

01168
lej. 1

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

División de Estudios de Posgrado
Facultad de Ingeniería

SISTEMA PARA EL DISEÑO DE ALAMBRADO
DE TABLEROS DE CONTROL, PROTECCION Y
MEDICION

TESIS DE MAESTRIA

Que para obtener el grado de:
Maestro en Ingeniería — Investigación de Operaciones

p r e s e n t a :

JOSE ANTONIO MARTINEZ MENDEZ

01168
1983

MEXICO, D. F.

1983



U.N.A.M.

TESIS CON
FALLA DE ORGAN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I = N = D = I = C = E =

Introducción	I
Capítulo 1	
<u>Descripción del Sistema</u>	2
1.1 Organización	4
1.2 Gerencia de Construcción	13
1.3 Clasificación de Tableros	15
Capítulo 2	
<u>Análisis del Sistema</u>	35
2.1 Análisis de la problemática actual	35
2.2 Objetivos del Sistema	37
2.3 Procedimiento de fabricación actual	41
2.4 Necesidades futuras	46
Capítulo 3	
<u>Generación y selección de alternativas</u>	61
3.1 Generación y selección de opciones mecánicas	62
3.2 Generación y selección de opciones eléctricas	72
Capítulo 4	
<u>Implantación del nuevo sistema</u>	80
4.1 Características generales	80
4.2 Generación del archivo universal	93
4.3 Formación de casos particulares	99
4.4 Detalles de manufactura	109

Capítulo 5

	<u>Aplicación</u>	114
5.1.	Ejemplo de aplicación	114
5.2	Ventajas económicas obtenidas	142
5.3	Resumen de ventajas	145

Capítulo 6

	<u>Conclusiones</u>	149
--	---------------------	-----

Anexos

	A) Glosario	152
	B) Programa	159
B-1	Flujo de programa de alambrado	160
B-2	Entrada y salida de datos	162
	Indice de figuras	164
	Bibliografía	167

Introducción.

Este trabajo es la culminación del esfuerzo realizado dentro de la Fábrica de Tableros de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S.A., por un grupo de personas de diferentes especialidades en la ingeniería, entre las cuales se logró llevar a cabo la realización de la sistematización de una problemática que se tenía dentro del Sector Eléctrico, en la construcción de tableros utilizados para el control, protección y medición de los equipos que éste Sector instala en plantas generadoras y subestaciones del sistema eléctrico de la República Mexicana.

Los tableros anteriormente mencionados son, por lo general, no solo complicados para su diseño electromecánico, sino que constituyen parte importante del equipo eléctrico de las subestaciones y plantas eléctricas con pocas posibilidades de normalizar; debido a la variedad de equipos que requieren, construyéndose con diferentes elementos componentes además, los fabricantes de éstos nunca se han puesto de acuerdo para fabricarlos con las mismas características. Así, podemos encontrar que un -

equipo hace la función de 6 de otra marca, u otro fabricante es el único que elabora equipo con una característica muy particular y el que no puede conjuntar con equipos de otra marca, etc. Esto traé como consecuencia una gran variedad de diseños, dando como resultado una gran cantidad de diseños, ocasionando graves problemas para realizar los trabajos de su elaboración. Era necesario hacer el diseño de todos y cada uno de los pasos de la fabricación en forma particular, provocando que se tuviese mayores costos por no poder producir en serie, y la necesidad de tener una gran cantidad de gente diseñando todos y cada uno de estos pasos, requiriéndose personal muy especializado en cuestiones particulares, sólo de la competencia de este Sector, lo que daba como consecuencia la imposibilidad de conseguir este personal en el país. Así pues hay que formarlo dentro del Sector y esto provoca un aumento considerable en el costo de manufactura, por el tiempo que ésta actividad requiere.

El hecho de haber tenido que hacer diseños particulares para cada tablero trajo como consecuencia que, en las fases de fabricación y pruebas (de los tableros), se tenía gran cantidad de errores de toda índole, los que no se podían clasificar para erradicarlos debido a la gran gama de ellos, y a sus muy diversas formas de aparecer.

El trabajo que se presenta no solo tiene como fin exponer la solución del problema específico que se presentó al -

inició de esta introducción, el cual fué el objetivo inicial y - motivo de trabajo, pero que al llevarse a cabo, se le dió una ma - yor dimensión con lo cual se llega a poder resolver problemas -- eléctricos de control de cualquier índole, con la única limita-- ción de que los aparatos fuesen siempre conectados con una sola_ lógica, que aunque pudieran ser diferentes se lograsen diferen-- ciar por adelantado.

La metodología usada para enfocar y resolución del -- problema descrito es el debido al Dr. Felipe Ochoa Roso, el cual está basado en el proceso estructurado, y que se imparte en la - materia de Seminario de Planeación e Investigación de Operacio-- nes.

Este trabajo se dividió en seis partes que abarcan -- los siguientes conceptos:

- A) Describe el entorno del sistema, donde se desa-- rrolla su ubicación, y además la organización de la empresa.
- B) Se describió el problema que se encuentra dentro del actual sistema operativo, así como las fuer-- zas que sobre éste actúan.
- C) Se generaron opciones para mejorar el sistema, -

donde se vió la posibilidad de dividir las opciones en dos grupos: uno mecánico y otro eléctrico de los cuales se tomaron las mejores opciones, después de haber sido evaluadas.

- D) Después de seleccionadas las opciones mecánicas y eléctricas se ve la bondad del sistema mediante un ejemplo en la fabricación de un grupo de tableros de siete unidades sobre los cuales se hace el estudio económico de ahorros obtenidos al haber seleccionado la nueva forma de fabricación.
- E) Se presenta el ejemplo ilustrativo de un tablero de dos alimentadores donde se muestran todos los elementos informativos mínimos necesarios que se requieren para poder llevar a cabo la fabricación de un tablero con nuevo sistema.
- F) Por último se anexa una sección de conclusiones de las ventajas obtenidas al implantar el nuevo sistema, y como ayuda para poder entender el funcionamiento del programa de alambrado el cual -- fué la solución eléctrica, además de un glosario de terminos usados a lo largo de este trabajo.

Capitulo I

Descripción del Sistema

Desde que la humanidad logró controlar la electricidad, a la fecha, se ha tenido la necesidad de hacer el control de la energía por medio de aparatos, los cuales han ido, con el tiempo, sofisticandose y diversificandose. Como consecuencia, a la fecha, la Ingeniería de Control abarca no sólo los elementos de electricidad, sino que requiere controlar elementos electro-neumáticos; electro-hidráulicos; electro-mecánicos; además de los eléctricos puros como son los de potencia, distribución, utilización y electrónicos, que a su vez se dividen en: comunicación, utilización y computación. Debido a lo expuesto anteriormente, se ve la gran cantidad de aplicaciones que tienen los controles eléctricos, los cuales nos ocupará este trabajo, aunque solo abarcarán el aspecto relativo a su conexión, más no al de su fabricación ni al de su utilización.

Hagamos una breve descripción del problema que se presentó dentro del Sector Eléctrico en el proceso de fabricación de tableros:

En la Fábrica de Tableros de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, se llevaban aproximadamente 15 años fabricando los

tableros de control, protección y medición además de tableros de distribución para las subestaciones que ésta compañía requería. Esto había conducido a la especialización del personal en este tipo de trabajo sólo que, a la fecha, se seguía diseñando todos y cada uno de los tableros en forma particular por un grupo especializado de ingenieros, los cuales hacían de cada uno de los mismos un modelo único. Esto trajo como consecuencia que no se pudiese aplicar métodos y sistemas de una producción en serie, que los tiempo de elaboración fuesen largos, que el costo fuese elevado y que la calidad fuese difícil de mejorar y controlar, otros problemas de interrelación con otros departamentos, como los de abastecimiento, almacenes, contraloría, diseño eléctrico, etc., estos problemas originaron en un grupo de personas la idea de crear un sistema que mejorará la producción, debiéndose hacer sin provocar cambios en la estructura de tipo administrativo que existía dentro de la compañía, estos objetivos se describen a continuación:

- 1) Crear una clasificación de problemas afines para ser atacados en forma integral:.
- 2) Hacer factible que los diferentes tipos de equipos de los fabricantes se puedan instalar en forma indistinta, a la vez y mezclados.
- 3) Que a través del sistema, se pudiesen corregir hasta erradicar los problemas de errores humanos

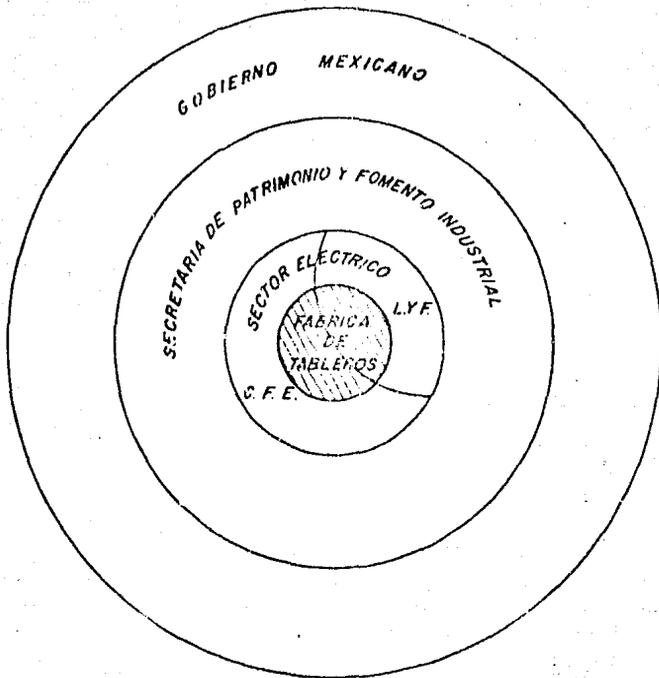
que son muy frecuentes y diversos.

Dadas estas premisas se iniciaron los trabajos de modi
ficación de los métodos de producción, dando como resultado un -
sistema que no solo creó un modelo para alambrear tableros en for
ma expédita y con la seguridad de no tener errores sino que esto
creó un flujograma nuevo de trabajo más ordenado, mejor control_
y más elevada la calidad.

1.1 ORGANIZACION.

La Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S.A., es una_
empresa que fué constituida al comprar el Gobierno Mexicano la -
mayoría de las acciones de la Mexican Light and Power Co., el 27
de septiembre de 1960.

El 20 de febrero de 1972, por Decreto Presidencial -
se incorporó al Sector Eléctrico Nacional, teniendo como fun-
ción primordial, la de generar, transmitir y distribuir energía
eléctrica dentro de la República Mexicana, lo que la sitúa den-
tro del sector servicios, aunque la sección que nos ocupa, (fig.
1-1.) debería estar en el sector transformación, debido a que se
dedica a esta rama de la industria, lo que crea una problemática
especial para poder trabajar.



D. E. P. F. I.
UBICACION
J. A. M. M. Fig.: 1-1

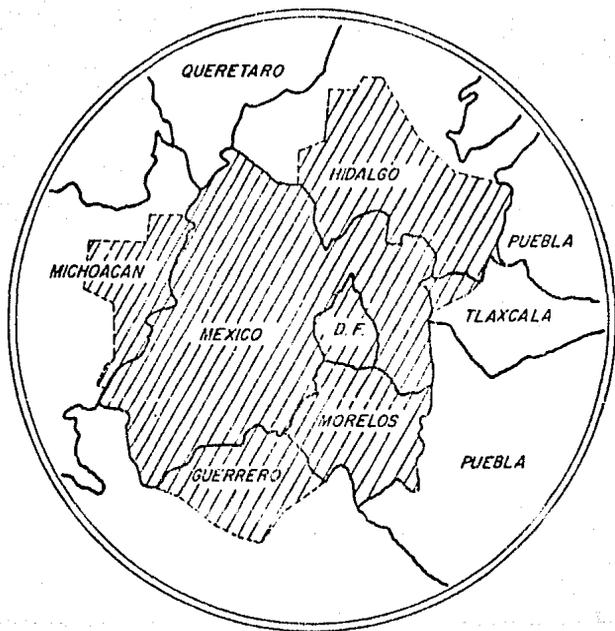
La compañía tiene como zona de trabajo la comprendida por la totalidad del Distrito Federal, la mayor parte de los Estados de México y Morelos, en forma minotaria los de Michoacán, Hidalgo, Tlaxcala, Puebla y Guerrero como se puede ver en la fig. 1-2.

Para satisfacer estas necesidades la Compañía cuenta con una estructura técnico-administrativa que se describe en la fig. 1-3, la cual se puede resumir en que está formado por tres grupos con diferentes funciones cada uno.

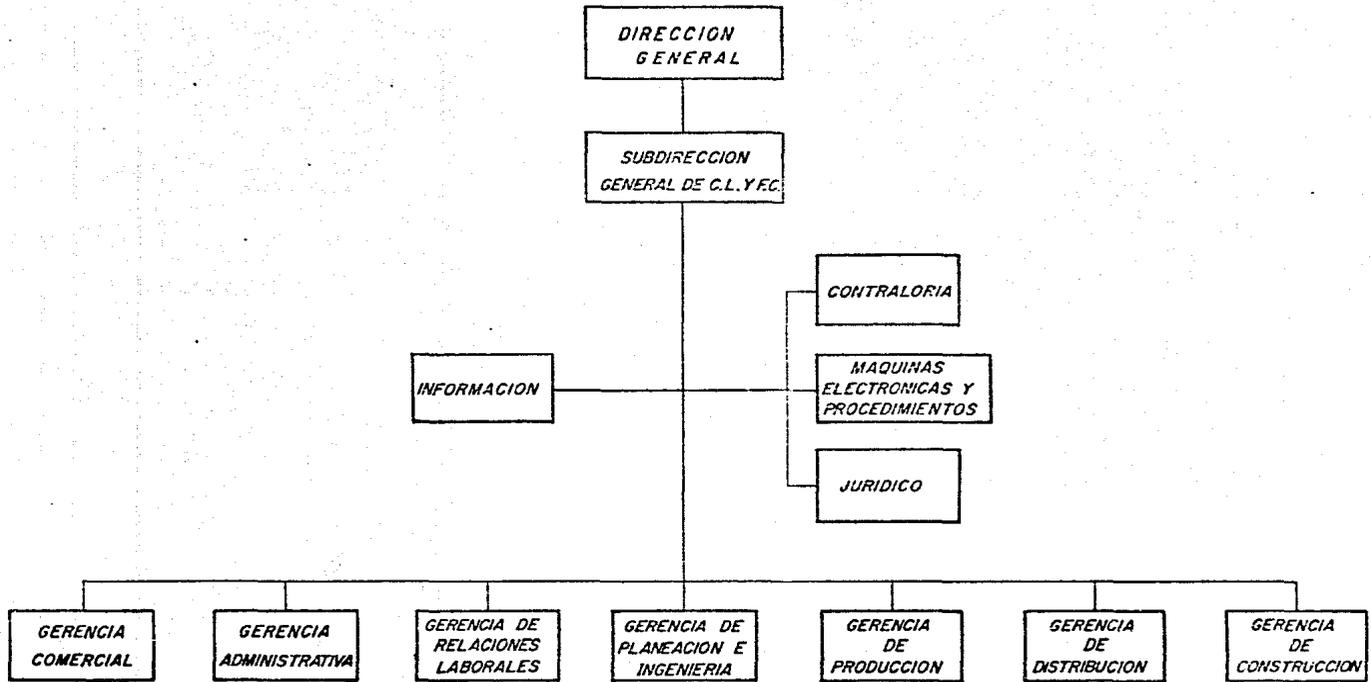
- 1) El grupo de asesores, constituido por cuatro --- áreas:
 - A) Contraloría
 - B) Máquinas Electrónicas y Procedimientos
 - C) Jurídico
 - D) Información

- 2) El grupo de tipo administrativo que tiene tres - áreas:
 - A) Comercial
 - B) Administrativa
 - C) Relaciones Laborales

- 3) El grupo técnico que ésta formado por cuatro --- áreas:



D. E. P. F. I.	
ZONA DE TRABAJO DE COMPAÑIA DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO S. A.	
J. A. M. M.	Fig.: 1-2



D. E. P. F. I.
 ORGANIZACION DE
 COMPAÑIA DE LUZ Y FUERZA
 DEL CENTRO S. A.
 J. A. M. M. Fig.: 1-3

- A) Planeación e Ingeniería
- B) Producción
- C) Distribución
- D) Construcción

A continuación se hará una pequeña descripción de las funciones que desempeña cada una de las partes constitutivas de la Compañía.

1-A) CONTRALORIA:

Esta gerencia tiene a su cargo la contabilidad general, las auditorías internas, el control y registro de las propiedades así como el control de presupuestos a nivel general y particular de las distintas áreas de la empresa además, el control de pagos a trabajadores y proveedores.

1-B) MAQUINAS ELECTRONICAS Y PROCEDIMIENTOS:

Este departamento tiene a su cargo los servicios de proceso de información para procedimientos administrativos, asesora a sus funcionarios y empleados en aspectos de organización y procedimientos que permitan elevar la eficiencia de la entidad.

1-C) JURIDICO:

Este departamento tiene como objetivo el de asesorar y supervisar a las diferentes áreas de la Compañía, así como representar a la misma en toda clase de situaciones jurídicas.

1-D) INFORMACION:

Este departamento funciona como vocero de la Compañía, a través de cual se informa al público de las suspensiones, ya sean de tipo rutinario o de bidas a fallas provocadas por el equipo.

2-A) COMERCIAL:

Esta gerencia tienen a su cargo las relaciones directas con todos los consumidores como son: celebrar contratos de energía eléctrica, conexión, desconexión de servicios, lectura de medidores, cobro a consumidores, estudio de tarifas.

2-B) ADMINISTRATIVA:

Esta gerencia tiene a su cargo la adquisición de

los bienes de consumo, equipo, y materiales que requiere la Compañía ya sean nacionales o importados.

2-C) RELACIONES LABORALES:

Esta gerencia tiene como función la de coordinar las actividades relacionadas con el personal que labora en la empresa, tales como cursos de capacitación, actividades de tipo cultural, seguridad industrial e higiene; labores de contratación y servicios médicos.

3-A) PLANEACION e INGENIERIA:

Esta gerencia tiene a su cargo las labores de -- planificar y proyectar las futuras instalaciones de la Compañía, además es la gerencia que lleva a cabo las labores de control de calidad de los aparatos de nueva adquisición.

3-B) PRODUCCION:

Esta gerencia tiene a su cargo el control de la generación, frecuencia y voltaje de las plantas y subestaciones del sistema, el mantenimiento y

operación del mencionado equipo. Para cumplir con estas funciones se requiere personal que labore las 24 horas del día y los 365 días del año además de tener el control de subestaciones supervisadas a distancia.

3-C) DISTRIBUCION:

Esta gerencia tiene la responsabilidad de distribuir la energía a los consumidores en condiciones óptimas y poder en esta forma, hacer frente a la creciente demanda de servicios que tiene la compañía, para la cual requiere efectuar los trabajos de ampliación, modificación, mantenimiento y operación de las redes de distribución, tanto aéreas como subterráneas.

3-D) CONSTRUCCION:

Esta gerencia tiene a su cargo la construcción y reconstrucción de todas las obras que requiere el sistema eléctrico de la compañía, la fabricación de elementos precolados, estructuras mecánicas, tableros eléctricos además, de la fabricación de algunas torres y tableros para uso de la

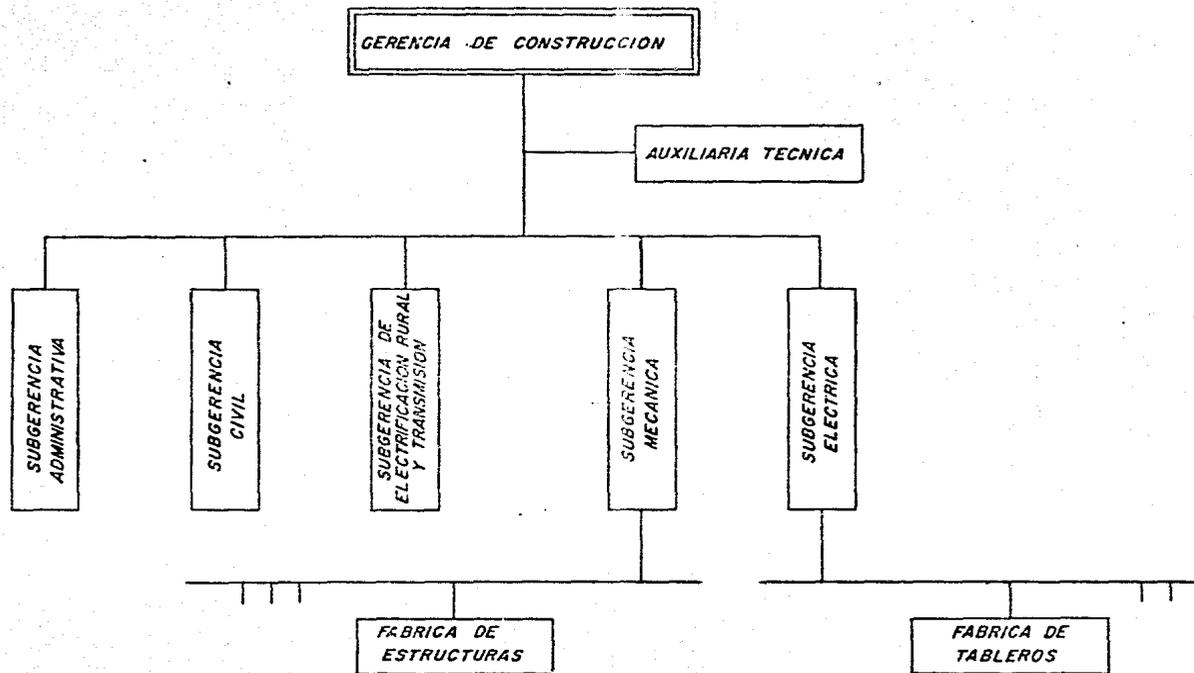
Comisión Federal de Electricidad en sus sistemas eléctricos.

1-2. GERENCIA DE CONSTRUCCION.

En la sección anterior se describió en forma muy extractada todas las funciones que lleva a cabo la Gerencia de --- Construcción, a la cual pertenecen las siguientes áreas (ver fig. 1-4).

- 1.- Subgerencia Administrativa
- 2.- Auxiliaria Técnica
- 3.- Subgerencia Civil
- 4.- Subgerencia de Electrificación Rural y Transmisión.
- 5.- Subgerencia Mecánica
- 6.- Subgerencia Eléctrica

Las áreas que estarán involucradas en el trabajo únicamente serán la Mecánica y la Eléctrica debido que a ellas pertenecen las Fábricas de Estructuras y de Tableros, en donde se efectuarán la maquila de la lámina en la primera, y la fabricación de los tableros en la segunda; debido a lo cual haremos una breve descripción de los tipos de trabajo que se desempeñan en cada una de las subgerencias.



D. E. P. F. I.	
ORGANIZACION DE LA GERENCIA DE CONSTRUCCION	
J.A.M.M.	Fig.: 1-4

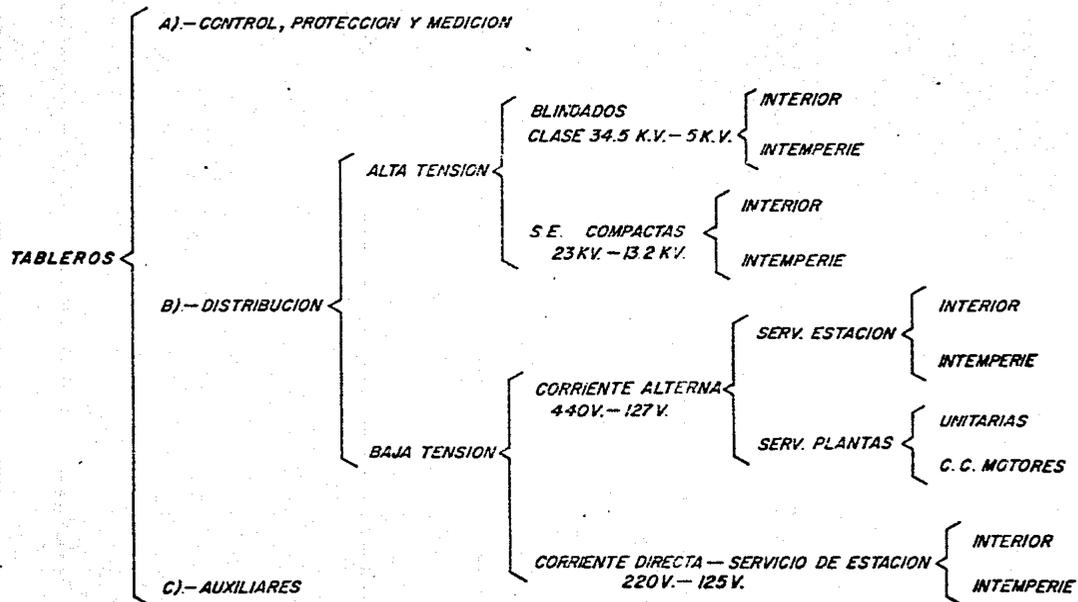
La Sub-gerencia Mecánica se dedica a la instalación de equipo mecánico en edificios, plantas y subestaciones eléctricas de la Compañía, así como a el mantenimiento de todos los --- vehículos que la Gerencia de Construcción tiene, además de la fabricación y el montaje de las estructuras que se requieren, y la elaboración de gabinetes y tableros.

La Sub-gerencia Eléctrica se dedica a la instalación de todo el equipo eléctrico requerido en los edificios, plantas y subestaciones, así como el mantenimiento de todas la herramientas y equipos eléctricos que la Gerencia de Construcción utiliza; además de fabricar los tableros que requiere la Compañía de Luz y Fuerza y los que solicita la Comisión Federal de Electricidad, los cuales se describen en la siguiente sección.

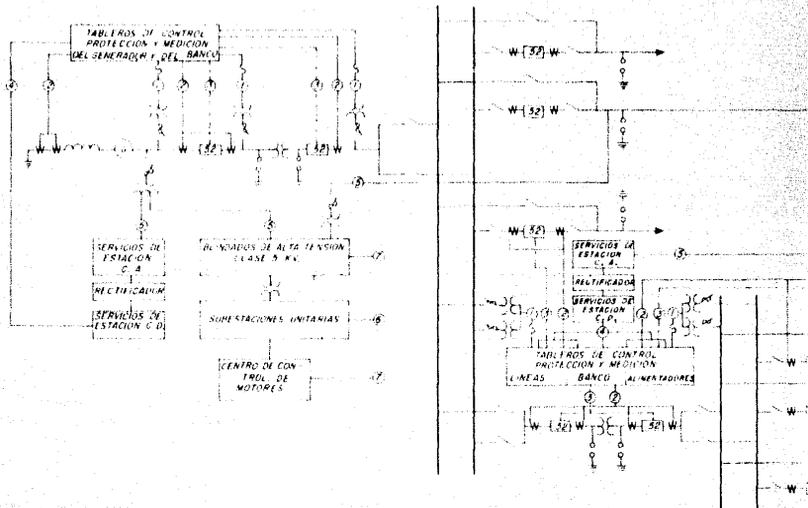
1-3 CLASIFICACION DE TABLEROS

Haremos una pequeña descripción de todos los tipos diferentes de tableros eléctricos que se fabrican, así como las --- características fundamentales de éstos, los que quedan clasificados como se muestra en la fig. 1-5, se describen a continuación, además en la fig. 1-6 se ve su aplicación dentro de los sistemas eléctricos.

1) Tableros Eléctricos de Distribución



D. E. P. F. I.	
CLASIFICACION DE TABLEROS	
J. A. M. M. Fig.: 1-5	



1.- SEÑAL DE POTENCIALES PARA SINCRONIZACION Y/O MEDICION Y PROTECCION

2.- SEÑAL DE CORRIENTES PARA MEDICION Y/O PROTECCION

3.- SEÑAL DE MANIOBRAS (DISPARO)

4.- ALIMENTACION DE C.D.

5.- ALIMENTACION DE C.A.

6.- ALIMENTACION DE RESPALDO A LA PLANTA

7.- A SERVICIO AUXILIAR DE PLANTA

(52) - INTERRUPTOR DE POTENCIA

(G) - GENERACION

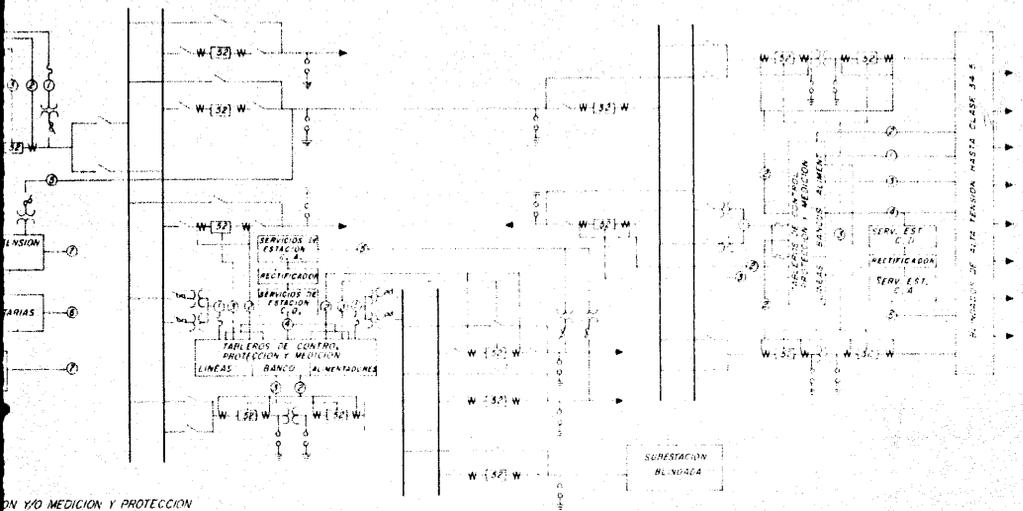
► - CARGA

-W- - TRANSFORMADOR DE CORRIENTE

↓ - APARTARRAYOS

⊞ - TRANSFORMADOR DE POTENCIA

⌋ - CUCHILLA FUSIBLE



ON Y/O MEDICION Y PROTECCION

PROTECCION

W. TRANSFORMADOR DE CORRIENTE

o o APARTARRIYOS

o o TRANSFORMADOR DE POTENCIA

o o CUCHILLA FUSIBLE

D. E. P. F. I
 LUGAR DE APLICACION
 DE
 TABLEROS
 J. A. M. M. 1/10 1-6

- 2) Tableros Eléctricos de Control, Protección y Medición.
- 3) Tableros Auxiliares

1.- TABLEROS ELECTRICOS DE DISTRIBUCION:

Estos tableros son utilizados para la distribución de energía eléctrica a los voltajes comunes dentro de edificios o locales y están constituidos principalmente por barras de cobre ó aluminio de gran calibre, debido a que por ellos pasan grandes cantidades de energía, la que es controlada, protegida y medida por medio de dispositivos sencillos.

2.- TABLEROS ELECTRICOS DE CONTROL, PROTECCION Y MEDICION:

Estos tableros tienen como misión, la de cuidar el buen funcionamiento del equipo eléctrico de alta tensión de los cuales se reciben pequeñas señales que son el reflejo de lo que está pasando en estos. Estos tableros son como el cerebro del equipo de alta tensión.

3.- TABLEROS ELECTRICOS AUXILIARES:

Este modelo de tablero, tiene como función la de auxiliar algunos de los tableros anteriormente mencionados y hacer funciones que, ya sea por ser muy especializadas o por su volumen, los tableros propios del servicio no las pueden efectuar. Estas funciones pueden ser: los de alarma de equipos importante, detección de condiciones especiales, la de graficación de fallas en circuitos eléctricos o mediciones especiales, la de comunicación, etc.

1-1 Clasificación de los Tableros Eléctricos para Distribución:

- a) Tableros blindados para alimentadores de distribución.
- b) Tableros blindados para clientes.
- c) Tableros para equipos auxiliares en plantas.
- d) Subestaciones unitarias.
- e) Centros de Control de motores (C.C.M.)

- f) Tableros eléctricos para auxiliares - de subestaciones en corriente alterna (Servicio de Estación C.A.).
- g) Tableros eléctricos para distribución de corriente directa (Servicios de Estación C.D.).
- h) Tableros eléctricos para distribución de energía para alumbrado y fuerza en baja tensión (Centros de Carga).

a).- TABLEROS BLINDADOS PARA ALIMENTADORES DE DISTRIBUCION:

Estos tipos de tableros estan' formados por un elemento principal consistente en una serie de cajones que se forman con ángulo estructural ó lámina doblada, los cuales le dan la forma, y se forran con lámina que pueden ser desde calibre 16 al 10. Se escogen según el diseño y el tipo de utilización del tablero.

Estos tienen como función, la de permitir que a través de ellos pase energía, la que deberá llegar a las líneas de alta tensión que distribuyen este fluido en las zonas urbanas de alta densidad

demográfica, este equipo es usado debido al alto costo que tiene el terreno y que con él no se requiere gran espacio para alojarlo (aproximadamente una cuarta parte del convencional).

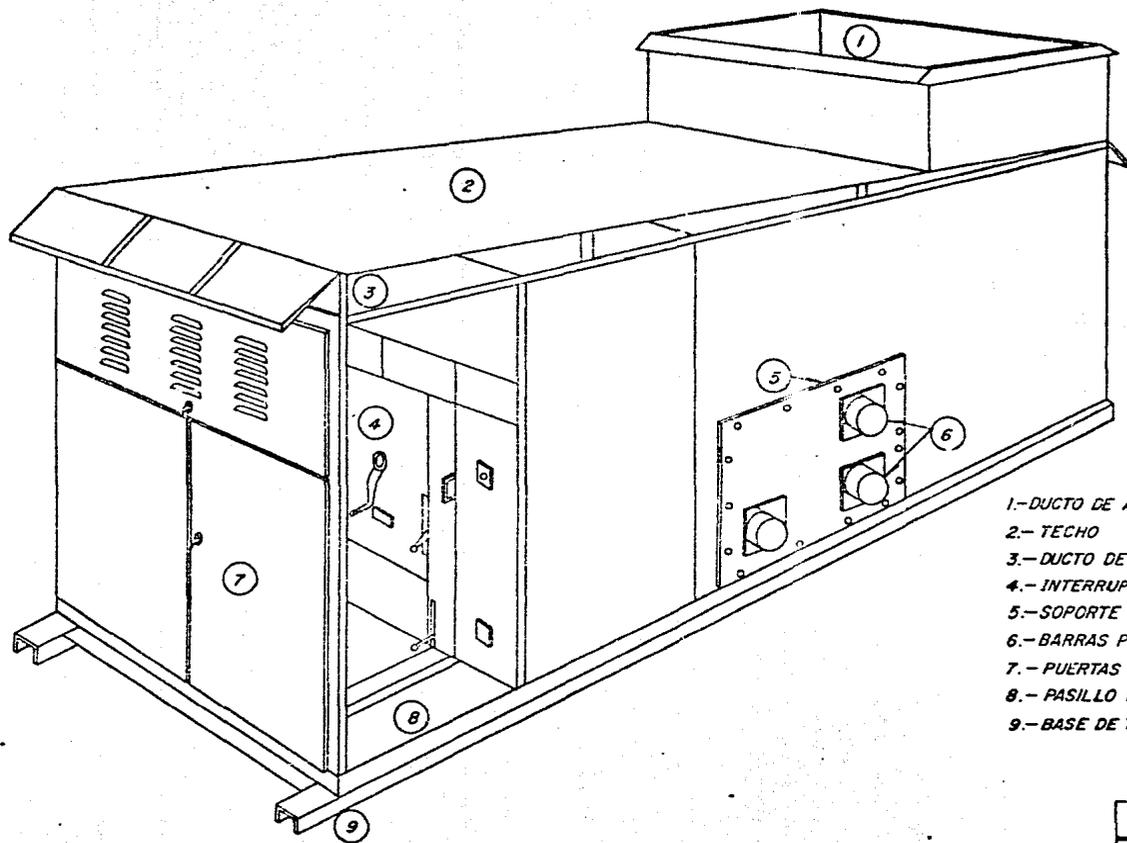
Sus voltajes de operación son de 34500, 23000, -- 13800 ó 7200 volts., de C.A. fig. 1-7.

b) TABLEROS BLINDADOS PARA CLIENTES:

Este tiene como función principal, la de proporcionar energía a un consumidor por dos puntos diferentes, para que tenga el mínimo número posible de interrupciones además, se puede alojar en un espacio pequeño, sus voltajes de operación son de 34500, 23000, 13800 ó 7200 volts. de C.A. fig. 1-8.

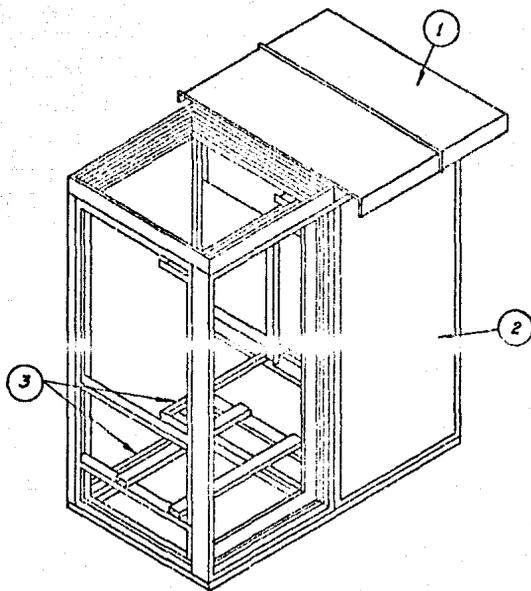
c) TABLEROS PARA EQUIPO AUXILIAR EN PLANTAS Y GABINETES BLINDADOS DE AUXILIARES:

Estos tienen la función de poder distribuir energía en alta tensión, para motores auxiliares de gran potencia, como son los de las torres de enfriamiento de agua de plantas generadoras y sus



- 1.-DUCTO DE ACOMETIDA DEL BANCO
- 2.-TECHO
- 3.-DUCTO DE VENTILACION
- 4.-INTERRUPTOR
- 5.-SOPORTE DE BARRAS
- 6.-BARRAS PRINCIPALES
- 7.-PUERTAS DE ACCESO
- 8.-PASILLO DE INTERRUPTOR
- 9.-BASE DE TRANSPORTE Y SUJECION

D. E. P. F. I.	
TABLERO BLINDADO PARA 34.5 KV.	
J. A. M. M.	Fig.: 1-7



- 1.- TECHO
- 2.- PUERTA
- 3.- SOPORTE PARA BARRAS

D. E. P. F. I.

**TABLERO BLINDADO
PARA CLIENTE**

J.A.M.M. Fig.: 1-8

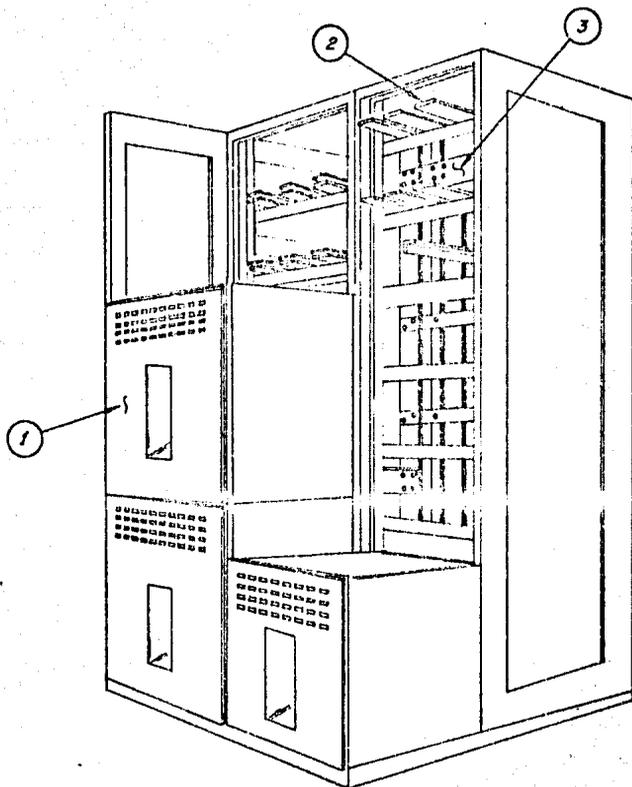
voltajes de operación son de 4800 ó 4160 volts. de C.A.; su aspecto es similar a los blindados para alimentadores, fig. 1-7.

d) SUBESTACIONES UNITARIAS:

Este tipo de tablero eléctrico se utiliza en plantas generadoras donde tiene como aplicación la de alimentar a motores, ventiladores y equipo en general que consume grandes cantidades de energía eléctrica, su voltaje de operación nominal es de 480 volts. fig. 1-9

e) CENTRO DE CONTROL DE MOTORES:

Este tipo de tablero eléctrico se utiliza para plantas generadoras, fábricas, etc., donde la mayoría de los servicios son motores y de los cuales pueden quedar así concentrados, dando con esto una gran ventaja en la distribución de energía y el mantenimiento, los voltajes nominales de operación son de 480, 240 y de 125 volts. de C.A. fig. 1-10.



- 1.- INTERRUPTORES
- 2.- BARRAS DE ALIMENTACION
- 3.- BARRAS PRINCIPALES

D. E. P. F. I.

SUBESTACION UNITARIA

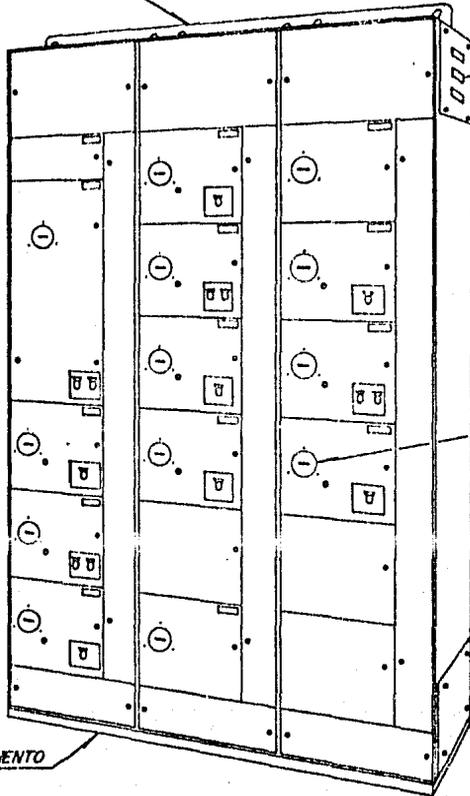
J. A. M. N. Fig.: 1-9

RIEL PARA TRANSPORTE

BARRAS DE ALIMENTACION

CONTROL PARA MOTOR

BASE DE AGRUPAMIENTO



D. E. P. F. I.

CENTRO DE CONTROL
DE
MOTORES

J. A. M. M. Fig.: 1-10

f) TABLEROS ELECTRICOS PARA AUXILIARES DE SUBESTACIONES DE C.A.:

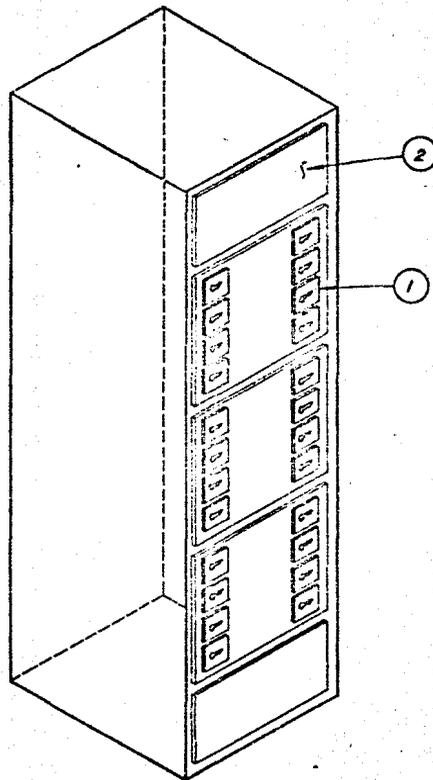
g) TABLEROS ELECTRICOS PARA AUXILIARES DE SUBESTACIONES DE C.D.:

Estos tipos de tableros eléctricos, se utilizan en la distribución de energía para los motores de los equipos instalados en las subestaciones, así como para el alumbrado y el control de los equipos de protección, fig. 1-11.

h) TABLERO ELECTRICO DE DISTRIBUCION DE ENERGIA PARA ALUMBRADO Y FUERZA:

Este tipo de tablero es el más común y a la vez el menos complicado en su construcción, dado que sirve para distribuir energía y se puede utilizar tanto una fábrica como en una casa, todo depende de su capacidad.

2-1 Clasificación de los tableros eléctricos de Control, Protección y Medición:



1- ELEMENTOS TERMOMAGNETICOS
2- LETRERO DE IDENTIFICACION

D. E. P. F. I.

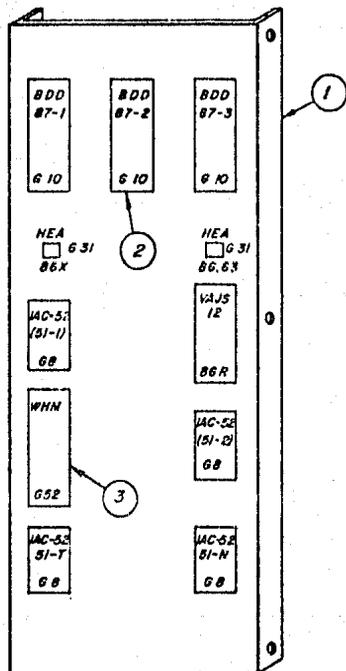
TABLERO AUXILIAR DE
CORRIENTE ALTERNA
Y CORRIENTE DIRECTA

J. A. M. M. Fig.: 1-11

- a) Tablero Simplex
- b) Tablero Duplex
- c) Tablero Dual

a).- TABLERO SIMPLEX:

Este tablero se fabrica con lámina calibre 10 ó 12 dependiendo de peso que deba soportar del equipo a instalar. Se le efectúan una serie de perforaciones con el fin de poder alojar los equipos además, dicha lámina estará en sus extremos, doblada para ser autosoportada, los laterales deberán tener también perforaciones para permitir sujetar una lámina en la que se colocará en caso necesario los elementos auxiliares, (llamaremos a esta lámina en forma genérica alerón); las perforaciones anteriormente mencionadas para sujetar el alerón tienen además la función de poder unir este a otro tablero y así formar una batería de ellos, con lo que lograremos un arreglo en forma compacta sin importar que tipo de función va a cumplir cada uno de ellos. Este tablero puede verse en la fig. 1.12.



- 1- LATERAL PARA SUJECION
 2.- RELEVADORES
 3.- EQUIPO DE MEDICION

D. E. P. F. J.

TABLERO SIMPLEX

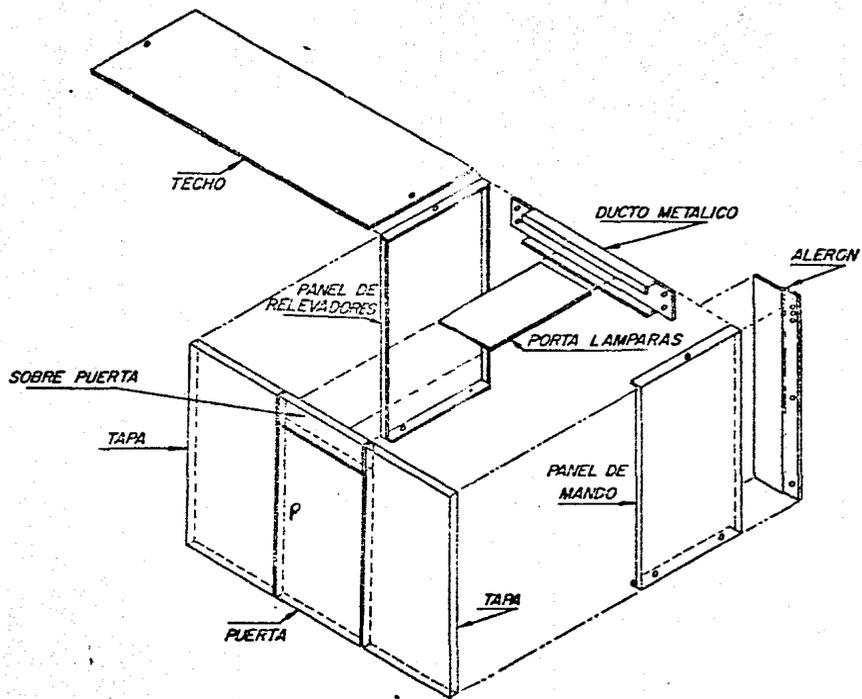
J. A. M. M. Fig.: 1-12

b).- TABLERO DUPLEX:

Este tablero se forma con dos láminas del tablero simplex, las cuales se ponen opuestas y se unen - en la parte superior por un techo debido a lo --- cual se forma un pasillo al unir varios de ellos, por el que se puede circular, en caso de requerir se a los extremos se le instalan puertas con el - fin de lograr cerrarlo y así, obtener que los ta- bleros no se llenen de polvo además, con esto, se logra proteger los aparatos instalados en ellos, _ fig. 1-13.

c) TABLERO DUAL:

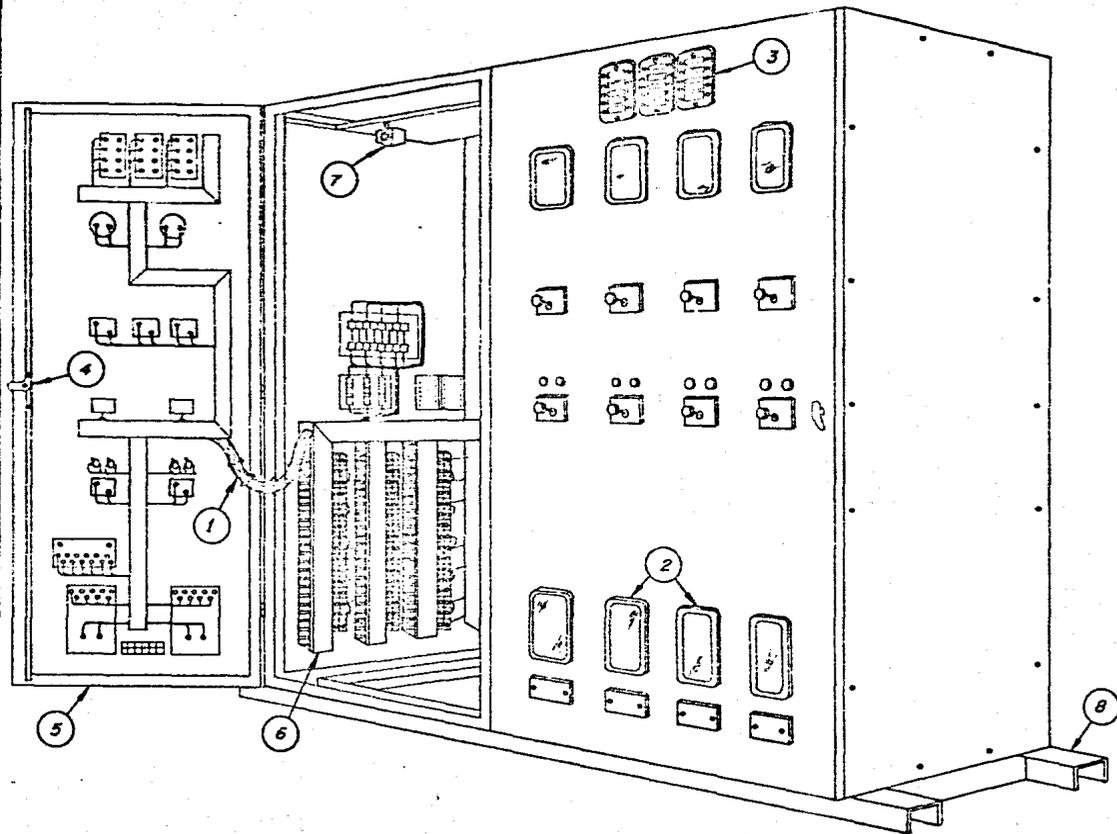
Este tablero es el de mayor costo. Se utiliza - solo en lugares muy contaminados como son; plan- tas generadoras termoeléctricas, por lo que es ba ja su producción; este modelo de tablero consta r- de una estructura en forma rectangular, la cual - se cubre con láminas por todos lados; en las lámí- nas del frente y de la parte posterior, se insta- lan los aparatos, una de las láminas deberá tener bisagras para poder tener acceso a la parte inte- rior en forma expedita; este tablero se muestra -



D. E. P. F. I.	
TABLERO DUPLEX	
J. A. M. M.	Fig. : 1-13

en la fig. 1-14.

Vemos en forma gráfica en la fig. 1-6, donde se -
instalan todos y cada uno de estos tableros dentro
de las redes eléctricas de un sistema ficticio.



- 1.- ALAMBRADO DE CONTROL
- 2.- RELEVADORES
- 3.- CUADRO ANUNCIADOR DE ALARMAS
- 4.- CERRADURA
- 5.- PUERTA GIRATORIA
- 6.- DUCTOS PARA CABLES
- 7.- ALARMA
- 8.- BASE PARA TRANSPORTE

D. E. P. F. I.

TABLERO DUAL

J. A. M. M. Fig.: 1-14

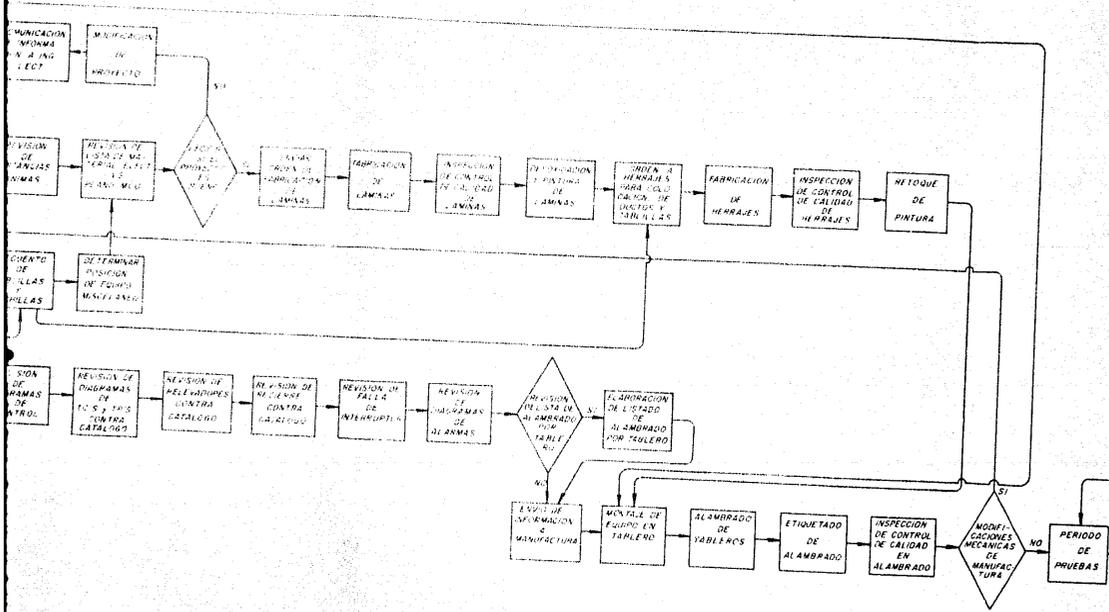
Capítulo II

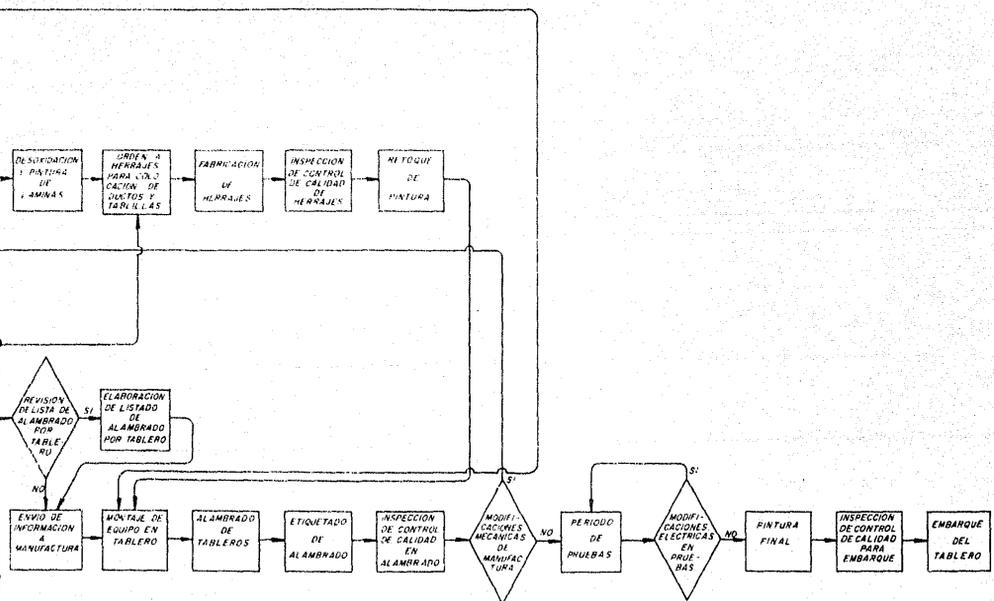
Analisis del Sistema

Al iniciar la producción, la Fábrica de Tableros se hizo en una forma completamente artesanal, teniendo como única tecnología la experiencia de los obreros, la cual se había logrado obtener después de muchos años de hacer los mismos en las obras para servicio de la compañía. Se llevaba a cabo esta forma de trabajo debido a que se modificaban las protecciones al ir pasando el tiempo; se fue enriqueciendo esta tecnología hasta llegar el momento que nos ocupa, se tenía un diagrama de flujo del trabajo inicial, se presenta en la fig. 2-1. El diagrama de flujo mencionado lo iremos describiendo en forma más detallada a lo largo de este trabajo, a el mencionado diagrama le haremos modificaciones solo en la parte de fabricación que se efectúan dentro de la fábrica, debido a que es la única parte del cual se nos permite modificar.

2-1 ANALISIS DE LA PROBLEMÁTICA ACTUAL

En la figura 2-1, se vé claramente que el proceso de diseño de los tableros son diseñados por varios grupos de trabajo,





D. E. P. F. I.
 DIAGRAMA DE FLUJO DE TRABAJO INICIAL
 J. A. M. M. Fig.: 2-1

lo que causa por lo general que se tengan diferentes formas y -- combinaciones de llevar a cabo por el mismo trabajo, esto trae -- como consecuencia problemas muy graves en la fabricación debido_ a que no se puede realizar trabajos en serie además, se tiene -- que los diseñadores generalmente tienen que llevar a cabo proyec_ tos aunque son aparentemente iguales en teoría, tienen pequeñas_ o grandes discrepancias entre ellos lo que provoca no poder corre_ gir los errores que estas personas puedan tener y ser fácil la - localización, sino que tienen todo tipo de manifestaciones lo que hace tedioso y problemático el trabajo, para poder ver esto con_ más detalles.

2-2 OBJETIVOS DEL SISTEMA.

Para dar una idea de las dificultades que se presen-- tan a continuación se refiere un ejemplo:

Supongamos que las variables principales que debemos_ conocer de un tablero antes de iniciar su diseño, para un table- ro de Control, Protección y Medición son:

- a) Servicio al que protege.
- b) Arreglo del esquema eléctrico (lógica eléctrica).
- c) Marca de equipo a instalar.

Cada una de las cuales, tiene o puede presentar_ las siguientes características:

a) Servicio al que protege:

a-1) Bancos de Potencia.

a-2) Alimentadores de Distribución.

a-3) Líneas de Transmisión.

a-4) Diferenciales de Barras.

a-5) Bancos de Capacitores.

a-6) Cables de Potencia.

a-7) Bancos de Tierra.

b) Arreglos del Esquema Eléctrico:

<u>Servicios</u>	<u>Diseño existente</u>
b-1) Bancos de Potencia	8 diferentes
b-2) Alimentadores	2 " "

b-3) Líneas de Transmisión	17	diferentes
b-4) Diferencial de Barras	2	" "
b-5) Bancos de Capacitores	2	" "
b-6) Cables de Potencia	2	" "
b-7) Bancos de Tierra	2	" "

c) Marca de Equipos posibles a instalar:

c-1) Westtinghouse Electric Corporation.

c-2) General Electric Corporation.

c-3) Mitsubich Corporation.

c-4) Delle Amstrom,

c-5) Siemens.

c-6) English Electric

c-7) General Electric Española.

c-8) Brown Boveri.

c-9) Industrias Unidas, S.A.

c-10) Sángamo.

c-11) Cutler Hammer.

c-12) Square'D.

c-13) Poter & Bromfil

Como puede apreciarse, se tiene una cantidad tan elevada de combinaciones con estos tres elementos, que hacen prácticamente imposible cubrir todas las posibles combinaciones en forma normalizada.

En general son una mayor variedad debido a que en la realidad se deben combinar diferentes marcas de aparatos en un solo tablero.

Si como sucede en la realidad no son solo esas tres variables con las cuales se requiere trabajar, sino que además se le unen otras diez o quince más, se tiene que las combinaciones posibles llegan a números muy grandes, lo que es difícil de controlar la producción por algún medio.

2-3 PROCESO DE FABRICACION ACTUAL.

Como se ven en la figura 2-1, las actividades que se encuentran antes del asterisco, son actividades que unicamente se llevarán a cabo, sí los tableros a fabricar son elaborados para un cliente. Esa fase exclusivamente es para cotización; esto obliga a la fábrica a tener medios expéditos para saber en forma rápida cuáles son sus costos de fabricación por tablero y dado que hay, como se describió en párrafos anteriores, una gran variedad de modelos, esto dificulta la cotización y hace necesario que la cotización se efectúe mediante la experiencia del personal administrativo el cual ha llegado a la conclusión por medio de comparación de varios trabajos que entre ellos a pesar de tratarse de diferentes tipos de tableros no existe ninguna diferencia notable que pueda repercutir en el costo de manufactura, debido a que es despreciable la diferencia que puede hacer en cada uno de ellos en lo que se refiere a mano de obra y material misceláneo, la diferencia radica en la gran diferencia en el costo del equipo dado que este representa desde el 20 al 80% del costo del tablero.

Después de haber aceptado la orden por parte del cliente para la fabricación del tablero, o de recibirse la orden de fabricar un equipo para la compañía, esto genera una orden de trabajo que se llevará como cuenta de cargo específica. Por medio de ella se llevará el registro de cargos durante todo el período de fabricación, tanto de materiales como de equipo y mano

de obra directa, indirecta, administrativa, etc., a la vez que se efectúan estas actividades, se lleva a cabo el diseño el cual es el inicio del proyecto y se generan las órdenes de compra de equipo para que éste pueda llegar a tiempo, dado que los fabricantes de este tipo de equipo tienen tiempos de entrega largos, aproximadamente de 4 meses, lo que hace imposible que dichos equipos se puedan pedir en fecha posterior a ésta, debido a que si se hace, se corre el peligro de no entregar el tablero a tiempo. En la fase de diseño se lleva a cabo en dos etapas las cuales se pueden llamar de diseño mecánico del tablero y diseño eléctrico, en estos dos períodos se elaboran los siguientes planos constructivos:

PRIMERA ETAPA:

- a) Disposición del equipo en el tablero.
- b) Diagrama Unifilar.
- c) Diagrama Trifilar.
- d) Lista de equipo mayor en el tablero (preliminar)

SEGUNDA ETAPA:

- a) Diagrama esquemático de control.
- b) Diagrama esquemático de protección.
- c) Diagrama esquemático de medición.

- d) Lista para el alambrado del equipo.
- e) Lista de equipo mayor en el tablero (corregida)

Los planos anteriormente mencionados se pueden ver en el ejemplo que se presenta en el capítulo de aplicación del método.

Al finalizar el proyectista cada una de estas etapas, automáticamente envía copias de estos planos al cliente ó al departamento de laboratorio, si es de la compañía, para que estos aprueben el proyecto o se lo modifiquen; si el caso fuese el segundo, nuevamente enviará los planos tantas veces como sea necesario hasta lograr la completa satisfacción del cliente. En cada uno de los envíos de planos en forma paralela se le manda a la fábrica con la finalidad de que esta pueda iniciar la fabricación.

Después de que la Fábrica de Tableros ha efectuado la revisión de la primera etapa, se envían los planos de disposición de equipo en el tablero, a la Fábrica de Estructuras, para que esta inicie la fabricación de las láminas en donde se llevan a cabo las operaciones de: Corte y punzonado de las láminas para dar cabida a los equipos que llevarán los tableros, la de doblado para que se puedan acoplar los demás elementos y la preparación de los lugares donde sea necesario colocar dispositivos es-

peciales como son: bridas, manijas, etc., después de terminado - este proceso, personal de la Fábrica de Tableros de la Sección - de Control de Calidad hace la inspección de la mencionada lámina en la que se le comprueba que ésta cumpla con los datos propor- cionados en el plano, además de con las normas de calidad de és- ta, al haber terminado esta labor y saliendo la lámina satisfac- toria, se envían a la Fábrica de Tableros para que siga el proce- so, el que consiste en pasar dichas láminas a la sección de pin- tura, en la que se efectuarán todas las operaciones para prepa- rar la aplicación de los elementos de protección de esta.

El sistema de desoxidado está formado por dos tinas - en las cuales se efectúa un desengrasado y desoxidado por imer- sión en la primera, y en la segunda un lavado con agua, posterior- mente a esta operación en forma manual se aplica un pasivador y_ un sellador, para dejar a esta en condiciones de ser pintada. Siempre antes de iniciar la labor de pintura final si la del --- equipo va a quedar expuesto a la intemperie, se aplica una pintu- ra anticorrosiva, en caso contrario, solo un primario que reciba esta y le de la adherencia.

En la siguiente etapa, es la de instalación de herra- jes y elementos misceláneos como son tablillas de conexiones, cu- chillas de pruebas, ductos, etc; por último llega al área de --- alambrado y montaje de equipo para el cual se requiere que el di- señador haya enviado la segunda parte del proyecto, la que debió ser revisada por la sección de Ingeniería de Fábrica para corre-

gir los errores que normalmente tiene este y que en ocasiones -- provocan que el tablero tenga que regresar al área de herrajes -- para modificaciones y pintura, lo que no solo aumenta el costo -- del tablero, sino que baja en forma elevada la calidad del pro-- ducto dado que esos parches a los 5 o 6 meses, empiezan a crear_ fisuras en la pintura debido a que los materiales al ser aplica-- dos en la misma época no son homogéneos y se rompen dando en for_ ma inmediata un feo aspecto de mala elaboración.

Al tener el tablero en la sección de alambrado y con-- tando con los planos ya revisados en la segunda etapa de diseño, se efectúa el alambrado de éste, el cual al ser terminada la ope_ ración queda concluido el proceso, quedando como pendiente pro-- bar su funcionamiento, el que se simula con una consola que crea las condiciones en las que tendría que funcionar el tablero en - su lugar de destino; al terminar esta prueba se envía dicho ta-- blero a su destino previo proceso de pintura final y embalaje.

Durante toda la descripción del proceso, el cual se - ha hecho en forma superficial, nunca se ha considerado que el re_ greso hacia una etapa posterior para ser modificado ú adaptado, _ lo que es muy común con el actual proceso y que fue la causa de_ que se iniciara este estudio, este tipo de retrasos se ilustra - en las figuras.

Lo anteriormente descrito, condujo a crear el grupo de trabajo que generó el estudio para lograr tener un nuevo proceso que se describe en los próximos capítulos.

2-4 NECESIDADES FUTURAS.

El producto en estudio es un bien cuya naturaleza es de consumo; a la fecha no se conoce ningún elemento con el que pueda ser substituido.

La demanda de este producto puede considerarse que -- está prácticamente distribuida geográficamente en forma homogénea dentro de la República; el producto se va a consumir más en las áreas altamente industrializadas que en las zonas de poblaciones rurales. No es esto un factor determinante en el valor de la demanda. Por lo espuesto anteriormente acerca del mercado de este producto, se consideraría de comercialización difícil lo -- cual no ocurre, debido a que no se requiere vender en sus lugares de consumo sino en un mercado cautivo del Sector Eléctrico, lo que requiere que el vendedor pueda constatar la única entidad que consume este producto para que tenga posibilidades de ser tomado en cuenta dentro del mercado.

En las gráficas que se muestran en este capítulo, se ven los datos de comportamiento del mercado y cuales son las pre

dicciones de éste además de la forma en que se ha comportado la demanda de todos y cada uno de los productos de la Fábrica de -- Tableros a la fecha.

En la figura 2-2, se puede apreciar los datos de los tableros producidos desde la fundación de la Fábrica de Tableros a la fecha. Se puede apreciar un cambio muy brusco a partir de 1975, que se debió al inicio de la fabricación de tableros para la Comisión Federal de Electricidad además, de los que se hacían hasta la fecha para la Compañía de Luz a la que pertenece la fábrica.

En la figura 2-3 y 2-4, se muestra el pronóstico de tableros que requerirá el Sector Eléctrico en los futuros diez años para sus obras de acuerdo con los datos tomados del programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico (POISE), los cuales, podrían ser fabricados por este sector si se lleva a cabo la inversión de la construcción de una nueva Fábrica de Tableros. Se sugiere o recomienda de realizar la obra, reestructurar los -- sistemas actuales de trabajo haciendolos más automatizados, si no se hiciese esto, se tendría que soportar una gran cantidad de dificultades para lograr controlar el producto por lo complejo -- del proceso actual; no es conveniente tener tanto personal para la preparación del mismo, porque este producto requiere de obreros exclusivamente especializados lo que es muy difícil de obtener en el mercado, ó requiere de una gran cantidad de horas de -- preparación.

SECCIONES DE
TABLEROS

500

400

300

200

100

TOTAL DE SECCIONES DE TABLEROS

AÑOS

68

69

70

71

72

73

74

75

76

77

78

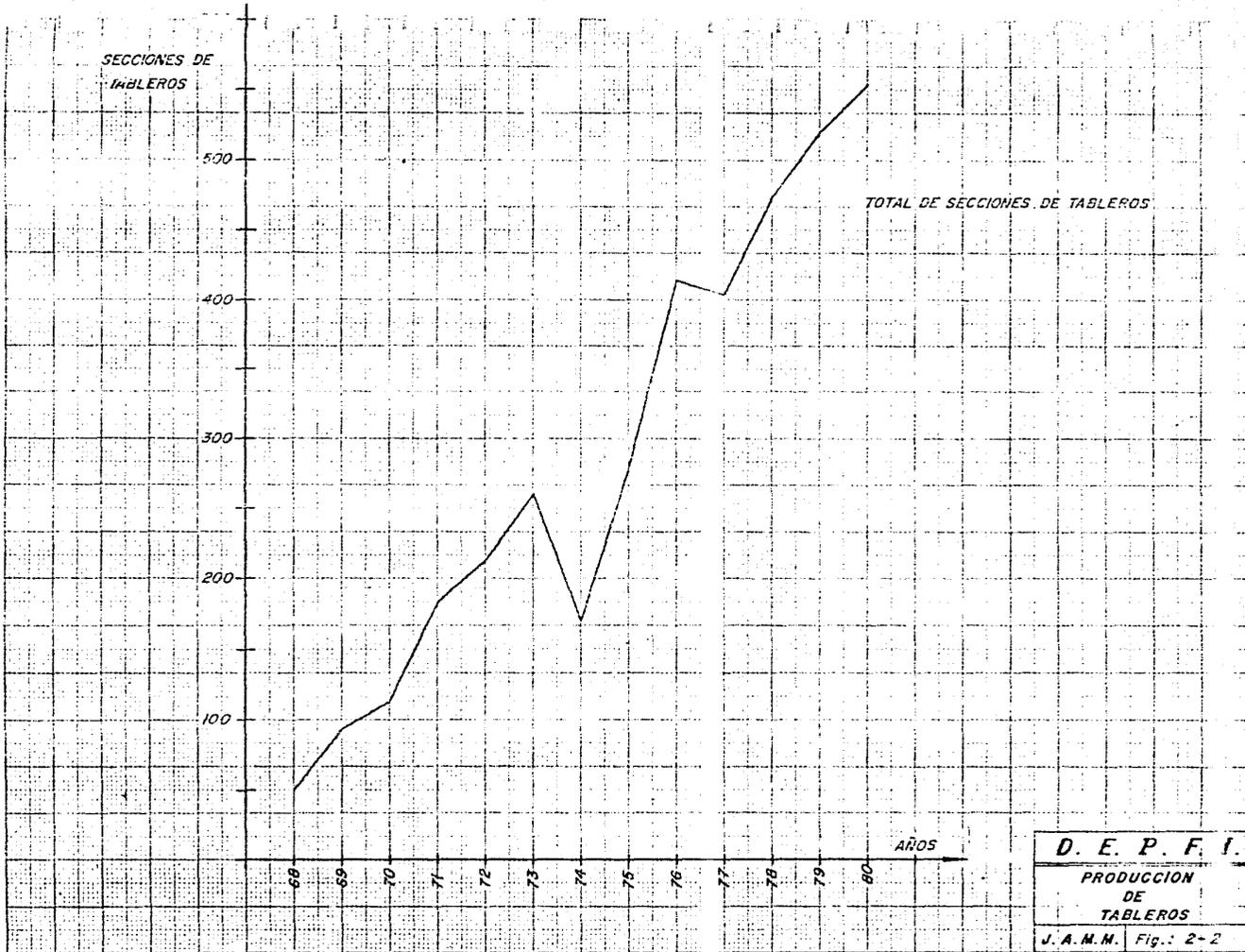
79

80

D. E. P. F. I.

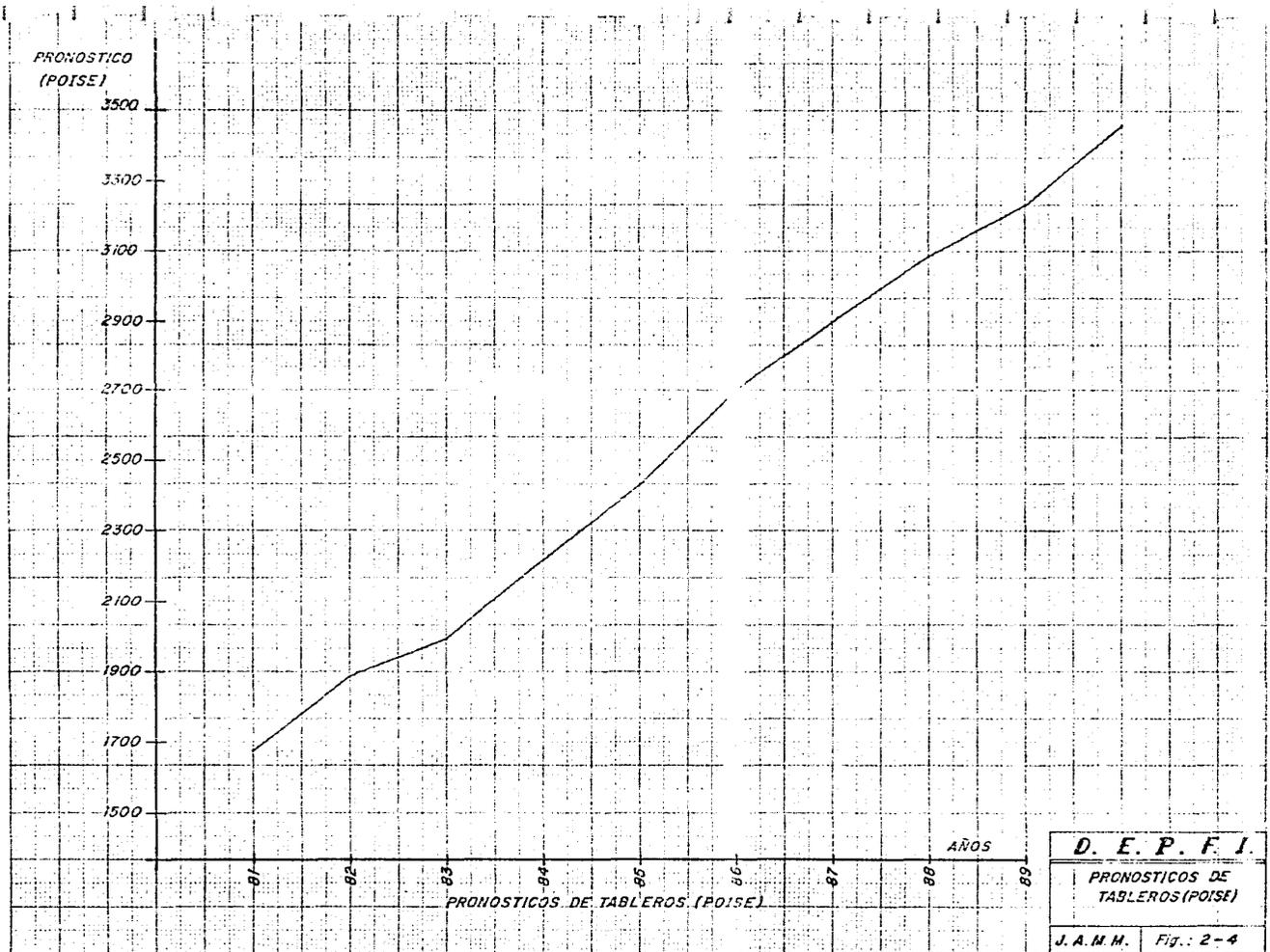
PRODUCCION
DE
TABLEROS

J. A. M. M. Fig.: 2-2



**PRONOSTICO DE TABLEROS REQUERIDOS EN EL SECTOR
ELECTRICO SEGUN POISE**

<i>AÑO</i>	<i>TABLEROS</i>
<i>1981</i>	<i>1660</i>
<i>1982</i>	<i>1980</i>
<i>1983</i>	<i>2000</i>
<i>1984</i>	<i>2190</i>
<i>1985</i>	<i>2435</i>
<i>1986</i>	<i>2700</i>
<i>1987</i>	<i>2845</i>
<i>1988</i>	<i>3080</i>
<i>1989</i>	<i>3215</i>
<i>1990</i>	<i>3425</i>



Veamos ahora que relación tienen los datos anteriormente mencionados, con el Producto Interno Bruto (PIB) del país, con la capacidad instalada, con lo que podríamos confirmar si -- son buenos o malos estos valores, los valores anteriormente mencionados se encuentran en las figuras 2-5 y 2-6.

En forma resumida mostramos los valores que se obtuvieron al ajustar las diferentes rectas, además de sus valores - de correlación de donde podemos concluir que estos son buenos.

Producto Interno Bruto - Año (Figura 2-7)

$$\text{PIB} = 33.32 \times \text{año} + 331.43$$

$$\text{C.C.} = 0.978$$

Capacidad Instalada - Año (Figura 2-8)

$$\text{MW} = 866.89 \times \text{año} + 9197$$

$$\text{C.C.} = 0.9998$$

Producto Interno Bruto - Capacidad Instalada

(Figura 2-9)

$$\text{Cap.Instalada} = 27.2554 \text{ PIB} - 1,8458$$

$$\text{C.C.} = 0.94118$$

Capacidad Instalada - Tableros Fabricados

(Figura 2-10)

$$\text{Tab.Fabricados} = 0.002547 \times \text{MW} = 411.982$$

$$\text{C.C.} = 0.998$$

PRODUCTO INTERNO BRUTO
(MILLONES DE PESOS)

650
600
550
500
450
400
350

75

76

77

78

79

80

81

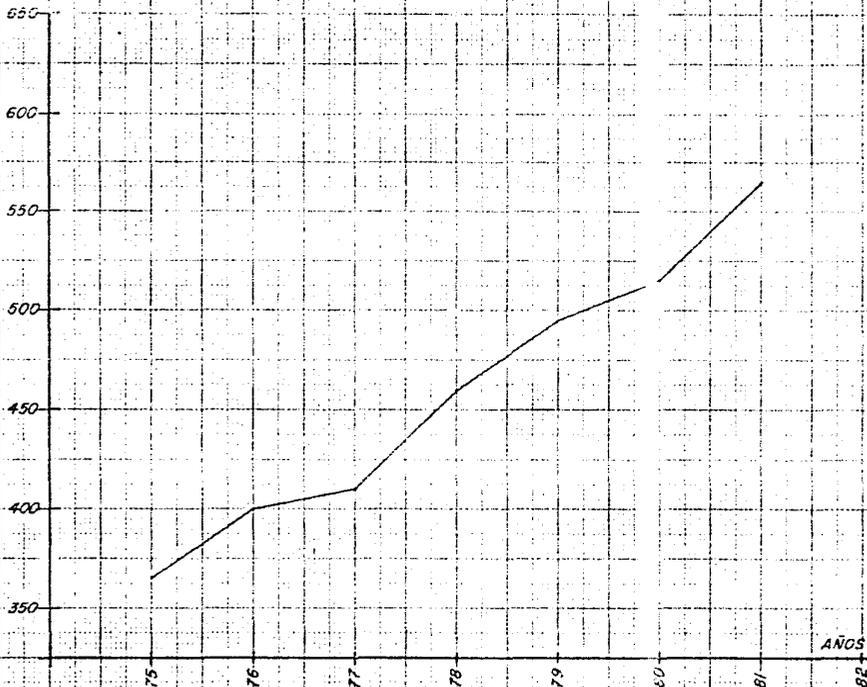
82

AÑOS

D. E. P. F. I.

TABLA DE PRODUCTO
INTERNO BRUTO

J. A. M. M. Fig. : 2-5



**CAPACIDAD INSTALADA TOTAL EN EL SECTOR ELECTRICO NACIONAL
DE 1972 - 1981 Y PRONOSTICO DEL POISE DE 1982 A 1990**

AÑO	TOTAL MW	% DE AUMENTO
1972	6,913	6.3
1973	7,726	11.2
1974	8,371	8.5
1975	9,830	16.7
1976	11,454	16.6
1977	11,923	4.0
1978	12,511	5.0
1979	12,857	2.7
1980	14,469	15.2
1981	15,603	7.8
1982	18,021	15.5
1983	19,871	10.3
1984	21,356	7.5
1985	24,475	14.6
1986	27,449	8.2
1987	30,365	9.4
1988	33,555	10.5
1989	36,795	9.7
1990	40,154	9.1

CAPACIDAD INSTALADA Y PRONOSTICO DE LA MISMA SEGUN POISE

D. E. P. F. I.

TABLA DE CAPACIDAD
INSTALADA EN MW.

J. A. M. M. Fig.: 2-6

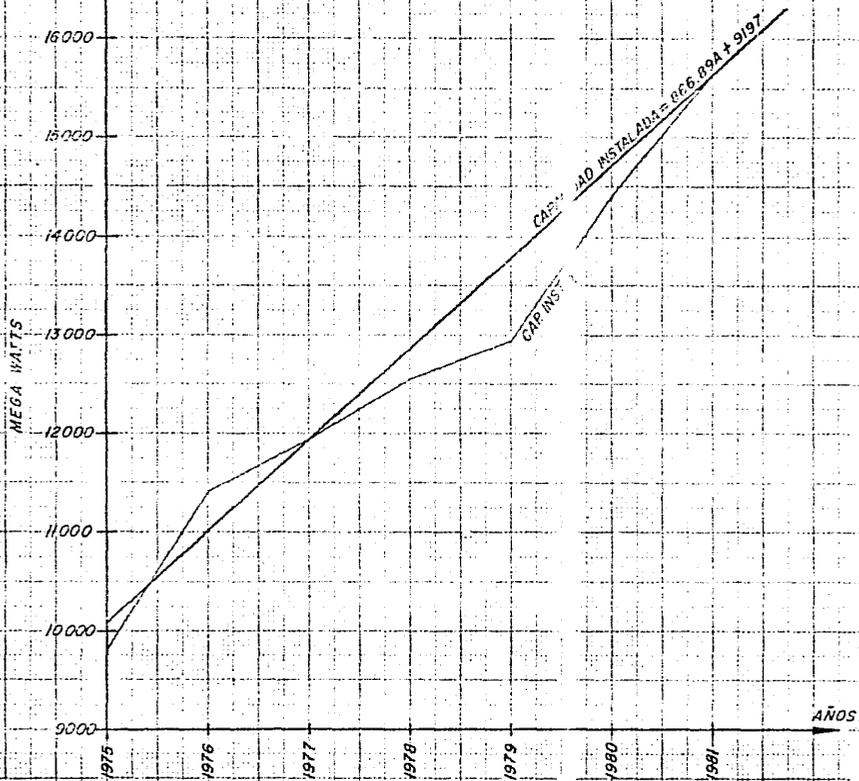
FUENTE: SECRETARIA DE COMERCIO

AÑO	TABLEROS FABRICADOS	PRODUCTO INTERNO BRUTO (MILLONES DE PÉSO)
1975	370	381,31
1976	419	401,8
1978	403	410
1978	473	460
1979	532	490
1980	552	530
1981	576	580

D. E. P. F. I.

**TABLEROS FABRICADOS
Y PRODUCTO INTERNO
BRUTO**

J. A. M. M. Fig.: 2-7

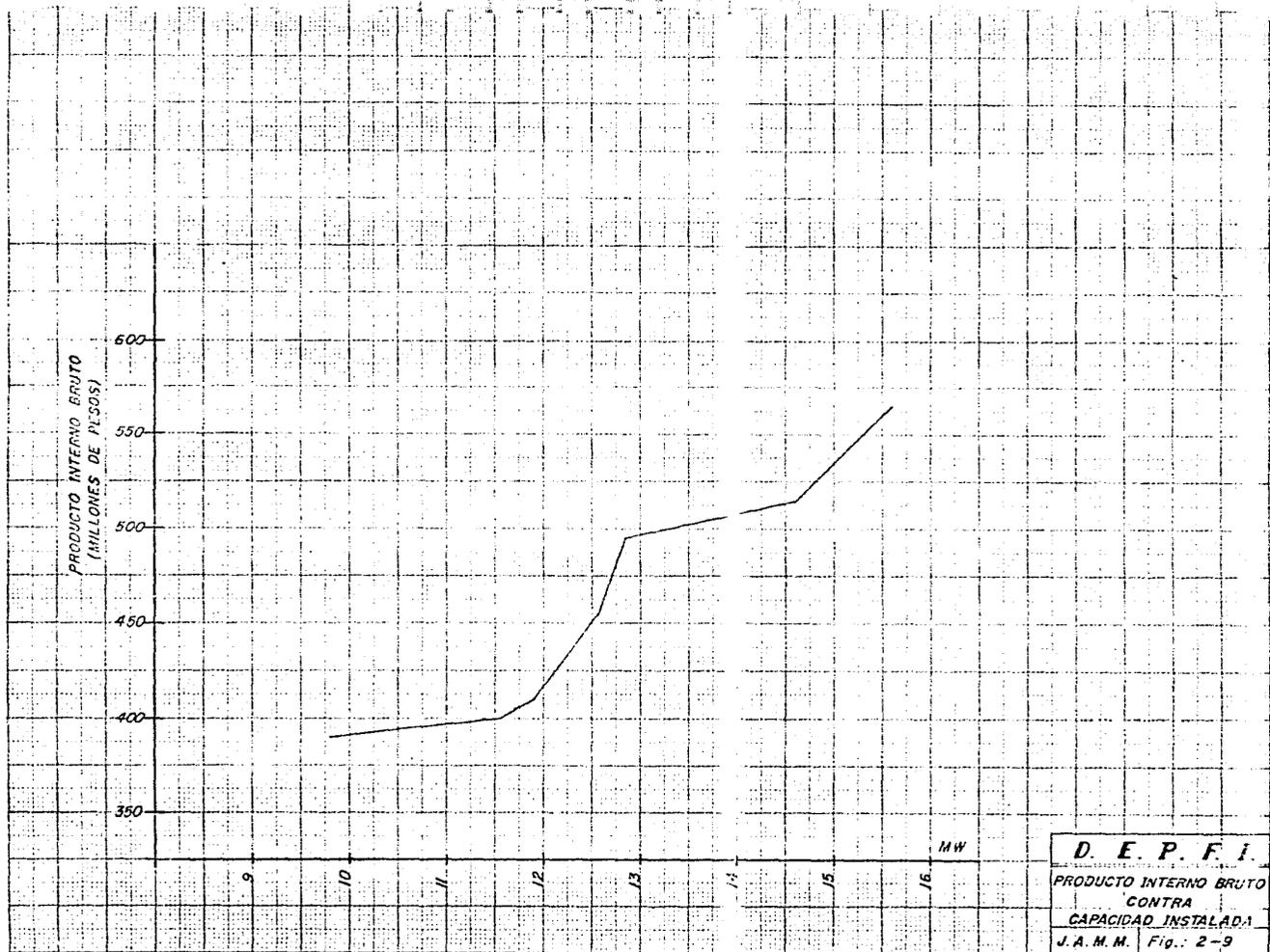


FUENTE: SECRETARIA DE COMERCIO

D. E. P. F. I.

RELACION DE CAPACIDAD
INSTALADA POR AÑO

J. A. M. M. Fig.: 2-B



TABLEROS DE CONTROL
PROTECCION Y
MEDICION

T. C. P. M.

600

500

400

300

9.000

10.000

11.000

12.000

13.000

14.000

15.000

16.000

MW

TCP

$$T = 0,002548 \times MW + 411,98$$

MW	TCP
9830	378
11454	419
11924	465
12511	473
12857	532
14469	553

FUENTE: SECRETARIA DE COMERCIO POISE

D. E. P. F. I.
RELACION DE CAPACIDAD
INSTALADA POR TABLEROS
DE CONTROL PROTECCION
Y MEDICION
J. A. M. M. Fig.: 2-10

Debido a los datos utilizados de alta correlación, se pueden considerar confiables para obtener los posibles tableros_ o fabricar en los próximos 10 años, los que se ven en la figura_ 2-11.

De acuerdo con las estadísticas se ha obtenido que la relación de tableros producidos a tableros requeridos por el --- POISE, ha sido del 40% aproximadamente, de además del 100% de los de Compañía de Luz y Fuerza del Centro, lo que ese puede tomar - como posibles ventas de estos, considerados en la figura 2-11, - ahora mostramos como se obtienen los diferentes renglones de esta tabla,

El primer renglón se obtuvo con la recta de regresión del PRODUCTO INTERNO BRUTO O AÑO en donde se entró con el año de seado y se obtuvo el del PRODUCTO INTERNO, con este dato se entró a la de PRODUCTO INTERNO BRUTO - CAPACIDAD INSTALADA, de donde se pasó por último a la de CAPACIDAD INSTALADA - TABLEROS FABRICADOS, dando así el dato deseado.

El segundo renglón se logra de forma análoga, se utiliza la recta de regresión de CAPACIDAD INSTALADA - AÑO, entrando con el dato de este último y pasando después a la CAPACIDAD - INSTALADA - TABLEROS FABRICADOS.

El tercer renglón es de acuerdo a los datos obtenidos

TABLEROS POSIBLES A FABRICAR

AÑO	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
AÑO/PRODUCTO INTERNO BRUTO / CAPACIDAD INSTALADA / TABLEROS FABRICADOS	870	935	1015	1100	1230	1350	1460	1610	1740	1840
AÑO/CAPACIDAD INSTALADA / TABLEROS FABRICADOS	875	940	1015	1100	1200	1380	1460	1610	1730	1850
P O I S E	865	953	1009	1111	1219	1343	1478	1613	1745	1851
TOMADO PARA EL TRABAJO	865	940	1100	1100	1220	1350	1475	1610	1740	1850

D. E. P. F. I.	
TABLEROS POSIBLES A FABRICAR	
J. A. M. M.	Fig.: 2-11

del PROGRAMA DE OBRAS DEL SECTOR ELECTRICO afectados por la proporción que hasta la fecha ha elaborado la Fábrica de Tableros.

Por último se considera un renglón en donde se tienen los valores que vamos a tomar como válidos, los cuales son valores cercanos al del promedio pero que sean fáciles de manejar -- ajustados con el criterio de valores enteros.

Capítulo III

Generación y Selección de Alternativas

Antes de iniciar la generación de alternativas veamos en cuántos grupos diferentes de actividades podemos dividir nuestro proceso:

Las actividades principales son:

- a) Diseño de partes mecánicas.
- b) Diseño de partes eléctricas.
- c) Fabricación de partes mecánicas.
- d) Fabricación de partes eléctricas.
- e) Pruebas finales.

Tendremos que unir varias de las actividades debido a que si una de ellas tiene un método de trabajo, la otra se vería obligada a adaptarse a ella si no lo hiciese así, tendrían incongruencias entre los métodos, por lo que se decidió que quedarían integradas de la siguiente forma, esto se puede apreciar en la figura 2-1.

ASPECTOS MECANICOS

- a) Diseño de partes mecánicas.
- b) Fabricación de partes mecánicas.

ASPECTOS ELECTRICOS

- a) Diseño de partes eléctricas.
- b) Fabricación de partes eléctricas.
- c) Pruebas finales.

Con lo anterior proponemos dos alternativas que serán independientes y de las cuales escogeremos la más conveniente de cada sistema sin correr el riesgo de que sean incompatibles.

3-1 GENERACION Y SELECCION DE OPCIONES MECANICAS

ALTERNATIVAS MECANICAS

- M-1 Seguir igual como a la fecha se ha trabajado.
- M-2 Simular modelo a escala reducida.
- M-3 Simular modelo en escala real.
- M-4 Dejar espacio para todo equipo en posición fija_

aumentando dimensiones de los tableros y en caso de no necesitarlo, dejar el espacio sin preparación.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS ALTERNATIVAS MECANICAS

M-1 Según igual que a la fecha se ha trabajado:

VENTAJAS:

- a) Esta alternativa está completamente implementada y a la fecha se tienen todos los elementos que se requieren para seguir llevando a cabo el trabajo, por lo que no se requiere ninguna inversión.

DESVENTAJAS:

- a) Se entrega un producto con muy baja calidad debido a que en un 30% de ellos se requiere preparar este durante el proceso, lo que trae como consecuencia que el usuario a los 5 ó 6 meses requiere retocar con pintura el tablero en las partes visibles y repetir esta operación en forma periódica.
- b) Se tienen problemas de aumento de costos en el proceso de fabricación sin poder ser es-

tos justificables, lo que crea la necesidad de dar altos precios de cotización, lo que ocasiona problemas para obtener ordenes de trabajo.

- c) Se requiere en muchas ocasiones entregar -- con retraso los trabajos, debido a que, a -- pesar de tener un programa de estos es muy -- fácil que uno de los errores no se de hasta el final del proceso donde es imposible re-- mediar el atraso aunado a un aumento en el -- costo, dado que la fecha de entrega esta -- por lo general a punto de vencerse, tenien-- do esto como consecuencia un costo de des-- prestigio no valorable facilmente.

- d) En caso de detectar errores dentro del pro-- ceso sin llegar al final esto genera la ne-- cesidad de pagar recursos extraordinarios -- para poder hacer fuera del tiempo normal -- estos trabajos.

- e) Problema y que repercute durante todo el -- proceso es el que debido a que se tiene que -- modificar elementos terminados esto ocasio-- na que el personal se tenga forzosamente que

distraer de funciones rutinarias, lo que --
traé como consecuencia un mal control de --
los programas de producción, no tener con--
trol de la productividad de cada trabajador,
dado que el trabajo de arreglos no puede --
ser cuantificado facilmente.

- f) Se requiere que una persona de Ingenieria -
de Fábrica, personal especializado con 3 ó -
4 años de capacitación en éste ramo, traba-
je en los planos durante una semana por ---
sección que se revise.

M-2 Simular Modelo a Escala Reducida:

VENTAJAS:

- a) Se tiene en forma anticipada la posibilidad
de percatarse que no exista posible interfe-
rencia entre los equipos.
- b) Se puede conocer si los ductos de cableado -
son de la suficiente capacidad geométrica -
para llevar los cables requeridos por el ta-
blero.

- c) Se puede nomenclaturar en forma correcta -- los aparatos, al tener la seguridad de no -- arreglar los planos eléctricos, y elaborar-- la en forma definitiva.

- d) Se logra no tener que arreglar láminas du-- rante el proceso o desecharla y utilizar -- una nueva debido a que no fué suficiente ta-- maño para alojar los equipos que se habían_ considerado.

- e) Jamás se requerirá, durante el proceso, re-- pintar el tablero dandole un mejor aspecto, buena adherencia a la pintura, ya que es -- unicamente una capa homogénea la que se --- pone; no crean problemas de reprogramación_ de producción por urgencias en la sección - de pintura, con lo que se evita tener en -- esta área, cuellos de botella.

- f) En general el tablero, desde el punto de -- vista mecánico, sólo pasará una vez por ca-- da estación sin tener que regresar a ellas_ por motivo de problemas descubiertos a lo - largo del proceso.

DESVENTAJAS:

- a) Requiere de la adquisición de equipo a escala lo que es realmente caro dado que las -- piezas deben ser bien hechas de materiales -- durables y representativas del prototipo.

- b) Se requiere que una persona de Ingeniería - de Fábrica se dedique tres días por sección, para que se logre tener todo el tablero simulado.

M-3 Simular Modelo a Escala Real:

VENTAJAS:

Tendrá las mismas que el método anterior -- más las descritas a continuación:

- g) No requiere inversión dado que en tableros aún no perforados se puede simular, y utilizando los materiales que se tienen para la instalación definitiva además, los equipos se pueden simular con cajas de plástico ya que se tienen para la fase de alambrado y -

las cuales están hechas a escala, lo que dá la seguridad de no tener que efectuar ningún trabajo adicional para hacer este.

- h) Se tiene el material necesario almacenado y disponible debido a que son elementos que se requieren para la construcción de cualquier tablero, con lo que se evita el costo adicional de almacenaje.

DESVENTAJAS:

- a) Se requiere que una persona de Ingeniería - de Fábrica y otra de la Sección de Herrajes, trabajen en forma conjunta durante dos días por sección de tableros, lo que aumenta los costos con respecto al método anterior.

M-4 Dejar espacio para todos los equipos en localización fija, aumentando dimensiones de los tableros, en caso de no necesitar el aparato, dejar el espacio sin perforación.

VENTAJAS:

- a) Se tendría la seguridad de que jamás habría problemas durante el proceso de fabricación, lo que es lo mismo las ventajas del punto - M-2.

- b) Se tendrían los ductos de cableado de la máxima capacidad requerida lo que siempre --- crearía la ventaja de que quedarían como máximo bien calculados y sí no se tendría problemas de arreglo del tablero durante el -- proceso.

- c) Se tendría solamente que hacer una vez el - modelo y serviría este para siempre.

DESVENTAJAS:

- a) Se requiere hacer los tableros en muchos casos, de dimensiones excesivas lo que repercute en aumentar las dimensiones del tablero, y las del lugar donde van a quedar instalados éstos que, en el caso de Plantas Generadoras de tipo Hidráulico, es muy crítico, -

dado que se construyen estas instalaciones en una caverna dentro de una montaña, en -- los demás casos solo aumenta el costo de la construcción, y pudiese provocar un aumento del terreno.

CONCLUSIONES DE LAS ALTERNATIVAS MECANICAS:

Después de haber analizado las cuatro alternativas se puede apreciar que, la más conveniente es la tercera dado que tiene las ventajas de las -- cuatro alternativas juntas careciendo solo de -- dos de ella, que són:

El hecho de tener un costo de 16 h. hombre por -- sección. lo cual no es representativo dentro del costo del tablero.

Nunca se tendrán errores, lo cual es venta- joso, debido a que el sistema tiene muy pocas po- sibilidades de caer en éste, por lo que el costo será practicamente nulo.

Lo anteriormente expuesto, se puede apreciar me- jor en la figura 3-1.

VENTAJAS:	M1	M2	M3	M4
NO INTERFERENCIA ENTRE EQUIPOS	—	X	X	X
NO TRABAJO EN CONFINADO ENCERRADO	—	X	X	X
ENTRENAMIENTO CORRECTO		X	X	X
NO ABREVIO DE LAMINAS		X	X	X
NO RUMOR EN EL PROCESO		X	X	X
SOLO TASA UNA VEZ POR CADA EXTRACCION		X	X	X
NUNCA SE PODIA TENER ERRORES				X
SE TRABAJA QUE HACER UNA VEZ EL PROTOTIPO				X
DESVENTAJAS:				
a) CAUSA LOS TABLEROS CON BAJA CALIDAD	X			
b) COSTOS ELEVADOS POR ARREGLO	X			
c) ENTREGA RETRASADA	X			
d) PAGO DE RECURSOS EXTRAORDINARIOS	X			
e) ROLLO GENERAL SOBRE PERSONAL	X			
f) INVERSION ADICIONAL	—	X	—	
g) PROBLEMAS DE ALMACENAMIENTO ADICIONAL		X		
h) SE RECUPERAN TABLEROS MAS GRANDES				X
i) INVERSION EN MANO DE OBRA HORAS - HOMBRE	40	24	16	

D. E. P. F. I.
CUADRO COMPARATIVO
DE
ALTERNATIVAS MECANICAS
 J.A.M.M. Fig.: 3-1

3-2 GENERACION Y SELECCION DE OPCIONES ELECTRICAS

ALTERNATIVAS ELECTRICAS

- E-1 Seguir trabajando en forma similar como a la fecha se ha hecho.
- E-2 Generar un sistema manual a base de reglas pre-
establecidas para que sea de fácil consulta para el personal.
- E-3 Generar un sistema mecanizado el cual pueda ser
puesto en servicio dentro de las máquinas computadoras existentes en la compañía.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS ALTERNATIVAS ELECTRICAS

- E-1 Seguir trabajando en forma similar a la que se ha hecho a la fecha.

VENTAJAS:

- a) No requiere ningún gasto adicional.

DESVENTAJAS:

- a) Se seguirá llegando al departamento de prueba un producto con una gran cantidad de --- errores, lo que crea graves problemas para corregir y se requiere personal, en este departamento, con alta preparación.

- b) El costo de la localización de los errores es alto, ya que esto se efectúa al encontrar se próxima la fecha de entrega del tablero, lo que crea la necesidad de que, casi siempre, se usen recursos extraordinarios, además de aumentar el riesgo de no entregar a tiempo el producto.

- c) Por lo general, el encontrar errores en un 60% de la veces la entrega se lleva a cabo con retraso, a pesar del recurso extraordinario.

- d) Se requiere disponer de personal de manufactura en los casos de tener que efectuar trabajos de corrección, lo que trae como consecuencia crear problemas en la programación.

del trabajo en proceso, lo que puede ocasionar que otros tableros se retrasen por no tener atenciones suficientes.

- e) Gran uso de hora-hombre en la revisión de planos, se requiere aproximadamente tres semanas con una persona por sección.

E-2 Generar un sistema manual a base de reglas pre-establecidas para que sea de fácil consulta para el personal.

VENTAJAS:

- a) En este sistema tener tablas a base de monogramas para ser consultadas por el revisor del proyecto de las conexiones a realizar, no tendrían la posibilidad de abatir a cero los errores.
- b) Se ahorraría tiempo de revisión de planos, lo que en la actualidad es elevado, en este caso sería efectuando el trabajo por una persona durante una semana para corregir una sección de tablero eléctrico.

DESVENTAJAS:

- a) Se requiere invertir tiempo de personal especializado para la elaboración de las tablas las que usaría el personal, esta elaboración sería de aproximadamente 500 horas-hombre.
- b) Estas tablas requerirán una actualización - cada vez que se utilizará un nuevo aparato_ que no se encuentre en ellas contemplado, - lo que ocasionaría gastos continuos y eleva_ dos durante toda la vida, útil de las tablas.
- c) Posibilidad de errores humanos al consultar_ los, los cuales no podrían ser detectados - sino al final del proceso.
- d) Por la cantidad de elementos que se necesi_ tan manejar, se requerirán unas tablas de_ difícil manejo por su gran volúmen, lo que ocasiona que sea este sistema poco atracti_ vo para su implantación.

da ser puesto en servicio dentro de las máquinas de procesamiento electrónico existentes en la -- compañía.

VENTAJAS:

- a) Se podrá con este sistema generar listas de alambrado sin errores.
- b) En caso de tener modificaciones se harían en dos horas máximo.
- c) No se requiere revisar planos de control -- eléctrico sino que, por el contrario, el -- sistema servirá para verificar que estos es ten bien hechos.
- d) La claridad de la información no puede ser superada.
- e) Se verificará que el equipo sea el adecuado dado que, si no es así, el programa avisará del error.
- f) Solo requiere una cantidad mínima de información.

- g) Genera una metodología para seguir errores humanos que se generarán por causas humanas durante el proyecto de alambrado.
- h) Reduce en forma notoria el personal de Ingeniería de Fábrica (Se requeriría aproximadamente un 10% del actual).

DESVENTAJAS:

- a) Requiere la creación de un programa de computadora (2000 horas-hombre).
- b) Requiere personal adiestrado para su operación y actualización.
- c) Requiere de la utilización de una computadora.

CONCLUSIONES DE LAS ALTERNATIVAS ELECTRICAS.

Se ve en la figura 3-2 que el mejor sistema es el E-3, debido a que tiene muchas ventajas y solo dos problemas fuertes, que son la creación --

VENTAJAS:	E1	E2	E3
NILOS ERRORES EN EL TRABAJO		X	X
MODIFICACIONES RAPIDAS		X	X
NO REQUIERE MODIFICACION DE PLANOS			X
CLARIDAD DE LA INFORMACION			X
VERIFICACION DE EQUIPO			X
SE REQUIERE Poca INFORMACION			X
METODOLOGIA PARA CORREGIR ERRORES			X
REDUCE PERSONAL			X
DESVENTAJAS:			
COSTO ELEVADO PARA LOCALIZAR ERRORES	X		
ENTREGA ENTASADA	X		
FALTA DE RECURSOS EXTRAORDINARIOS	X		
FALTA CONTROL SOBRE EL PERSONAL	X		
ACTUALIZAR EL MATERIAL		X	
ERRORES DE CONSULTA		X	
Poca MANIOBRABILIDAD		X	
PERSONAL ESPECIALIZADO			X
INVERSION EN MANO DE OBRA HORAS - HOMBRE	120	40	
INVERSION EN EQUIPO ADICIONAL			COMPUTADORA
INVERSION ADICIONAL HORAS - HOMBRE	—	500	2000

D. E. P. F. I.
CUADRO COMPARATIVO
DE
ALTERNATIVAS ELECTRICAS
J.A.M.M. Fig.: 3-2

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

del programa y el costo debido al uso de computadoras, que en caso de la compañía no es alto, debido a que en la actualidad cuenta con una máquina que le fué transferida por Comisión Federal de Electricidad, y no tiene utilización, lo que da un costo de operación de cero.

La alternativa E-2, debió ser desechada a pesar de tener buenas perspectivas por ser prácticamente irrealizable, dada la elevada variedad de equipos que se manejan (tan solo en medición, alrededor de cincuenta).

Dadas las conclusiones de aquí en adelante, trabajaremos en el nuevo diagrama de flujo para adaptar las alternativas M-3 y E-2, que son las más convenientes.

Capitulo IV

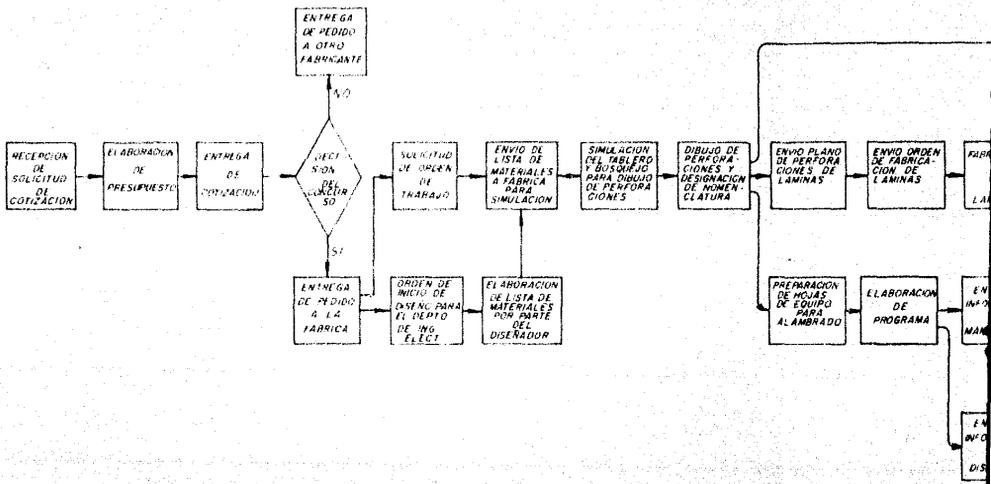
Implantación del nuevo Sistema

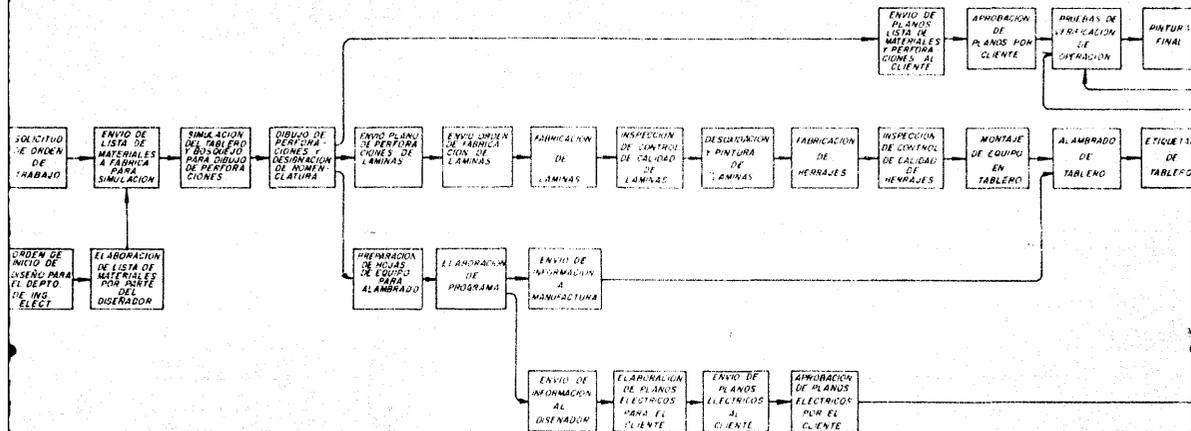
Como se describió en la anterior sección, el nuevo -- sistema crea nuevas metodologías, las cuales se pueden ver en el diagrama de flujo de la figura 4-1 y en el que se pueden diferenciar y separar fácilmente el nuevo método mecánico y el eléctrico a los cuales nos avocaremos a describir. Se verá la bondad del nuevo sistema debido a que no solo se logró obtener los fines que se habían planeado, sino que en la parte mecánica se logró mejorar los objetivos que se esperaban, los cuales fueron logrados al normalizar las distancias mínimas entre los equipos. En la parte eléctrica se describe como se forma un archivo para cualquier tipo de tablero, así como la forma en que se logra -- llevar a cabo cada uno de los casos especiales de conexiones.

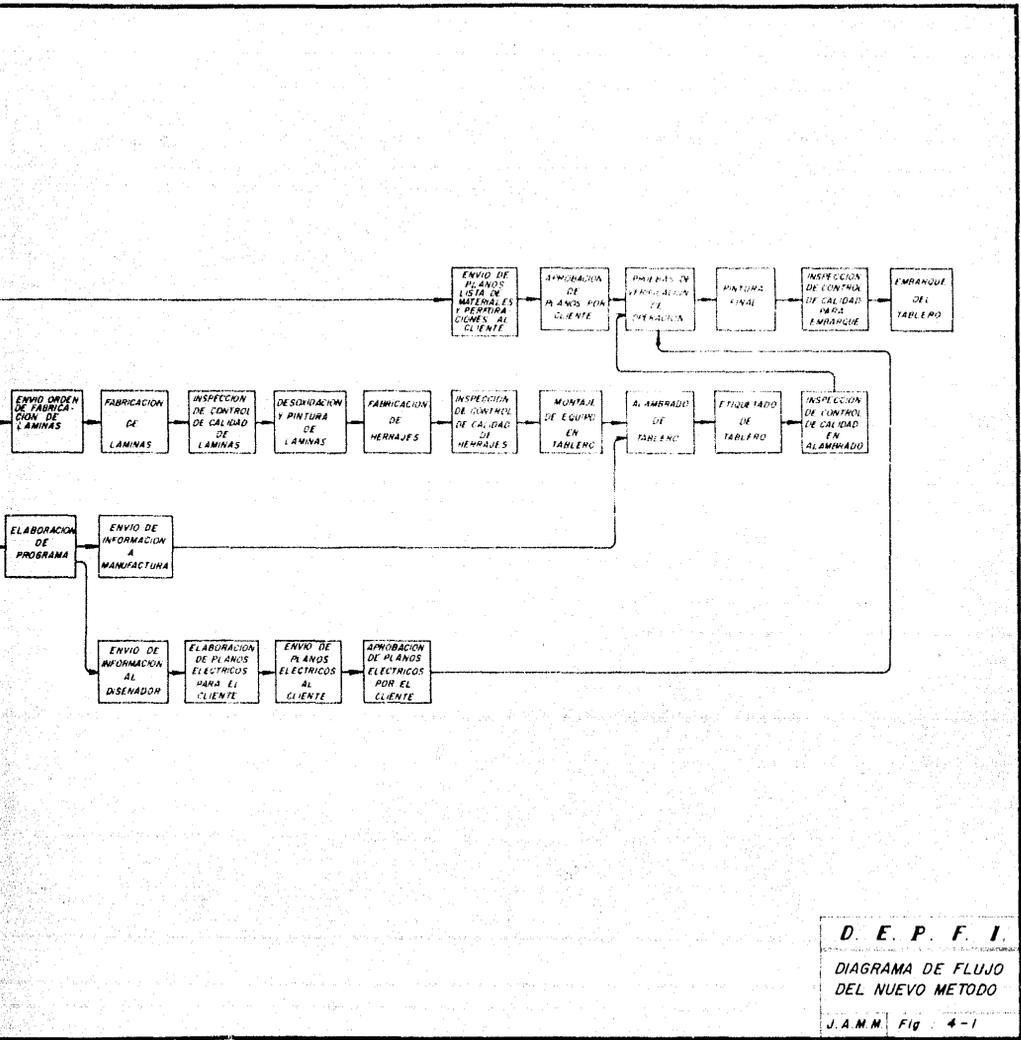
4-1 CARACTERISTICAS GENERALES.

METODO MECANICO:

Después de haber visto que se podría hacer un simula



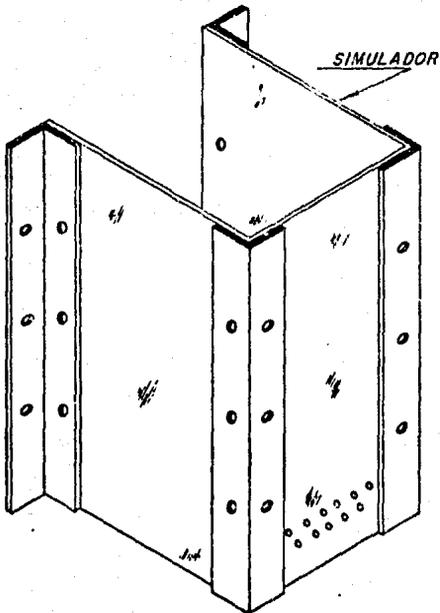
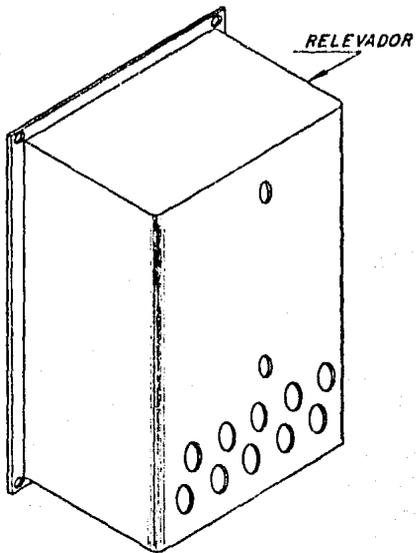




D. E. P. F. I.
 DIAGRAMA DE FLUJO
 DEL NUEVO METODO
 J. A. M. M. Fig : 4-1

dor del tablero, imitando los modelos hidráulicos en donde es muy común utilizar estos a escala, se encontró que era mucho más fácil no hacerlo a escala reducida, dado que desde hacia años se habían diseñado -- unos modelo a escala natural hechos de plastico, los que se instalaban en los tableros para simular los -- aparatos que por algún motivo no se tenían dentro de la fábrica en el momento de alambrar, los cuales podrían perfectamente servir también para simular el aparato, debido a que estos tenían como elemento de sujeción, tornillos o barrenos similares a los reales, lo que permitía no solo tener la dimensión correcta y -- real, sino además ver si por algún motivo existía alguna interferencia para la sujeción del aparato o para alambrar, con lo que se tenía una idea más exacta de estos, se puede ver en la figura 4-2, dibujando un aparato y su simulador de plastico a escala, donde se aprecia la similitud que estos tienen.

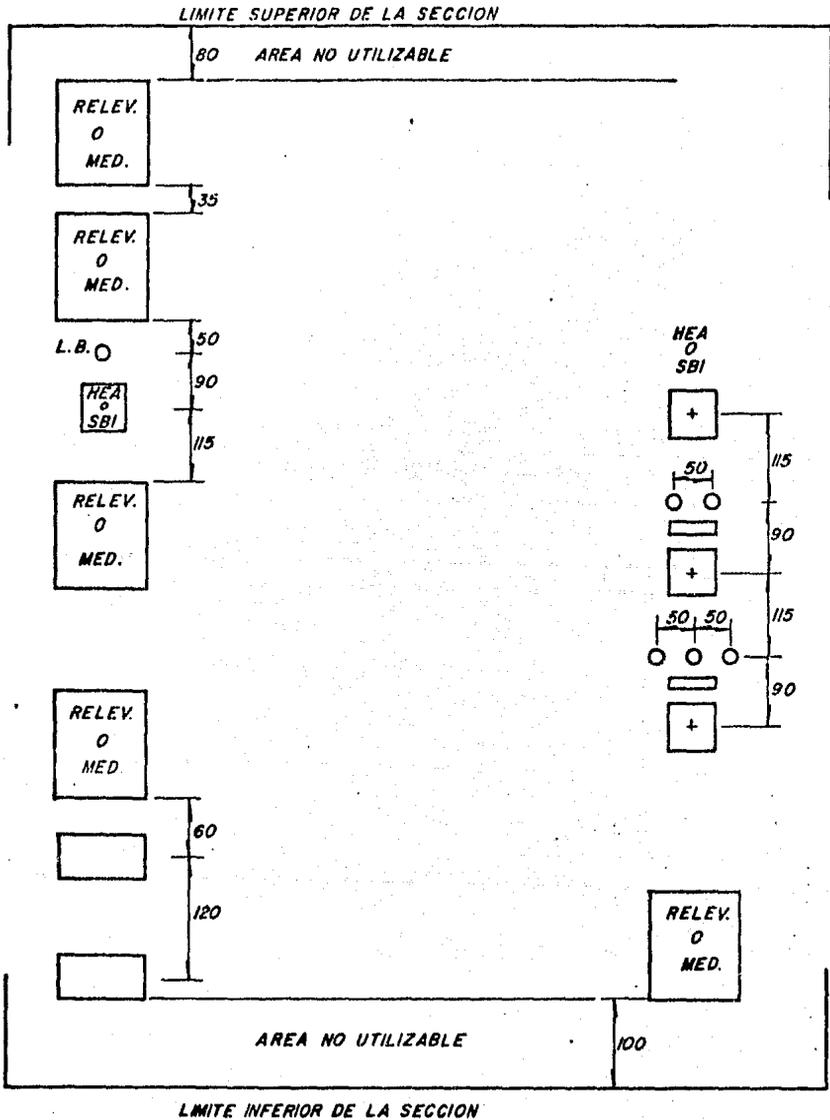
Con estos aparatos así colocados en el tablero, se pudo ver si las distancias eran correctas y se logró -- llegar a normalizar distancias entre los aparatos con lo que se obtuvo un beneficio extra que no se había -- considerado al iniciar el proyecto, de estas normas -- se ilustra un ejemplo de instalación tanto de forma -- vertical como horizontal de colocar los aparatos para



D. E. P. F. I.	
SIMULADOR DE APARATOS	
J. A. M. M.	Fig.: 4-2

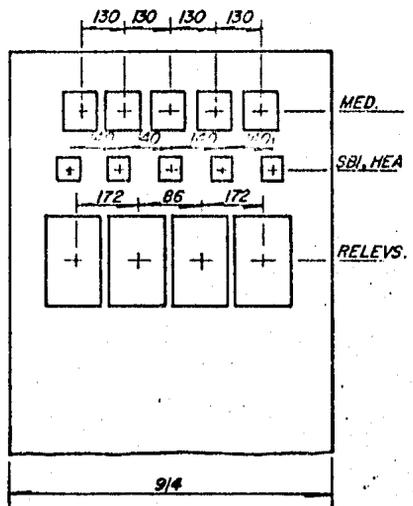
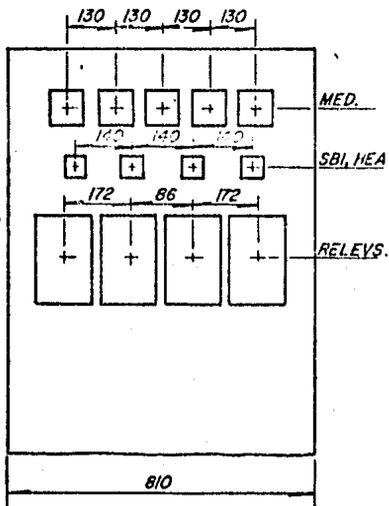
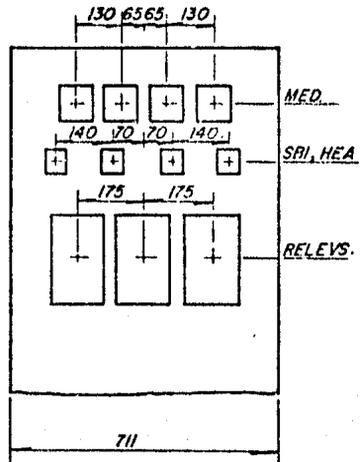
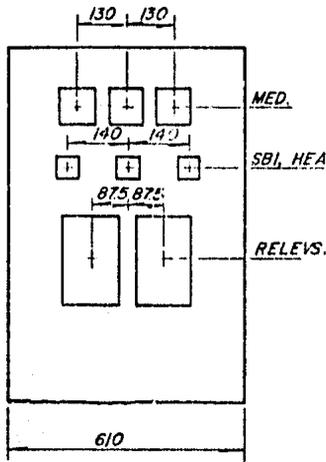
diferentes equipos y tamaños de tableros en las figuras 4-3 y 4-4, además, se vió que uno de los problemas más críticos eran los ductos, donde se tenían casi siempre problemas con la capacidad de estos, debido a esto, se creó una norma de capacidad para contener cables lo que quedó establecido según tabla 4-5, con lo que desapareció el problema interno de alambrado y también el de los cables de acometida, lo que mejoró la calidad dado que no sólo queda mejor terminado el tablero, sino que además el cliente queda satisfecho del trabajo al encontrar que el lugar donde el debe conectar sus cables (acometida), queda bien dimensionado.

Como siguiente paso se normalizó el tamaño de los elementos de sujeción de los elementos auxiliares, los que se hicieron de lámina de desperdicio de los tableros doblada a 90°(ángulo), lo que creó un gran ahorro de tiempo además de utilizar material que antiguamente era de desperdicio, y el cual se tenía en lotes que por anticipado se pinta y teniendo lo listo para su utilización, además este material, permite que siempre se sujete con remaches de aluminio los cuales son económicos y de fácil instalación.



ACOT.: mm.

D. E. P. F. I.	
NORMA DE DISTANCIAS MINIMAS VERTICALES	
J.A.M.W.	Fig.: 4-3



ACOT.: mm.

METODO ELECTRICO:

Este fue realmente el sistema que generó los mayores beneficios dado que sin el, se tenía gran cantidad de puntos críticos que por lo general estos provocan problemas en el período final, en el cual era esencial no perder tiempo y que además creaban muy mala imagen de toda la fábrica debido a que, este es el período donde el cliente más vigila su producto.

El método consistió en lo siguiente:

- 1.- Se debía crear alguna forma por medio de la cual la máquina reconociera todos y cada uno de los aparatos existentes en un circuito eléctrico. Se logró a través de usar la nomenclatura que se hizo similar a la utilizada por los aparatos eléctricos que son las normas internacionales (ANSI), de las que para mayor facilidad de comprensión, ponemos un ejemplo:

Relevador de sobre-voltaje.- Es un aparato que funcionará a un valor dado de voltaje, su número ANSI es el 59.

Debido a lo dicho en el párrafo anterior, este -

aparato será el 59, pero no con esta nomenclatura se logra abarcar todos los aparatos de los tableros porque la norma solo se hizo para relevadores y nos faltará identificar o crear la nomenclatura del equipo de medición, control y elementos auxiliares, para los que se creó de la siguiente forma de identificarlos:

Equipo de medición se consideraron las letras con las cuales se abrevia las unidades de lo que medirá el aparato efectado; por ejemplo:

Ampérmetro	AM
Vóltmetro	VM
Wáttmetro	WM

Para los equipos de control, se consideró primero la letra C y después la función que esté desempeñando en el tablero, por ejemplo:

Conmutador de Ampérmetro	CAM
Conmutador de Interruptor	CC 52

Por último los elementos auxiliares; como no había alguna relación se creó en forma interna -

aparato será el 59, pero no con esta nomenclatura se logra abarcar todos los aparatos de los tableros porque la norma solo se hizo para relevadores y nos faltará identificar o crear la nomenclatura del equipo de medición, control y elementos auxiliares, para los que se creó de la siguiente forma de identificarlos:

Equipo de medición se consideraron las letras con las cuales se abrevia las unidades de lo que medirá el aparato efectado, por ejemplo:

Ampérmetro	AM
Vóltmetro	VM
Wáttmetro	WM

Para los equipos de control, se consideró primero la letra C y después la función que esté desempeñando en el tablero, por ejemplo:

Conmutador de Ampérmetro	CAM
Conmutador de Interruptor	CC 52

Por último los elementos auxiliares; como no había alguna relación se creó en forma interna -

una identificación, la que a la vez de cumplir con la identificación, fuese de fácil reconocimiento por cualquier persona, por ejemplo:

Elemento de conexión (tablilla)	T
Fusibles	FU
Elemento defasador de voltajes para Vármetro	DVARM

Debido a la creación de estas identificaciones se obtuvo un lenguaje el que es fácil de entender para la máquina, pero aún nos faltaba darle a estos números o letras alguna identificación con la cual lográsemos diferenciar los aparatos de una marca o un aparato que fuese el mismo y que hiciese dos funciones diferentes en el tablero, esto se logró agregándole otro dígito que -- podría ser en caso de las marcas, la primera letra de esta y un número en el caso de funciones.

Por último, para identificar el tablero donde se encuentra ubicado el aparato, se dan una serie de dígitos con los que se logra tener completamente identificado y situado el aparato. Estos son:

R2 Tablero 2 Respaldo
RA2 Tablero 2 Respaldo - Alerón
M2 Tablero 2 Mando

Ejemplo General:

RA2-59-W.- El aparato instalado es un 59 --
(Relevador de sobre-voltaje). marca Westhing
house, ubicado en la sección 2 en el respal
do-alerón.

M5-VH-G.- El aparato instalado es un Vólt-
metro, marca General Eléctric, ubicado en -
la sección 5 en el mando.

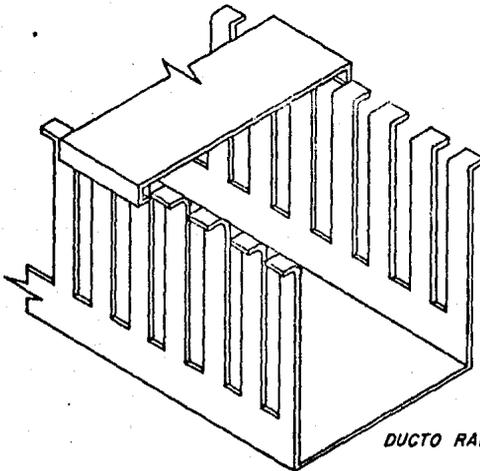
2.- Desaparición de equipos:

Se tenía ahora el grave problema de que pa-
ra poder tener un diseño de un tablero, ---
había de tener en ocasiones una determinada
cantidad de estos y para otro, serían mayor
o menor cantidad, o poder ser los mismos pe
ro de diferentes marcas, lo que crea el pro
blema de tener que para cada caso y marca,
tener que crear un archivo especial, lo que

sería imposible de hacer, debido a lo cual se creó la siguiente forma de solucionarlo:

- a) Se creó un archivo universal, en el cual se tendría siempre todos los aparatos, fuesen estos de la marca que fuesen, con lo que se creó un bus universal.
- b) Por medio de una instrucción, se desaparecen los elementos que no fuesen mencionados en ese caso, o sea que se tendrá un subconjunto del bus particular el que sería nuestro caso particular.
- c) Con estos datos particulares, se entra al esquema y la máquina dará el listado exclusivo de los elementos que estuviesen mencionados en su lista particular, esto lo haría sin dejar ningún punto desconectado, con lo que quedarán, en el caso particular, las conexiones requeridas para este caso.

DIMENSIONES DEL DUCTO EN mm.	NUMERO DE CONDUCTORES CALIBRE AWG.		
	Nº 14	Nº 12	Nº 10
	LADO TABLERO	ACOMETIDA	ACOMETIDA
45 X 60	40	30	24
60 X 60	70	45	32
60 X 80	100	65	55
80 X 80	120	80	60



DUCTO RANURADO

D. E. P. F. I.

TABLA DE CAPACIDAD
MAXIMA DE CABLES EN
DUCTOS DE CONDUCCION

J. A. M. M. Fig.: 4-5

4-2 GENERACION DEL ARCHIVO UNIVERSAL

Esta parte es la más importante de todo el programa, -
dado que es la adaptación de los elementos eléctricos
al lenguaje de la máquina, por medio de la cual se --
pueda llevar a cabo los trabajos que le encomendamos.

Debido a que la máquina no puede entender los esque--
mas eléctricos, fué necesario crearle un lenguaje, el
cual nos servirá de interfase y que se ha explicado -
en los dos puntos anteriores, el que nos servirá para
crear lo que de aquí en adelante le llamaremos "Archi
vo Universal", debido a que en este archivo tendremos
los datos de todos los aparatos que se van a manejar__
en el esquema, aunque esta para un especialista en --
electricidad parecería un absurdo dado que se provo--
can cortos circuitos en ese archivo, la realidad es -
que la máquina tomará alguno de los caminos sin considerar
los demás, con lo cual se desaparece el problema
del error y los cortos circuitos.

Antes de iniciar la explicación gráfica, sería conveniente
analizar lo que es una línea.

Una línea, esta formada por todas las conexiones posibles
a efectuar en forma continúa sin que un solo ele

mento interno de aparato, equipo, etc., esté involucrado, ó sea que si siguiéramos un cable en uno de -- sus extremos, lograríamos llegar al último punto por medio de él sin jamas internarnos en algún aparato, - equipo ó elemento.

Como consecuencia de lo anterior podremos ir de un -- punto a otro en forma ordenada, y siempre tendremos la menor ruta, dado que se han optimizado las rutas, y nos dan además la seguridad de que jamas en ningún punto se tendría más de dos conexiones, lo que nos garantiza que no se podrá tener ninguna falla en el tablero por exceso de conexiones, lo que es desde el -- punto de vista operación y mantenimiento una condición óptima para no tener problemas en estos puntos.

Ejemplo de Alambrado Universal: (Fig. 4-6)

Línea - L-1

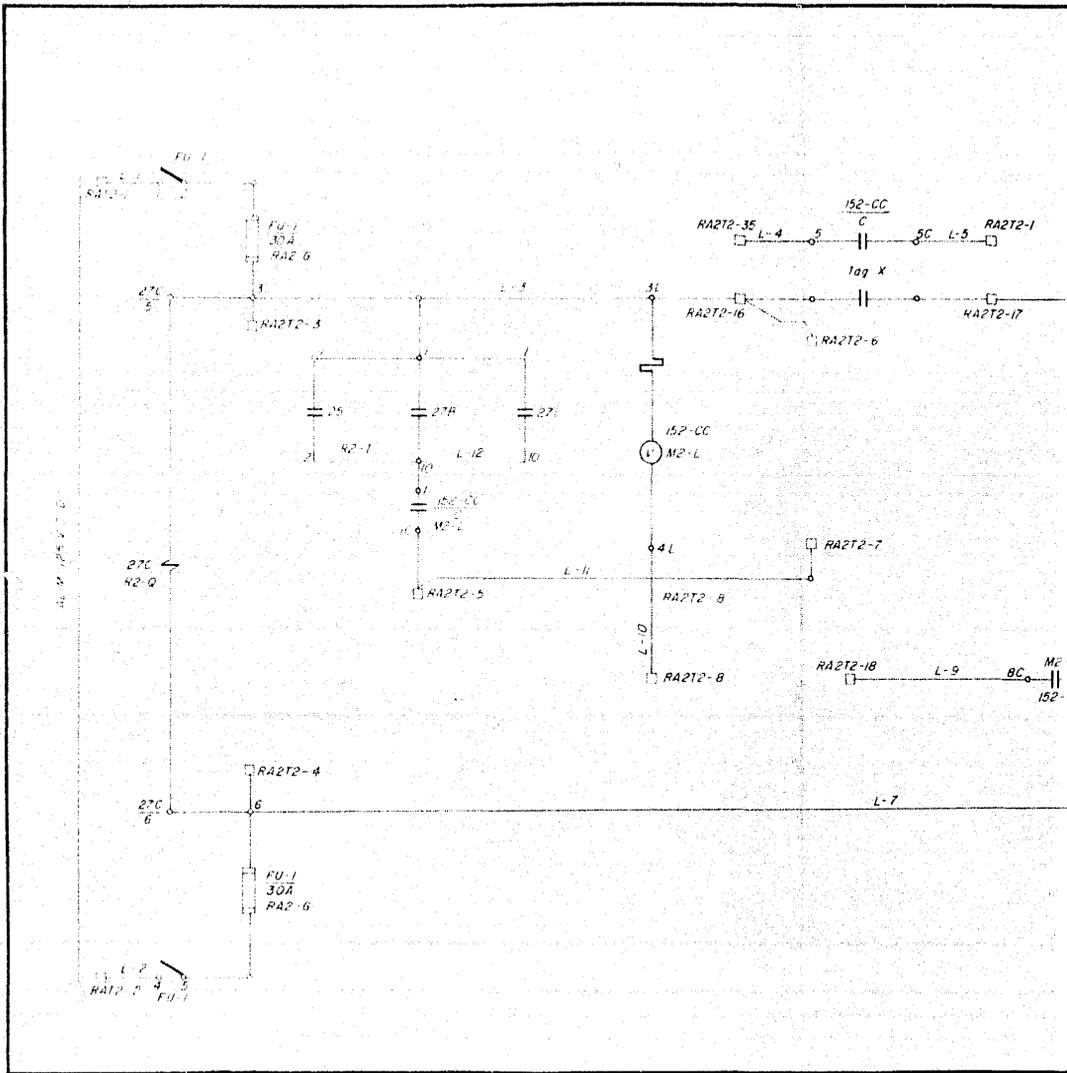
RA2T2 - 1

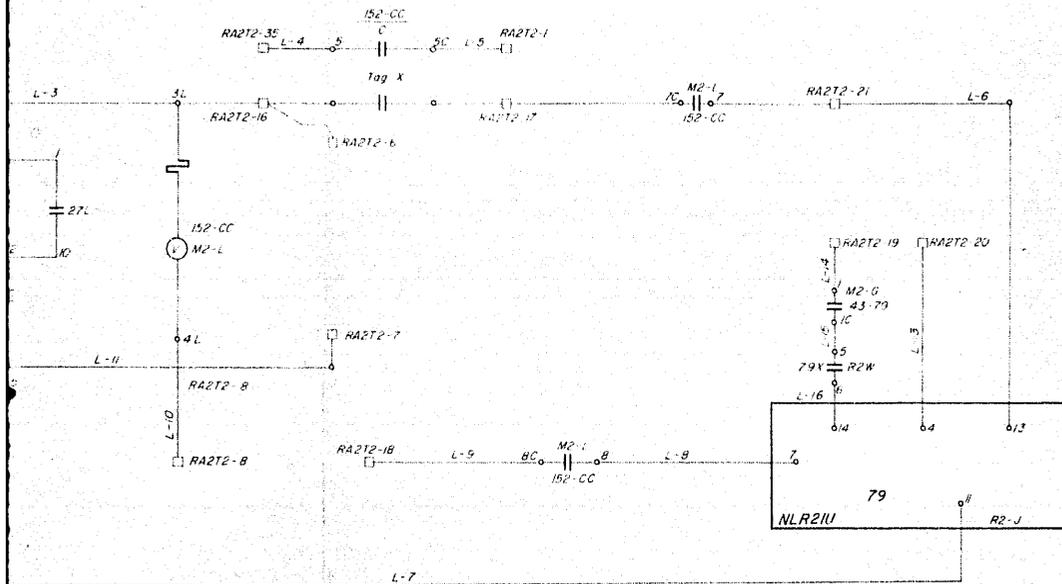
FU - 1 - 1

Línea - L-2

RA2TR2 - 2

FU - 1 - 4





D. E. P. F. I.
 EJEMPLO DE
 ALAMBRADO
 UNIVERSAL
 J. A. M. M. Fig.: 4-6

Línea - L-3

27C - 5
CC152 - 3L
FU - 1 - 3
25 - 1
27 - B - 1
27 - L - 1
RA2T2 - 16
RA2T2 - 6
RA2T2 - 3

Línea - L-4

RA2T2 - 35
CC152 - 5
CC152 - 7C

Línea - L-5

CC152 - 5C
RA2T2 - 1

Línea - L-6

RAIT2 - 21

79 - 13

CC152 - 7

Línea - L-7

RAZT2 - 4

FU - 1 - 6

79 - 11

27C - 6

Línea - L-8

CC152 - 8

79 - 7

Línea - L-9

RAT2T - 18

CC152 - 8C

Línea - L-10

CC152 - 4L

RA2T2 - 8

Línea - L-11

CC152 - 1C

RA2T2 - 5

RA2T2 - 7

Línea - L-12

CC152 - 1

25 - 2

27 - B - 10

27 - L - 10

Línea - L-13

RA2T2 - 20

79 - 4

Línea - L-14

RA1T2 - 19

43 - 79 - 1

Línea - L-15

43 - 79 - IC

79X - 5

Línea - L-16

79 - 14

79X - 6

Después de haber visto en una forma gráfica la forma_ como se hace el archivo universal, solo quedará saber como se implemento el retiro de los elementos de este diagrama universal y formar una nueva lista para cada caso particular.

4-3 FORMACION DE CASOS PARTICULARES.

Supongamos ahora que el caso universal consta de los_ siguientes elementos:

A	T2
C	B
L	T1

Elementos del caso particular:

A	T1
L	T2

Diagrama eléctrico del caso Universal, figura --
4-7a, y diagrama particular 4-7b.

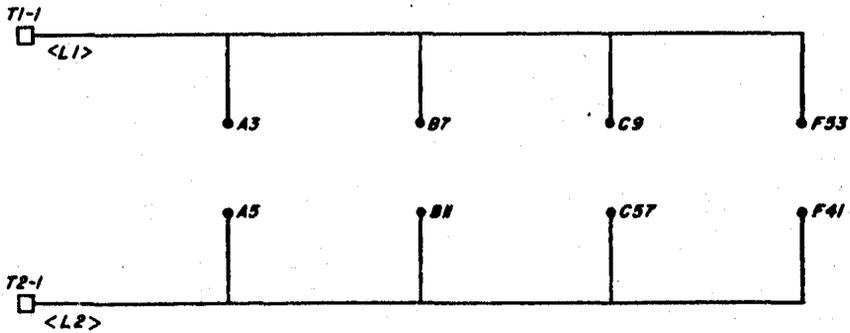
Para lograr el óptimo en un caso particular, se deberán desaparecer los elementos no requeridos y que se encuentran considerados dentro del caso universal, -- para lo cual se tendrán tres condiciones diferentes -- en las cuales pueden estar conectados estos elementos no deseados y que son:

- a) Caso Paralelo
- b) Caso Serie
- c) Caso Serie - Paralelo

a) Caso Paralelo:

Este es el caso más fácil de efectuar, debido a que para la máquina, esto se debe a -- que con una instrucción de que enliste todos los puntos, uno tras otro pero que omite todos aquellos que no están en su lista de aparatos particulares se logra el objetivo deseado, para ser más explícitos consideraremos el siguiente ejemplo:

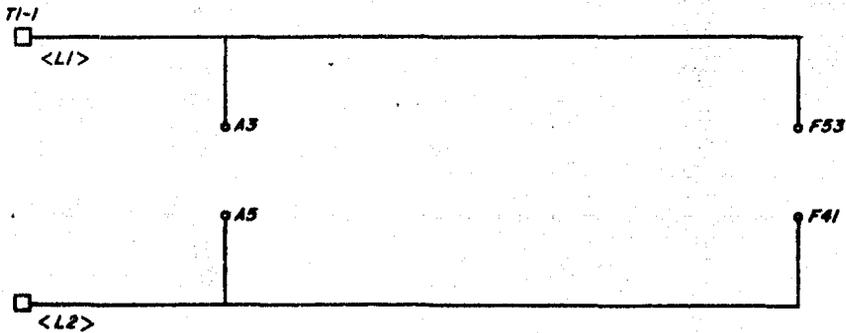
CASO UNIVERSAL



LISTA DE EQUIPO UNIVERSAL
A, B, C, F, T1, T2

Fig.: 4-7A

CASO PARTICULAR



LISTA DE EQUIPO PARTICULAR
A, F, T1, T2

Fig.: 4-7B

D. E. P. F. I.

CASO
CONDICION PARALELO

J. A. M. N. Fig.: 4-7

Tomemos como ejemplo el considerado en la -
figura 4-7 a y b, del cual tendremos las si-
guientes condiciones:

Lista de Equipo -
Universal.

Lista de equipo
Particular

A T-1 C

A T - 1

B T-2 F

F T - 2

Alambrado en Archivo

Línea 1 - L1

T 1 - 1

A - 3

B - 7

C - 9

F - 53 -

Línea 2 - L2

T2 - 1

A - 5

B - 11

C - 57

F - 41

Al tener unicamente la máquina, los aparatos A y F, lo que hace al crear su alambrado particular, es dejar fuera todas aquellas conexiones que pertenecen a un aparato que ya no existe en este caso haciendo lo siguiente:

Alambrado Particular:

Línea 1 - L1

T1 - 1

A - 3

F - 53

Línea 2 - L2

T2 - 2

A - 53

F - 41

Como se puede apreciar facilmente, se logró desaparecer todos los elementos no deseados.

b) Caso Serie

Este caso es más difícil debido a que, el hecho de tener que desaparecer un elemento, nos crea el problema de dejar un elemento sin conexión. Esto obliga a crear una -- instrucción especial en el programa con la cual la máquina identifica u desaparece el borne de conexión siguiente, debido a que ese aparato no se instala en el tablero y buscará la línea que tenga una instrucción igual a la que encontró en el último aparato considerando en este momento, verá si - el aparato que tiene ésta instrucción existe, si tampoco lo tiene, seguirá buscando otra línea donde éste exista así, hasta -- lograr que algún aparato la tenga, al obtener esta instrucción seguirá su labor rutinaria de poner todos los bornes en forma - ordenada hasta encontrarse otro caso en -- donde deberá actuar de forma similar; para lograr ilustrar mejor esto, veamos el ejemplo siguiente, el cual se ilustra su caso universal y particular en la figura 4-8.

CASO UNIVERSAL



LISTA DE EQUIPO UNIVERSAL
 TI, A, B, M-3, C, M-5, M-7, D, T-2

Fig.: 4-8A

CASO PARTICULAR



LISTA DE EQUIPO PARTICULAR
 TI, A, C, M-5, T2

Fig.: 4-8B

D. E. P. F. I.

**CASO
 CONDICION SERIE**

J. A. N. M. Fig.: 4-8

Lista de material
Universal.

A T-1
B T-2
M-3 D
C M-7
M-5

Lista de material
Particular.

A T-1
C T-2
M-5

Alambrado en Archivo Universal.

Línea 1 L-1

TI - 1 *
A - 3

Línea 2 L-2

A - 5
B - 72

Línea 3 L-3

B - 40 *
M3 - 2 *
C - 4

Línea 4 L-4

C - 9 *

M5 - 4 *

M7 - 3 *

D - 83

Línea 5 L-5

D - 49 *

T2- 3 *

(*) Esta es la instrucción especial que le haría buscar el nuevo punto para unir.

Alambrado Particular

Línea 1 L-1

TI - 1

A - 3

Línea 2 L-2

A - 5

C - 4

Línea 3 L-3

C - 9

M5 - 4

T2 - 3

Caso a) En este caso, lo que haría la máquina, sería lo siguiente: Al llegar a la línea y tener el aparato A, poner el borne 5 de este, con lo que se tiene A-5, pero al seguir al aparato no lo encontró, debido a que era el B y no existe en nuestro alambrado particular este aparato, por lo que sigue la instrucción especial de búsqueda de otra similar, por lo cual pasa a la siguiente instrucción que tuviese esa señal, el aparato que tiene dicha señales el que tampoco se encuentra enlistado en el caso particular debido a lo cual pasará al siguiente, que es el C., el que sí lo tenemos enlistado - por lo cual lo coloco a continuación y en la misma línea que A-5, después de lo cual sigue en forma normal el alambrado.

Caso b) El llegar a la línea L4 del archivo, se encuentra que sólo a creado dos por lo cual le cambia el nombre a ésta, llamándola desde el momento L3, siguiendo en forma normal su labor de alambrado de aparatos que le corresponde como es el C-9, por lo que continúa con el M5-4, pero al seguir y no tener el M-7, toma la instrucción especial y pasa con esta hasta encontrar otra igual, la que se encuentra en el aparato D, que tampoco existe y tendrá que llegar hasta el T2 que sí la tiene, poniendo éste y dando por terminada su labor.

Caso c) Caso Serie Paralelo

Este como su nombre lo indica es la unión de los dos anteriores y debido a lo cual no se explica este caso por considerarlo repetitivo.

4-4 DETALLES PARA MANUFACTURA.

1-A) Nomenclatura:

Para facilitar aún más la labor del personal y debido que por exigencias de los clientes, se debe poner una letra a todos y cada uno de los aparatos que existen en los tableros, esta nomenclatura la aprovecharemos para facilitar al operario su trabajo, debido a que estas letras son -- más fáciles de seguir de acuerdo a su lógica que la de las normas ANCI, que sería la otra posibilidad.

A continuación se ilustra la lógica que sigue la nomenclatura.

I.- Se nomenclatura de arriba hacia abajo, tomando como punto de referencia el extremo superior del tablero.

II.- Se considera para aparatos que están en la misma altura, primero va aquel que se encuentre a la extrema izquierda.

Con las anteriores condiciones, se tienen_ ubicados todos los aparatos de una forma - muy simple, además que cualquier persona - ,la puede seguir; debido a esta facilidad - se consideró conveniente que el lista dado al personal saliera con la clave de la nomenclatura y con el de las normas ANSI, es ta será no solo usada por el personal técnico, sino también por el cliente, y así - no tener dificultad tanto en el período de alambrado y pruebas así como el cliente en la puesta en servicio.

1-B) Color del Cable:

Junto al número de línea, se adjunta la inicial del color del cable que - se debe colocar para alambra el table ro dado que se alambra en tres colores, que son:

Rojos	-	Circuitos de Control
Blancos	-	Circuitos de Corrientes
Negros	-	Circuitos de Potenciales

Esto se efectúa para facilitar la labor de mantenimiento posterior del tablero, así como para encontrar más fácilmente los errores del personal, dado que cada color indica una función diferente las cuales son las -- indicadas anteriormente.

1-C) Encabezado:

Esta parte del programa tiene por -- objeto, no sólo identificar de qué -- tablero se trata, sino además nos da -- ra la posición física que guarda en -- el paquete de tableros, la fecha en -- que fué corrido el programa así como el número de revisión de que se tra -- ta, para que sea fácil el hecho de -- desechar copias viejas, y por último, una serie de controles administrati -- vos que sirven para que el trabaja -- dor pueda llenar su hoja de reporte -- de trabajo diario con lo que se ob -- tiene el costo real de la labor di --

recta sobre el tablero y el avance -
del mismo.

1-D) Diagrama del Flujo del Programa:

Los puntos descritos anteriormente, nos dan una idea exacta de cuales -- son los datos de entrada y salida -- del programa pero, hasta ahora no se ha visto como se interaccionan las -- diferentes partes de éste en la computadora para dar como resultado lo -- anteriormente descrito, lo haremos -- en el siguiente capítulo.

Capítulo V

Implantación del Sistema

5-1 EJEMPLO DE APLICACION

En este capítulo se trata de que por medio de un ejemplo práctico se tenga en forma completa el estudio de un caso, - aunque pequeño, en el que puedan verse todos los elementos que - constituyen la fabricación de un tablero.

Se tomó el caso hipotético de la fabricación de los tableros de control, protección y medición de una subestación -- eléctrica, de donde deberían de salir dos líneas, tener dos bancos de potencia y seis alimentadores.

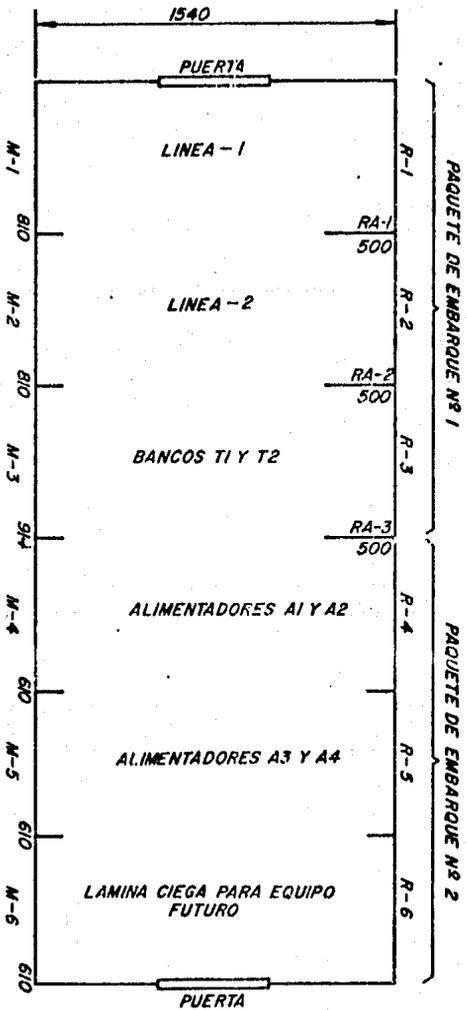
Vamos a tomar exclusivamente estos últimos para ejemplificar los que llamaremos A1 y A2.

De estos dos alimentadores se adjunta la información que necesitaría para la fabricación de los tableros por el nuevo método.

1.- Ejemplo:

- a) Disposición de grupo de embarque (fig.5-1)
- b) Lista de materiales con todas las características de modelo del fabricante (fig. 5-2).
- c) Disposición de aparatos en el tablero del:
 - Mando (fig. 5-3)
 - Respaldo (fig. 5-4)
- d) Diagrama Unifilar de los alimentadores A1 y A2. (fig. 5-5 y 5-6.)
- e) Diagrama Trifilar del:
 - Alimentador A1 (fig. 5-7)
 - Alimentador A2 (fig. 5-8)
- f) Diagrama del Control, Protección y Recierres del:
 - Alimentador A1. (fig. 5-9)
 - Alimentador A2. (fig. 5-10)
- g) Diagrama de Alarmas de los Alimentadores --
A1 y A2. (fig. 5-11)

- h) Lista de alambrado computarizado para 2 ali
mentadores considerando que dicho equipo --
ocupará el cuarto lugar en el arreglo de ta
bleros. (páginas de la 130 a la 141)



DISPOSICION DE TABLEROS

ACOT. : CM.

D. E. P. F. I.

DISPOSICION DE GRUPO

DE

EMBARQUE

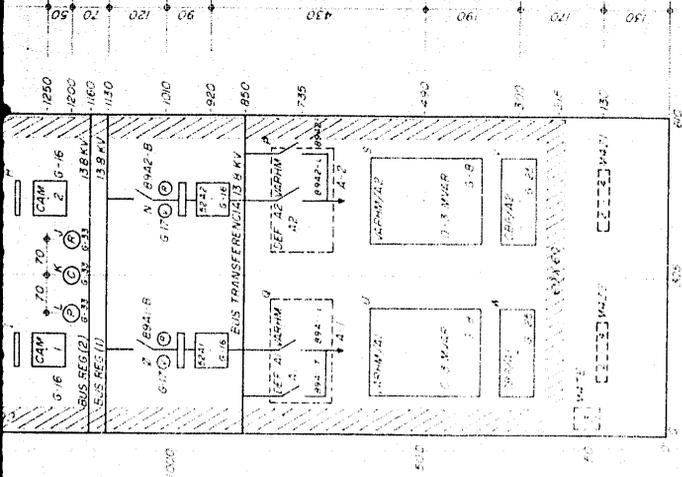
J. A. M. M. Fig.: 5-1

Nº	CANTIDAD	LISTA DE MATERIAL		FABRICANTE
		DESCRIPCION		
		ALIMENTADORES: A-1, A-2, A-3 y A-4 TABLERO DE MANDO: M-4 y M-5		
1	1	CUADRO DE ALARMAS DE 6 SEÑALES PARA OPERAR A 125 V.C.D.		LUZ Y FUERZA
2	2	AMPERMETRO CON INDICACION DE DEMANDA MAXIMA E INSTANTANEA TIPO TERMICO PARA CONECTARSE A CIRCUITOS DE C.A. - 60 Hz., BOBINA DE CORRIENTE 5 AMPS., ERROR MAXIMO PERMISIBLE 1.5 % CON RELACION A LA DEFLEXION MAX. TC'S.: 300/5 AMP., ESCALA ESPECIAL (0-300) A (AM/A1, AM/A2 y AM/A3)		SANGAMO LINCOLN
3	3	BOTON PULSADOR DE CONTACTOS MOMENTANEOS PARA CALLAR, PROBAR Y REPONER AL CUADRO DE ALARMAS OPERACION A 125 V.C.D. (BC, BP, BR)		CUTTLER HAMMER
4	2	BLOCK DE PRUEBAS CON 4 CONTACTOS PARA CIRCUITOS DE POTENCIAL Y 6 CONTACTOS PARA CIRCUITOS DE CORRIENTE		WESTINGHOUSE
5	2	CONMUTADORES DE CONTROL PARA INTERRUPTOR DE POTENCIA CON 6 CONTACTOS, 4 POSICIONES CON RESORTE DE RETORNO A LAS POSICIONES NORMAL DESPUES DE OPERADO CON LA MANIJA TIPO PISTOLA PARA USO PESADO DERE CONTAR CON, BANDERA TIPO MECANICO PARA INDICAR LA POSICION DEL MISMO, ABIERTO-VERDE, CERRADO-ROJO (S2A1, A2 Y A3)		GENERAL ELECTRIC
6	5	LAMPARA INDICADORA PARA MONTAJE EN TABLERO DE (1/8") DE ESPESOR DE LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS: VOLTAJE NOMINAL DE OPERACION: 125 V.C.D. VOLTAJE MINIMO DE OPERACION: 110 V.C.D. VOLTAJE MAXIMO DE OPERACION 140 V.C.D. RESISTENCIA EN SERIE CON EL: 3300 Ω A 20°C., FOCO TIPO TELEFONICO DE 24 VOLTS T2 DE BASE DESLIZANTE, 4 CAPUCHAS DE COLOR ROJO, 4 CAPUCHAS DE COLOR VERDE 2 CAPUCHAS DE COLOR BLANCO		GENERAL ELECTRIC
7	2	WATTHORIMETRO POLIFASICO, 2 ELEMENTOS, 3 FASES, 3 HILOS 60 Hz., CTE. LECT. 10.000 TC'S. 300/5A, TP'S. 120/1, ESC. (0-5) MW.		GENERAL ELECTRIC
8	2	VARHORIMETRO POLIFASICO, 2 ELEMENTOS, 3 FASES, 3 HILOS, 60 Hz., CTE. LECT. 10.000 TC'S. 300/5A, TP'S. 120/1, ESC.(0-3) MVAR. INCLUYENDO DEFASADOR MC-63		GENERAL ELECTRIC
		TABLERO DE RELEVADORES R4 Y R5		
9	6	RELEVADOR DE SOBRECORRIENTE PARA FALLAS ENTRE FASES DE TIEMPO MUY INVERSO CON RANGO DE 1.5 A 12 AMPS. CON UNIDAD INSTANTANEA DE 10-80 AMPS.(50/51)		GENERAL ELECTRIC
10	2	RELEVADOR DE SOBRECORRIENTE PARA FALLAS A TIERRA DE TIEMPO MUY INVERSO CON RANGO DE 0.5 A 4 AMPS. CON UNIDAD INSTANTANEA DE 10-80 AMPS.(50/51-N)		GENERAL ELECTRIC
11	2	RELEVADOR DE RECIERRE CON UN RECIERRE INSTANTANEO Y 3 RECIERRES DE TIEMPO DIFERIBLE AJUSTABLE MAXIMO 3 MINUTOS CONTROL 125 V.C.D. (79)		GENERAL ELECTRIC
12	2	INTERRUPTOR UN POLO UN TIRO (TOGGLE SWITCH)(TS)		
13	2	RELEVADOR AUXILIAR PARA BLOQUEO DE RELEVADOR DE RECIERRE (75X)		SCHRACK
14	2	CONMUTADOR PARA AMPERMETRO PARA CONECTARSE EN EL EXTREMO DEL CIRCUITO SECUNDARIO DE 3 TC'S. A AMPERMETRO INDICADOR FORMADO POR 9 CONTACTOS, 5 POSICIONES. FUJAS(A,D,B,U,C,I) OPERADO CON MANEJA PEQUEÑA CON RESISTORES (S2A1, A2 Y A3)		FIGURA: 5-2

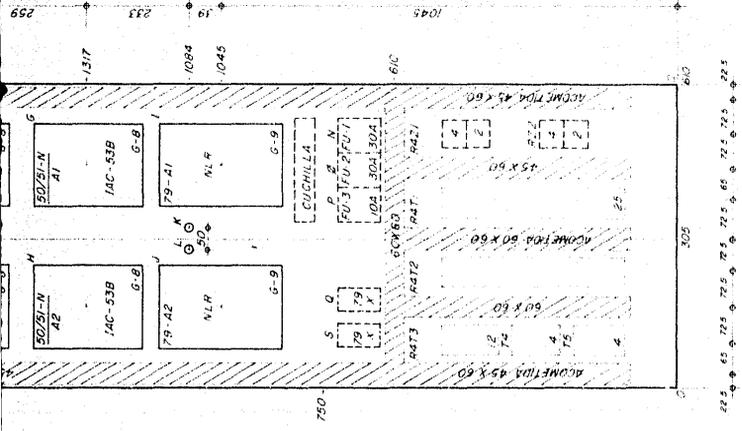
D. E. P. F. I.

DISTRIBUCION DE APARATOS
EN EL
TABLERO DE MANDO

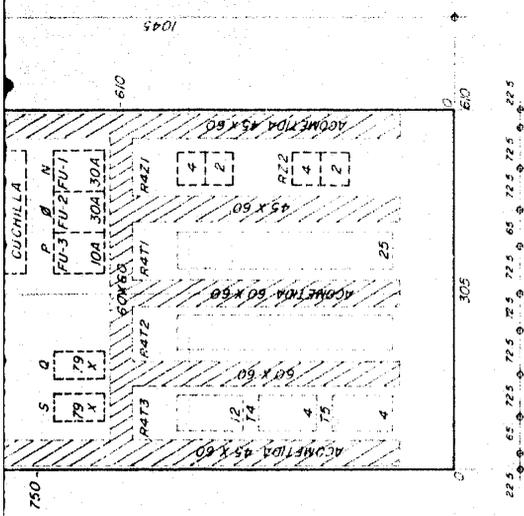
J. A. M. M. F. 2. 2. 5-3



TABLERO M-4



TABLERO R-4



TABLERO R-4

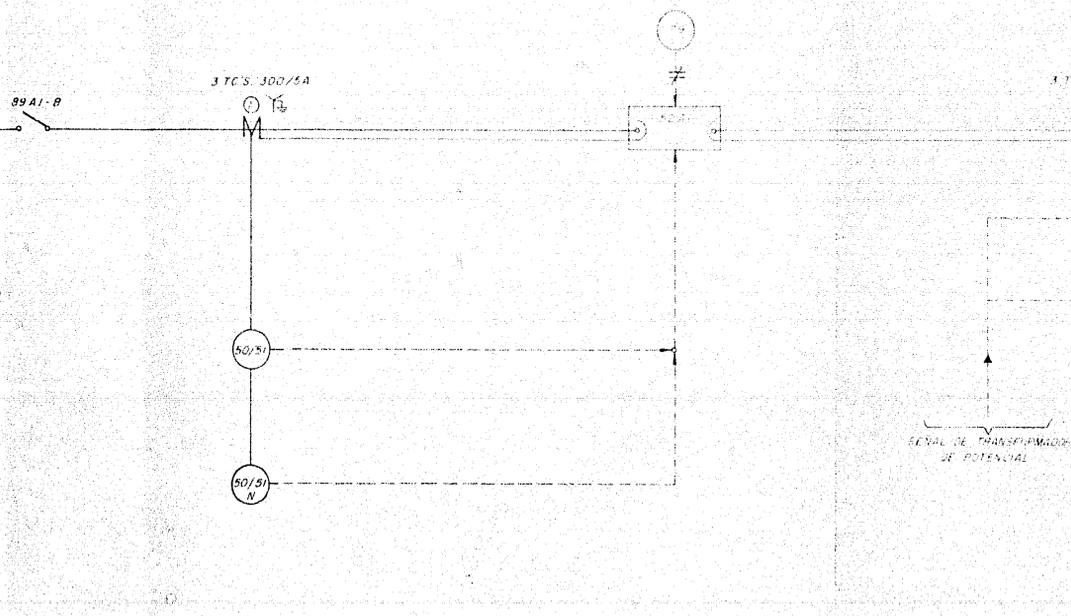
BARRAS AUXILIARES

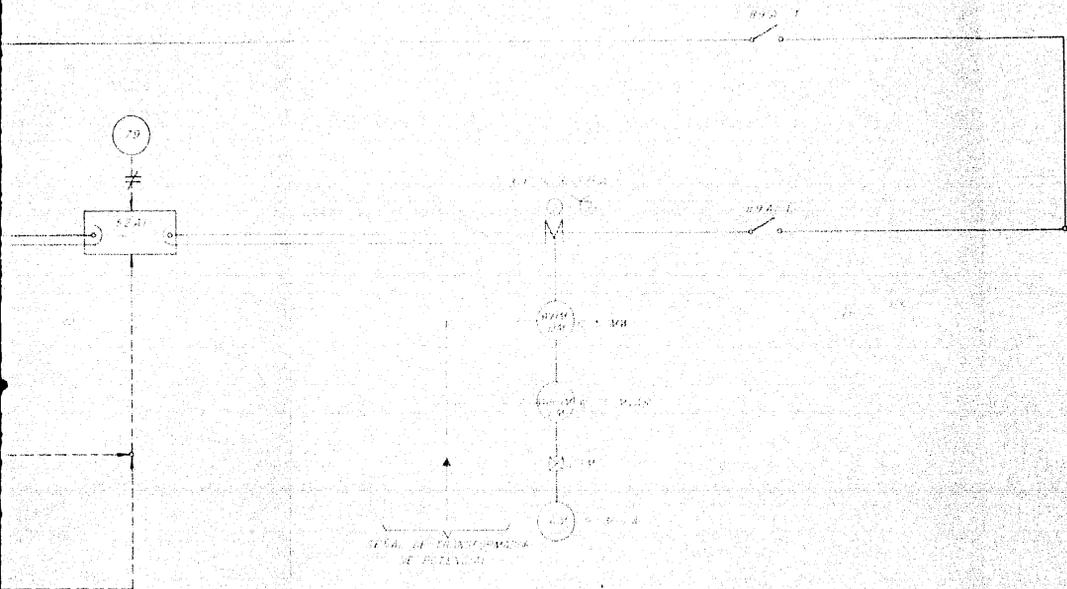
BARRAS BASE

89 A1 - B

3 TC'S 300/5A







8941



8942



CALCULO ALINEADOR 41

3/4

1/2

1/2

CIRCUITO ALIMENTADOR A-1

D. E. P. F. J.

DIAGRAMA UNIFILAR
DEL ALIMENTADOR A-1

J. A. M. M. Fig.: 5-5

BARRAS AUXILIARES

BARRAS BASE

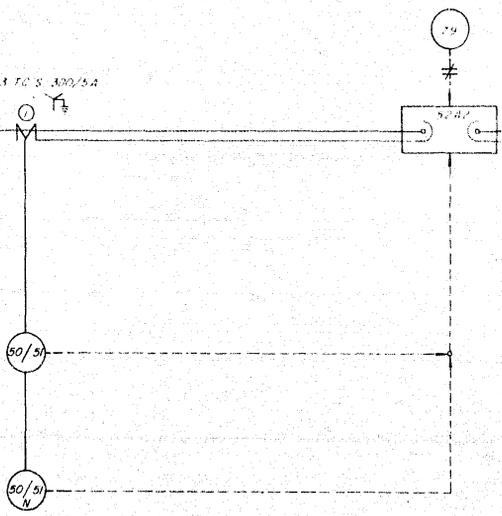
H942-B

3 TC'S 300/5A

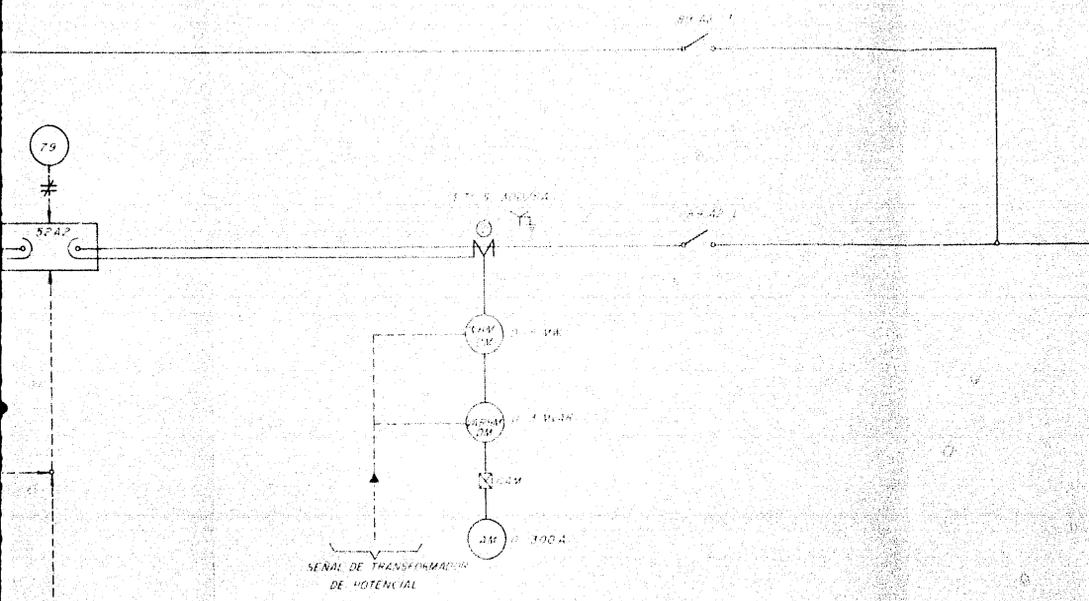


8942-B

170 N. 400/54



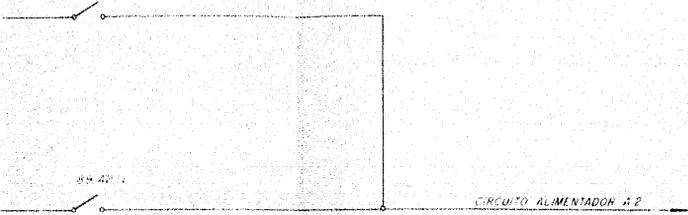
SEÑAL DE TRANSFORMA.
DE POTENCIAL



89 42-1

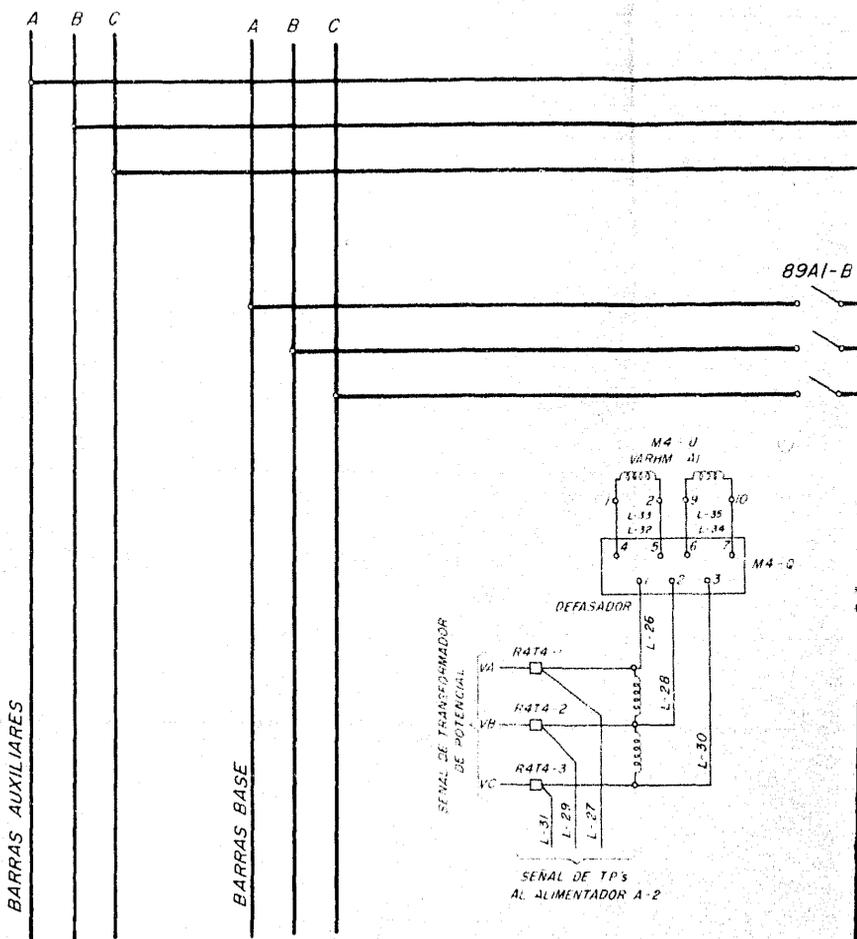
89 42-1

CIRCUITO ALIMENTADOR A 2



CIRCUITO ALIMENTADOR A-2

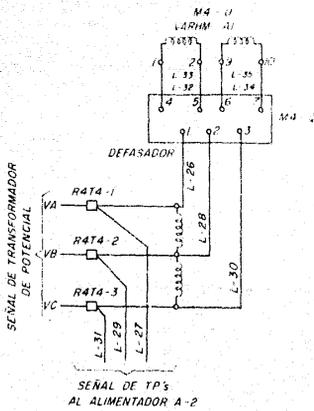
D. E. P. F. I.
DIAGRAMA UNIFILAR
DEL ALIMENTADOR A-2
J. A. M. M. Fig. : 5-6



SEÑAL DE TRANSFORMADOR
DE POTENCIAL

SEÑAL DE TP'S
AL ALIMENTADOR A-2

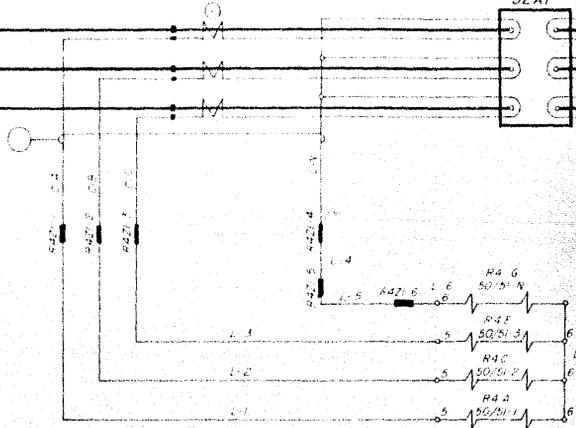
SEÑAL DE TRANSFORMADOR
DE POTENCIAL

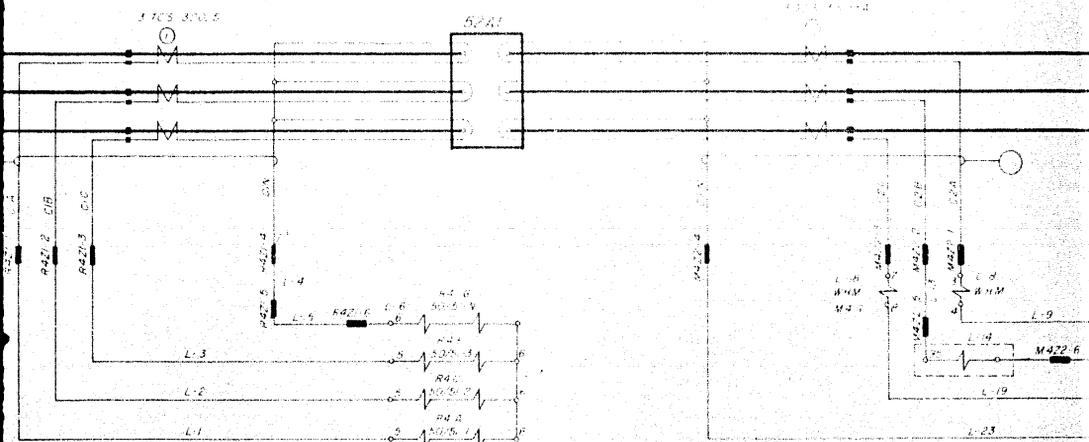


89A1-B

1 P 5 1 1 1

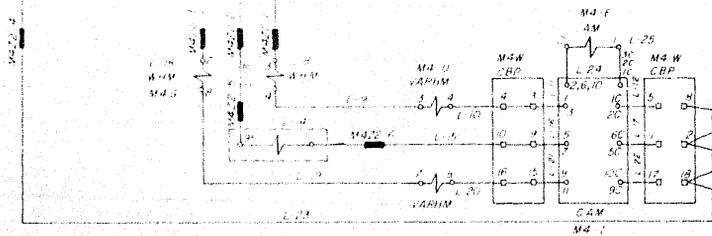
52A1

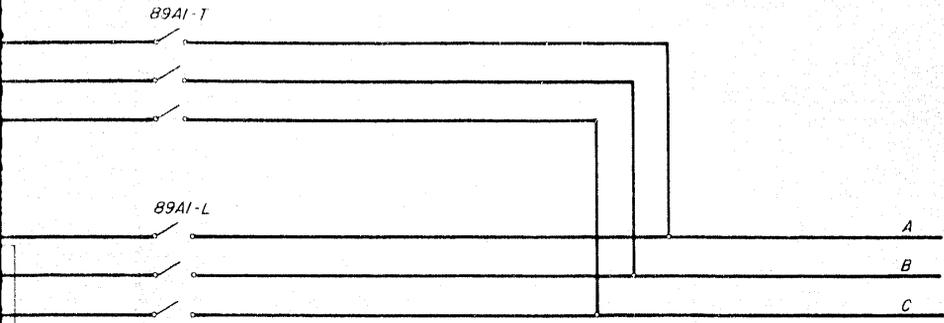




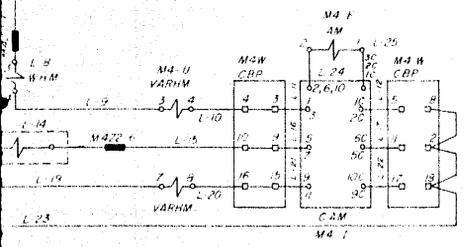
89A1-7

89A1-L

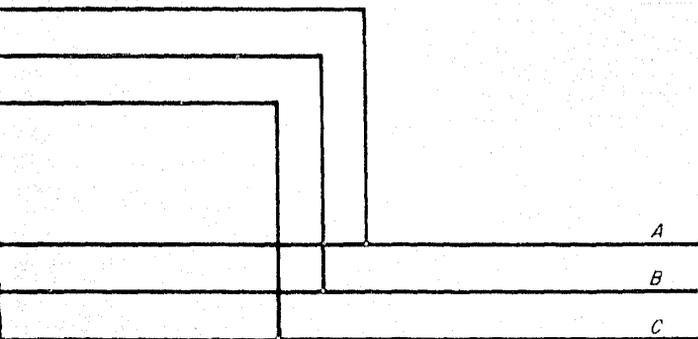




ALIMENTADOR A-1

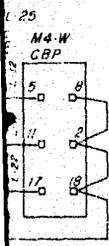


D. E.
DIAGRAMA
DEL ALIMENTADOR
J. A. M. M. F.

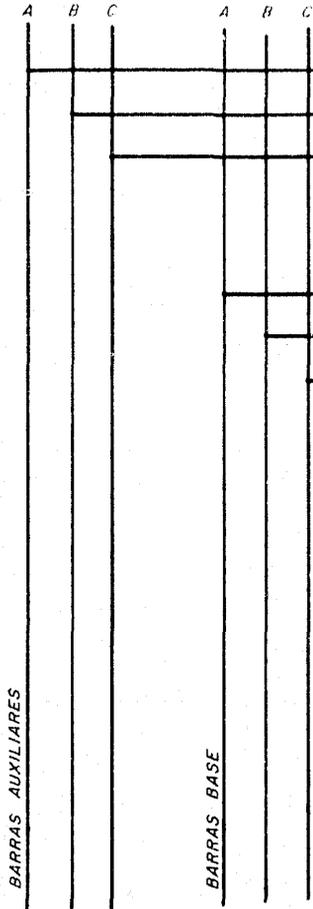


A
B
C

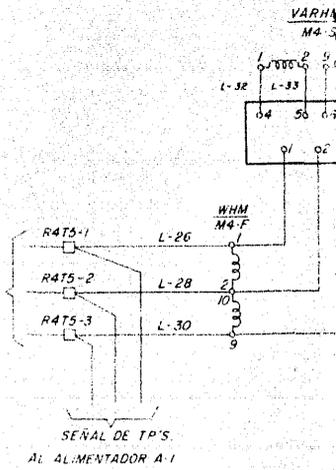
ALIMENTADOR A-1



D. E. P. F. I.
 DIAGRAMA TRIFILAR
 DEL ALIMENTADOR A-1
 J. A. M. M. Fig. 5-7



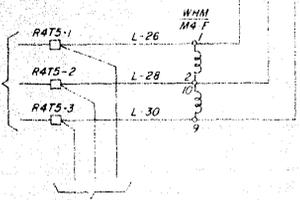
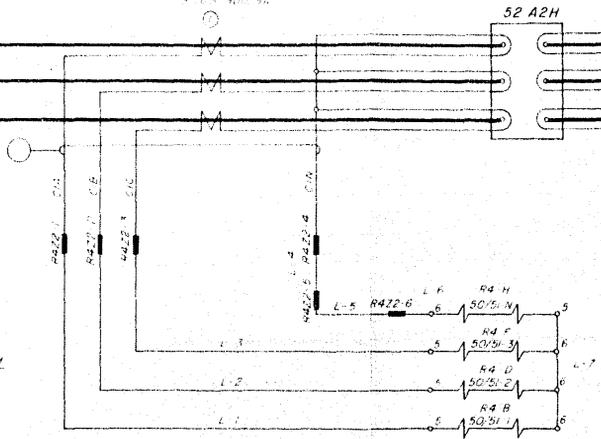
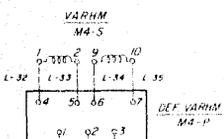
89



89S A2-B

4 1 2 3 4 5 6

52 A2H



SEÑAL DE T.P.'S
AL ALIMENTADOR A-1

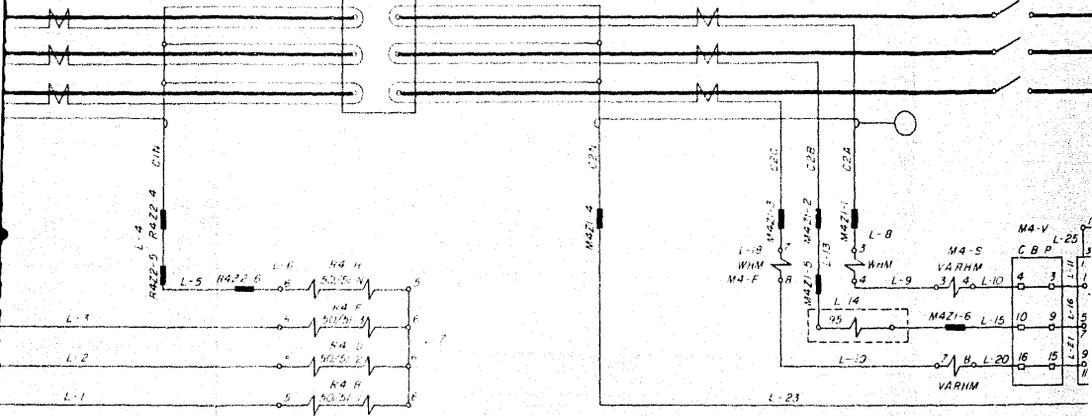
89 A2-T

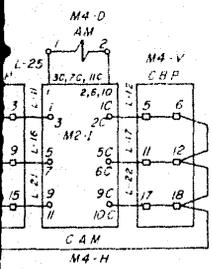
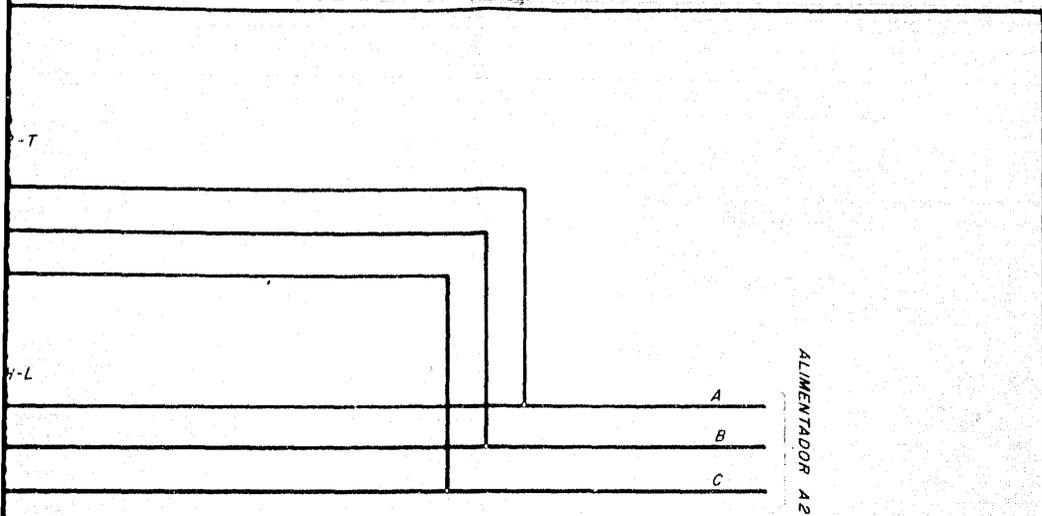
310 S 300/54

310 S 300/54

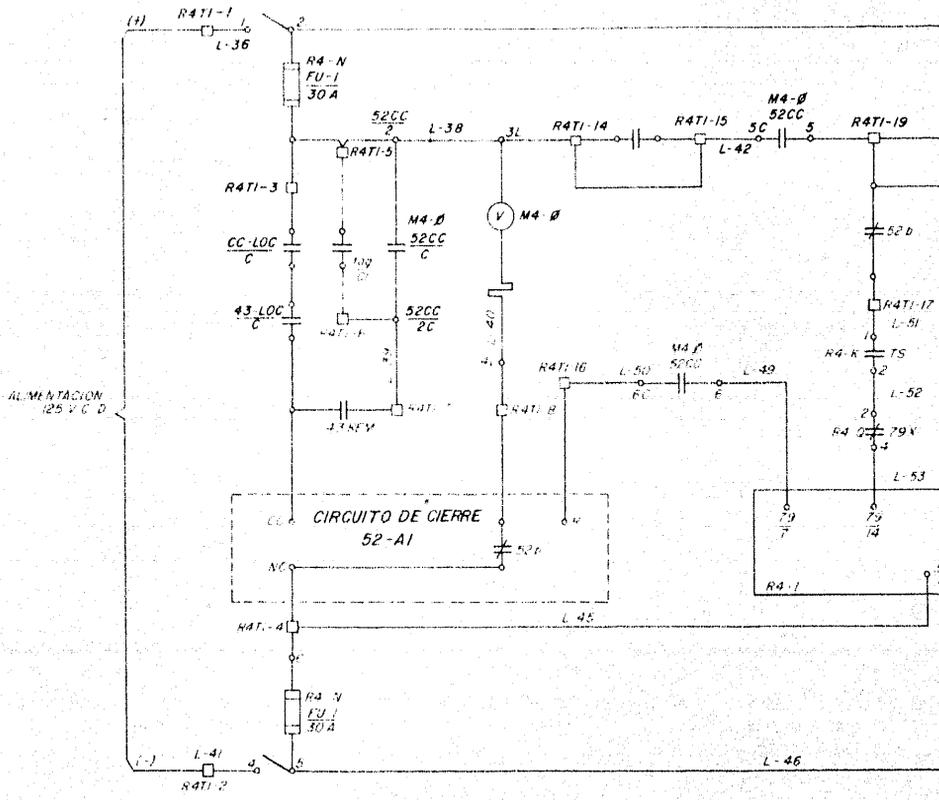
89 A2H-L

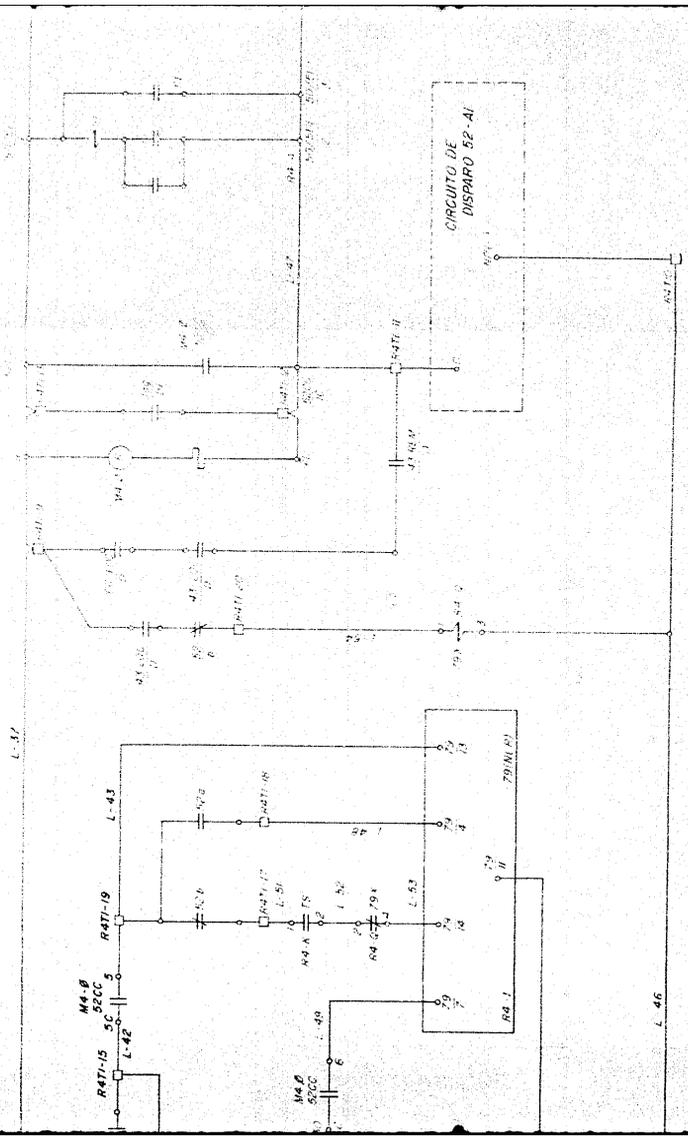
52 A2H





D. E. P. F. I.
DIAGRAMA TRIFILAR
DEL ALIMENTADOR A-2
J. A. M. M. Fig. 5-8





L-47

L-46

CIRCUITO DE DISPARO 52-A1

M4-B
500C

R4T-15
500C

R4T-19

L-42

L-43

M4-D
500C

L-49

M4-A
500C

L-50

M4-C
500C

L-51

M4-E
500C

L-52

M4-F
500C

L-53

M4-G
500C

L-54

M4-H
500C

L-55

M4-I
500C

L-56

M4-J
500C

L-57

M4-K
500C

L-58

M4-L
500C

L-59

M4-M
500C

L-60

M4-N
500C

L-61

M4-O
500C

L-62

M4-P
500C

L-63

M4-Q
500C

L-64

M4-R
500C

L-65

M4-S
500C

L-66

M4-T
500C

L-67

M4-U
500C

L-68

M4-V
500C

L-69

M4-W
500C

L-70

M4-X
500C

L-71

M4-Y
500C

L-72

M4-Z
500C

L-73

M4-AA
500C

L-74

M4-AB
500C

L-75

M4-AC
500C

L-76

M4-AD
500C

L-77

M4-AE
500C

L-78

M4-AF
500C

L-79

M4-AG
500C

L-80

M4-AH
500C

L-81

M4-AI
500C

L-82

M4-AJ
500C

L-83

M4-AK
500C

L-84

M4-AL
500C

L-85

M4-AM
500C

L-86

M4-AN
500C

L-87

M4-AO
500C

L-88

M4-AP
500C

L-89

M4-AQ
500C

L-90

M4-AR
500C

L-91

M4-AS
500C

L-92

M4-AT
500C

L-93

M4-AU
500C

L-94

M4-AV
500C

L-95

M4-AW
500C

L-96

M4-AX
500C

L-97

M4-AY
500C

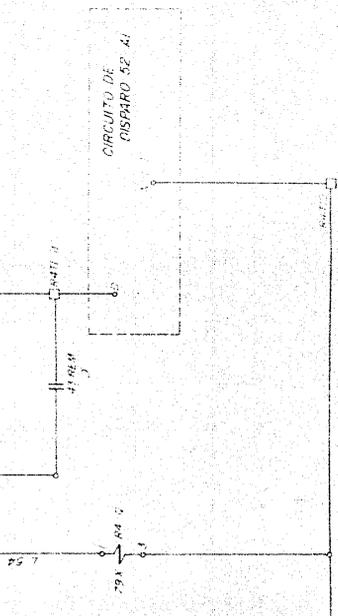
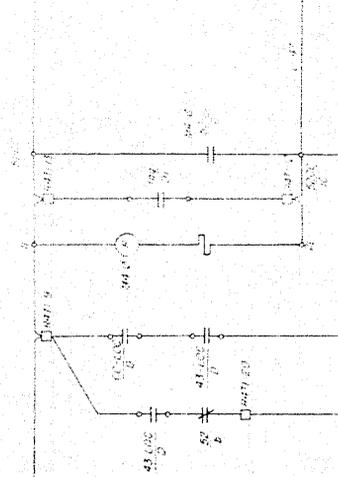
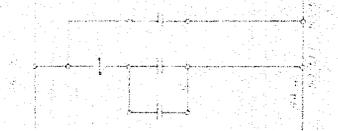
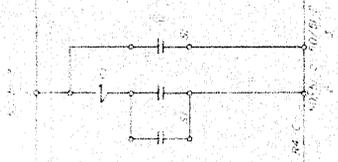
L-98

M4-AZ
500C

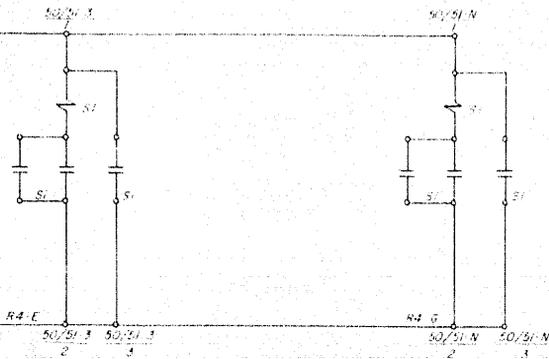
L-99

M4-BA
500C

L-100



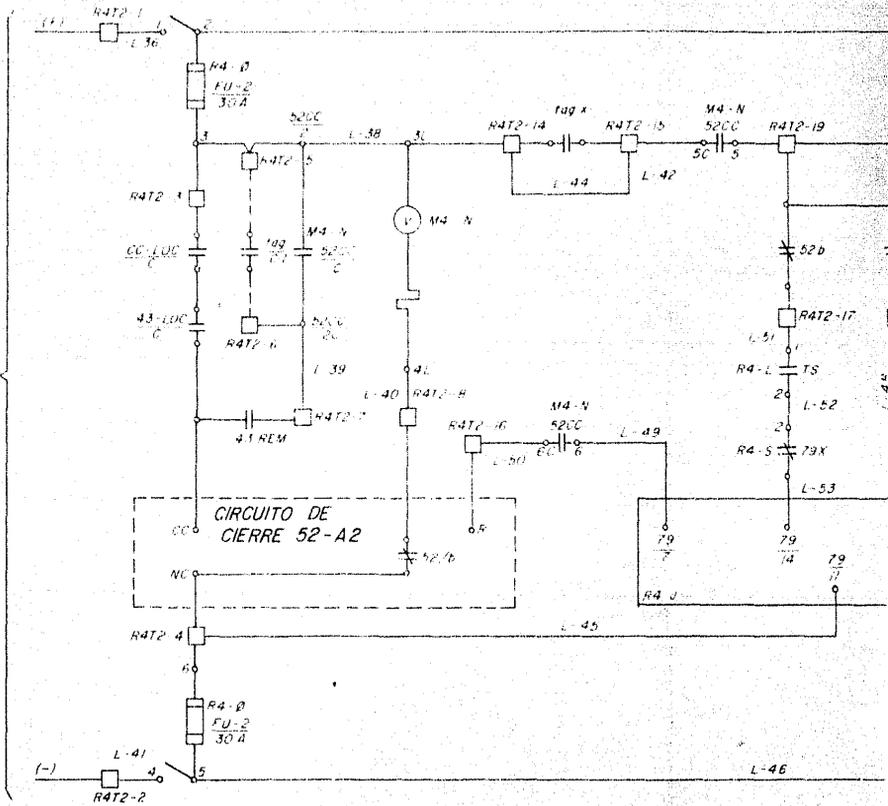
CIRCUITO DE
DISPARO 52 A1

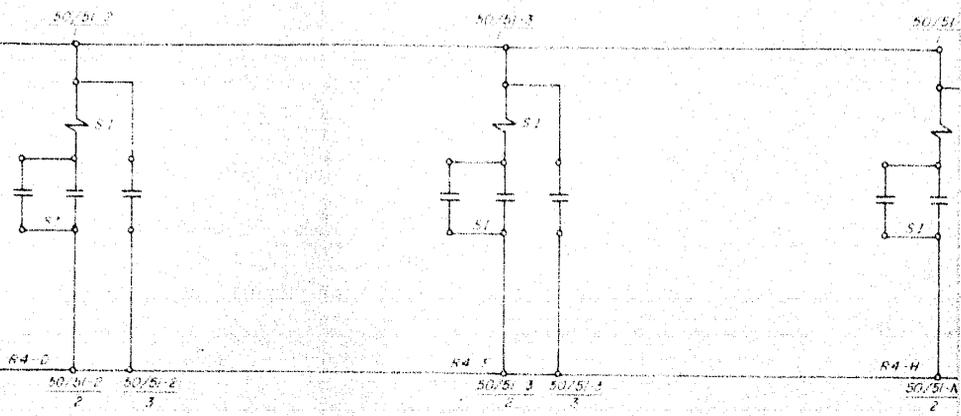


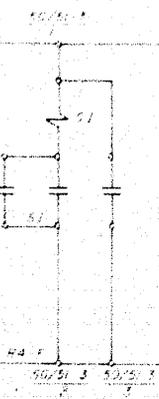
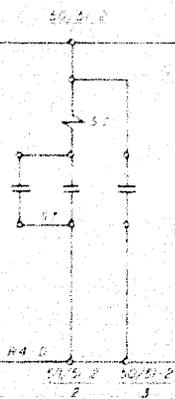
D. E. P. F. I.
DIAGRAMA DEL CONTROL,
PROTECCION Y RECIERRES
DEL ALIMENTADOR A-1

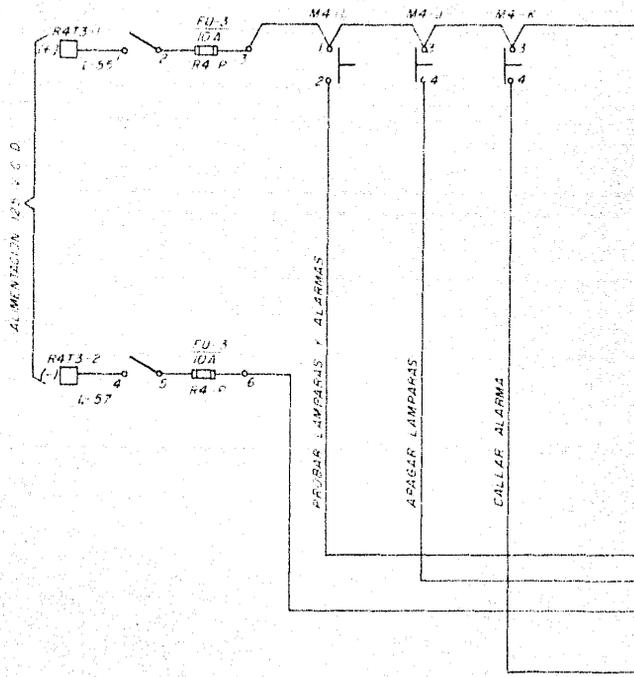
J. A. M. M. Fig. : 5-9

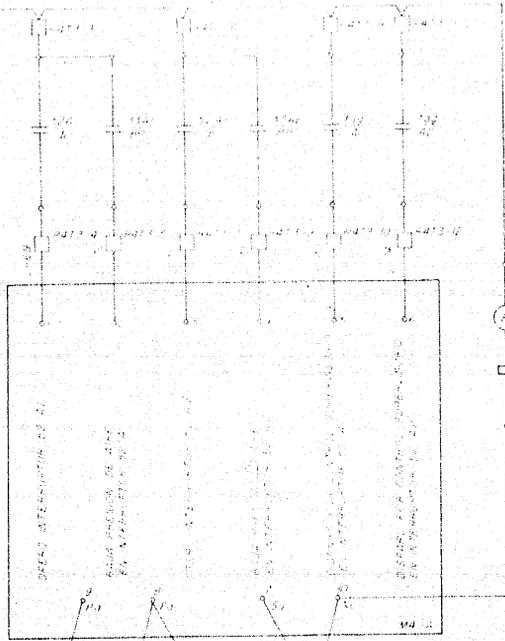
ALIMENTACION
(25 V C D)

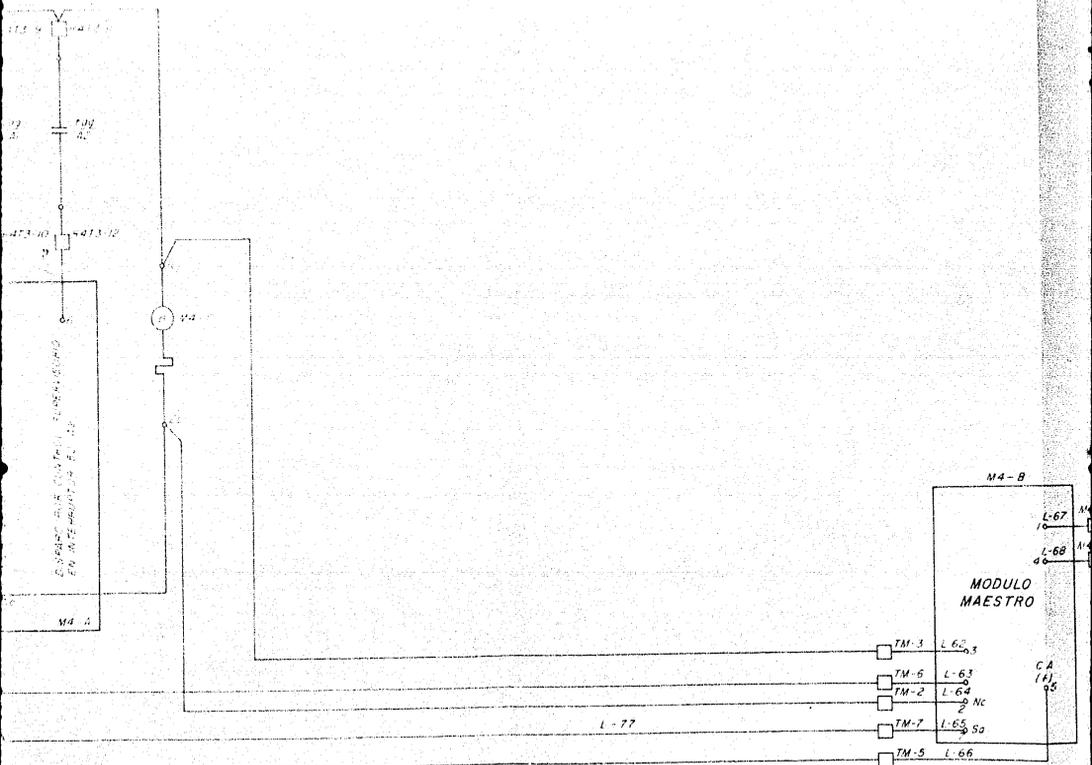


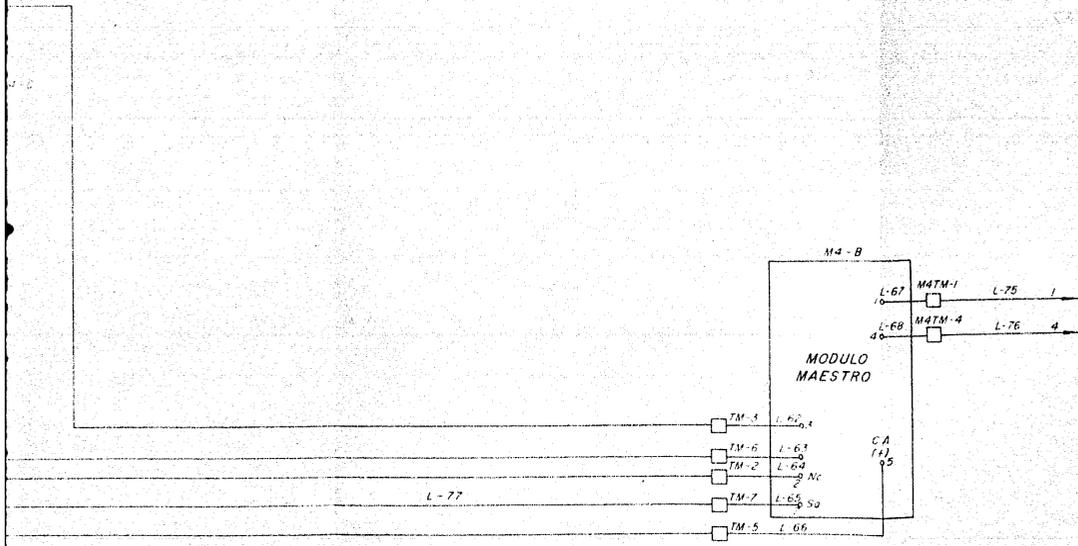


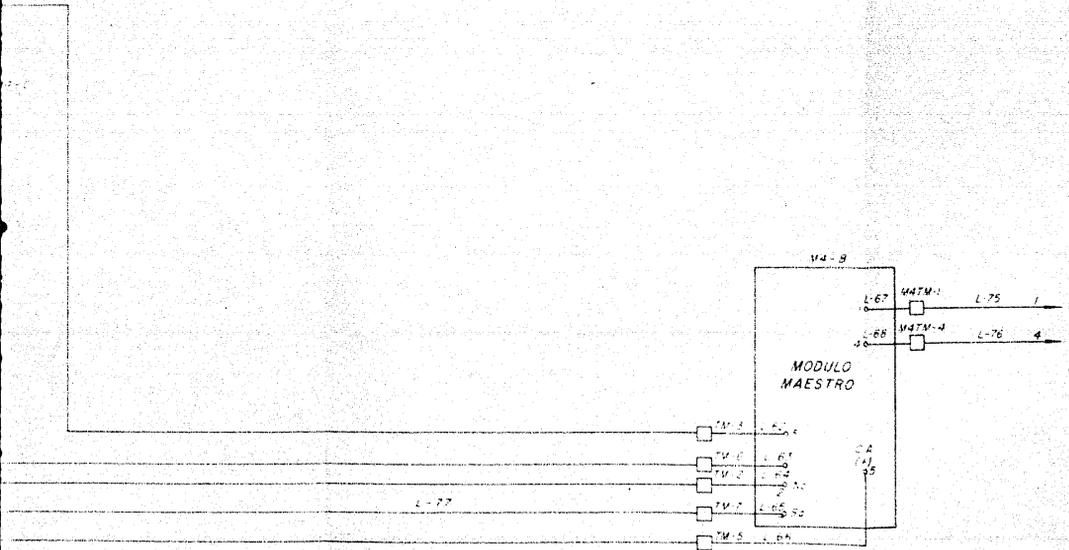


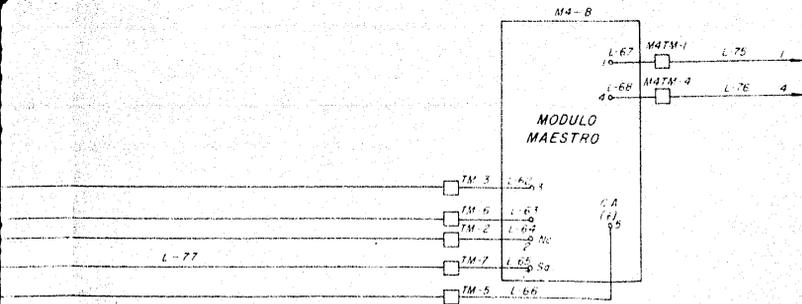




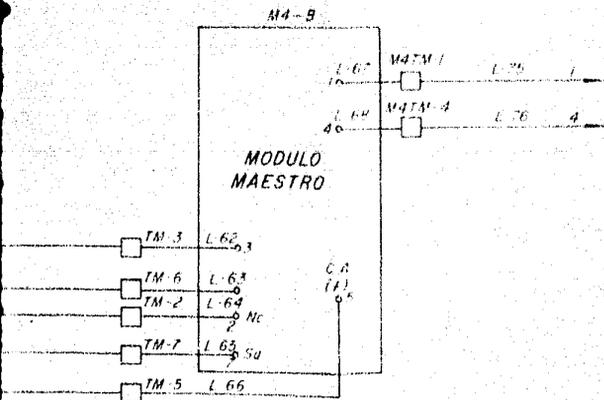








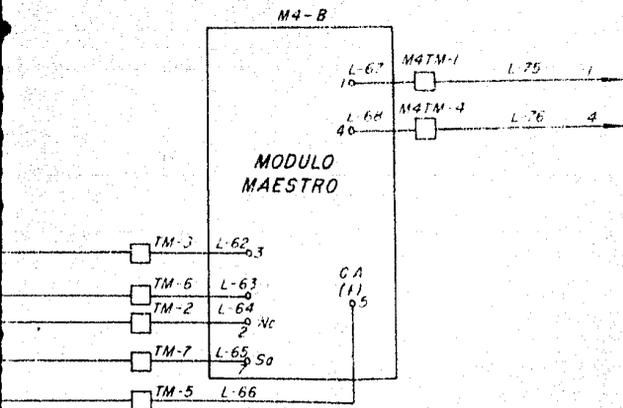
D. E. P. F. I.
DIAGRAMA DE ALARMAS
DE LOS
ALIMENTADORES A1 y A2
J. A. N. M. Fig. 5-11



D E P F I

DIAGRAMA DE ALARMAS
DE LOS
ALIMENTADORES A1 y A2

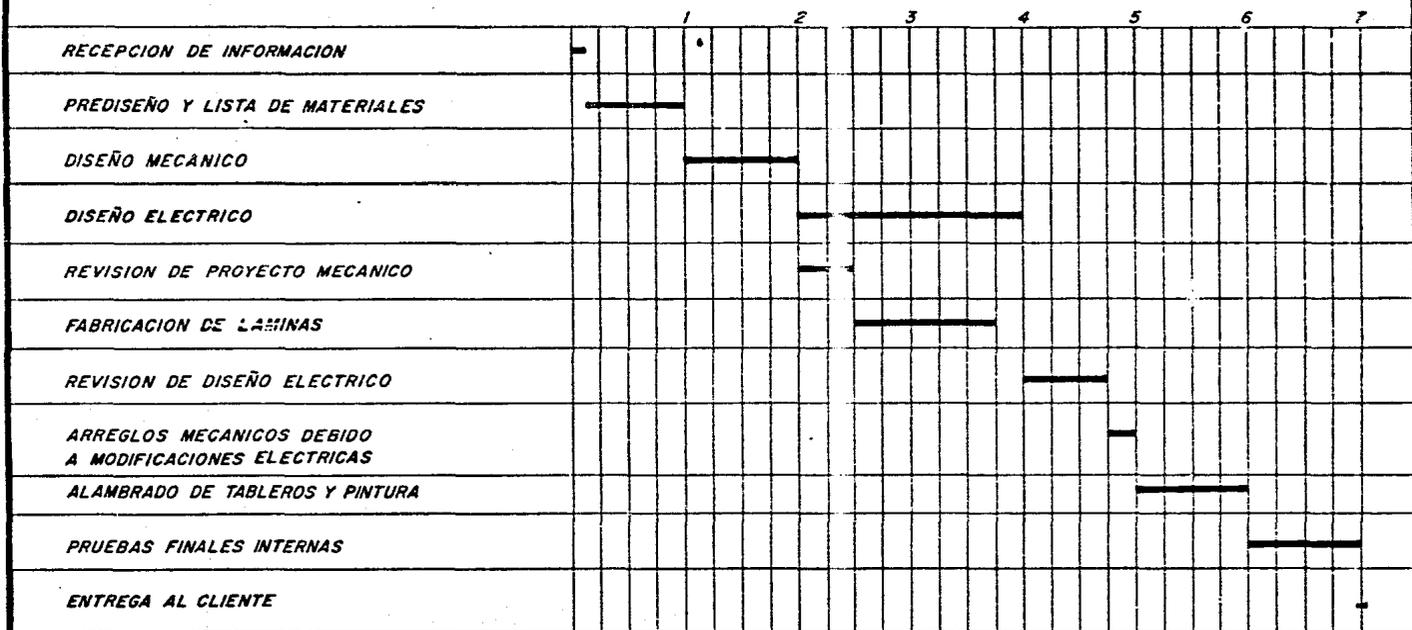
J A M M Fig. 5-11



D. E. P. F. I
 DIAGRAMA DE ALARMAS
 DE LOS
 ALIMENTADORES A1 y A2
 J A M M. Fig. : 5-11

— ACTIVIDADES —

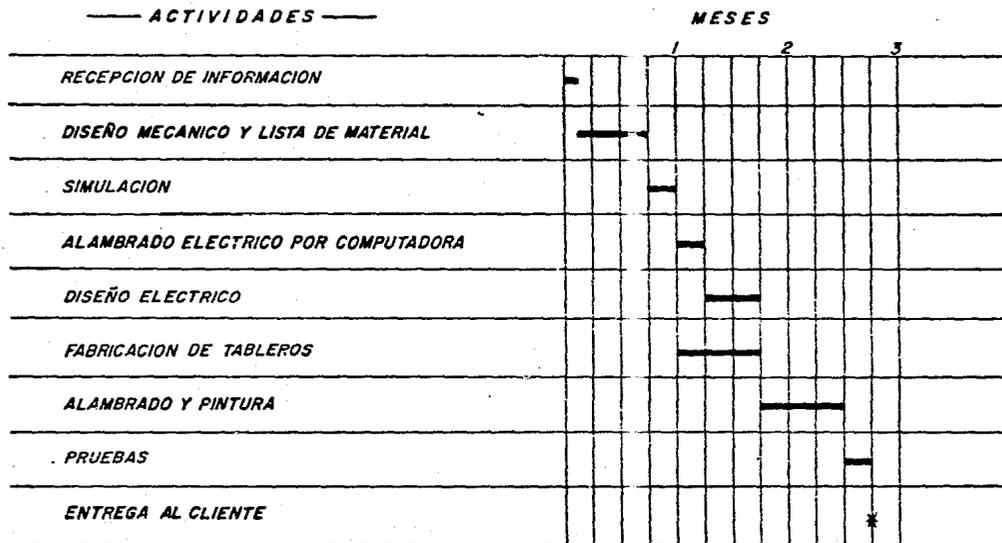
M E S E S



D. E. P. F. I.

TIEMPO DE ENTREGA
CON EL
METODO ANTIGUO

J. A. M. M. Fig.: 5-12



D. E. P. F. I.

TIEMPO DE ENTREGA
CON EL
METODO NUEVO

J. A. M. M. Fig.: 5-13

HOJA DE ALAMBRADO CPH

PAGINA 1

SECC. 4

S.E. JACONA

FECHA 03-OCT-89

SEAV, ALIH 1

OT, 246

LT. 6291

OCR, 79352

PL. REL. S/H

REVISION NO. 1

LINEA 1 BLANCO	LINEA 4 BLANCO	LINEA 7 BLANCO	LINEA 10 BLANCO
CUCHILLA R4-Z1 1	CUCHILLA R4-Z1 4	50/S1-1 R4-A 6	VARHH-A1 H4-U 4
50/S1-1 R4-A 5	CUCHILLA R4-Z1 5	50/S1-2 R4-C 6	EP-A1 H4-W 4
LINEA 2 BLANCO	LINEA 5 BLANCO	50/S1-3 R4-E 6	LINEA 11 BLANCO
CUCHILLA R4-Z1 2	CUCHILLA R4-Z1 5	50/S1-N R4-G 3	LINEA 8 BLANCO
50/S1-2 R4-C 5	CUCHILLA R4-Z1 6	RP-A1 H4-W 3	*****
LINEA 3 BLANCO	LINEA 6 BLANCO	CUCHILLA H4-Z2 1	CAN-A1 H4-I 1
CUCHILLA R4-Z1 3	CUCHILLA R4-Z1 6	WHH-A1 H4-G 3	CAN-A1 H4-I 3
50/S1-3 R4-E 5	50/S1-N R4-G 6	LINEA 9 BLANCO	LINEA 12 BLANCO
		*****	*****
		WHH-A1 H4-G 4	CAN-A1 H4-I 10
		VARHH-A1 H4-U 3	CAN-A1 H4-I 20
			EP-A1 H4-W 5

HOJA DE ALAMBRA DO CPH

P/L#MA 2

SECC. 4

S.E. JACOMA

FECHA 03-OCT-80

SERV. ALIM 1

QT. 246

LT. 6291

OCR. 79432

PL. REL. S/N

REVISION NO. 1

LINEA 13 BLANCO

LINEA 16 BLANCO

LINEA 19 BLANCO

LINEA 22 BLANCO

CUCHILLA H4-Z2 2

BP-A1 H4-W 9

WHH-A1 H4-G 8

CAN-A1 H4-I 9C

CUCHILLA H4-Z2 5

CAN-A1 H4-I 5

V.RHM-A1 H4-U 7

CAN-A1 H4-I 10

CAN-A1 H4-I 7

BP-A1 H4-W 17

LINEA 14 BLANCO

LINEA 20 BLANCO

CUCHILLA H4-Z2 5

LINEA 17 BLANCO

VANHH-A1 H4-U 8

LINEA 23 BLANCO

CUCHILLA H4-Z2 6

CAN-A1 H4-I 9C

BP-A1 H4-U 16

CUCHILLA H4-Z2 4

CAN-A1 H4-I 9C

BP-A1 H4-W 6

LINEA 15 BLANCO

BP-A1 H4-W 11

LINEA 21 BLANCO

BP-A1 H4-W 12

CUCHILLA H4-Z2 6

LINEA 18 BLANCO

BP-A1 H4-U 15

LINEA 24 BLANCO

BP-A1 H4-W 19

CAN-A1 H4-I 9

CUCHILLA H4-Z2 3

CAN-A1 H4-I 11

WHH-A1 H4-G 7

CAN-A1 H4-I 18

CAN-A1 H4-I 6

CAN-A1 H4-I 2

***** (ESTOS BORNES SE CONECTARAN LADO ACOMETIDA) *****

HOJA DE ALABRADO C.P.I.

PAGINA 3

SECC. 4

S.E. JACONA

FECHA 03-OCT-87

SERV. ALIM 1

QT. 246

LT. 6291

OCR. 79142

PL. REL. S/H

REVISION NO. 1

LINEA 24 BLANCO	LINEA 27 NEGRO	LINEA 30 NEGRO	LINEA 33 NEGRO
*****	*****	*****	*****
AM-A1 HA-E 2	TABLILLA R4-T4 1	TABLILLA R4-T4 3	DEFVARHM HA-B 5
	TABLILLA R4-T5 1	WHH-A1 HA-G 9	VARHM-A1 HA-U 2
LINEA 25 BLANCO		DEFVARHM HA-D 3	
*****	LINEA 28 NEGRO		LINEA 34 NEGRO
	*****	LINEA 31 NEGRO	*****
CAH-A1 HA-I 11C		*****	
CAH-A1 HA-I 7C	TABLILLA R4-T4 2		DEFVARHM HA-D 6
CAH-A1 HA-I 3C	WHH-A1 HA-G 10	TABLILLA R4-T4 3	VARHM-A1 HA-U 9
AM-A1 HA-E 1	WHH-A1 HA-G 2	TABLILLA R4-T5 3	
	DEFVARHM HA-D 2		LINEA 35 NEGRO
LINEA 26 NEGRO		LINEA 32 NEGRO	*****
*****	LINEA 29 NEGRO	*****	
	*****	DEFVARHM HA-D 4	DEFVARHM HA-D 7
TABLILLA R4-T4 1		VARHM-A1 HA-U 1	VARHM-A1 HA-U 10
WHH-A1 HA-G 1	TABLILLA R4-T4 2		
DEFVARHM HA-D 1	TABLILLA R4-T5 2		

HOJA DE ALAMBREDO CPM

PAGINA 4

SECC. 4

S.E. JACOMA

FECHA 03-OCT-80

SERV. ALIM 1

OT. 246

LT. 6291

OCR. 79032

PL. REL. S/H

REVISION I.O. 1

LINEA 36 ROJO

LINEA 38 ROJO

LINEA 40 ROJO

LINEA 43 ROJO

TABLILLA R4-T1 1

TABLILLA R4-T1 14

TABLILLA R4-T1 8

CC52-A1 R4-O 5

FU-1 R4-N 1

TABLILLA R4-T1 5

CC52-A1 R4-O 4L

79-A1 R4-I 13

TABLILLA R4-T1 3

TABLILLA R4-T1 19

LINEA 37 ROJO

FU-1 R4-N 3

LINEA 41 ROJO

CC52-A1 R4-O 3L

LINEA 44 ROJO

CC52-A1 R4-O 2

TABLILLA R4-T1 13

TABLILLA R4-T1 2

TABLILLA R4-T1 9

LINEA 39 ROJO

FU-1 R4-N 4

TABLILLA R4-T1 14

FU-1 R4-N 2

TABLILLA R4-T1 15

50/51-N R4-G 1

LINEA 42 ROJO

50/51-3 R4-E 1

TABLILLA R4-T1 7

LINEA 45 ROJO

50/51-2 R4-C 1

TABLILLA R4-T1 6

50/51-1 R4-A 1

CC52-A1 R4-O 2C

TABLILLA R4-T1 15

CC52-A1 R4-O 1

CC52-A1 R4-O 5C

TABLILLA R4-T1 4

CC52-A1 R4-O 1L

FU-1 R4-N 6

79-A1 R4-I 11

HOJA DE ALAMGRADO CPN

PAGINA 5

SECC. 4

S.E. JACOBA

FECHA 03-OCT-80

SERV. ALIM 1

DT. 266

LT. 6291

OCR. 79032

PL. REL. S/N

REVISION NO. 1

LINEA 46 ROJO

LINEA 47 ROJO

LINEA 50 ROJO

LINEA 53 ROJO

TABLILLA R4-T1 10
FU-1 R4-A 5
79X-A1 R4-B 3

CC52-A1 R4-C 1C

CC52-A1 R4-D 6C
TABLILLA R4-T1 16

79X-A1 R4-E 4
79-A1 R4-I 1A

LINEA 48 ROJO

LINEA 51 ROJO

LINEA 54 ROJO

LINEA 47 ROJO

TABLILLA R4-T1 18
79-A1 R4-I 4

TABLILLA R4-T1 17
69-A1 R4-K 1

TABLILLA R4-T1 20
79X-A1 R4-D 1

TABLILLA R4-T1 12

TABLILLA R4-T1 11

5J/S1-H R4-G 2

5U/S1-H R4-G 3

5D/S1-3 R4-E 2

5D/S1-3 R4-F 3

5D/S1-2 R4-C 2

5U/S1-2 R4-C 3

5U/S1-1 R4-A 2

5U/S1-1 R4-A 3

CC52-A1 R4-D 2L

LINEA 49 ROJO

79-A1 R4-I 7

CC52-A1 R4-D 6

LINEA 52 ROJO

69-A1 R4-K 2

79X-A1 R4-D 2

LINEA 55 ROJO

TABLILLA R4-T3 1

FI-3 R4-P 1

HOJA DE ALABRADO CPH

PAGIN: 6

SECC. 4

S.E. JACONA

FECHA 03-OCT-88

SERV. ALIM 1

OT. 246

LT. 6291

OCR. 79032

PL. REL. 3/H

REVISION NO. 1

LINEA 56 ROJO

LINEA 58 ROJO

LINEA 61 ROJO

LINEA 64 ROJO

 FU-3 R4-P 3
 TABLILLA R4-T3 3
 TABLILLA R4-T3 6
 TABLILLA R4-T3 9
 TABLILLA R4-T3 11
 LR H4-C 1L
 TH H4-T4 3
 PROPBAR H4-L 1
 APAGAR H4-J 3
 CALLAR H4-K 3

 FU-3 R4-P 6
 LB H4-C CL
 TH H4-T4 2
 CAL H4-A 10
 LINEA 59 ROJO

 PROPBAR H4-L 2
 CAL H4-A 9

 CALLAR H4-K 4
 TH H4-T4 5
 LINEA 62 ROJO

 TH H4-T4 3
 HM H4-B 3
 LINEA 63 ROJO

 TH H4-T4 2
 HM H4-B 2
 LINEA 65 ROJO

 TH H4-T4 7
 HM H4-B 7
 LINEA 66 ROJO

LINEA 57 ROJO

LINEA 60 ROJO

TH H4-T4 6

TH H4-T4 5

 TABLILLA R4-T3 2
 FU-3 R4-P 4

 APAGAR H4-J 4
 CAL H4-A 8
 TH H4-T4 6

HM H4-B 6

HM H4-B 5

SECC. 4

S.C. JACOBA

FECHA 03-OCT-80

SERV. ALIM I

UT. 246

LT. 6291

OCR. 7932

PL. REL. S/H

REVISION NO. 1

LINEA 67 ROJO

LINEA 70 ROJO

LINEA 73 ROJO

LINEA 76 ROJO

TM H4-TM 1

TABLILLA R4-T3 5

TABLILLA R4-T3 10

TM H4-TM 4

CM H4-A 1

CAL H4-A 2

CAL H4-A 5

TM H3-TM 4

LINEA 68 ROJO

LINEA 71 ROJO

LINEA 74 ROJO

LINEA 77 ROJO

TM H4-TM 4

TABLILLA R4-T3 7

TABLILLA R4-T3 12

CAL H4-A 7

CM H4-B 4

CAL H4-A 3

CAL H4-A 6

TM H4-TM 7

LINEA 69 ROJO

LINEA 72 ROJO

LINEA 75 ROJO

TABLILLA R4-T3 4

TABLILLA R4-T3 4

TM H4-TM 1

CAL H4-A 1

CAL H4-A 4

TM H3-TM 1

HOJA DE ALAMBRA DO CPH

Página 1

SECC. 4

S.C. JACERA

FECHA 03-OCT-80

SERV. ALIM 2

UT. 246

LT. 6291

OCR. 79032

PL. RCL. S/N

REVISION. NO. 1

LINEA 1 BLANCO	LINEA 4 BLANCO	LINEA 7 BLANCO	LINEA 10 BLANCO
CUCHILLA R4-Z2 1	CUCHILLA R4-Z2 4	50/S1-1 R4-B 6	VARIM-A2 H4-S 4
50/S1-1 R4-B 5	CUCHILLA R4-Z2 5	50/S1-2 R4-C 5	RP-A2 H4-V 4
LINEA 2 BLANCO	LINEA 5 BLANCO	50/S1-3 R4-F 6	LINEA 11 BLANCO
CUCHILLA R4-Z2 2	CUCHILLA R4-Z2 5	50/S1-N R4-H 5	BP-A2 H4-V 3
50/S1-2 R4-D 5	CUCHILLA R4-Z2 6	LINEA 8 BLANCO	CAN-A2 H4-H 1
LINEA 3 BLANCO	LINEA 6 BLANCO	CUCHILLA H4-Z1 1	CAN-A2 H4-H 3
CUCHILLA R4-Z2 3	CUCHILLA R4-Z2 6	WHH-A2 H4-F 3	LINEA 12 BLANCO
50/S1-3 R4-F 5	50/S1-N R4-H 6	LINEA 9 BLANCO	CAN-A2 H4-H 10
		WHH-A2 H4-F 4	CAN-A2 H4-H 20
		VARIM-A2 H4-S 3	RP-A2 H4-V 5

HOJA DE ALAMBRAADO CPH

PAGINA 2

SECC. 4

S.C. JACONA

FECHA 03-OCT-80

SERV. ALIM 2

OT. 246

LT. 6291

OCR. 79032

PL. REL. S/N

REVISION NO. 1

LINEA 13 BLANCO

LINEA 16 BLANCO

LINEA 19 BLANCO

LINEA 22 BLANCO

CUCHILLA H4-Z1 2

RP-A2 H4-V 9

WHH-A2 H4-F 8

CAN-A2 H4-H 9C

CUCHILLA H4-Z1 5

CAN-A2 H4-H 5

VARHH-A2 H4-S 7

CAN-A2 H4-H 10C

CAN-A2 H4-H 7

BP-A2 H4-V 17

LINEA 14 BLANCO

LINEA 20 BLANCO

LINEA 17 BLANCO

LINEA 23 BLANCO

CUCHILLA H4-Z1 5

VARHH-A2 H4-S 8

CUCHILLA H4-Z1 4

CUCHILLA H4-Z1 6

CAN-A2 H4-H 5C

RP-A2 H4-V 16

RP-A2 H4-V 6

CAN-A2 H4-H 6C

LINEA 15 BLANCO

RP-A2 H4-V 11

LINEA 21 BLANCO

BP-A2 H4-V 12

CUCHILLA H4-Z1 8

LINEA 18 BLANCO

RP-A2 H4-V 15

LINEA 24 BLANCO

RP-A2 H4-V 1R

CAN-A2 H4-H 9

CUCHILLA H4-Z1 3

CAN-A2 H4-H 11

WHH-A2 H4-F 7

CAN-A2 H4-H 10

CAN-A2 H4-H 6

CAN-A2 H4-H 2

H O J A D E A L A M B R A D O C P H

PAGINA 3

SECC. 4

S.E. JACOMA

FECHA 03-OCT-57

SERV. ALIM 2

OT. 246

LT. 6291

OCR. 79032

PL. REL. S/N

REVISION NO. 1

LINEA 24 BLANCO

LINEA 27 NEGRO

LINEA 30 NEGRO

LINEA 33 NEGRO

AM-A2 H4-D 2

TABLILLA R4-T5 1

TABLILLA R4-T5 3

DEFVARHM H4-P 5

TABLILLA R5-T4 1

MM-A2 H4-F 5

YARHM-A2 H4-S 2

LINEA 25 BLANCO

DEFVARHM H4-P 3

LINEA 28 NEGRO

LINEA 34 NEGRO

CAH-A2 H4-H 110

LINEA 31 NEGRO

CAH-A2 H4-H 70

TABLILLA R4-T5 2

DEFVARHM H4-P 6

CAH-A2 H4-H 30

MM-A2 H4-F 12

TABLILLA R4-T5 3

YARHM-A2 H4-S 9

AM-A2 H4-D 1

MM-A2 H4-F 2

TABLILLA R5-T4 3

DEFVARHM H4-P 2

LINEA 35 NEGRO

LINEA 26 NEGRO

LINEA 32 NEGRO

LINEA 29 NEGRO

DEFVARHM H4-P 7

TABLILLA R4-T5 1

DEFVARHM H4-P 4

YARHM-A2 H4-S 10

MM-A2 H4-F 1

TABLILLA R4-T5 2

YARHM-A2 H4-S 1

DEFVARHM H4-P 1

TABLILLA R5-T4 2

SECC. 4

S.E. JACONA

FECHA 03-OCT-09

SERV. ALIM 2

OT. 246

LT. 6291

OCR. 79932

PL. REL. S/N

REVISION NO. 1

.....

LINEA 36 ROJO	LINEA 38 ROJO	LINEA 40 ROJO	LINEA 43 ROJO
TABLILLA R4-T2 1	TABLILLA R4-T2 14	TABLILLA R4-T2 8	CC52-A2 H4-N 5
FU-2 H4-D 1	TABLILLA R4-T2 3	CC52-A2 H4-N 4L	79-A2 H4-J 13
	TABLILLA R4-T2 3		TABLILLA R4-T2 19
LINEA 37 ROJO	FU-2 R4-D 3	LINEA 41 ROJO	
	CC52-A2 H4-N 3L		LINEA 40 ROJO
	CC52-A2 H4-N 2		
TABLILLA R4-T2 13		TABLILLA R4-T2 2	
TABLILLA R4-T2 9	LINEA 39 ROJO	FU-2 R4-D 4	TABLILLA R4-T2 14*
FU-2 R4-D 2			TABLILLA R4-T2 15*
SU/S1-4 H4-N 1		LINEA 42 ROJO	
SU/S1-3 H4-N 1	TABLILLA R4-T2 7		LINEA 45 ROJO
SU/S1-2 H4-D 1	TABLILLA R4-T2 6		
SU/S1-1 H4-N 1	CC52-A2 H4-N 2C	TABLILLA R4-T2 15	
CC52-A2 H4-N 1		CC52-A2 H4-N 5C	TABLILLA R4-T2 4
CC52-A2 H4-N 1L			FU-2 R4-D 6
			79-A2 H4-J 11

SECC. 4

S.E. JACOMA

FECHA 03-OCT-00

SERV. ALIM 2

UT, 246

LT. 6291

OCR, 79032

PL. REL. 3/H

REVISION NO. 1

LINEA 44 ROJO

LINEA 47 ROJO

LINEA 50 ROJO

LINEA 53 ROJO

TABLILLA R4-T2 10

CC52-A2 R4-N 10

CC52-A2 R4-N 60

79X-A2 R4-S 4

PH-2 R4-O 5

TABLILLA R4-T2 16

79-A2 R4-J 14

79X-A2 R4-S 3

LINEA 48 ROJO

LINEA 51 ROJO

LINEA 54 ROJO

LINEA 47 ROJO

TABLILLA R4-T2 18

TABLILLA R4-T2 17

TABLILLA R4-T2 20

79-A2 R4-J 4

69-A2 R4-L 1

79X-A2 R4-S 1

TABLILLA R4-T2 12

TABLILLA R4-T2 11

LINEA 49 ROJO

LINEA 52 ROJO

50/51-H R4-H 2

50/51-N R4-N 3

50/51-3 R4-F 2

79-A2 R4-J 7

50/51-3 R4-F 3

CC52-A2 R4-N 6

69-A2 R4-L 2

50/51-2 R4-D 2

79X-A2 R4-S 2

50/51-2 R4-D 3

50/51-1 R4-R 2

50/51-1 R4-R 3

CC52-A2 R4-N 2L

5-2. VENTAJAS ECONOMICAS OBTENIDAS

Con una subestación similar a la del ejemplo, la cual es de siete secciones, las ventajas obtenidas al entrar en vigor el sistema, fueron las siguientes:

a) Diseño Mecánico y Eléctrico.

a-1 Tiempo requerido:

<u>Método Antiguo</u>	16 semanas
<u>Método Nuevo</u>	7 "

a-2 Personal Requerido:

Método Antiguo

Ingenieros	12	al 100%
Dibujantes	3	al 100%

Método Actual

Ingenieros	1	al 40%
Dibujantes	1	al 30%
Operador de Computadora.	1	al 10%
Mecánicos	2	al 20%

a-3 Costo de 7 secciones

<u>Método Antíguo</u>	\$ 1'700,000.00
<u>Método Actual</u>	1'050,000.00

b) Manufactura

b-1 Tiempo requerido;

<u>Método Antíguo</u>	14 semanas
<u>Método Actual</u>	6 "

b-2 Personal requerido:

Método Antíguo

Ingeniero	3	al 30%
Ayte. Técnicos	3	al 50%
Supervisor	1	al 30%
Mecánicos	9	al 80%
Pintores	5	al 30%

Método Actual:

Ingeniero	1	al 20%
Ayte. Técnico	1	al 20%
Supervisor	1	al 35%
Mecánicos	3	al 100%
Pintores	2	al 30%

b-3 Costo de 7 secciones:

<u>Método Antiguo</u>	\$ 2'700,000.00
<u>Método Actual</u>	1'390,000.00

c) Pruebas

c-1 Tiempo requerido:

<u>Método Antiguo</u>	4 semanas
<u>Método Actual</u>	1 semana

c-2 Personal requerido:

Método Antiguo

Ingeniero	1	al 30%
Ayte. Técnico	1	al 40%
Probador	2	al 100%

Método Actual

Ingeniero	1	al 20%
Ayte. Técnico	1	al 30%
Probador	1	al 100%

c-3 Costo de 7 secciones:

<u>Método Antíguo</u>	\$ 250,000.00
<u>Método Actual</u>	80,000.00

5-3 RESUMEN DE VENTAJAS

A.- MANO DE OBRA

Si sumamos todas las ventajas económicas obtenidas en cada uno de los pasos, se verá que hemos reducido el costo en un 60% (Reducción de ----- 2'110,000.00 en siete secciones), además en el tiempo también hemos obtenido grandes ventajas, que son de la misma magnitud (15 semanas menos en siete secciones), lo que hace a la fábrica -- que sigue este proceso más competitiva en todo sentido.

B.- MATERIALES

En este renglon es muy difícil de estimar el --- ahorro, dado que es exclusivamente variable, se podría considerar un valor excesivamente conservador, el de unos \$20,000.00, por sección, debido a las siguientes causas:

- e-1 Reparación de las láminas.
- e-2 Retiro de herrajería y reposición por nueva.
- e-3 Pintura.
- e-4 Cable de cobre (Esta sobre todo debido a la optimización de rutas).
- e-5 Ducto para cable.
- e-6 Elemento de conexión.

C.- TIEMPO DE ENTREGA

Este renglon se ve claramente en el diagrama de barras en donde se paso de veintisiete a once semanas; figuras (5-12 y 5-13), se redujo éste a menos de la mitad, lo que pone a la fábrica en una mejor posición para efectuar más trabajo dado -- que este factor en algunos casos es el más importante, debido a la urgencia que normalmente se tiene de estos tableros porque siempre estos son los últimos que se diseñan, dando con esto, por lo general, poco tiempo para la ejecución del --

tablero y como éstos son el cerebro de la instalación, no puede entrar sin ellos.

D.- CALIDAD DEL PRODUCTO

Este renglon aunque es intangible, también se su peró con lo que se está dejando más satisfecho a los clientes, por las siguientes causas:

- 4-a Mejor presentación de la lámina, debido a - que carece de parches.
- 4-b Ningún remiendo en la instalación de ductos, lo que da un mejor acabado.
- 4-c Los soportes no requieren de reparaciones - lograndose con ésto que punto alguno no que de bien pintado y tenga posibilidades de -- oxidarse.
- 4-d Los aparatos no queden en zonas amontonados y en otras demasiado alejados, sino que, -- quedan distribuidos en una forma uniforme y agradable a la vista.

E.- CONTROL DE PRODUCCION.

Esta sección de la fábrica pudo llevar más extric
tamente sus funciones además, de más fácilmente_
debido principalmente a que los tableros no te--
nían que regresar etapas y que duraban menos ---
tiempo en la fabricación, lo que logró dar bene-
ficios adicionales como son la mayor antelación_
en todas las fases de entrega de elementos adicio-
nales del tablero, para que éste no tenga tropie-
zos en su entrega.

Capítulo VI

Conclusión

Se observa que lo que se inició como un problema específico de tipo eléctrico nos llevó a la modificación total de -- los métodos de trabajo no solo eléctrico, sino mecánico.

Se revolucionó todo el proceso de manufactura dando -- por resultado que una serie de problemas que se consideraron --- inicialmente de poca envergadura no lo eran.

Dos de los factores primordiales que se trataron de -- mejorar, que son tiempo y costo, se lograron abatir, en forma ma -- yor a la esperada, además otros beneficios adicionales que se lo -- graron fueron:

Un Mejor control de la producción.

La calidad del producto.

Mejor aprovechamiento de los recursos humanos y mate -- riales.

Menos espacio ocupado de la planta con tableros que --
tienen problemas.

Menos gasto en materiales debido a que no se desperdi-
cian por modificaciones, etc.

Los beneficios antes reportados dieron como consecuen-
cia un aumento de productividad en forma notoria, lo que a su --
vez se reflejó en una disminución de personal que se tenía asig-
nado a la fábrica, tanto técnico como administrativo.

En el capítulo cuatro, presentamos una tabla en la que
se muestran todas las alternativas que se pudieron considerar y -
donde se esperaba que este método tuviese beneficios notorios los
cuales no solo fueron alcanzados con facilidad, sino superados de-
bido a que al estar trabajando en una forma ordenada los tableros,
el personal no tuvo elementos para no dar su mejor rendimiento da-
do que su moral subió al ver que el 100% de su trabajo era produc-
tivo; el orden en el trabajo dió magníficos resultados, debido a-
que una orden de trabajo urgente podía llevarse a feliz término -
en un tiempo record sin crear retrasos en las demás órdenes, asi-
mismo, otro de los beneficios logrados, fué que a partir del mo-
mento en que se puso en función este modelo nunca se tuvieron re-
trasos en la fabricación de los productos.

Por último, el método normalizado ha permitido que el

personal que pone en servicio los tableros tenga con gran antelación la información con lo cual él puede llevar a cabo la previsión de personal y material, lo que no es la única ventaja dado que en forma interna dentro de la Compañía de Luz y Fuerza, se está iniciando la implementación de un sistema que utiliza esta información y con la cual se ha llegado a ahorrar aproximadamente el 80% del tiempo de conexión en el momento que se tienen los tableros, debido a que se puede llevar a cabo toda una infraestructura, con la cual se logra este beneficio, y con esto se ha reducido los costos en la instalación en un 20% aproximadamente en forma efectiva.

Concluimos que el método propuesto para el mejoramiento del sistema de fabricación de tableros eléctricos, fué una buena selección de las alternativas. A la fecha, sin ninguna modificación, se ha seguido utilizando este método.

Anexo A

Glosario

Acometida.- Es el alambrado de toma de fuerza de un consumidor, tablero, etc.

Aislador.- Una substancia o cuerpo que no permite, o permite de una manera casi nula al paso de una corriente a través de él.

Aislante de un Cable.- Se entiende por aislamiento de un cable al recubrimiento que aísla al conductor de otros conductores, o partes conductivas de tierra.

Alambrado de Control.- El alambrado de control, es el que se usa para interconectar instrumentos, relevadores, secundarios de transformadores de instrumentos y otro equipo auxiliar montado sobre ó dentro de un tablero y para circuito de control.

Alta Tensión.- Voltaje elevado, arriba de 0.6 KV.

Amarre (Interruptor de).- Es el que une dos secciones de buses de alta tensión.

Ampere.- Es la unidad de intensidad de corriente. Un ampére es la intensidad de una corriente que al circular en dos conductores rectos y paralelos, de longitud infinita y de sección recta-transversal despreciable a una distancia de un metro de otro en el vacío, produce entre los conductores una fuerza de 2×10^{-8} newtons por cada metro de longitud.

Ampérmetro.- Aparato de medición utilizado para medir los amperes de un circuito.

Autotransformador.- Es aquel en el cual parte de sus devanados es común tanto a los circuitos primarios como a los secundarios.

Baja Tensión.- Voltaje reducidos menos de 600 V.

Banco de Transformador.- Conjunto de transformadores (3 piezas y 1 extra en caso de ser de una fase cada aparato ó 1 pieza de 3 fases).

Banco de Capacitores.- Es el conjunto de condensadores.

Base de Tableros.- Se entiende por base de tableros, aquella -- sobre la cual descansa el tablero, y que generalmente está construida de fierro canal.

Banco de Tierra.- Es aquel transformador cuyo propósito primario es el de proveer un punto neutro para fines de -- puesta a tierra.

Cable.- Es un conductor tranzado o bien una combinación de -- conductores aislados unos respecto de los otros.

Circuito.- Sistema de conductores, alambres o cables por los cuales fluye una corriente para la operación de uno o varios aparatos a los cuales estan conectados.

Capacitor.- Dispositivo eléctrico que se carga eléctricamente -- al recibir un voltaje y se descarga si el circuito -- permanece cerrado y cesa este voltaje.

Corto Circuito.- Paso normal de una corriente eléctrica a tra-- vés de una resistencia baja generando una gran cantidad de calor.

Circuito Paralelo.- Es el circuito eléctrico ó magnético, se -- dice que ésta en paralelo ó derivación cuando la co-- rriente ó flujo se divide entre ellos.

Circuito Serie.- Circuito conectado de tal forma que fluye a través de ellos la misma corriente.

Conmutador.- Es una pieza de anillo cilíndrico o conjunto de discos ensamblados o miembros conductores, aislados entre sí en una estructura soporte.

Contacto.- Unión física de dos partes para el paso de la corriente, son las partes conductoras de un dispositivo donde se cierra o abre un circuito.

Control Eléctrico.- Es aquella disposición de controles en los cuales los dispositivos de interrupción se operan mediante dispositivos u otros medios de potencia energizados por dispositivos locales en el punto de control.

Corriente Alterna.- Una corriente eléctrica periódica en la que su valor medio durante un período es cero.

Corriente Directa.- Es una corriente eléctrica unidireccional la cual es constante o sensiblemente constante.

Cuchilla.- Elemento utilizado para seccionar o abrir un circuito.

Defasador.- Dispositivo eléctrico utilizado para separar el ángulo entre la corriente y el voltaje.

Diagrama de Alambrado.- Es aquel que muestra las conexiones entre los elementos componentes de un tablero eléctrico.

Diagrama Elemental.- Es aquel que muestra en forma sencilla mediante símbolos el funcionamiento de un circuito eléctrico sin considerar la localización de sus componentes.

Diagrama Unifilar.- Es aquel que muestra mediante una sola línea las conexiones entre los dispositivos componentes o partes de un circuito eléctrico o de un sistema de circuitos y estos se representan por símbolos.

Ductos.- Elementos de plástico auto-extingible que sirven para dar mejor apariencia al cableado, además de proteger mecánicamente el alambrado.

Falla.- Es todo fenómeno anormal en cualesquiera parte de los equipos instalaciones u de las obras que altera las condiciones de operación, reduciendo o suspendiendo su funcionamiento normal.

Fase.- Nombre con que designa a los conductores con potencial distinto de cero.

Fusible.- Dispositivo de protección que interrumpe el paso de la corriente eléctrica fundiéndose cuando el amperaje es superior a cierto valor.

Gabinete.- Recipiente que protege de la intemperie al equipo usado para la medición, control y protección de la energía eléctrica.

Hilo Piloto.- Un conductor aislado, usado para conectar instrumentos de medición remotos o para operar aparatos a -- larga distancia.

Interumpir un Circuito.- Significa abrir dicho circuito cuando circula corriente por él.

Medidor.- Aparato con sistema de relojería que acumula consumo con indicador de manecillas que determinan magnitud.

Monofásico.- Una sola fase conductora de energía.

Montaje.- Instalación de un material, herramienta o equipo.

Operación.- El termino operación describe como se actúan los - dispositivos.

Operación Manual.- Significa que un dispositivo es operado a --
mano sin el empleo de otra fuente de energía.

Tierra.- Se dice que una conexión conductiva hace tierra, bien
sea en forma intencional o accidental, tratándose de_
un circuito o equipo eléctrico cuando exista esa co--
nexión o contacto sea a tierra o algún cuerpo que ha-
ga sus veces.

Toma de Tierra.- Un conductor o una combinación de conductores
aterizados para hacer conexión con ellos.

Transformador.- Es un dispositivo eléctrico, que no tiene par-
tes móviles, y el cual, mediante inducción electromag-
nética transforma la energía eléctrica suministrada -
por uno o más circuitos, prohibiéndose a su vez de ener-
gía eléctrica a otros circuitos a la misma frecuencia,
pero generalmente con valores distintos de corriente.
ó voltaje.

Volt.- Es la unidad de fuerza electromotriz, diferencia de po-
tencial ó tensión eléctrica.

Anexo B

En esta sección se encuentra la forma en que está constituido el programa de alambrado de tableros, el cual constituye uno de los elementos más importantes del nuevo método.

El programa consta de cuatro sub-programas que actúan en forma separada, con ayuda de los cuales se construyen las condiciones particulares y se modifican los archivos.

Los archivos diseñados para el alambrado de los tableros son dos, uno de tablillas y otro de alambrado interno los cuales forman el alambrado universal.

Por último se usa el auxilio de un programa de biblioteca que nos proporcionará el medio de salida de resultados deseados.

El sistema que se utiliza será uno de tiempo compartido que hay en la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, el cual está constituido por una máquina PDP/11.

B-1 FLUJO DEL PROGRAMA DE ALAMBRADO

El programa para llevar a cabo el sistema de alambrado tiene el diagrama de información el que se puede ver - en la figura B-1, en el que se tiene los siguientes - puntos importantes:

a) PROGRAMA IO2IF1

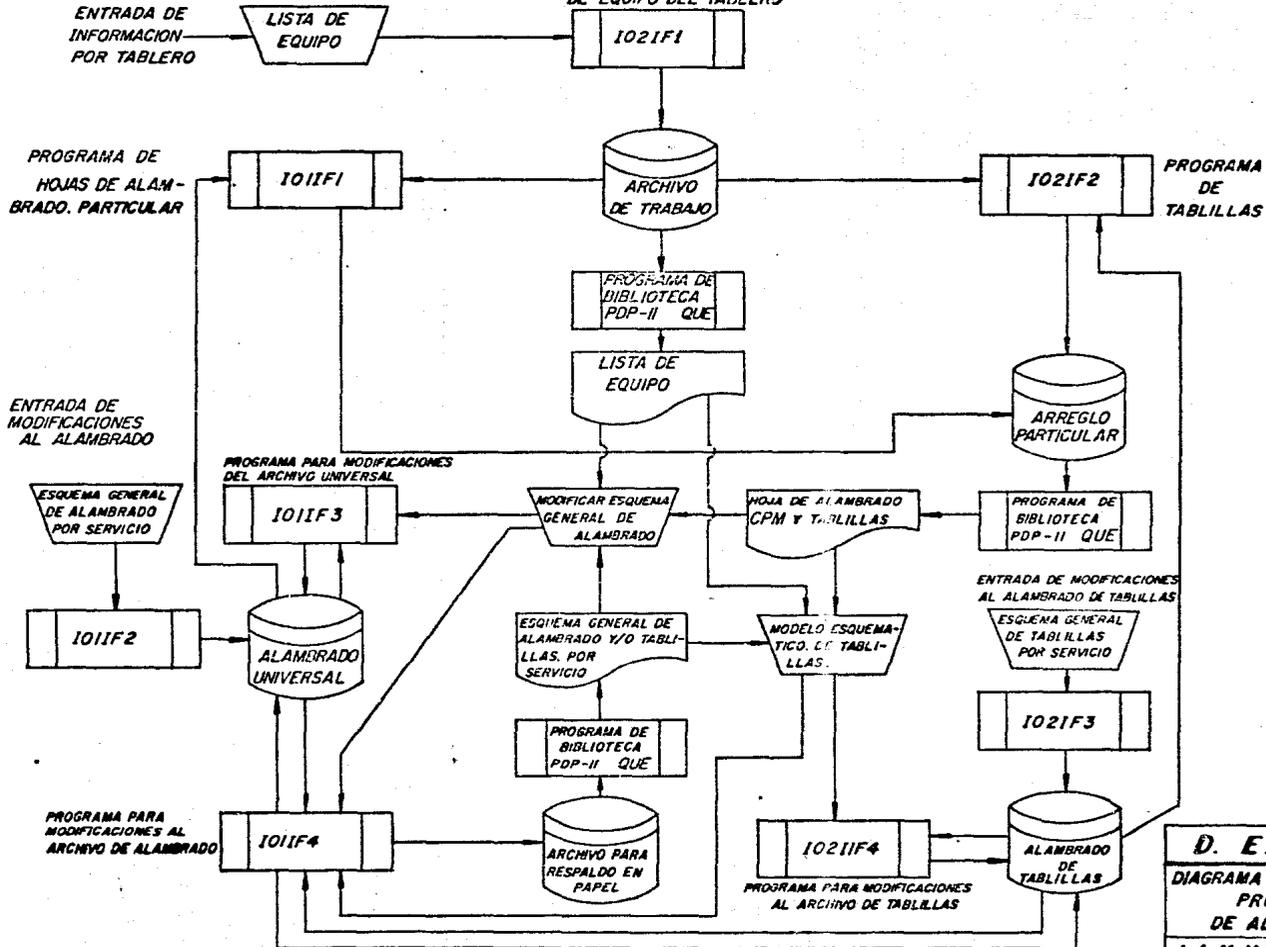
Este programa sirve para introducir, con ayuda del él, la información del tablero deseado --- alambrar, de donde pasa esta información al ar chivo de trabajo.

b) PROGRAMA IO1F1

Este es el que hace uso del archivo universal para que junto con la lista de aparatos deseados para alambrar, cree el nuevo alambrado par ticular, se regresa a un archivo donde espera turno, y por medio del programa QUE, que es de biblioteca de la máquina, pasa a la impresora- por medio de la cual sale publicado.

c) PROGRAMA IO2F2

PROGRAMA PARA CARGAR LISTA DE EQUIPO DEL TABLERO



D. E. P. F. I.
 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA DE ALAMBRADO
 J. A. M. N. Fig.: B-1

Este programa actúa en paralelo al anteriormente mencionado y da los arreglos de las tablas que se necesitan debido a que estas tienen dificultades especiales que no se incluyeron en el de alambrado teniendo el mismo camino de salida.

d) PROGRAMAS IO1F2 y IO2IF3

Estos sirven exclusivamente para poder hacer modificaciones a los archivos de alambrado y de tablas.

e) PROGRAMA IO1IF4

Este se utiliza para poder tener una salida o respaldo en papel de los archivos que tenemos en la máquina, logrando sacarse esta información por medio del programa QUE.

B-2 ENTRADAS Y SALIDA DE DATOS.

La entrada de datos para un nuevo programa es fácil de dar debido a que sólo se requieren dos de ellos que son: .

a) Posición relativa en el tablero

b) Número de identificación del equipo (ANSI)

La posición relativa del equipo se dá, como explicamos en el capítulo cuatro, por medio de letras y asignando estas de acuerdo a su posición relativa en el tablero_ tomando como punto inicia- el extremo superior izquier_ do y recorriendo el tablero de izquierda a derecha y - de arriba abajo.

El número de identificación también se explica en el - mismo capítulo y como se dijo en él, se tomaron las -- normas ANSI ó las iniciales del aparato,

La salida se hace por medio de papel el cual tiene un título de identificación donde aparece la fecha de ela boración, la subestación en la que se va a instalar, -- además de una serie de datos de identificación administrativa, la presentación de los datos se tiene en cuatro columnas por página de donde se obtiene la línea y el color del cable con que se debe conectar y el órden de las conexiones, esto se muestra en el ejemplo - práctico del capítulo cinco.

INDICE DE FIGURAS,

CAPITULO 1

1.1	Ubicación	5
1.2	Zona de trabajo de Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S.A.	7
1.3	Organización de Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S.A.	8
1.4	Organización de la Gerencia de Construcción	14
1.5	Clasificación de Tableros	16
1.6	Lugar de Aplicación de Tableros	17
1.7	Tablero blindado para 34.5 KV.	22
1.8	Tablero blindado para cliente	23
1.9	Subestacion Unitaria	25
1.10	Centro de control de motores	26
1.11	Tablero auxiliar de corriente alterna y corriente directa	28
1.12	Tablero simplex	30
1.13	Tablero duplex	32
1.14	Tablero dual	34

CAPITULO 2

2.1	Diagrama de flujo de trabajo inicial	36
2.2	Producción de tableros	48
2.3	Ponósticos de tableros requeridos por el sector -- eléctrico	49
2.4	Pronósticos de tableros (POISE)	50
2.5	Tabla de producto interno bruto	52
2.6	Tabla de capacidad instalada en MW	53
2.7	Tableros fabricados y producto interno bruto	54
2.8	Relación de capacidad instalada por año	55
2.9	Producto interno bruto contra capacidad instalada	56
2.10	Relación de capacidad instalada por tableros de control, protección y medición	57
2.11	Tableros posibles a fabricar	59

CAPITULO 3

3.1	Cuadro comparativo de alternativas mecánicas	71
3.2	Cuadro comparativo de alternativas eléctricas	78

CAPITULO 4

4.1	Diagrama de flujo del nuevo método	81
4.2	Simulador de aparatos	83
4.3	Norma de distancias mínimas verticales	85
4.4	Norma de distancias mínimas horizontales	86
4.5	Tabla de capacidad máxima de cables en ductos de conducción	92
4.6	Ejemplo de alumbrado universal	95
4.7	Caso condición paralelo	101
4.8	Caso condición serie	105

CAPITULO 5

5.1	Disposición de grupos de embarque	117
5.2	Lista de materiales	118
5.3	Disposición de aparatos en el tablero del mando	119
5.4	Disposición de aparatos en el tablero del respaldo	120
5.5	Diagrama unifilar del alimentador A1	121
5.6	Diagrama unifilar del alimentador A2	122
5.7	Diagrama trifilar del alimentador A1	123
5.8	Diagrama trifilar del alimentador A2	124
5.9	Diagrama del control, protección y recierres -- del alimentador A1	125
5.10	Diagrama del control, protección y recierres -- del alimentador A2	126
5.11	Diagrama de alarmas de los alimentadores A1 y A2	127
5.12	Tiempo de entrega con el método antiguo	128
5.13	Tiempo de entrega con el método nuevo	129
	Lista de 7 hojas de alambrado del alimentador A1	130-136
	Lista de 5 hojas de alambrado del alimentador A2	137-141

APENDICE "B"

B-1 Diagrama de flujo del programa de alambrado

161

B_I_B_L_I_O_G_R_A_F_I_A

- 1.- Análisis Empresarial de Proyectos Industriales en Países -
en Desarrollo.
Centro de Estudios Monetarios Latincamericanos
Primera edición
1974.

- 2.- Pautas para la evaluación de Proyectos
Serie Formulación y Evaluación de Proyectos N^o. 2
Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo In-
dustrial
1972.

- 3.- Guía para la evaluación práctica de proyectos
Serie Formulación y evaluación de proyectos N^o.3
Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo In-
dustrial
1978.

- 4.- Manual para la preparación de estudios de viabilidad Indus-
trial
Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo In-
dustrial
1978.

- 5.- Programación Basic
Byron S. Gottfried
Mc'Grow - Hill
Primera edición
1975.

- 6.- Evolución del Sector Eléctrico en México
Comisión Federal de Electricidad.

- 7.- Análisis Factorial sobre Energía Eléctrica y Gas
Secretaría de Comercio, Subsecretaría de Comercio Interior
Comisión de Tarifas de Electricidad y Gas
Boletín N^o. 90.

- 8.- Manual de operación de la Máquina PDP-11.

- 9.- Programa de Obras de Inversión del Sector Eléctrico
Comisión Federal de Electricidad.

- 10.- Manuales de fabricantes de aparatos eléctricos
(varias marcas).

- 11.- Diccionario de Terminología Eléctrica.
CANAME - CONNIE MEXICO
Edición 1971.

- 12.- Manual de diseño de Subestaciones
Compañía de Luz y Fuerza del Centro
Gerencia de Planeación e Ingeniería
Sección Ingeniería Eléctrica
7 Tomos
Primera edición
1973.

- 13.- Electrical Transmission and Distribution Reference Book
Central Station Engineers of the Westinghouse Electric --
Corporation
East Pittsburgh, Pennsylvania
Ed. 1984.

- 14.- Applied Protective Relays
(A. New "Silent Sentinels")
Westinghouse Electric Corporation
Newark, New Jersey
Sexta edición
1967.

- 15.- The art and Science of Protective Relaying
C. Rusell Mason
John Wiley & Sons Inc. New.
Quinta edición
1965.

- 16.- Standard Handbook for Electrical Engineers
Archer E. Knowlton
International Student Edition
Novena edición.

- 17.- Manual de Técnicas de Investigación
Ario Garza Mercado
El Colegio de México
Segunda edición, séptima reimpresión
1979.

18.- Guia para realizar Investigaciones Sociales

Raúl Rojas Soriano

Universidad Nacional Autónoma de México

Textos universitarios

Quinta edición

1980.

19.- El Método Científico

Arturo Rosemblaeth

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Primera edición

1981.

20.- Seminario de Planeación e Investigación de Operaciones

Felipe Ochoa Roso

Apuntes de Clase.