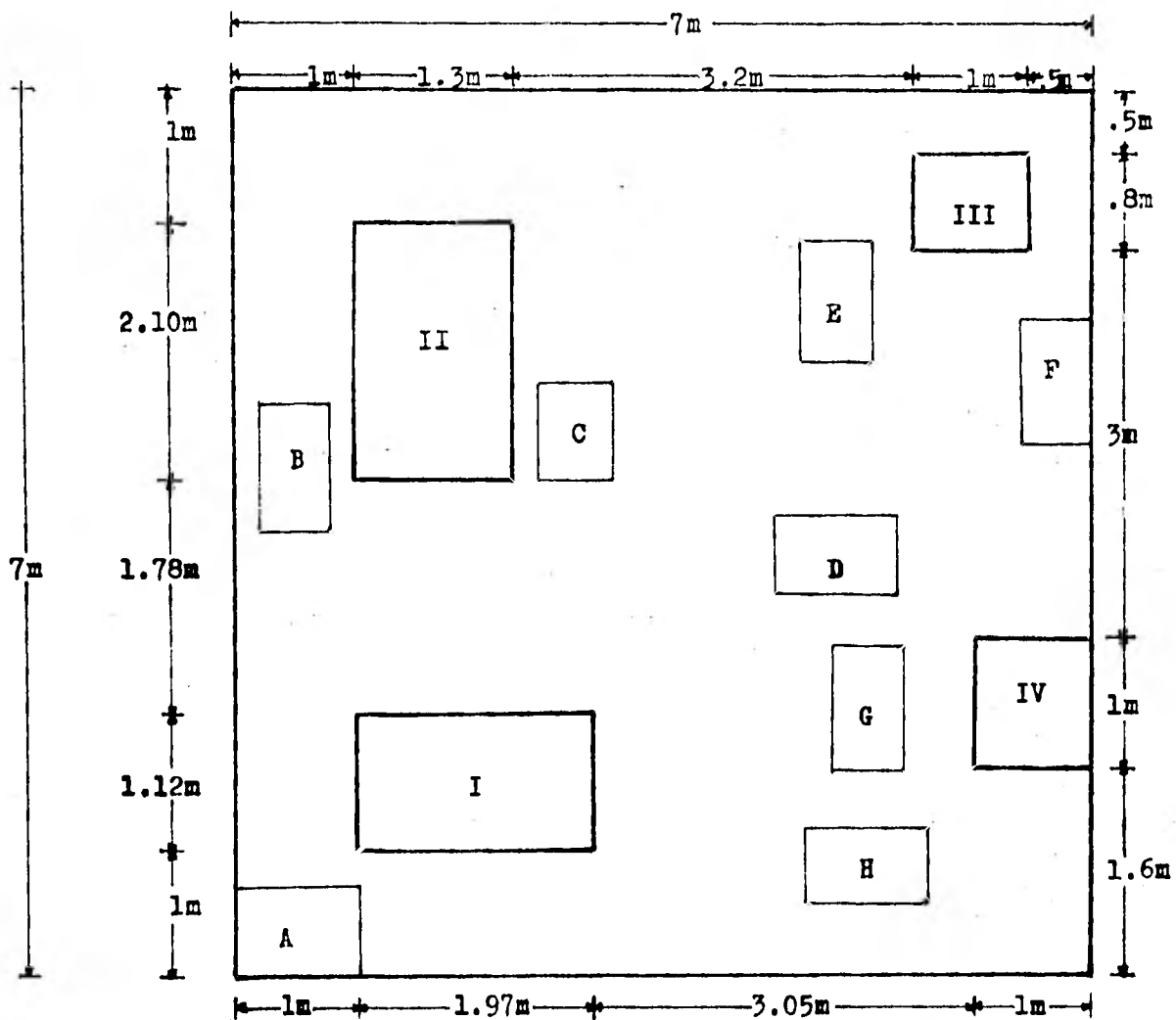


DIAGRAMA DE TRAYECTORIA DE PROCESO.

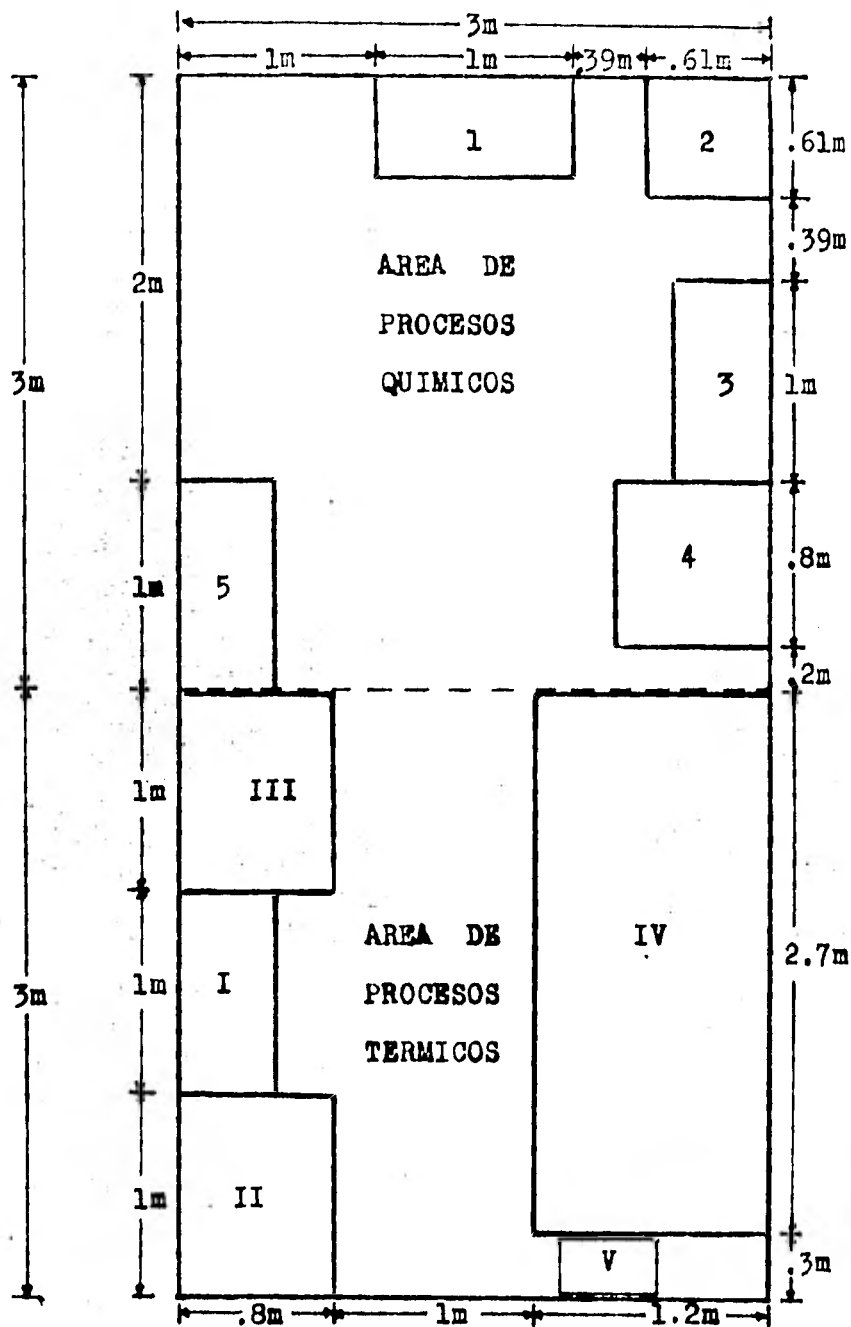
FIGURA V-3



- I.- Cizalla Mecánica (1.97 x 1.12 m).  
 II.- Prensa Mecánica (1.30 x 2.10 m).  
 III.- Torno Revólver ( 1 x 0.80 m).  
 IV.- Cuba Desengrasadora (1 x 1 m).  
 A,B,C,D,E,F,G,H.- Bancos Auxiliares (1 x 0.60 m).

DISPOSICION DE LA MAQUINARIA  
 AREA DE PROCESOS MECANICOS

FIGURA V-4



AREA DE PROCESOS QUIMICOS

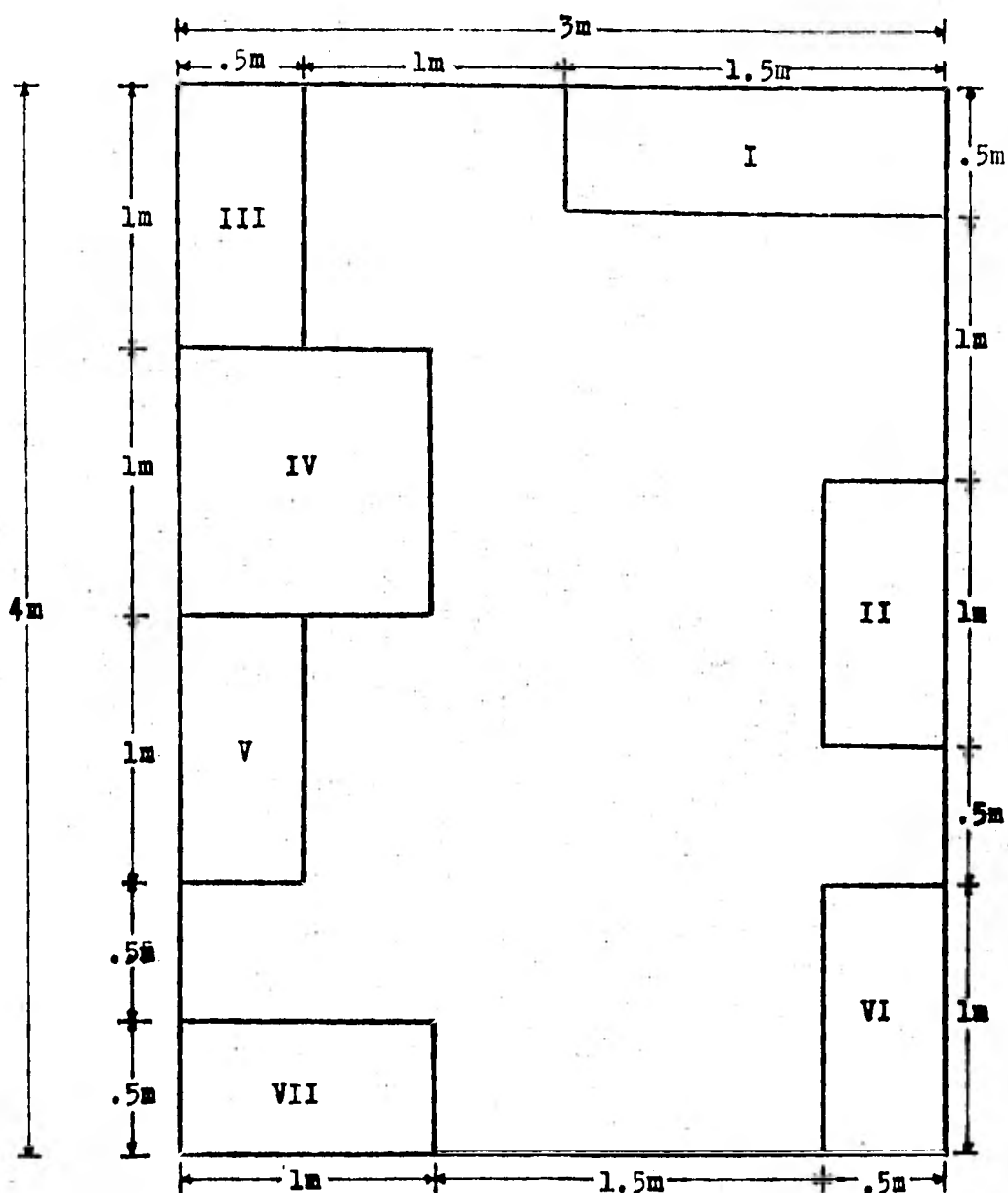
- 1.-Banco de recepción de piezas.
- 2.-Cuba de decapado.
- 3.-Banco de piezas limpias.
- 4.-Tanque de plateado.
- 5.-Banco de piezas terminadas.

AREA DE PROCESOS TERMICOS

- I.- Banco de materia prima.
- II.-Dosificadora.
- III.-Mezcladora.
- IV.-Máquina inyectora.
- V.- Mesa de piezas terminadas.

DISPOSICION DE LAS MAQUINAS DE LOS PROCESOS QUIMICO-TERMICOS.

FIGURA V-5



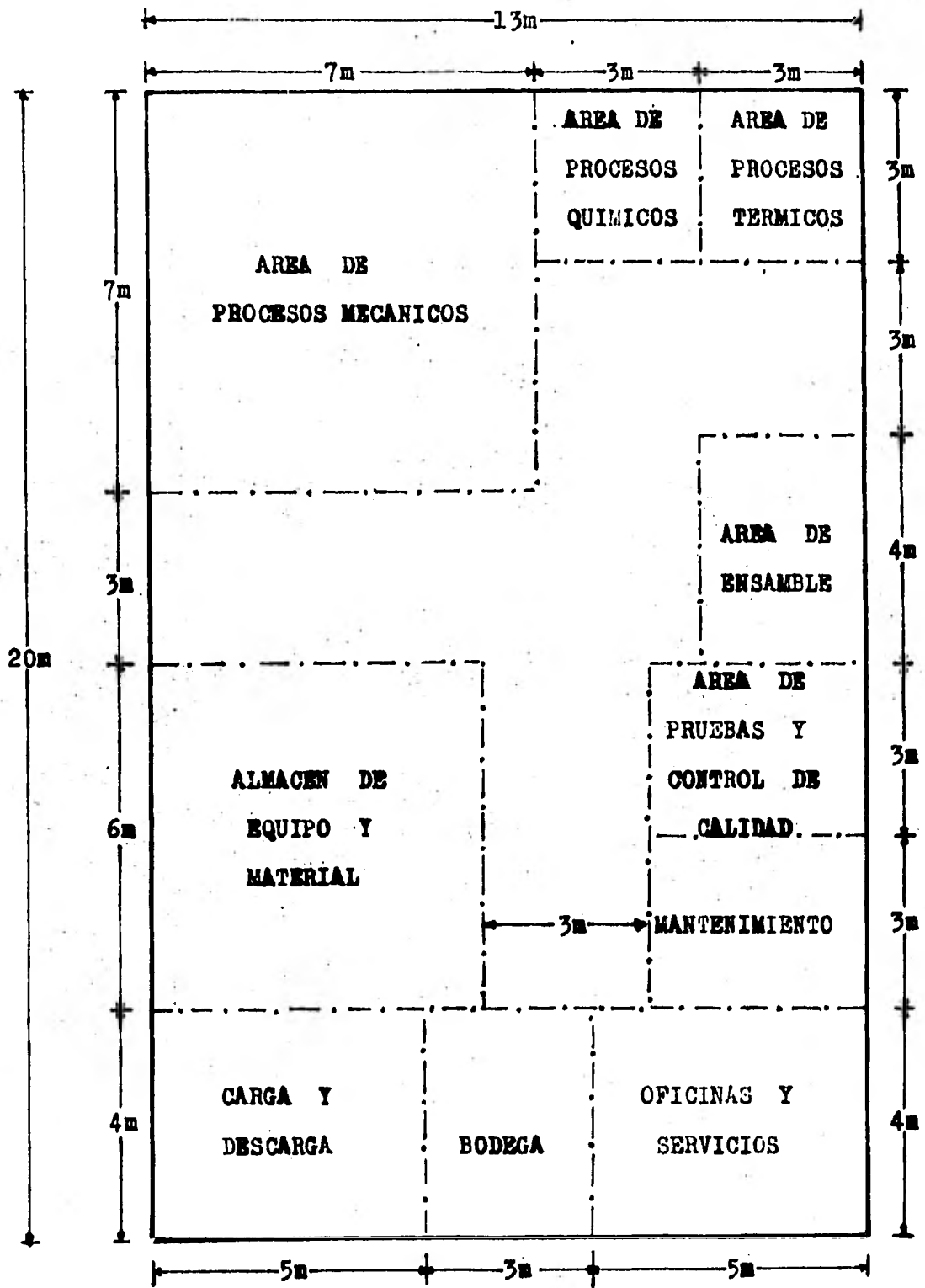
- I.- Banco de recepción de piezas.
- II.- Banco de inspección de piezas recibidas.
- III.- Banco de piezas por remachar.
- IV.- Máquina remachadora.
- V.- Banco de piezas remachadas.
- VI.- Banco de inspección de piezas remachadas.
- VII.- Banco de piezas revisadas y listas para continuar con los demás procesos.

AREA DE PROCESO DE ENSAMBLE

FIGURA V-6

- 3) Cercanía de servicios de comunicación (carreteras, autobuses).
- 4) La zona cuenta con los servicios generales indispensables (agua, energía eléctrica, drenaje, etc.)
- 5) El abastecimiento de la materia prima es óptimo.
- 6) Los principales clientes se ubican en el área.
- 7) Fácil suministro de mano de obra.
- 8) Disponibilidad de instituciones bancarias, etc.

Ya se ha hablado de la maquinaria y su distribución, de la planta y ubicación de la misma, por lo que finalmente se deberá considerar el número de personal que se requiere en el manejo de la maquinaria, así como para llevar a cabo los procesos básicos para esto se presenta una tabla donde se muestra el personal estimado, considerando el mínimo requerido e indicando en forma objetiva las funciones que desempeñan, la tabla V-2 resume lo anterior.



AREA DE LA PLANTA

FIGURA V-7

SECCION	ACTIVIDAD	PERSONAL NECESARIO
Mecánica:		
Area de Corte.	Preparación, colocación y corte de las diferentes láminas.	2
Mecánica:		
Area de Troqueles.	Preparación de los troqueles progresivos de punzonado, corte y doblado.	1
Mecánica:		
Area de Torno.	Preparar y colocar las barras del material en torno junto con los aditamentos a usar.	1
Mecánica:		
Area de Desengrasado.	Colocar las diferentes piezas en la cuba desengrasadora.	1
Mecánica:		
Area de Procesos Químicos.	Preparación y colocación de las piezas para los procesos de decapado y plateado.	1
Mecánica:		
Area de Procesos Térmicos.	Preparación de materia prima, maquinaria y moldes a emplear.	1
Mecánica:		
Area de Remachado y Ensamble.	Colocar y remachar piezas de cobre, ensamble de las piezas del conmutador.	1 4



SECCION	ACTIVIDAD	PERSONAL NECESARIO
Mecánica:		
Area de inspec- ción, pruebas y control de cali- dad.	Pruebas e inspección de dimensio- nes globales a piezas terminadas y ensambladas, así como aparatos armados.	1 2
Area de manteni- miento.	Mantenimiento de las máquinas.	1
Servicios:		
Embarques	Recibo de materiales, vales, expe- dición y archivo.	1
Limpieza	Servicio de limpieza a todos los departamentos.	1
Técnico-Adminis- trativo:		
Control de pro- ducción, ingenie- ría y dirección.	Toma de decisiones, dirección de proyectos y desarrollo industrial.	2
TOTAL		20

PERSONAL REQUERIDO

TABLA V-2

### Análisis Económico.

Para finalizar la etapa del anteproyecto se presenta un breve análisis económico que responda a las expectativas respecto a los beneficios que se obtendrían, presentándose un plan de financiamiento conveniente.

Hasta el momento se cuenta con algunos datos concretos de costos, mismos que se han presentado anteriormente, -- para el análisis se han estimado una serie de cálculos de --- otros costos, tratando que sean lo más reales posibles para - que el análisis sea completo.

En la tabla V-3 se presenta un resumen de los datos de costos obtenidos hasta el momento.

En la tabla V-4 se resumen las estimaciones que se han hecho para los costos de operación para el primer año.

DESCRIPCION	COSTO
I.- Materia prima para la fabricación de conmuta- dores.	Costo * Unidad \$ 96.48
II.- Maquinaria, equipo y - herramienta.	\$ 5,969,600.00
III.- Local e instalaciones mecánicas y eléctricas.	\$ 3,000,000.00
IV.- Mano de obra (estimación anual)	\$ 4,500,000.00

TABLA V-3

DESCRIPCION	COSTO
Energía eléctrica	\$ 180,000
Servicios	\$ 150,000
Refacciones	\$ 100,000
Mantenimiento y reparaciones	-----
Imprevistos	\$ 100,000
Depreciación del edificio	\$ 100,000
Depreciación de maquinaria y equipo	\$ 500,000
Gastos administrativos.	\$ 300,000
TOTAL	\$ 1,430,000

TABLA V-4

Además de los costos presentados anteriormente, se tiene que el precio comercial de los conmutadores del tipo -- que se presenta, es de \$ 2,940.00 por unidad aproximadamente, por lo que esa cifra se considera para efectos de análisis.

Con los datos que se tienen, se puede calcular fá-- cilmente la relación Beneficio - Costo (B/C):

$$B/C = \frac{\text{Beneficios (B)} - \text{Desbeneficios (D)}}{\text{Costo (C)}}$$

Que permite tener el siguiente índice:

Si:

$B/C < 1$  los beneficios no justifican la inversión.

Si:

$B/C \geq 1$  los beneficios sí justifican la inversión.

Por definición se tiene que:

Beneficios (B).- Son ventajas expresadas en térmi-- nos monetarios que recibe el inver-- sionista.

Desbeneficios (D).- Se presentan cuando el proyecto, bajo consideración involucra -- desventajas para el inversionis-- ta (expresado en términos mone-- tarios).

Costos (C).- Son todos los gastos de construcción, operación, mantenimiento, etc. que -- presenta el proyecto.

Considerando una producción y venta totales de 8.000 conmutadores por año inicialmente, y clasificando adecuadamente los datos se tiene la tabla V-5 siguiente.

	COSTOS	BENEFICIOS	DESBENEFICIOS
Materia prima por año	\$ 771,840	\$ 23,520,000	0
Maquinaria y equipo	\$ 5,969,600		
Local e instalaciones	\$ 3,000,000		
Mano de obra	\$ 4,500,000		
Costos de operación	\$ 1,430,000		
TOTAL	\$ 15,671,440	\$ 23,520,000	0

TABLA V-5

Sustituyendo los valores en la relación B/C se tiene:

$$B/C = \frac{23.520.000 - 0}{15.671.440} = 1,5$$

Como  $B/C = 1,5$  indica que los beneficios sí justifican la inversión.

La parte siguiente del análisis mostrará un plan de inversión y el cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR).

Primero se presentan los datos clasificados de forma conveniente para hacer más clara la secuencia de análisis, en la tabla V-6 se presenta la tabla de inversiones.



DESCRIPCION	COSTO
I.- Maquinaria, equipo y herramienta.	\$ 5,969,600
II.- Local e instalaciones mecánico - eléctricas	\$ 3,000,000
TOTAL	\$ 8,969,600

TABLA V-6

La tabla V-7 muestra el costo de producción que fué determinado considerando los requerimientos anuales, con una producción de 8.000 conmutadores anuales iniciales y un aumento del 10% anual, hasta completar los 10.000 conmutadores programados, con el fin de visualizarlo claramente se muestra el cálculo para 5 períodos (anuales), el costo de mano de obra se mantiene constante durante los períodos considerados.

Los costos de operación se proporcionan en la tabla V-8 posterior.

COSTO DE PRODUCCION (EN PESOS)

DESCRIPCION	P E R I O D O S				
	I	II	III	IV	V
Materia prima	\$ 771.840.00	\$ 849.024.00	\$ 926.208.00	\$ 964.800.00	\$ 964.800.00
Mano de obra	4.500.000.00	4.500.000.00	4.500.000.00	4.500.000.00	4.500.000.00
Costo primo	5.271.840.00	5.349.024.00	5.426.208.00	5.464.800.00	5.464.800.00
Costo de prod.	\$5.271.840.00	\$ 5.349.024.00	\$ 5.426.208.00	\$ 5.464.800.00	\$ 5.464.800.00

TABLA V-7

COSTO DE OPERACION (ANUALES EN PESOS).

DESCRIPCION	P E R I O D O S				
	I	II	III	IV	V
Energía eléctrica.	\$ 180.000.00	\$ 200.000.00	\$ 260.000.00	\$ 265.000.00	\$ 270.000.00
Servicios	150.000.00	155.000.00	160.000.00	165.000.00	170.000.00
Refacciones	100.000.00	100.000.00	100.000.00	100.000.00	100.000.00
Mantenimiento y reparación	-----	100.000.00	100.000.00	100.000.00	100.000.00
Imprevistos	100.000.00	100.000.00	100.000.00	100.000.00	100.000.00
Depreciación del edificio	100.000.00	100.000.00	100.000.00	100.000.00	100.000.00
Depreciación de maq. y equipo	500.000.00	500.000.00	500.000.00	500.000.00	500.000.00
Gastos administrativos.	300.000.00	300.000.00	300.000.00	300.000.00	300.000.00
Costos de operación	\$ 1.430.000.00	\$ 1.555.000.00	\$ 1.620.000.00	\$ 1.630.000.00	\$ 1.640.000.00

TABLA V-8

Sumando los costos de inversión, producción y operación del primer año, se puede considerar un capital mínimo de arranque de aproximadamente \$ 16.000.000.00 de pesos, además una tasa de interés (costo de capital) del 42% y una inversión del tipo amortizable, se procede a calcular el tiempo para recuperar la inversión, y los pagos para amortizar el capital.

Considerando ventas totales iniciales de 8.000 conmutadores, se calculará la utilidad neta para el primer periodo, la tabla V-9 muestra los datos obtenidos.

DESCRIPCION	PRIMER PERIODO
Ventas totales	\$ 23.520.000.00
Costo de producción	5.271.840.00
Utilidad bruta	18.248.160.00
Costo de operación	1.430.000.00
Utilidad I	16.818.160.00
Costo de capital	6.720.000.00
Utilidad gravable	10.098.160.00
I.S.R. (42%)	4.241.227.00
Utilidad neta	\$ 5.856.933.00

TABLA V-9

A partir de los datos de la tabla anterior se calcula la Tasa de Retorno (TIR) sobre la inversión total.

Para esto se calcula primero el flujo neto efectivo tal como se muestra en la Tabla V-10 siguiente:

DESCRIPCION	P E R I O D O	
	0	I
Utilidad neta		\$ 5.856.933.00
Depreciación total		600.000.00
Costo de capital		6.720.000.00
Flujo de operación		13.176.933.00
Inversión	\$ 16.000.000.00	
Flujo neto efectivo	( 16,000,000.00 )	\$ 13,176,933.00

TABLA V-10



El cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR) se efectúa de la siguiente manera:

$$\text{Tasa Interna de Retorno (TIR)} = \frac{\text{Flujo neto efectivo}}{\text{Inversión}} * 100$$

Donde el flujo neto efectivo incluye la utilidad neta el costo de capital y la depreciación del edificio, maquinaria y equipo.

El monto de la inversión se actualiza al tiempo, -- por lo que el valor de la inversión presente será el valor -- inicial de inversión más el incremento por el interés en el -- tiempo considerado, por lo tanto se tiene:

Valor presente de la inversión (VPI).- \$ 22.720.000.00

Flujo neto efectivo .- \$ 13.176.933.00

Sustituyendo en la Tasa Interna de Retorno (TIR):

$$\text{TIR} = \frac{13.176.933.00}{22.720.000.00} * 100 = 57.9\%$$

Por lo tanto la Tasa Interna de Retorno (TIR) resulta mayor que el costo del capital considerado.

El capital podría amortizarse en un período mínimo, menor de 3 años, se propone un plan para amortizar el capital en un período de 4 años, con pagos fijos de \$ 4.000.00 de pesos anualmente, a continuación la tabla V-11 muestra la evaluación de pérdidas y ganancias del plan propuesto, con un aumento del 10% en cada período hasta completar la producción final de 10.000 conmutadores.

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS ( EN PESOS)

DESCRIPCION	P E R I O D O S				
	I	II	III	IV	V
Prod. anual (aparatos)	8.000	8.800	9.600	10.000	10.000
Saldo anterior	\$ 0	\$ 1.856.933.00	\$ 5.155.248.00	\$ 9.324.364.00	\$ 13.370.748.00
Ventas totales	23.520.000.00	25.872.000.00	28.224.000.00	29.400.000.00	29.400.000.00
Saldo actual	23.520.000.00	27.728.933.00	33.379.248.00	38.724.364.00	42.770.748.00
Costo de producción	5.271.840.00	5.349.909.00	5.426.208.00	5.464.800.00	5.464.800.00
Utilidad bruta	18.248.160.00	22.379.909.00	27.953.040.00	33.259.564.00	37.305.948.00
Costo de operación	1.430.000.00	1.555.000.00	1.620.000.00	1.630.000.00	1.640.000.00
Utilidad I	16.818.160.00	20.824.909.00	26.333.040.00	31.629.564.00	35.665.948.00
Costo de capital	6.720.000.00	5.040.000.00	3.360.000.00	1.680.000.00	0
Utilidad gravable	10.098.160.00	15.784.909.00	22.973.040.00	29.949.564.00	35.665.948.00
I.S.R. (42%)	4.241.227.00	6.629.661.00	9.648.676.00	12.578.816.00	14.979.698.00
Utilidad neta	5.856.933.00	9.155.248.00	13.324.364.00	17.370.748.00	20.686.250.00
Costo de amort.	4.000.000.00	4.000.000.00	4.000.000.00	4.000.000.00	0
TOTALES	\$ 1.856.933.00	\$ 5.155.248.00	\$ 9.324.364.00	\$ 13.370.748.00	\$ 20.686.250.00

TABLA V-11

Como podrá notarse en la tabla al incrementarse las ventas previstas e irse amortizando el capital existe un aumento gradual en las utilidades netas, a partir de que se liquida el capital invertido, el aumento viene a ser más sustancial.

Con estas cifras obtenidas pueden seguirse una serie de políticas económicas, tales como aumentar el interés del costo de capital para hacerlo más atractivo al inversionista, guardar fondos para adquisiciones futuras de la empresa o bien mantener el plan sin modificaciones para cubrir el riesgo de ventas menores a las estimadas hasta en un 15%.

## C O N C L U S I O N E S

A pesar del uso común del conmutador en la industria, para el control de energía eléctrica, existe poca información acerca de este dispositivo, por lo que con este trabajo se a intentado dar a conocer mejor el funcionamiento electromecánico y construcción de los diferentes diseños.

La elaboración de un nuevo diseño fué el paso consecutivo del análisis, el problema principal en esta etapa fué lograr un diseño más simple y económico que resultara competitivo en calidad y costo con los conmutadores del mercado los cuales son importados al país, el modelo diseñado fué del tipo de cuatro polos, pero un tipo de número diferente de polos, puede lograrse con sencillas modificaciones.

Para ampliar las expectativas de realización del nuevo modelo se incluyeron además los procesos de fabricación,

estudio de la materia prima del nuevo modelo, etc., lográndose integrar los costos de materia prima, maquinaria y herramienta para su fabricación.

Conocidos los procesos de fabricación, maquinaria y herramienta, etc., se propuso la distribución de las diversas áreas de trabajo y en forma general el diagrama de procesos.

Finalmente el estudio se complementó con el análisis económico del anteproyecto, en el cual se tomaron algunos valores supuestos tal como el costo de operación, pero tratando que en el caso dado fuera lo más realista posible, los resultados que se obtuvieron fueron positivos, permitiendo proponer un atractivo plan de inversión.

Durante el trabajo de diseño y búsqueda de procesos de fabricación se hizo énfasis en la necesidad de aprovechar los recursos técnicos con que el país cuenta para la fabricación de productos que actualmente importa, sobre todo de aquellos cuya tecnología no es tan sofisticada como en el caso -- del dispositivo analizado que podría fabricarse en el país de manera competitiva tanto técnica como económicamente.

## B I B L I O G R A F I A

Anthony y Tarquin, Leland T. Blank. Ingeniería Económica, México, Mc.Grow-Hill, 1982.

Begeman L. Myron, B. H. Amstead. Procesos de Fabricación, 5a. ed., trad. de Cristóbal Monsivais Lara, - México, Continental, 1977, 736 p.

Buffa S. Elwood. Administración y Dirección Técnica - de la Producción, trad. de Gustavo Hernández Lara, - México, Limusa-Wiley, 1973, 653 p.

Lasheras, Sánchez-Marín. Tecnología de los Materiales Industriales, 2a. ed., Barcelona, España, CEDEL, -- 1969, 974 p.

Siemes; Catálogo de Baja Tensión 1977, México, - - -  
Siemes, Impresiones Lafayette, 1977.

Conmutadores e Interruptores Tipo Rotatorio para Ins--  
trumentos y Control e Interruptores Reversibles Ti-  
po Tambor para Arranque y Control de Motores, - -  
(Catálogo VA100), México.

Benjamín W. Nieble. Ingeniería Industrial, 4a. Ed., Trad.  
Ing. Carlos Alberto Barrera C., México, Representacio  
nes y Servicios de Ingeniería, S. A., 1976, 664 p.

Conmutadores de Control/Reveladores Serie M., (Catálogo),  
Japón, 21 p.