

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA

PROTECCION DEL SISTEMA ELECTRICO DE LAS PLANTAS

DE BOMBEO Y TRATAMIENTO "LA TOMA"

T E S I S

PREVIA PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO EN ELECTRICIDAD

AUTOR: ROBERTO ARTURO CARRANZA GARCIA

G U A Y A Q U I L 1.980

## PROTECCION DEL SISTEMA ELECTRICO DE LAS PLANTAS

DE BOMBEO Y TRATAMIENTO "LA TOMA"

AUTOR:

  
-----  
Roberto A Carranza G.

DIRECTOR:

  
-----  
ING. Alberto Hanze Bello.

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

1.980

D E C L A R A C I O N    E X P R E S A

"LA RESPONSABILIDAD POR LOS HECHOS ,  
 IDEAS Y DOCTRINAS EXPUESTAS EN ESTA  
 TESIS CORRESPONDEN EXCLUSIVAMENTE AL  
 AUTOR Y EL PATRIMONIO INTELECTUAL  
 DE ESTA TESIS DE GRADO CORRESPONDE  
 A LA ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA  
 DEL LITORAL " ( REGLAMENTO DE EXAMENES  
 Y TITULOS PROFESIONALES DE LA ESCUELA  
 SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL ).

PROTECCION DEL SISTEMA ELECTRICO DE LAS

PLANTAS DE BOMBEO Y TRATAMIENTO "LA TOMA"

## INDICE

P A G

1.	DESCRIPCION DEL SISTEMA ELECTRICO DE "LA TOMA"	1
1.1	Plantas de bombeo	2
1.2	Talleres y alumbrado público y residencial	3
1.3	Plantas de tratamiento	4
1.4	Expansión futura del sistema	5
2.	CALCULO DE FALLAS	8
2.1	Consideraciones previas	8
2.2	Localización de fallas	9
2.3	Tipos de falla	9
2.4	Análisis de resultados	10
3.	CALCULO DE PROTECCION	11
3.1	Protección de motores del sistema	11
3.2	Planta de bombeo 1	11
3.3	Planta de bombeo 2	13
3.4	Planta de bombeo 3	14

3.5	Planta de tratamiento Convencional	15
3.6	Planta de tratamiento Acelerada	16
3.7	Protección de los motores eléctricos de bombeo	17
3.8	Protección de transformadores y bancos de transformadores	19
3.9	Protección de líneas	19
4.	COORDINACION DE PROTECCION	21
4.1	Coordinación de los elementos de protección del ramal 3 del transformador 1	22
4.2	Coordinación de los elementos de protección del ramal 2 del transformador 1	22
4.3	Coordinación de los elementos de protección del ramal 1 del transformador 1	23
4.4	Coordinación del transformador 1 y sus alimentadoras	23
4.5	Coordinación de los elementos de protección del ramal 1 del transformador 13	23

	P A G
4.6 Coordinación de los elementos de protección del ramal 4 del transformador 13,	23
4.7 Coordinación del transformador 13 y sus alimentadoras	24
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	25
5.1 Modificaciones en el sistema	25
FIGURAS	27 - 74
TABLAS	75 - 93
ANEXOS	94 -101
BIBLIOGRAFIA	102 -103

PROTECCION DEL SISTEMA ELECTRICO DE LAS  
PLANTAS DE BOMBEO Y TRATAMIENTO  
"LA TOMA"

1.- DESCRIPCION DEL SISTEMA ELECTRICO DE "LA TOMA"

El Sistema Eléctrico "La Toma" se lo puede resumir en tres partes : Plantas de Bombeo, Plantas de Tratamiento y Campamento .

"La Toma" recibe energía eléctrica de la Empresa Eléctrica del Ecuador a 13.800 voltios y mediante un transformador trifásico de 2.500 KVA lo reduce a 4.160 voltios . De este transformador salen dos ramales.

a.- Ramal Planta de Tratamiento, formado por una línea trifásica de cable desnudo ACSR 2/0 , entrega energía a los diferentes transformadores de la planta de tratamiento Convencional y a los del campamento de filtros. A una distancia de 350 metros , mas adelante entrega a los transformadores de la planta de tratamiento Acelerada.

b.- Ramal Planta de Bombeo formado por una línea trifásica de 250 metros de cable desnudo ACSR 2/0 entrega energía a las diferentes plantas de bombeo y talleres ( ver figura 1 ) .



## 1 - 1 PLANTAS DE BOMBEO

Hay tres plantas de bombeo, en las tablas 1 y 2 se detallan las características de los grupos de bombeo. En la planta de bombeo 1 hay dos generadores marca General Electric, movidos por motores diesel marca Worthington de cinco cilindros que desarrollan 480 H P cada uno; las características de estos generadores son: 250 KVA - 2400 V 60 ciclos  $i \text{ fp} = 0.8$ .

Estos generadores entran en funcionamiento cuando falta la energía de la Empresa Eléctrica del Ecuador y solamente pueden suplir las necesidades de los equipos auxiliares.

La planta de bombeo 1, recibe energía eléctrica mediante un transformador trifásico cuyas características son:

500 KVA 3  $\emptyset$  - 4160 / 2400 voltios ( ver en la figura 1, T2)

El lado de baja tensión de este transformador está conectado a tres bancos de transformadores monofásicos de 30

KVA cada uno ( ver en la figura 1, B T 1 - B T 2 - B T 3 ).

El banco de transformadores 1 y 3 están formados por tres transformadores monofásicos de 10 KVA cada uno, con una relación de voltaje de 2400 / 240 voltios. Del secundario de este banco de transformadores alimenta a los motores auxiliares y circuitos de control según la figura 2.

El banco de transformadores 2 está formado por tres transformadores monofásicos de 10 KVA cada uno, con una rela -

ción de transformación de 2400 / 208 - 120 voltios. El secundario de este banco de transformadores alimenta a un panel de distribución con 16 circuitos monofásicos destinados al alumbrado de la planta de bombeo 1 .

La planta de bombeo 2 recibe energía eléctrica mediante un transformador trifásico de 112 1/2 KVA con una relación de transformación de 4160 / 208 - 120 voltios ( ver en la figura 1 , T 3 ) .

El secundario de este transformador entrega energía a los diferentes motores auxiliares según la figura 3 . El secundario de este transformador también entrega energía a los diferentes motores auxiliares de la planta de bombeo 3 , según la figura 4 .

#### 1 - 2 TALLERES, ALUMBRADO PUBLICO Y RESIDENCIAL

En el sector de las plantas de bombeo tenemos un banco de transformadores ( ver en la figura 1, B T 4 ) de 87.5 KVA , formado por dos transformadores monofásicos de 25 KVA cada uno y un transformador monofásico de 37.5 KVA ; con una relación de voltaje de 4160 / 240 - 120 voltios.

El secundario de este banco de transformadores se conecta a un panel de distribución para alimentar a los diferentes motores que gobiernan a las distintas máquinas herramientas del taller mecánico según la figura 5 .

El secundario de este banco de transformadores también se conecta a un panel de distribución trifásica para el taller eléctrico y la carpintería según la figura 6 . Este banco de transformadores también entrega energía al alumbrado público y residencial del campamento de bombas.

En la entrada al campamento tenemos un transformador monofásico de 5 KVA que sirve para dar energía a la entrada del campamento ( ver en la figura 1, T 4 )

En el campamento de filtros tenemos tres transformadores monofásicos que sirven para dar energía a las viviendas del campamento y al alumbrado público del campamento de filtros. El primer transformador es de 37.5 KVA ( ver en la figura 1 , T 8 )

El segundo transformador es de 25 KVA ( ver en la figura 1 T 9 ).

El tercer transformador es de 15 KVA ( ver en la figura 1, T 10 ) .

### 1 - 3 PLANTAS DE TRATAMIENTO

Hay dos plantas de tratamiento : La planta de tratamiento Convencional y la planta de tratamiento Acelerada.

El Sistema eléctrico de la planta de tratamiento Convencional esta formado por :

Un banco de transformadores de 45 KVA formado por tres trans-

formadores monofásicos de 15 KVA cada uno, con una relación de transformación 4160 / 208 - 120 voltios ( ver en la figura 1, B T 5 ) que da energía a un panel con 30 circuitos para alumbrado, dosificación e instrumentos de control; también entrega energía a un panel con 16 circuitos para el alumbrado del pasillo de filtros.

Un transformador monofásico de 15 KVA para el autoclave del laboratorio.

Dos transformadores de 225 KVA cada uno que por razones de continuidad en el servicio solo funciona el uno y el otro está en reserva, estos transformadores tienen una relación de transformación de 4160 / 240 voltios ( ver en la figura 1 , T 5 y T 6 ) y sirven para dar energía a los diferentes motores de esta planta según la figura 7 .

La planta de tratamiento Acelerada recibe energía eléctrica mediante un banco de transformadores de 500 KVA ( ver figura 1 , B T 6 ) formado por tres transformadores monofásicos de 167 KVA cada uno, con una relación de transformación 4160 / 240 - 120 voltios y sirven para dar energía a los diferentes motores de esta planta según la figura 8.

También en esta planta de Tratamiento hay un transformador monofásico de 37.5 KVA que sirve para el alumbrado de esta planta ( ver en la figura 1, T 11 )

En un futuro inmediato el sistema eléctrico "La Toma" recibirá energía a 69 KV y mediante un transformador de 6250 KVA lo reducirá a 4160 voltios.

Este nuevo transformador dará energía a toda la planta y a los nuevos grupos electrobombas de acuerdo al siguiente programa:

Año 1.978

Instalación de un motor de 1250 HP a 4160 voltios cada uno en la planta de bombeo 2 ( ver figura 1 )

Año 1.983

Instalación de dos motores de 1250 HP a 4160 voltios cada uno en la planta de bombeo 2 (ver figura 9 )

Año 1.988

Instalación del transformador T 13 de 6250 KVA

Año 1.989

Instalación de un motor de 1250 HP a 4160 voltios en la planta de bombeo 1 ( ver figura 10 )

Año 1.992

Instalación de un segundo motor de 1250 HP a 4160 voltios en la planta de bombeo 1

Se da de baja a los tres bancos de transformadores de la planta de bombeo 1 y se los reemplaza por un transformador de 112 KVA ( ver figura 11 )

Año 1.996

Instalación de un tercer motor de 1250 HP a 4160 voltios

en la planta de bombeo 1 ( ver figura 12 )

Año 1.999

Instalación del cuarto motor de 1250 HP a 4160 voltios en la planta de bombeo 1 ( ver figura 13 )

Los motores de los grupos de bombeo a instalarse son de inducción.

## 2- CALCULO DE FALLAS

### 2-1 CONSIDERACIONES PREVIAS

Para el cálculo de fallas, hacemos las siguientes consideraciones:

- a.- Consideramos las barras de alta tensión de la sub-estación Los Ceibos como una barra infinita debido a que la Empresa Eléctrica del Ecuador, no disponía de datos acerca de la potencia de cortocircuito en las mencionadas barras.
- b.- El cálculo de fallas se lo realizará considerando que el sistema eléctrico "La Toma" recibe energía a 69 KV y mediante un transformador de 6250 KVA lo reduce a 4160 voltios.
- c.- En el cálculo de fallas consideramos que los motores de inducción no contribuyen a las fallas por las siguientes razones:
  - 1.- Los motores de inducción operan generalmente a un pequeño valor de deslizamiento.
  - 2.- La corriente de cortocircuito decae rápidamente y la máquina no tiene tiempo de cambiar su velocidad apreciablemente.
- d.- La coordinación se la realizará de acuerdo al criterio del autor para la distribución del sistema tratando de

balancear la carga de los transformadores 1 y 13.

## 2-2 LOCALIZACION DE FALLAS

Para la realización del cálculo de fallas se han seleccionado las siguientes barras en el sistema:

BARRA 1

Barras del transformador T 1 de 6250 KVA

BARRA 2

Barras de la planta de tratamiento Convencional

BARRA 3

Barras de la planta de tratamiento Acelerada

BARRA 4

Barras de la planta de bombeo 2

BARRA 5

Barras de la planta de bombeo 3

BARRA 6

Barras del transformador T 13 de 6250 KVA

BARRA 7

Barras de la planta de bombeo 1

Además se realizará el cálculo del cortocircuito para los diferentes elementos de protección para transformadores y bancos de transformadores.

## 2-3 TIPOS DE FALLA



En el cálculo de cortocircuito se han considerado los siguientes tipos de fallas:

- a.- Falla trifásica
- b.- Falla línea de tierra
- c.- Falla dos líneas a tierra
- d.- Falla línea a línea

#### 2-4 ANALISIS DE RESULTADOS

En la tabla 3 , luego de comparar las corrientes de cortocircuito para los diferentes tipos de fallas analizadas , resumimos los valores de corriente máxima y mínima para las diferentes barras y elementos del sistema.

### 3.- CALCULO DE PROTECCION

#### 3-1 PROTECCION DE MOTORES DEL SISTEMA

En esta sección seleccionaremos la protección contra cortocircuitos y sobrecarga para los motores eléctricos.

En las tablas 4 al 8 se dan las características de los motores y además se ha seleccionado:

- a.- Calibre del conductor
- b.- Los térmicos con un factor de servicio de 1.1 ( ver tabla de térmicos en los anexos 1, 2 y 3 )
- c.- Capacidad del interruptor automático de la derivación.
- d.- Para el cálculo de los interruptores de las alimentadoras se ha usado un factor de demanda de 0.75

#### 3-2 PLANTA DE BOMBEO 1

El diagrama unifilar está dado en la figura 2 , las características de estos motores están en la tabla 4

Se ha seleccionado un conductor calibre 8 para la bomba de drenaje y la bomba de vacío.

Para el circuito alimentador para las bombas de almacenamiento de combustible se ha seleccionado un cable 6.

Selección de la capacidad del interruptor del panel de distribución lado norte:

Compresor ( 250 % )	6 7 . 5 0	Amp
Criba 1	9 . 0 0	„
Criba 4	9 . 0 0	„
Bomba enfriamiento 4	1 5 . 0 0	„
Criba 3	9 . 0 0	„
Bomba enfriamiento A	9 . 0 0	„
Bomba enfriamiento 3	1 5 . 0 0	„
Bomba combustible 2	2 . 0 0	„
Sub - total	1 3 5 . 5 0	„
Total ( 0.75 )	1 0 1 . 6 2 5	„

El interruptor automático trifásico debe ser de 100Amp. y el de respaldo de 125 Amp.

Selección de la capacidad del interruptor trifásico del panel de distribución lado sur:

Bomba almacenamiento 1 ( 250 % )	3 6 . 5 0	„
Bomba almacenamiento 2	1 4 . 6 0	„
Bomba combustible 1	2 . 0 0	„
Criba 2	9 . 0 0	„
Bomba de vacío	3 . 5 0	„
Bomba de enfriamiento 1	1 5 . 0 0	„
Bomba de enfriamiento B	9 . 0 0	„
Sub-total	1 0 4 . 6 0	„
Total ( 0.75 )	7 8 . 4 5	„

Se debe poner un interruptor automático trifásico de 100 Amp. graduable y el de respaldo de 125 Amp. para permitir una futura ampliación de los motores auxiliares de esta planta de bombeo .

El cable que va del secundario del banco de transformadores hasta los paneles de distribución en el lado norte, y en el lado sur debe tener un cable 1/0 , respectivamente .

### 3-3 PLANTA DE BOMBEO 2

El diagrama unifilar de esta planta de bombeo está dado en la figura 3 y las características de éstos motores en la tabla 5 .

Selección de la capacidad del interruptor trifásico que alimenta a estos motores:

Bomba de enfriamiento ( 200 % )	1 5 6	Amp.
Bomba de vacío 1	1 2	..
Bomba de vacío 2	1 2	..
Bomba de combustible	5	..
Compresor	1 2	..
Bomba de drenaje	1 2	..
Criba 5	1 2	..
Tecle	5	..
Sub - total	2 2 6	..
Total ( 0.75 )	1 6 9. 5	..

Se debe poner un interruptor automático trifásico de 100 Amp. graduable y el de respaldo de 125 Amp. para permitir una futura ampliación de los motores auxiliares de esta planta de bombeo .

El cable que va del secundario del banco de transformadores hasta los paneles de distribución en el lado norte, y en el lado sur debe tener un cable 1/0 , respectivamente .

### 3-3 PLANTA DE BOMBEO 2

El diagrama unifilar de esta planta de bombeo está dado en la figura 3 y las características de éstos motores en la tabla 5 .

Selección de la capacidad del interruptor trifásico que alimenta a estos motores:

Bomba de enfriamiento ( 200 % )	1 5 6	Amp.
Bomba de vacío 1	1 2	..
Bomba de vacío 2	1 2	..
Bomba de combustible	5	..
Compresor	1 2	..
Bomba de drenaje	1 2	..
Criba 5	1 2	..
Tecle	5	..
Sub - total	2 2 6	..
Total ( 0.75 )	1 6 9. 5	..

Se debe usar un interruptor automático trifásico de 200 Amp. El circuito alimentador de las bombas de vacío 1 y 2 utilizará un cable 8 .

El cable que va desde el secundario del transformador al interruptor automático trifásico debe ser 4/0.

### 3-4 PLANTA DE BOMBEO 3

El diagrama unifilar está en la figura 4 u las características están en la tabla 6 .

El circuito alimentador para las bombas de vacío 5 y 6 , utilizará un cable 8 .

Selección de la capacidad del interruptor térmico que alimenta a estos motores:

Bomba de combustible ( 250 % )	3 7 . 5 0	Amp.
Compresor	8 . 0 0	..
Bomba vacío 5	6 . 5 0	..
Bomba vacío 6	6 . 5 0	..
Sub-total	5 8 . 5 0	..
Total	4 3 . 8 0	..

Se debe usar un interruptor automático trifásico de 100 Amp. para permitir una futura ampliación.

El cable que va del secundario del transformador al interruptor automático trifásico debe ser 1/0 .

## 3-5 PLANTA DE TRATAMIENTO CONVENCIONAL

El diagrama unifilar está en la figura 7 y las características se dan en la tabla 7 .

Selección de la graduación del interruptor térmico trifásico que alimenta a los siguientes motores:

Sobrepresor 1 ( 250 % )	6 7 . 5 0	Amp.
Sobrepresor 2	2 7 . 0 0	„
Mezclador lento 1	1 5 . 0 0	„
Mezclador lento 2	1 5 . 0 0	„
Mezclador lento 3	5 . 0 0	„
Mezclador lento 4	5 . 0 0	„
Mezclador rápido 1	2 2 . 0 0	„
Mezclador rápido 2	2 2 . 0 0	„
Mezclador rápido 3	1 5 . 0 0	„
Mezclador rápido 4	1 5 . 0 0	„
Bomba vacío 1	3 . 5 0	„
Bomba vacío 2	3 . 5 0	„
Ascensor	2 7 . 0 0	„
Cargador de batería	6 . 5 0	„
Compresor	6 . 5 0	„
Sub-total	2 5 5 . 5 0	„
Total ( 0.75 )	1 9 1 . 6 2	„

Se debe usar un interruptor automático de 200 Amp.

El calibre del conductor desde las barras al mencionado interruptor es 2/0.

Selección de la capacidad del interruptor general de esta planta :

Bomba tanque elevado ( 250 % )	3 7 5 . 0 0	Amp.
Bomba elevado	1 2 5 . 0 0	„
Resto motores	2 0 1 . 5 0	„
Sub - total	7 0 1 . 5 0	„
Total ( 0.75 )	5 2 6 . 1 2	„

La

La calibración que tenemos que darle al interruptor automático de la alimentadora de la planta de tratamiento Convencional es de 600 Amp.

Desde el secundario de los transformadores a las barras, debemos poner dos cables 500 MCM por fase.

### 3-6 PLANTA DE TRATAMIENTO ACELERADA

El diagrama unifilar está en la figura 8 y las características de estos motores están en la tabla 8 .

El calibre del conductor que va al edificio de dosificación debe ser 6 .

El calibre del conductor para los Sedimat debe ser 2/0 .

El calibre del conductor para el panel de las bombas de hidroneumáticas debe ser 6 .



Selección de la capacidad del interruptor general de esta planta:

Bomba lavado 1 ( 250 % )	7 2 0	Amp.
Bomba lavado 2	3 6 0	„
Sedimat 1	5 2	„
Sedimat 2	5 2	„
Bomba servicio	7 8	„
Bomba hidrophor	1 5	„
Dosificación	2 0	„
Sub - total	1 2 9 7	„
Total ( 0.75 )	9 7 2 . 7 5	„

Se debe usar un interruptor automático trifásico de 1.000 Amp  
Desde el secundario del banco de transformadores hasta el  
interruptor trifásico se debe colocar dos cables 1.500 MCM  
por fase o tres cables 600 MCM por fase.

### 3-7 PROTECCION DE LOS MOTORES ELECTRICOS DE BOMBEO

A continuación vamos a seleccionar la protección contra sobrecarga de los grupos eléctricos de bombeo.

a.- Grupo bombeo 12

H P = 460

Volt. = 4160

Amp. = 51

Factor de servicio = 1.1

Transformadores de corriente = 75.5

cable = 6 para 5 KV

Térmico seleccionado = N 21 de 3.90 Amp.

Fusible seleccionado = 100 Amp. tipo K

b.- Grupo de bombeo 11

H P = 400

Volt. = 4160

Amp. = 45

Factor de servicio = 1.1

Transformadores de corriente = 75/5

Cable 6 para 5 KV

Térmico seleccionado = N 20 de 3.75 Amp.

Fusible seleccionado = 100 Amp. tipo K

c.- Grupo bombeo 10

H P = 600

Volt. = 4160

Amp. = 71

Factor de servicio = 1.1

Transformadores de corriente = 75/5

Cable = 4 para 5 KV

Térmico seleccionado = N 23 de 4.68 Amp.

Fusible seleccionado = 140 Amp. tipo K

d.- Grupos nuevos a instalarse

H P = 1250

Volt. = 4160

Amp. = 163

Factor de servicio = 1.1 ,

Transformadores de corriente = 200/5

Cable = 3/0 para 5 KV

Térmico seleccionado = N 22 de 4.07 Amp.

Fusible seleccionado = 250 Amp. tipo E

### 3-8 PROTECCION DE TRANSFORMADORES Y BANCOS DE TRANSFORMADORES

Analizaremos la protección de transformadores y bancos de transformadores tratados individualmente con sus características y fusibles seleccionados.

Para la selección del fusible asumimos un factor del 150% de la corriente de la plena carga.

En las tablas 9 y 10 se dan las características de los transformadores y bancos de transformadores con los fusibles seleccionados.

### 3-9 PROTECCION DE LINEAS

En este sistema existen tres ramales principales como detallamos a continuación:

a.- Ramal 1 ( ver figura 14 )

Este ramal parte de la sub-estación de 6250 KVA hasta

la planta de bombeo 3 en una extensión de 0.15 millas de cable ASCR 2/0. Para la protección de este ramal se ha seleccionado un fusible de 200 Amp. tipo K.

b.- Ramal 2 ( ver figura 15 )

Este ramal de la sub-estación de 6250 KVA hasta la planta de bombeo 2 es una estación de 0.15 millas de doble terna de cable 3 x 400 MCM .

Este ramal protegido por un disyuntor en vacío tipo V. I. B. para interperie de 700 Amp.

c.- Ramal 3 ( ver figura 16 )

Este ramal parte de la sub-estación de 6250 KVA hasta la planta de tratamiento Convencional en una extensión de una milla de cable ASCR 2/0.

Para la protección de este ramal se ha seleccionado un reconectador tipo RE de 185 Amp.

d.- Ramal 4

Este ramal parte de la sub-estación de 6250 KVA hasta la planta de bombeo 1 en una extensión de 0.15 millas de doble terna de cable 3 x 400 MCM. aislado para 5 KV .

Este ramal estará protegido por un disyuntor en vacío tipo V. I. B. para interperie de 700 Amp.

#### 4.- COORDINACION DE PROTECCION

En esta parte se verificará la coordinación entre los diferentes elementos de protección seleccionados.

A continuación exponemos los criterios utilizados para la coordinación.

##### a.- Coordinación Fusible - Fusible

Para una determinada falla el fusible protector debe abrir antes que el fusible de respaldo.

##### b.- Coordinación Reconectador - Fusible

Para los valores de corrientes de falla, el tiempo mínimo de fusión del elemento fusible debe ser mayor que el tiempo de despeje de la operación rápida del reconectador, ajustado por un factor multiplicador.

En caso de que la falla persista el elemento fusible debe abrir antes que el reconectador en su curva demorada.

##### c.- Coordinación disyuntor con relé - fusible

El elemento fusible debe abrir antes que el disco del relé complete su giro para cerrar los contactos de operación .

##### d.- Coordinación disyuntor con relé reconectador

Para la coordinación de estos elementos se deben hacer dos consideraciones:

- 1.- Un disyuntor abre y despeja la falla varios ciclos después que su relé de sobrecorriente sierra sus contactos poniendo en funcionamiento el mecanismo de disparo del

disyuntor.

2.- Los relés del disyuntor tienden a integrar el tiempo de despeje del reconectador. Es decir que el tiempo de reposición del relé es extremadamente largo y si la corriente de falla se reaplica antes de que el relé se reponga completamente, este avanza el relé hasta el punto de reposición incompleta.

e.- Coordinación disyuntor con relé

En este caso de coordinación, para las corrientes de falla, el disyuntor protector debe abrir antes que el disyuntor que actúa de respaldo abra sus contactos.

f.- Coordinación disyuntor con relé - fusible lado de fuente

En este caso el tiempo de fusión del fusible debe ser mayor que el tiempo de cierre del relé del disyuntor.

#### 4 - 1 COORDINACION DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCION DEL

##### RAMAL TRES. TRANSFORMADOR 1

En la figura 16 están dados los elementos seleccionados a coordinarse, además las corrientes de cortocircuitos máximas y mínimas, así como las corrientes de plena carga.

En la tabla 11 se verifica la coordinación de estos elementos. En las figuras 20 al 29 están las características de éstos elementos de protección.

#### 4 - 2 COORDINACION DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCION DEL

##### RAMAL DOS, TRANSFORMADOR 1.

En la figura 15 están los elementos seleccionados a coordinarse. En la tabla 12 está la verificación de estos elementos. En las figuras 30 al 32 están las características de estos elementos de protección.

4 - 3 COORDINACION DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCION DEL  
RAMAL UNO, TRANSFORMADOR 1.

Este ramal se va a modificar por lo que hemos considerado su coordinación para cuando forme parte del transformador 13.

4 - 4 COORDINACION DEL TRANSFORMADOR UNO Y SUS ALIMENTADORAS

Los elementos a coordinarse están en las figuras 17. En la tabla 13 está verificada la coordinación de los elementos de protección seleccionados. En las figuras 33 al 35 están las características de estos elementos de protección.

4 - 5 COORDINACION DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCION DEL RAMAL  
RAMAL UNO DEL TRANSFORMADOR 13

En la figura 14 se dan los elementos seleccionados a coordinarse. En la tabla 14 está la verificación de coordinación de estos elementos. En las figuras 36 al 38 están las características de estos elementos de protección.

4 - 6 COORDINACION DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCION DEL  
RAMAL CUATRO DEL TRANSFORMADOR 13

Por ser igual al ramal 2 del transformador 1, le corresponde la misma coordinación (ver figuras 18 y 39 ) y tabla 15.

#### 4 - 7 COORDINACION DEL TRANSFORMADOR TRECE Y SUS ALIMENTADORAS

En la figura 19 se dan los elementos a coordinarse. En la tabla 16 se verifica la coordinación de estos elementos. Las características de estos elementos de protección están en las figuras 30 - 35 y 40.



## 5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el presente estudio se ha analizado el estado de las instalaciones y su proyección hacia el futuro sugiriendo la instalación de elementos de protección para establecer una adecuada coordinación; para que en caso de falla, éste afecte solamente una parte en el sistema y garantizar una continuidad en el servicio.

5 - 1 De estos resultados obtenidos sugerimos se hagan las siguientes modificaciones en el sistema:

1.- El transformador 1, en su primera etapa debe tener tres alimentadoras:

a.- ALIMENTADORA 1

Debe estar protegida por fusibles para interperie de 200 Amp. tipo K, este ramal es de transición ya que con el tiempo va a formar parte del transformador 13 ( ver figura 10, 11, 41 y 42 ).

b.- ALIMENTADORA 2

Se tienen que instalar los dispositivos de control, equipos y demás elementos de las figuras 41 y 42.

c.- ALIMENTADORA 3

El dispositivo principal de protección debe ser un reconectador electrónico R E bobina 185 Amp. Además debe colocarse los fusibles para protección para los ramales de la planta de tratamiento Convencional y para la planta de tratamiento Acelerada de 100 Amp. Para el ramal del campamento se debe poner un fusible de 15 Amp. tipo K.

2.- El transformador 13 debe tener dos alimentadoras:

a.- ALIMENTADORA 1

Como anteriormente se dijo debe estar protegido por fusibles para interperie de 200 Amp. tipo K ( ver figura 42 ).

b.- ALIMENTADORA 4

Este ramal es igual al ramal 2 del transformador 1 ( ver figura 42 )

3.- Se debe cambiar el transformador 3 ubicado en la planta de bombeo dos porque las relaciones de voltaje no son adecuadas para los motores que hay en esta planta.



F I G U R A S

## F I G U R A S

	PAG.
1.- DIAGRAMA DE UNA LINEA DEL SISTEMA ELECTRICO "LA TOMA" AÑO 1.978 .	33
2.- DIAGRAMA DE UNA LINEA DE LA PLANTA DE BOMBEO 1 .	34
3.- DIAGRAMA DE UNA LINEA DE LA PLANTA DE BOMBEO 2 .	35
4.- DIAGRAMA DE UNA LINEA DE LA PLANTA DE BOMBEO 3 .	36
5.- DIAGRAMA DE UNA LINEA DEL PANEL DE DISTRIBU- CION DEL TALLER MECANICO.	37
6.- DIAGRAMA DE UNA LINEA DEL PANEL DE DISTRIBU- CION DEL TALLER ELECTRICO .	38
7.- DIAGRAMA DE UNA LINEA DE LA PLANTA DE TRATA- MIENTO CONVENCIONAL.	39
8.- DIAGRAMA DE UNA LINEA DE LA PLANTA ACELERADA	40

	.PAG.
9.- DIAGRAMA DE UNA LINEA DEL SISTEMA ELECTRICO "LA TOMA" AÑO 1.983 .	41
10.- DIAGRAMA DE UNA LINEA DEL SISTEMA ELECTRICO "LA TOMA" AÑO 1.989 .	42
11.- DIAGRAMA DE UNA LINEA DEL SISTEMA ELECTRICO "LA TOMA" AÑO 1.992 .	43
12.- DIAGRAMA DE UNA LINEA DEL SISTEMA ELECTRICO "LA TOMA" AÑO 1.996 .	44
13.- DIAGRAMA DE UNA LINEA DEL SISTEMA ELECTRICO "LA TOMA" AÑO 1.999	45
14.- RAMAL 1 DEL TRANSFORMADOR 13	46
15.- RAMAL 2 DEL TRANSFORMADOR 1	47
16.- RAMAL 3 DEL TRANSFORMADOR 1	48
17.- TRANSFORMADOR 1 CON SUS ALIMENTADORES	49
18.- RAMAL 4 , DEL TRANSFORMADOR 13	50
19.- TRANSFORMADOR 13 CON SUS ALIMENTADORES	51

	PAG.
20.- COORDINACION FUSIBLE 25 K CON 10 K	52
21.- COORDINACION FUSIBLE 25 K CON 6 K	53
22.- COORDINACION FUSIBLE 25 K CON 6 K	54
23.- COORDINACION FUSIBLE 100 K CON 25 K	55
24.- COORDINACION FUSIBLE 100 K CON 25 K	56
25.- COORDINACION FUSIBLE 100 K CON 6 K	57
26.- COORDINACION FUSIBLE 100 K CON 6 K	58
27.- COORDINACION FUSIBLE 100 K CON 65 K	59
28.- COORDINACION FUSIBLE 100 K CON 10 K	60
29.- COORDINACION RECONECTADOR DE BOBINA 185 AMP. CON 100 K	61
30.- COORDINACION DISYUNTOR EN VACIO ( V.I.B ) 700 AMP. CON FUSIBLE 250 E	62
31.- COORDINACION DISYUNTOR EN VACIO ( V.I.B ) 700 AMP. CON FUSIBLE 140 K	63
32.- COORDINACION DISYUNTOR EN VACIO ( V.I.B )	64

	PAG.
CON FUSIBLE 15 K	
33.- COORDINACION DISYUNTOR EN VACIO ( V.I.B )	65
760 AMP. CON DISYUNTOR EN VACIO ( V.I.B )	
700 AMP.	
34.- COORDINACION DISYUNTOR EN VACIO ( V.I.B )	66
700 AMP. CON RECONECTADOR RE BOBINA 185 AMP.	
35.- COORDINACION FUSIBLE 65 E CON DISYUNTOR EN	67
VACIO ( V.I.B ) 760 AMP.	
36.- COORDINACION FUSIBLE 200 K CON 15 K	68
37.- COORDINACION FUSIBLE 200 K CON 100 K	69
38.- COORDINACION FUSIBLE 200 K CON 100 K	70
39.- COORDINACION V.I.B 700 AMP. CON FUSIBLE	71
15 K	
40.- COORDINACION V.I.B 760 AMP. CON FUSIBLE	72
200 K	
41.- DIAGRAMA DE UNA LINEA, PLANTA "LA TOMA" AÑO	73
1.982	

PAG.

42.- DIAGRAMA DE UNA LINEA, PLANTA "LA TOMA"

74

AÑO 1.999



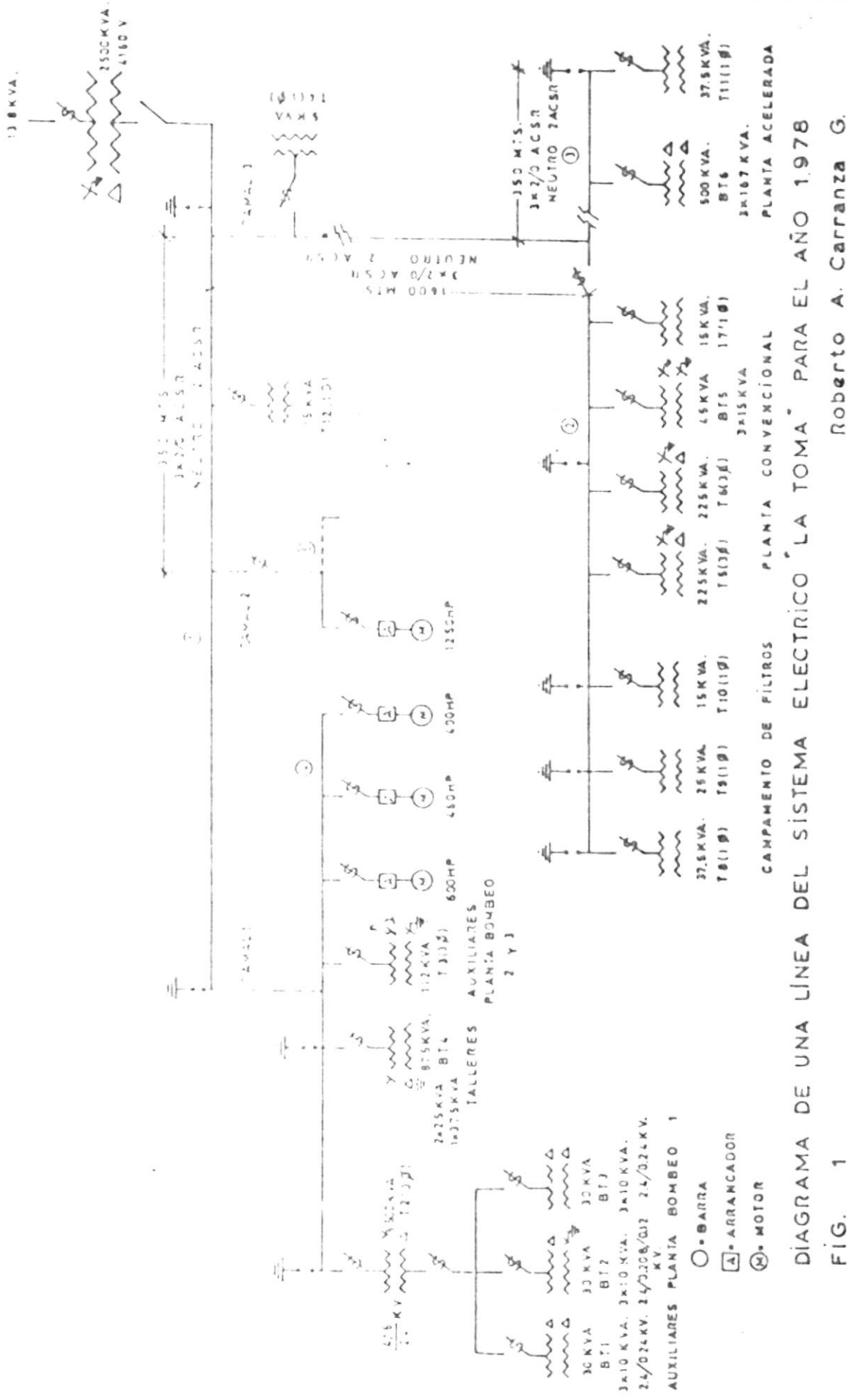
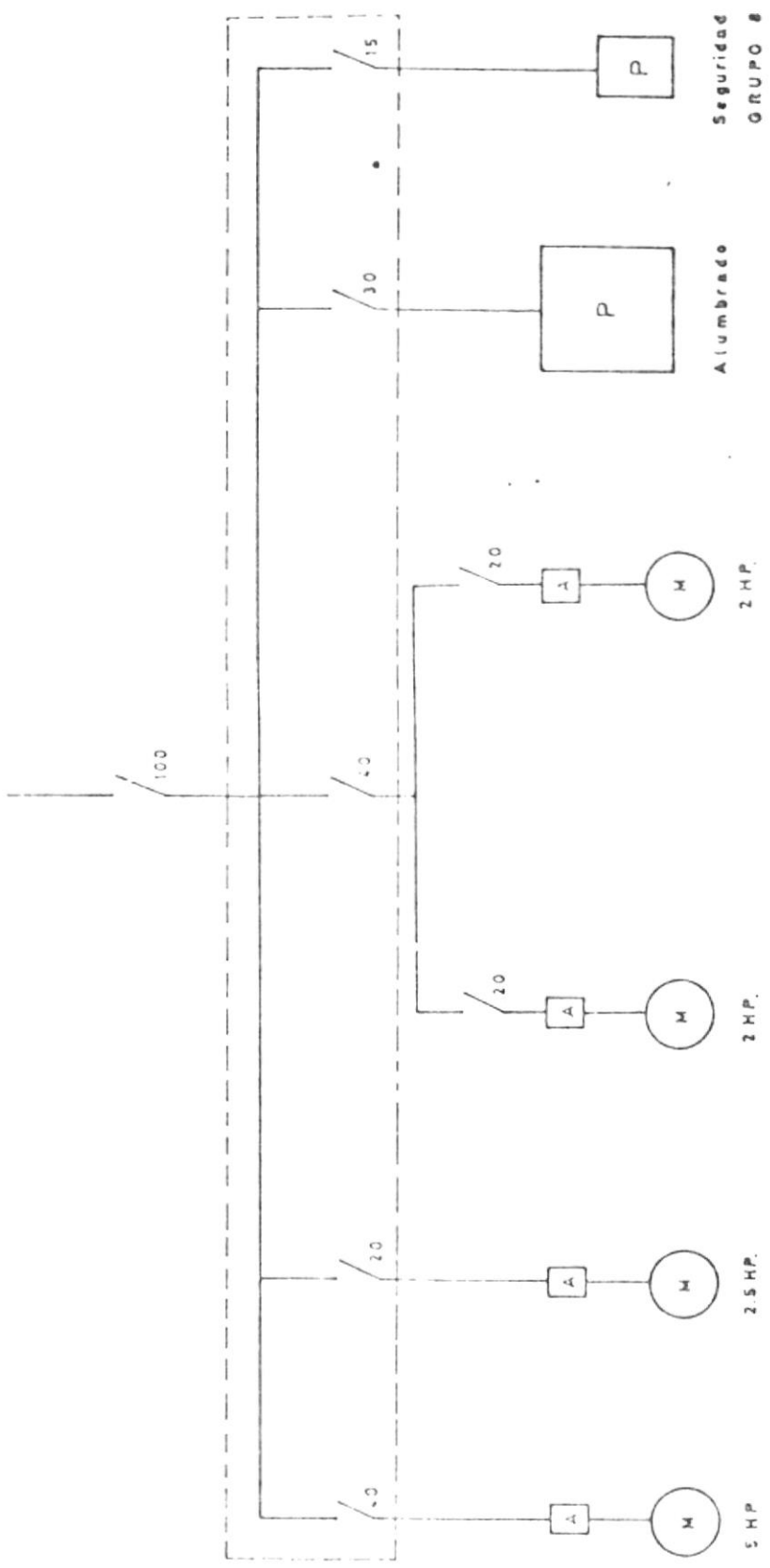


DIAGRAMA DE UNA LINEA DEL SISTEMA ELECTRICO "LA TOMA" PARA EL AÑO 1978  
 FIG. 1  
 Roberto A. Carranza G.







A. ARRANCADOR  
 M. MOTOR  
 P. PANEL

DIAGRAMA DE UNA LÍNEA DE LA PLANTA DE BOMBEO 3

FIG. 4

Roberto A. Carranza G.

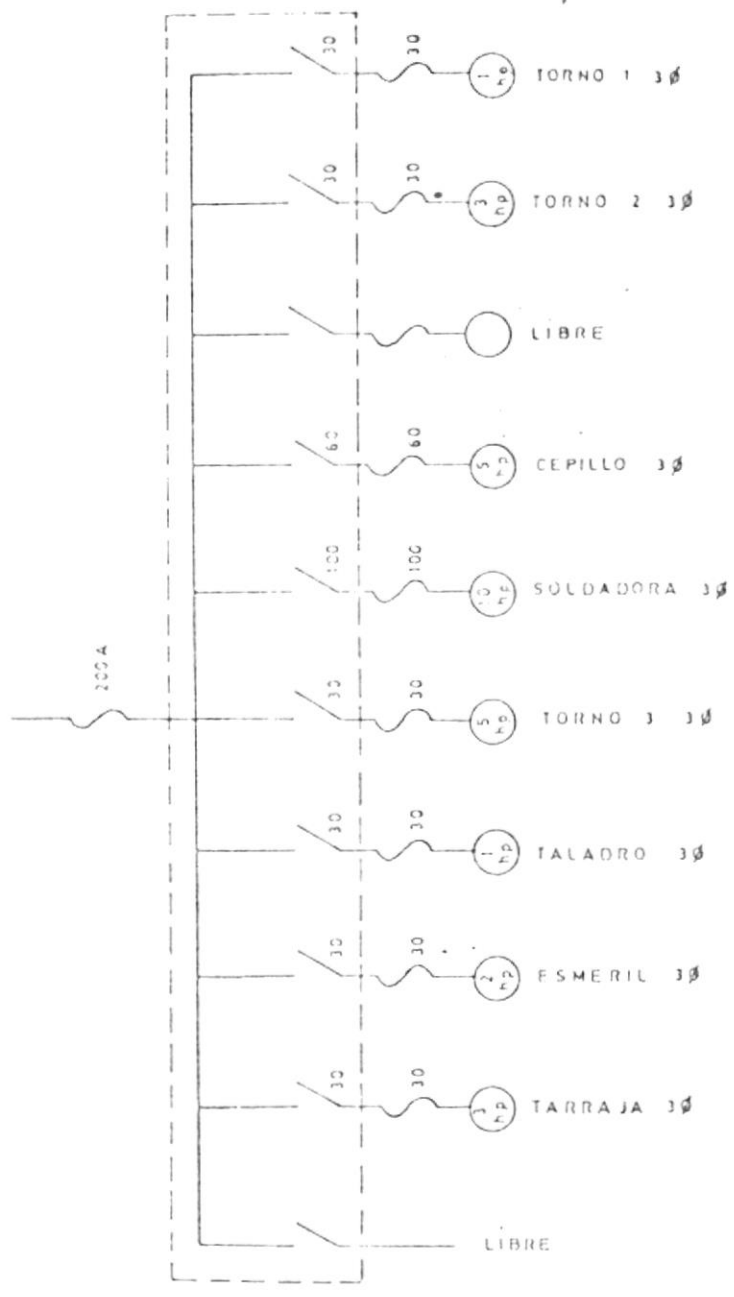


DIAGRAMA DE UNA LINEA DEL PANEL DE DISTRIBUCION DEL TALLER MECANICO

Roberto A. Carranza G.

FIG 5

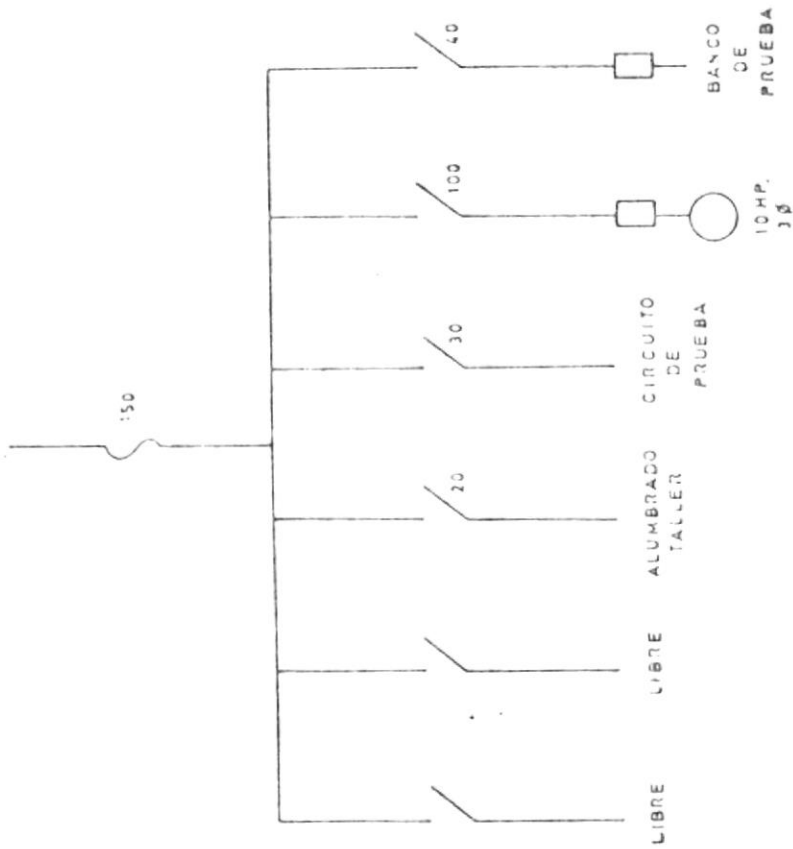


DIAGRAMA DE UNA LINEA DEL PANEL DE DISTRIBUCION DEL TALLER ELECTRICO

FIG. 6

Roberto A. Carranza G.



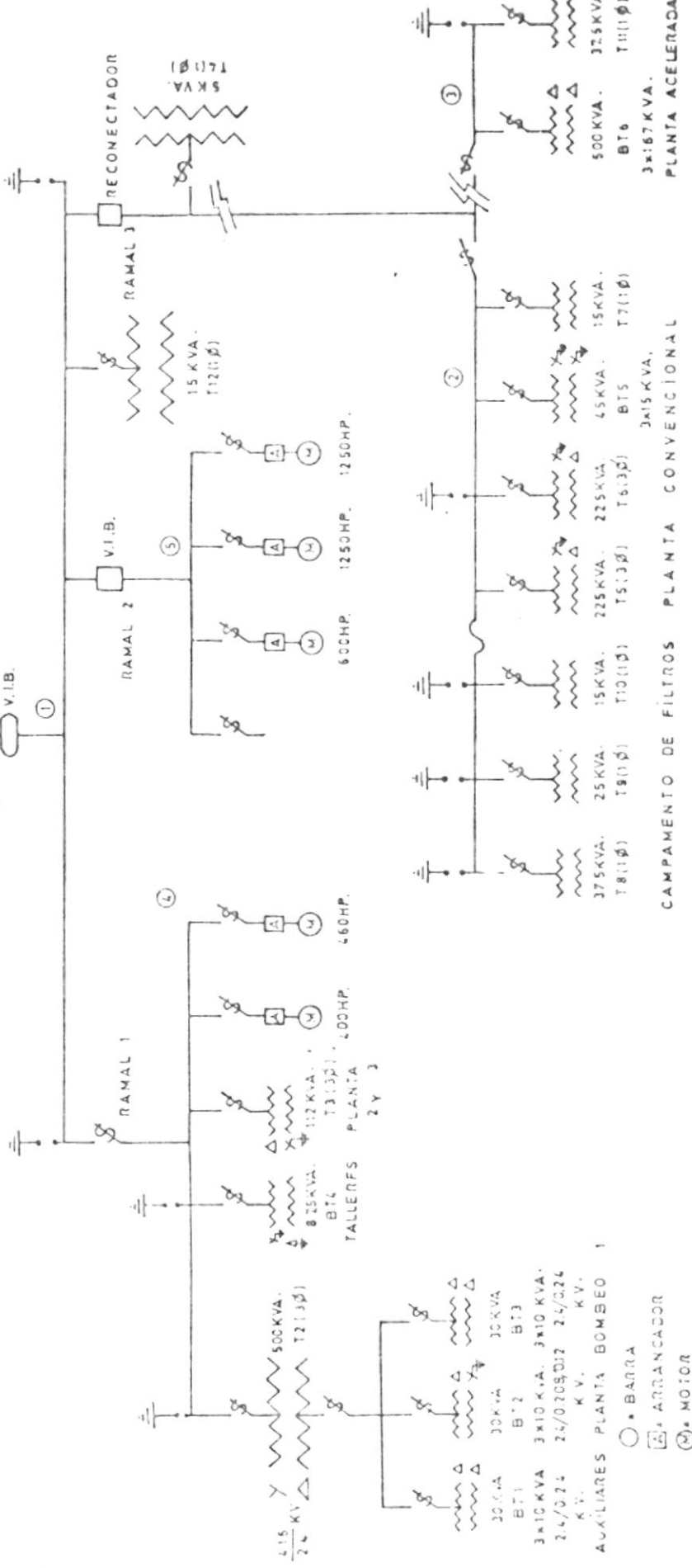




65 K.V.

6250 KVA. T1

V.I.B.



CAMPAMENTO DE FILTROS PLANTA CONVENCIONAL

3x167 KVA. PLANTA ACELERADA

DIAGRAMA DE UNA LINEA DEL SISTEMA ELECTRICO "LA TOMA" PARA EL AÑO 1983

FIG. 9

Roberto A. Carranza G.

- BARRA
- ARRANCADOR
- ⊗ MOTOR

4.15 KV 24/0.24

500KVA. T2 (1:1)

825KVA. BT4

112 KVA. T3 (3:1)

400HP. TALLERES PLANTA 2 Y 3

60HP.

1250HP.

600HP.

1250HP.

1250HP.

15 KVA. T12 (1:1)

RECONECTOR

RAMAL 3

RAMAL 2

RAMAL 1

500KVA. BT1

3x10 KVA. BT2

24/0.24 K.V.

24/0.24 K.V.

30 KVA. BT3

375KVA. T8 (1:1)

25KVA. T9 (1:1)

15KVA. T10 (1:1)

225KVA. T5 (3:1)

45KVA. T6 (3:1)

15KVA. T7 (1:1)

500KVA. BT6

3x167 KVA. T11 (1:1)

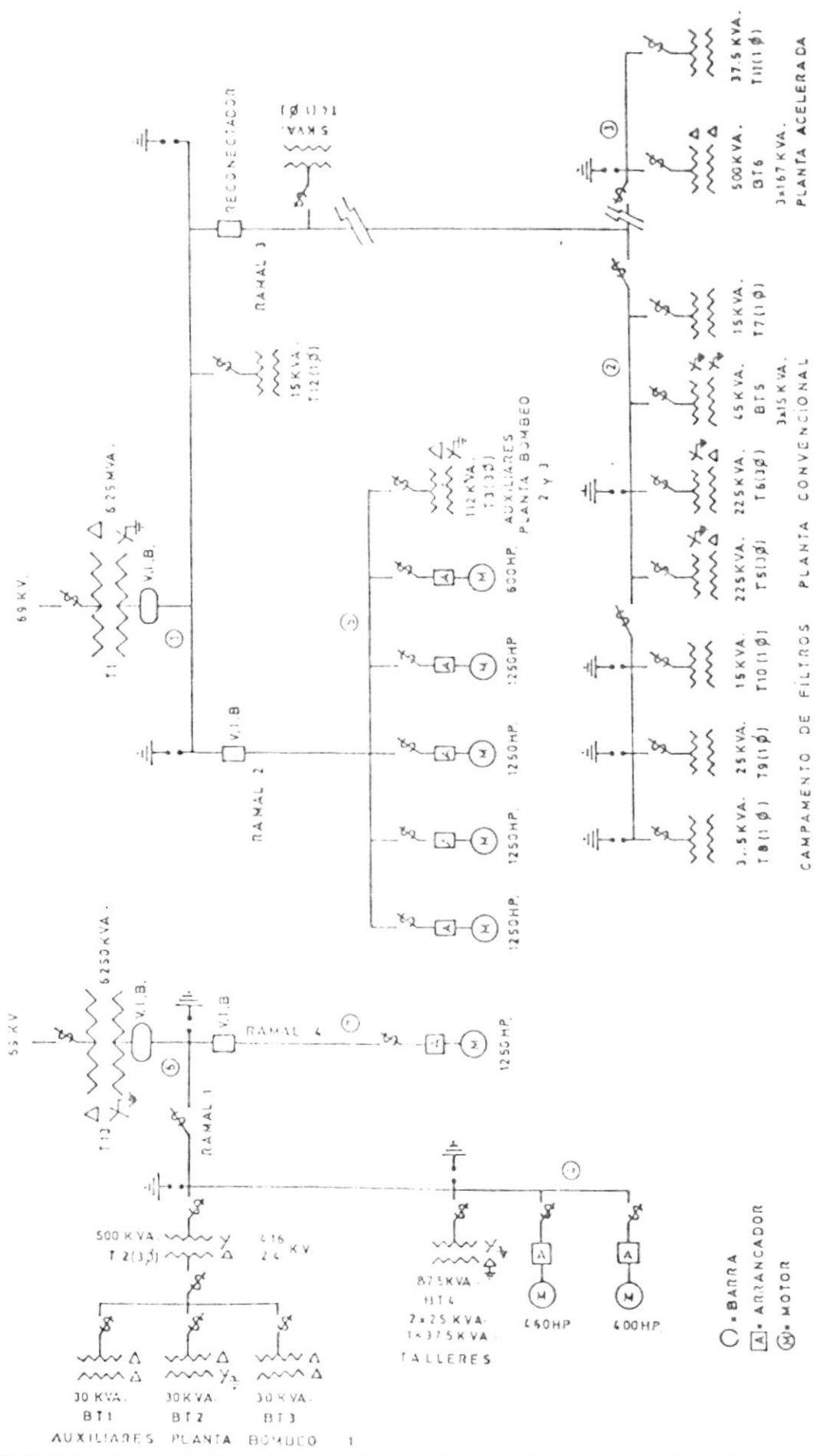


DIAGRAMA DE UNA LINEA DEL SISTEMA ELECTRICO "LA TOMA" PARA EL AÑO 1989

Roberto A. Carranza G.

FIG. 10

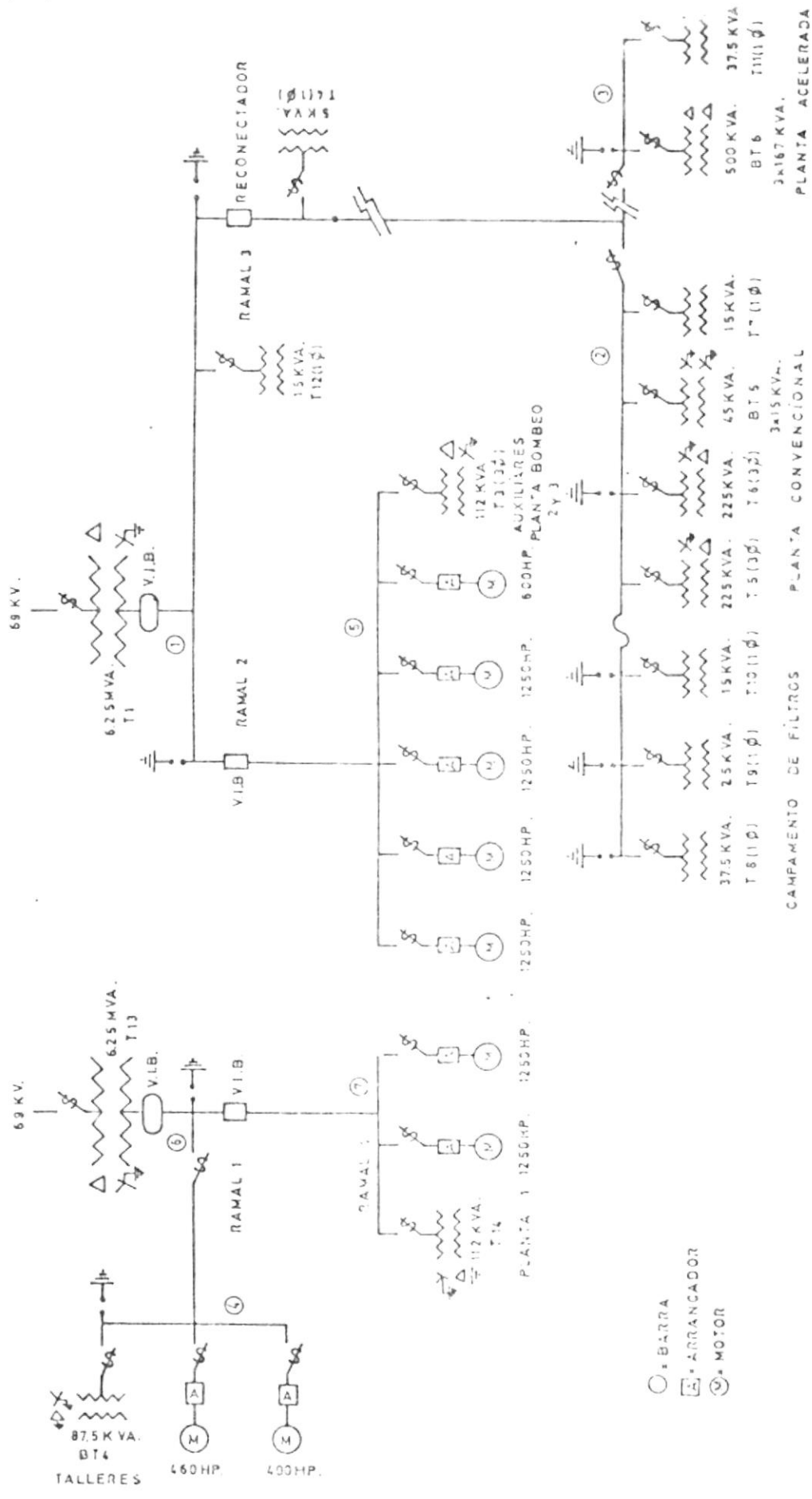


DIAGRAMA DE UNA LINEA DEL SISTEMA ELECTRICO "LA TOMA" PARA EL AÑO 1992

FIG. 11

Roberto A. Carranza G.

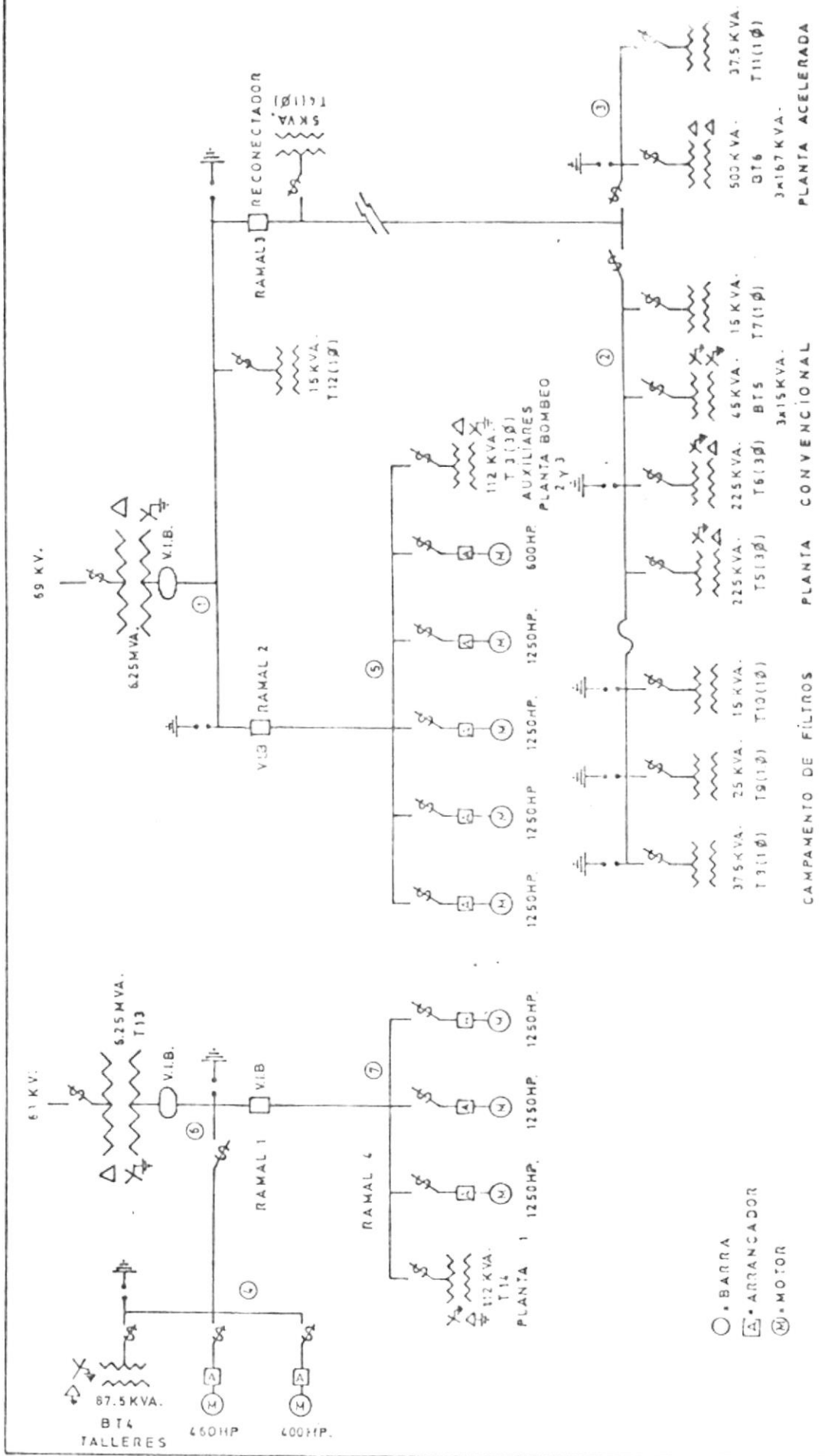
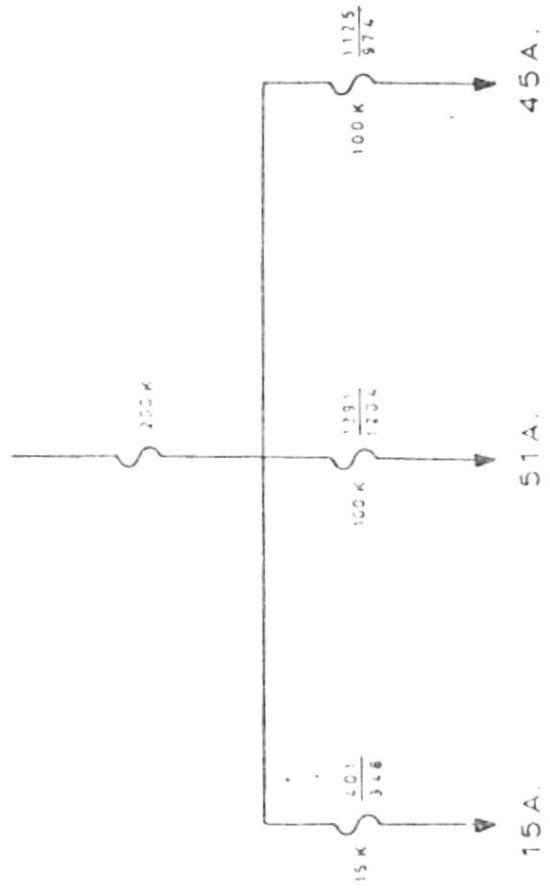


DIAGRAMA DE UNA LINEA DEL SISTEMA ELECTRICO "LA TOMA" PARA EL AÑO 1996

FIG. 12

Roberto A. Carranza G.

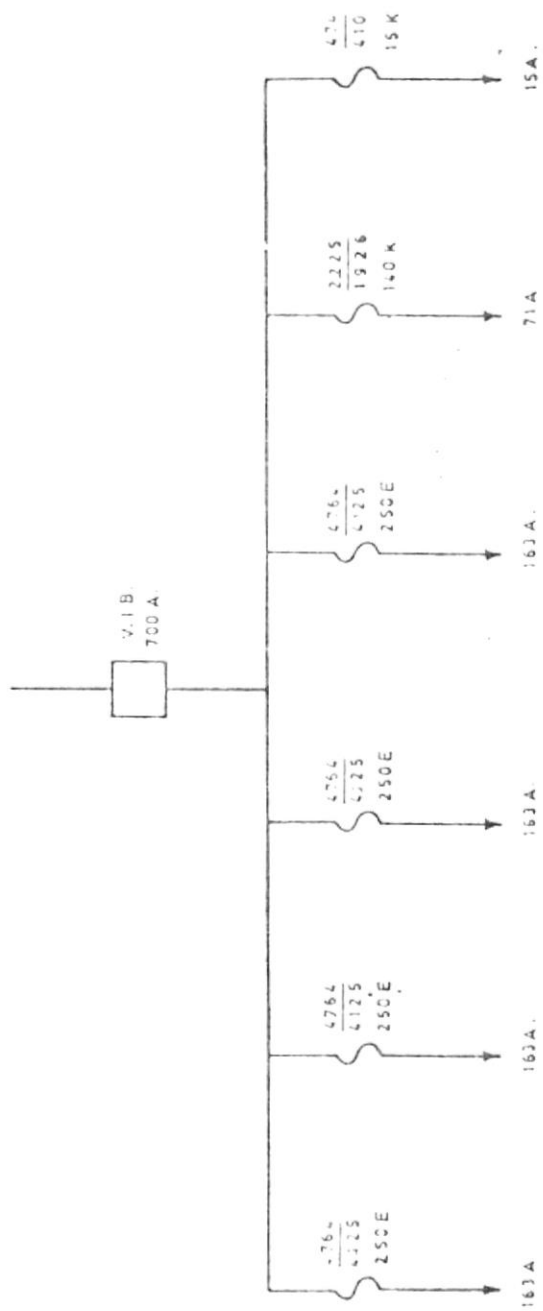




RAMAL 1 DEL TRANSFORMADOR 13.

FIG. 14.

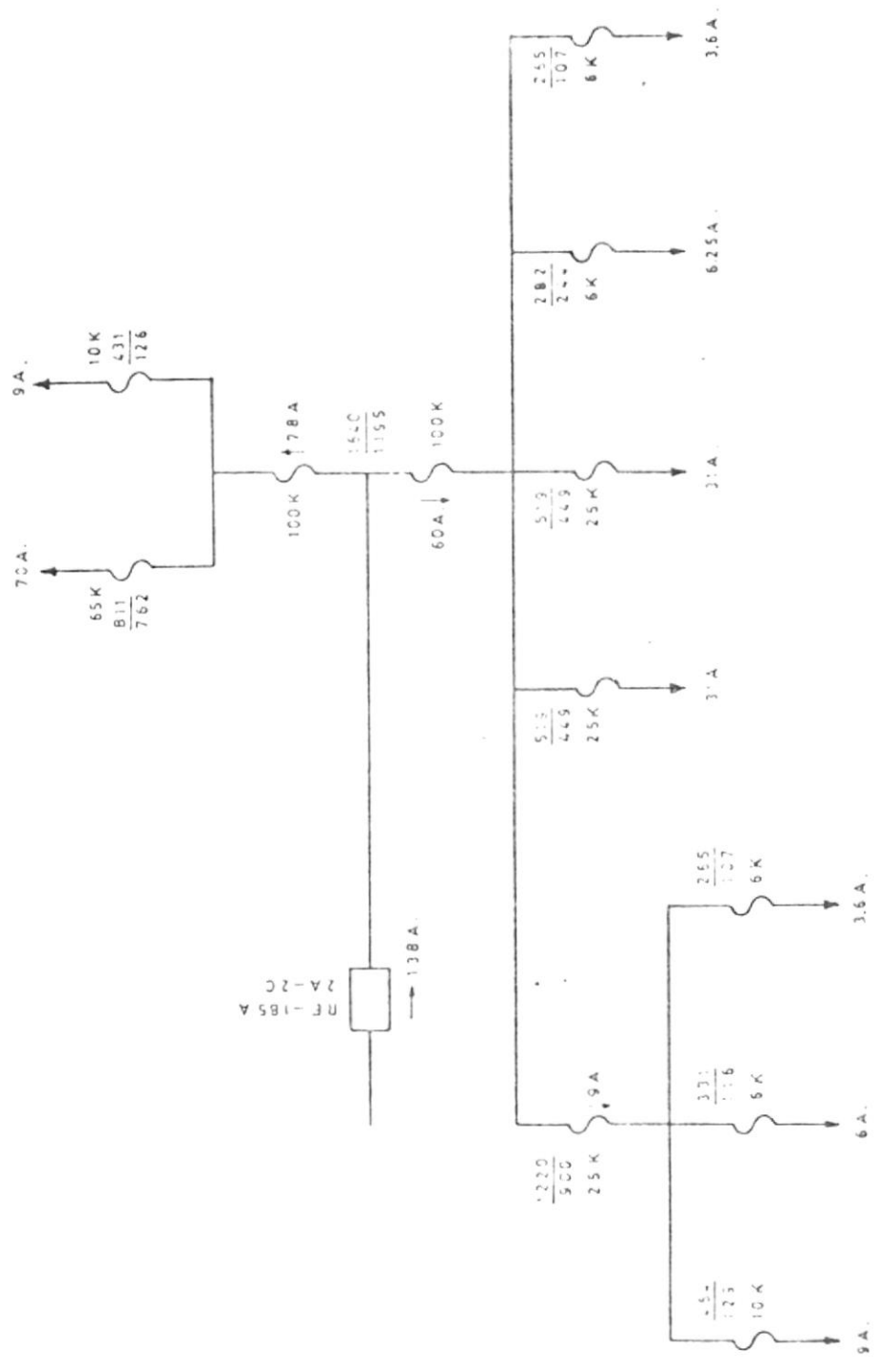
Roberto Carranza G.



RAMAL 2 DEL TRANSFORMADOR 1.

FIG. 15.

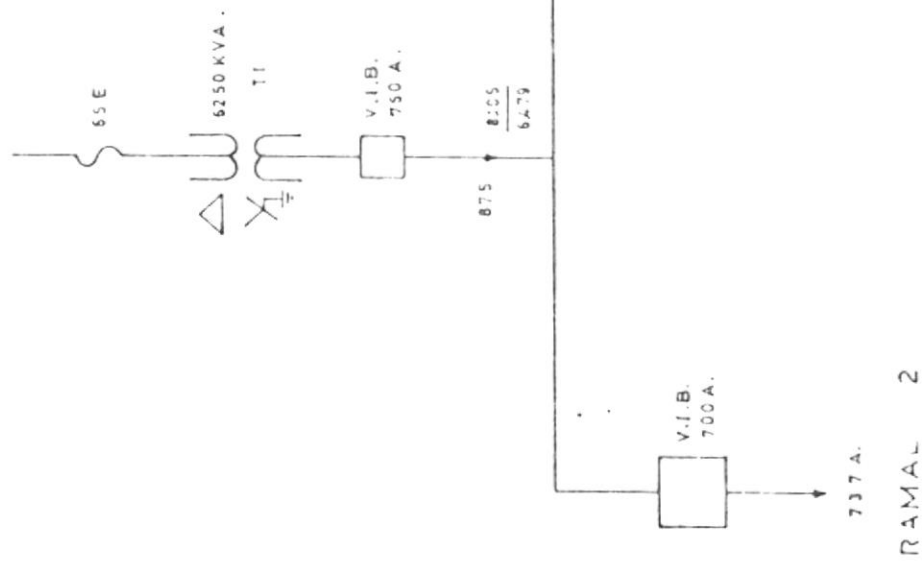
Roberto A. Carranza G.



RAMAL 3 DEL TRANSFORMADOR 1  
 FIG. 16.

Roberto A. Carranza G.

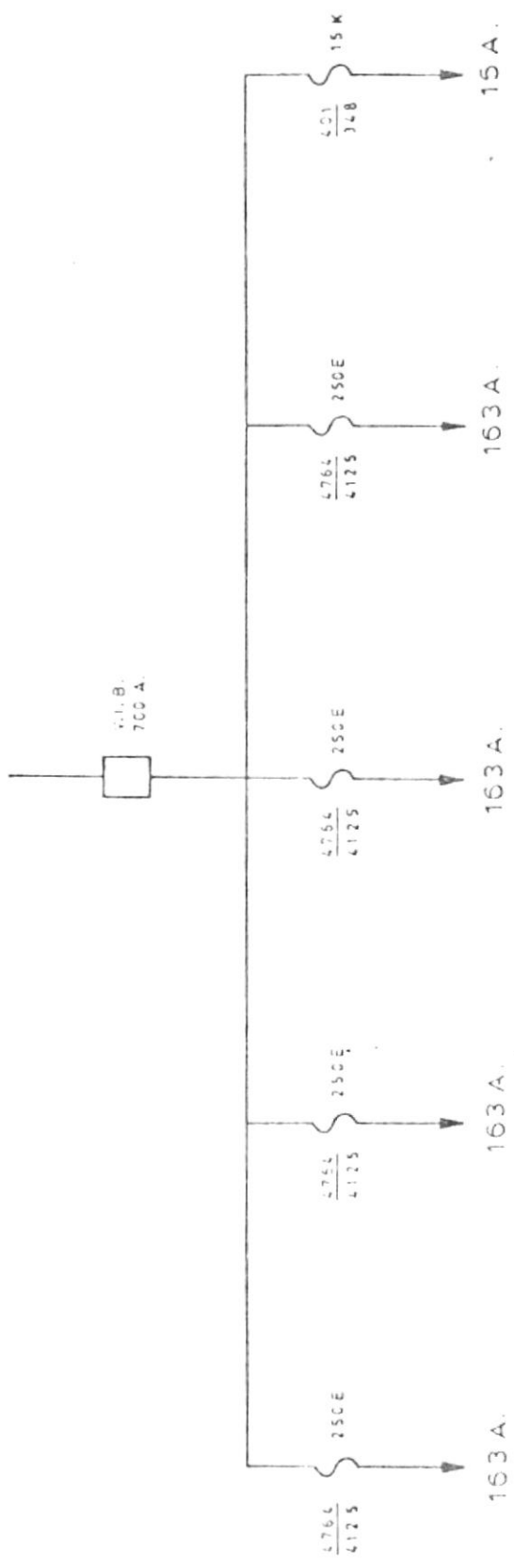




TRANSFORMADOR 1 CON SUS ALIMENTADORES

FIG 17

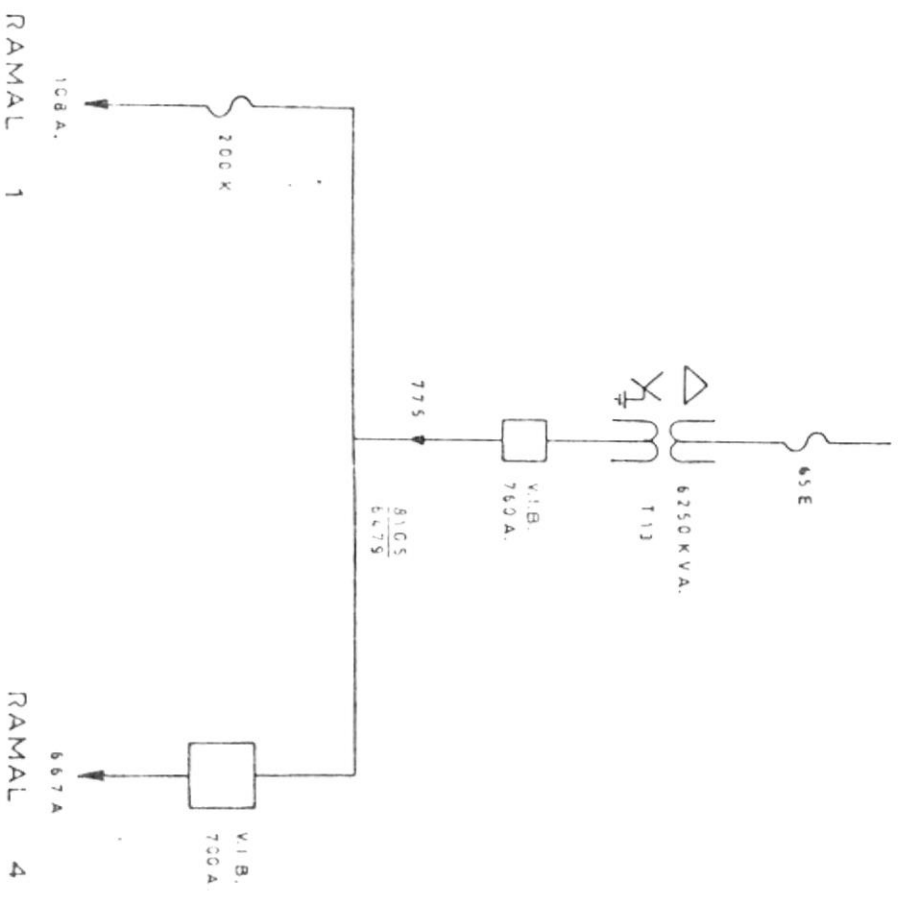
Roberto A. Carranza G.



RAMAL 4 DEL TRANSFORMADOR 13

FIG 18.

Roberto Carranza G.



TRANSFORMADOR 13 CON SUS ALIMENTADORAS  
 FIG 19.

Roberto Carranza G.

FOR COORDINATION FUSIBLE 25K ON 10K FUSIBLES

TESTS MADE AT \_\_\_\_\_

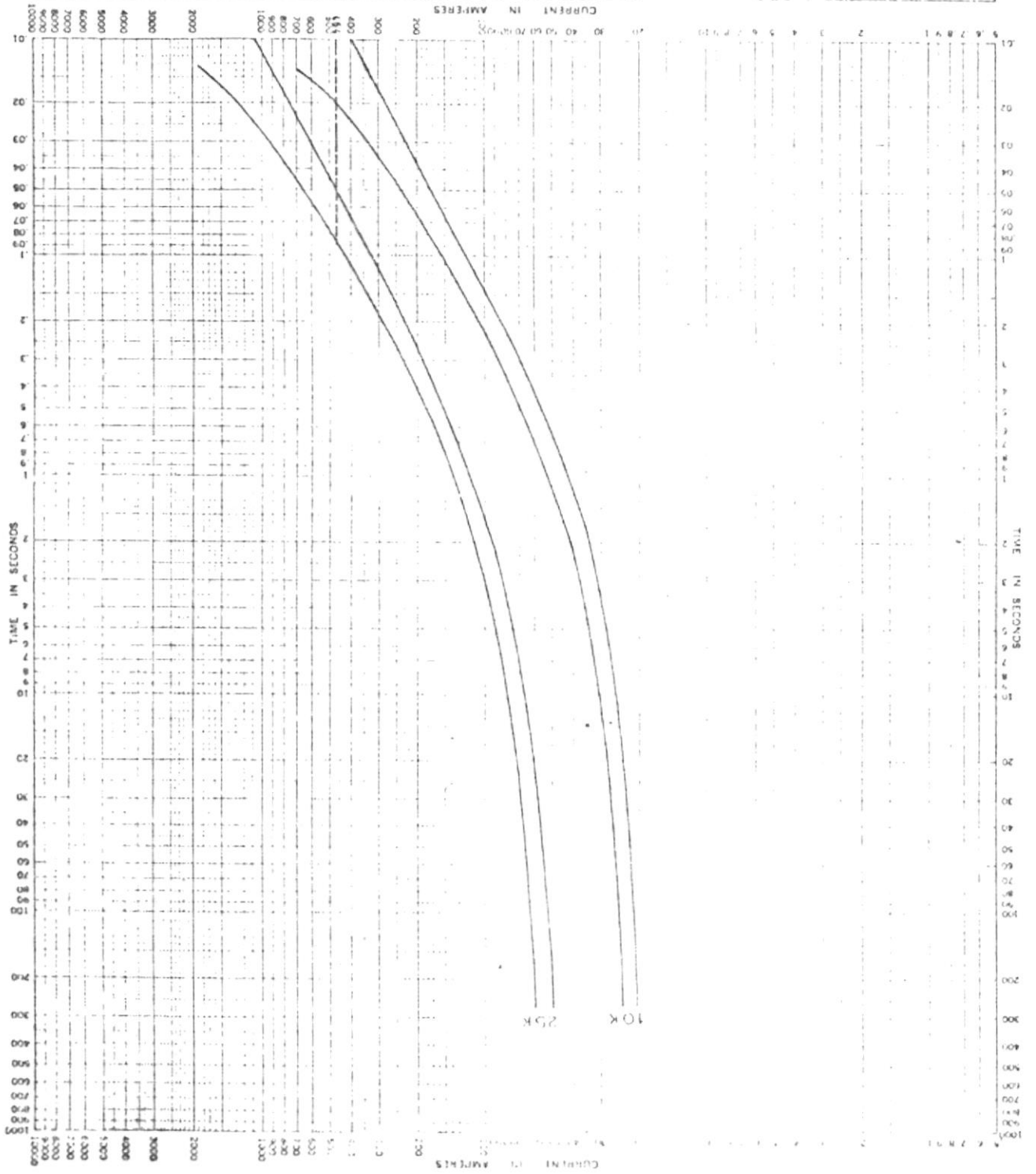
DATE \_\_\_\_\_

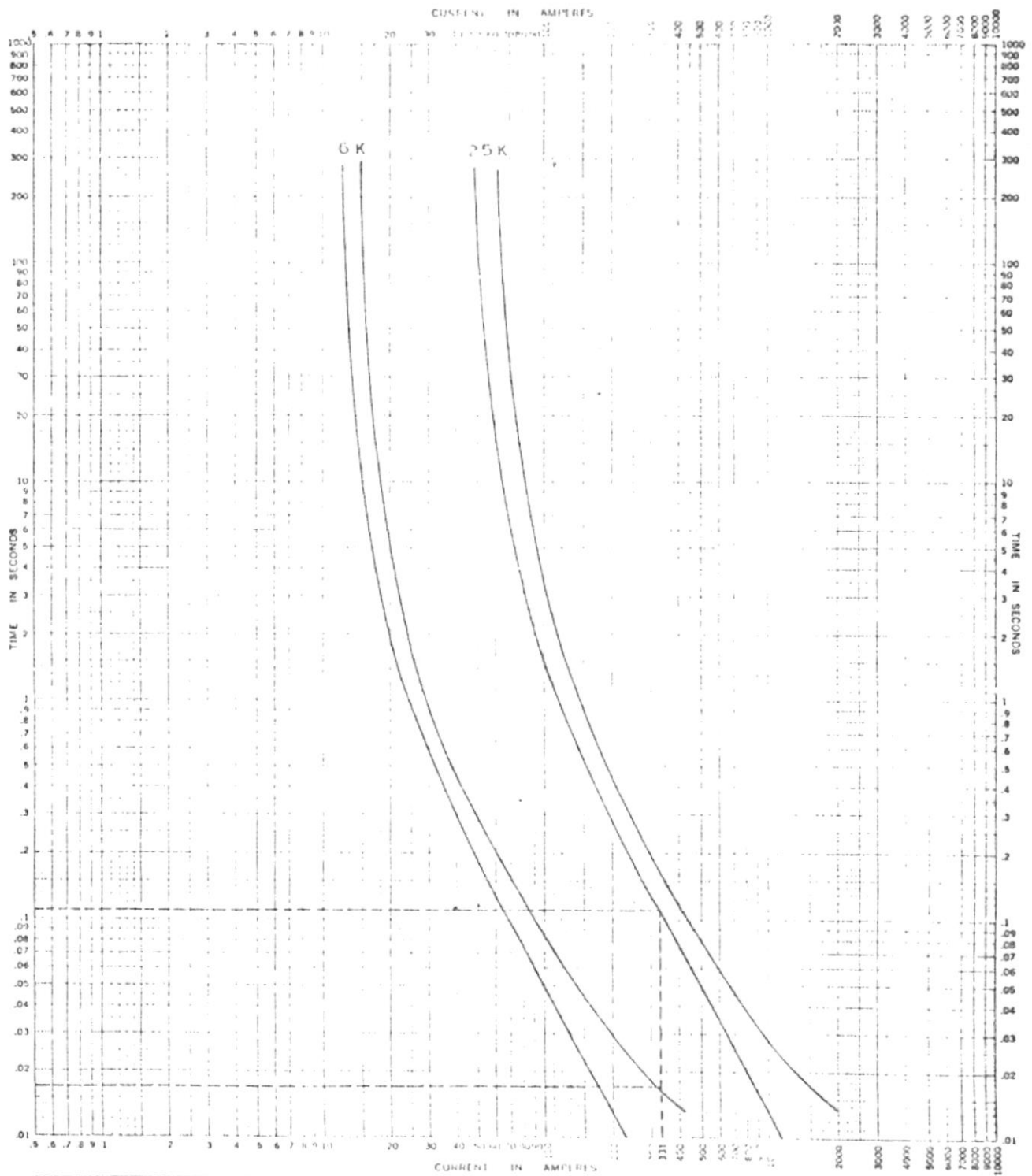
TESTS MADE AT 25C WITH NO BURDEN LOAD

TEST SPEEDS VARIATIONS SHOULD BE \_\_\_\_\_

NO. FIG. 20

DATE \_\_\_\_\_





**TIME-CURRENT CHARACTERISTIC CURVES**

For **COORDINATION FUSIBLE 25K CON 6K**

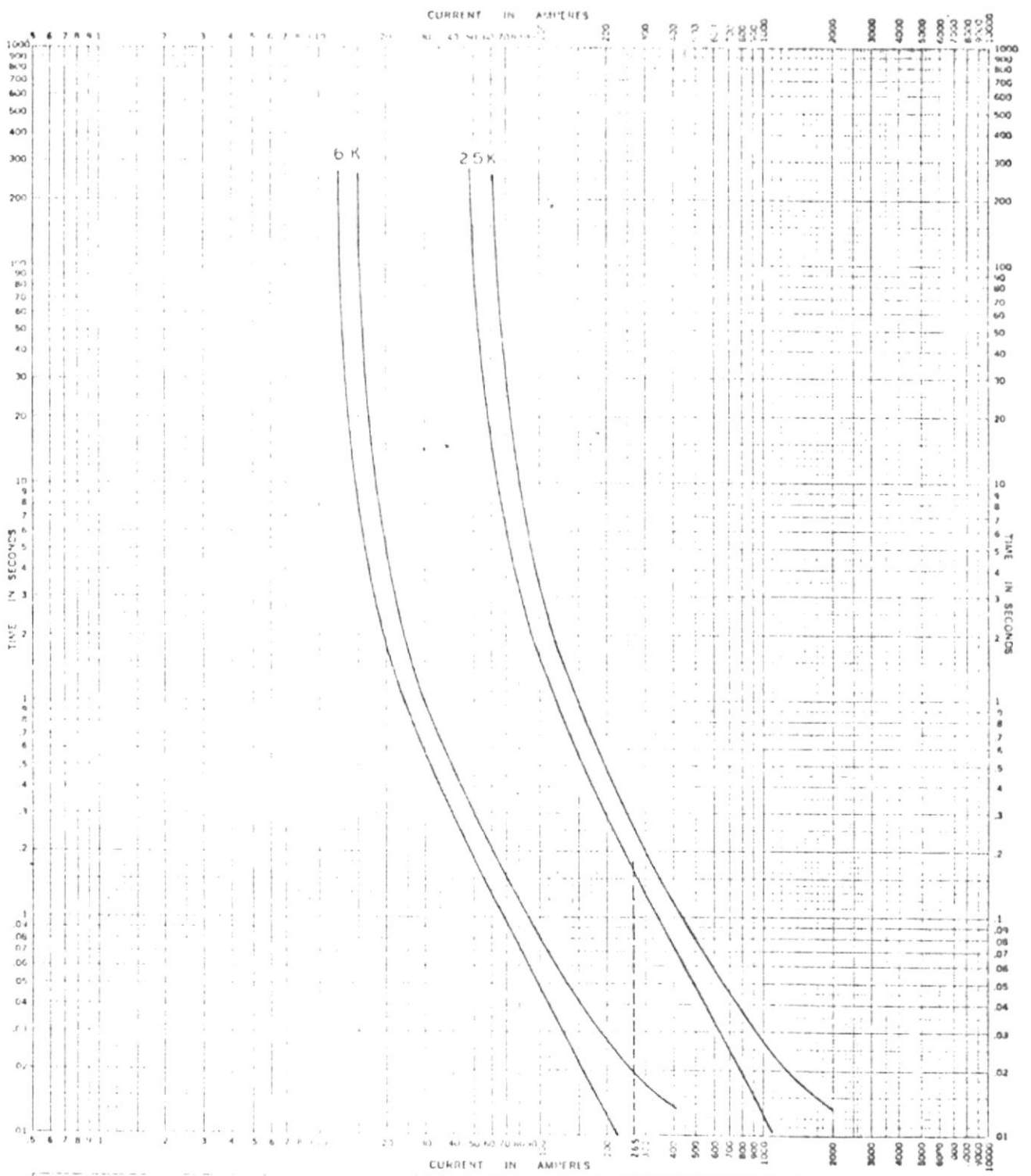
Basis for Data Standards: \_\_\_\_\_ Fuse Links: \_\_\_\_\_ In \_\_\_\_\_

1. Tests made at \_\_\_\_\_ Volts a.c. at \_\_\_\_\_ p.f., starting at 25°C with no initial load \_\_\_\_\_

2. Curves are plotted to \_\_\_\_\_ Test points so variations should be \_\_\_\_\_

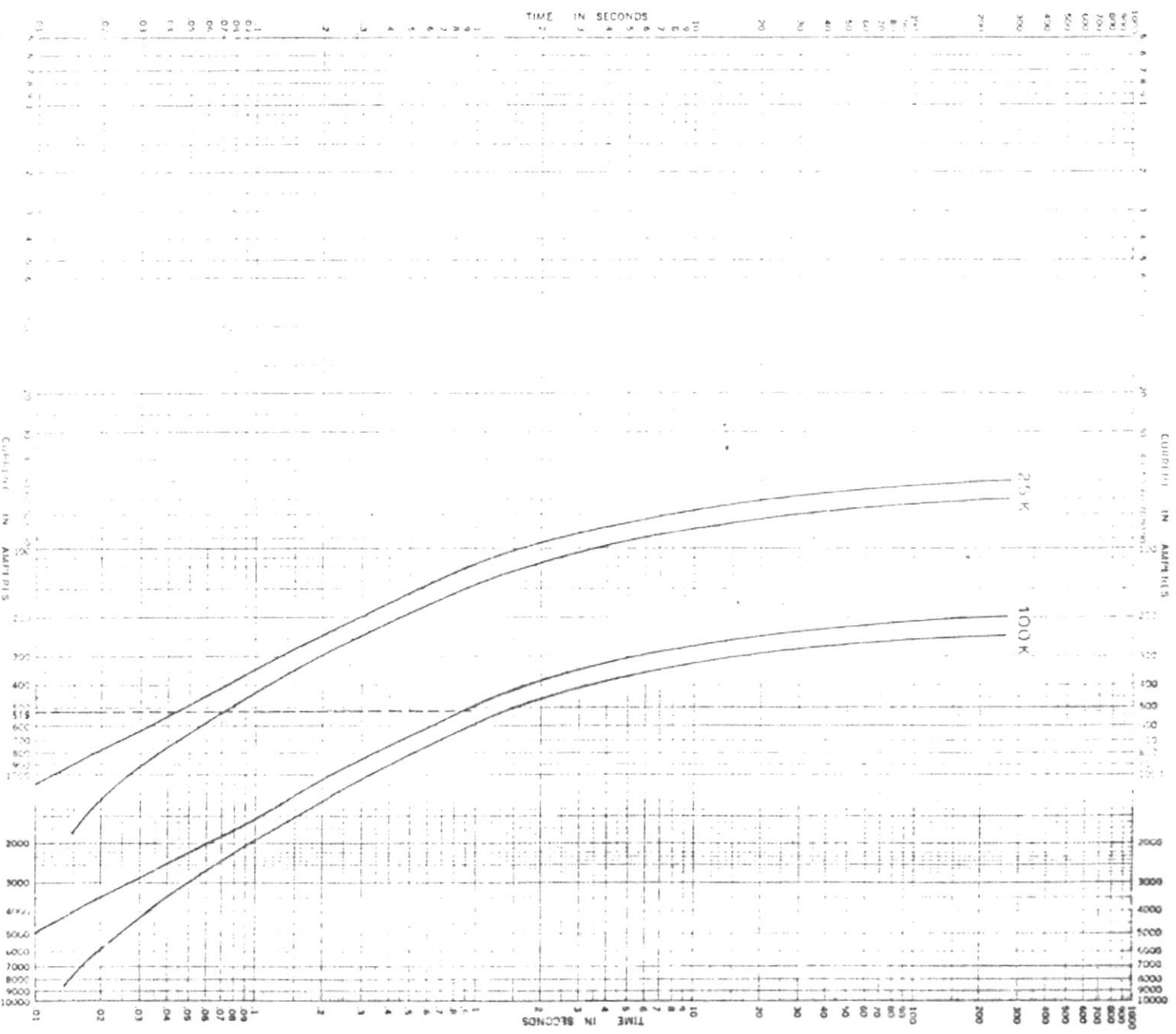
No. **FIG. 21**

Date \_\_\_\_\_



For COORDINATION BASIS FOR DATA 57-1000  
 TIME CURRENT CHARACTERISTIC CURVES  
 FUSIBLE 25K CON 6K Fuse Links in  
 1. Tests made at \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_  
 2. Curves are plotted to \_\_\_\_\_  
 p. l. starting at 25°C with no initial load  
 Test points so variations should be

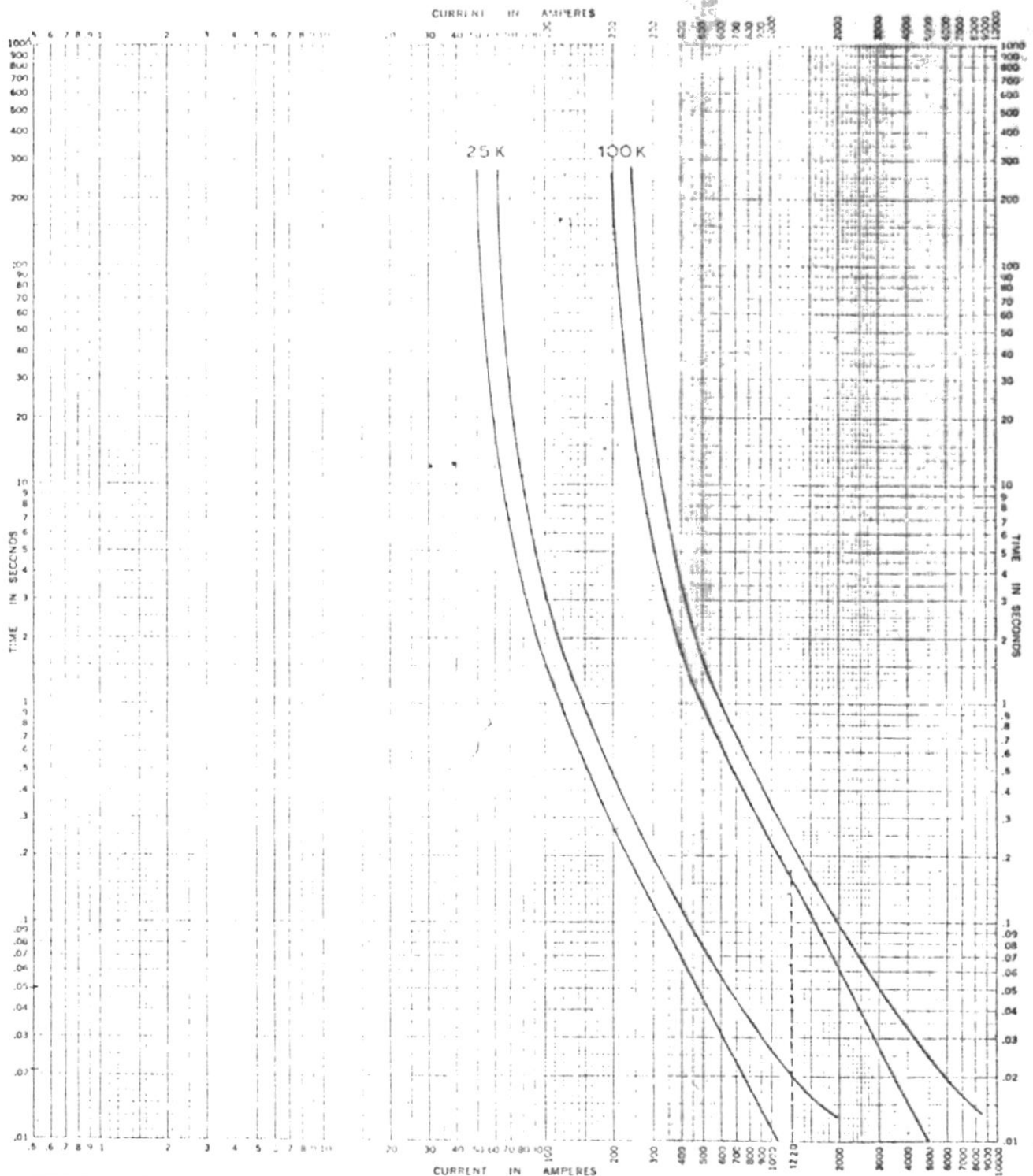
No. **FIG 22**  
 Date \_\_\_\_\_



No. COORDINATION FUSIBLE LINK CON 25 K 100 K  
 BASIS FOR DATA 500 1000  
 TEST SPECIFIC AT 25°C with one sealed lead  
 Curves are plotted to

No. FIG. 23  
 Date

IRE THESE CHARACTERISTIC CURVES FROM SPEC. 40-17200  
 REVISION 10-1-55



**TIME-CURRENT CHARACTERISTIC CURVES**

For **COORDINATION FUSIBLE 100K CON 25K** fuses in \_\_\_\_\_

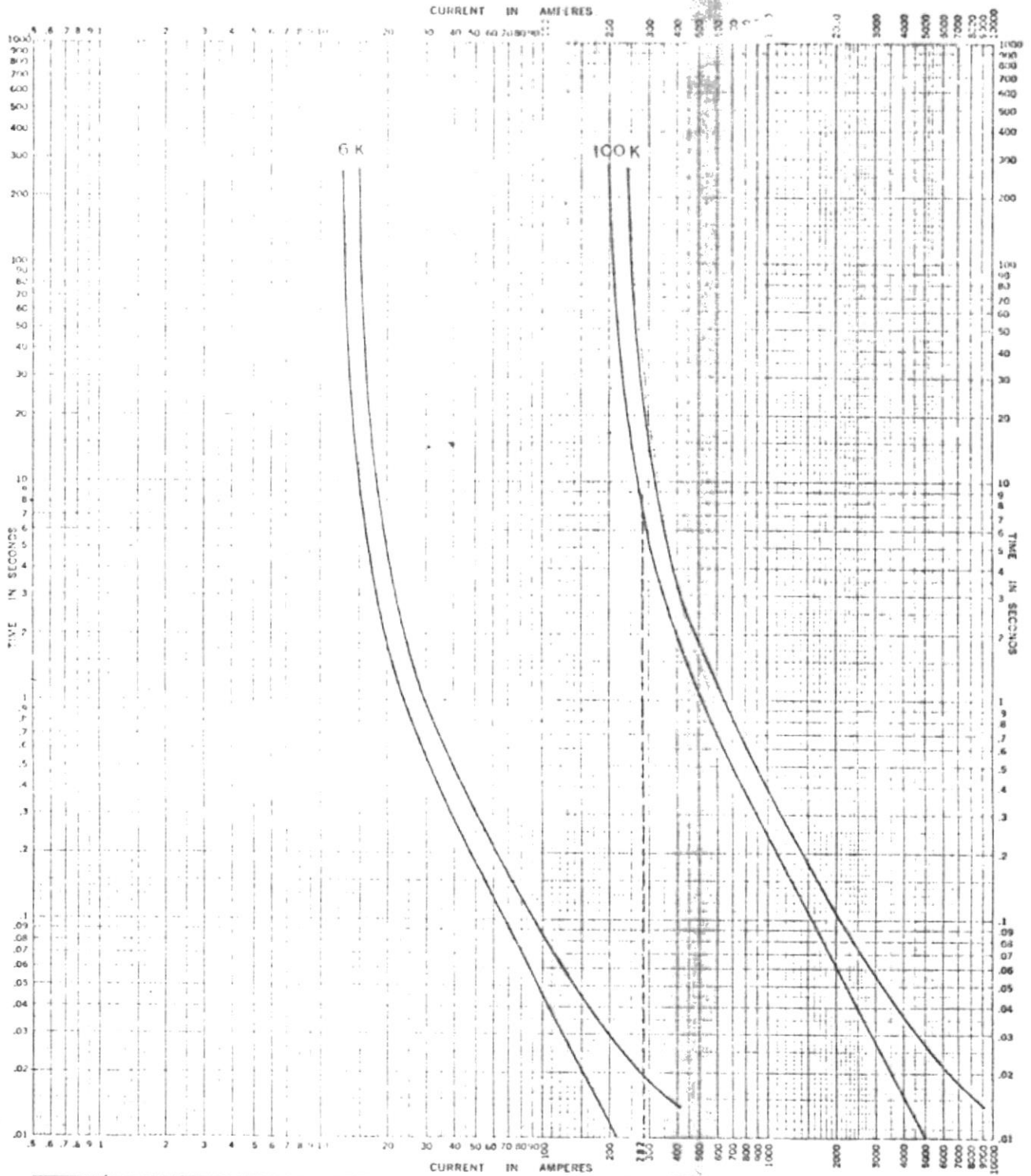
BASIS FOR DATA Standards \_\_\_\_\_ Dated \_\_\_\_\_

1. Tests made at \_\_\_\_\_ Volts a.c. \_\_\_\_\_ p.f. starting at 25°C with no initial load.

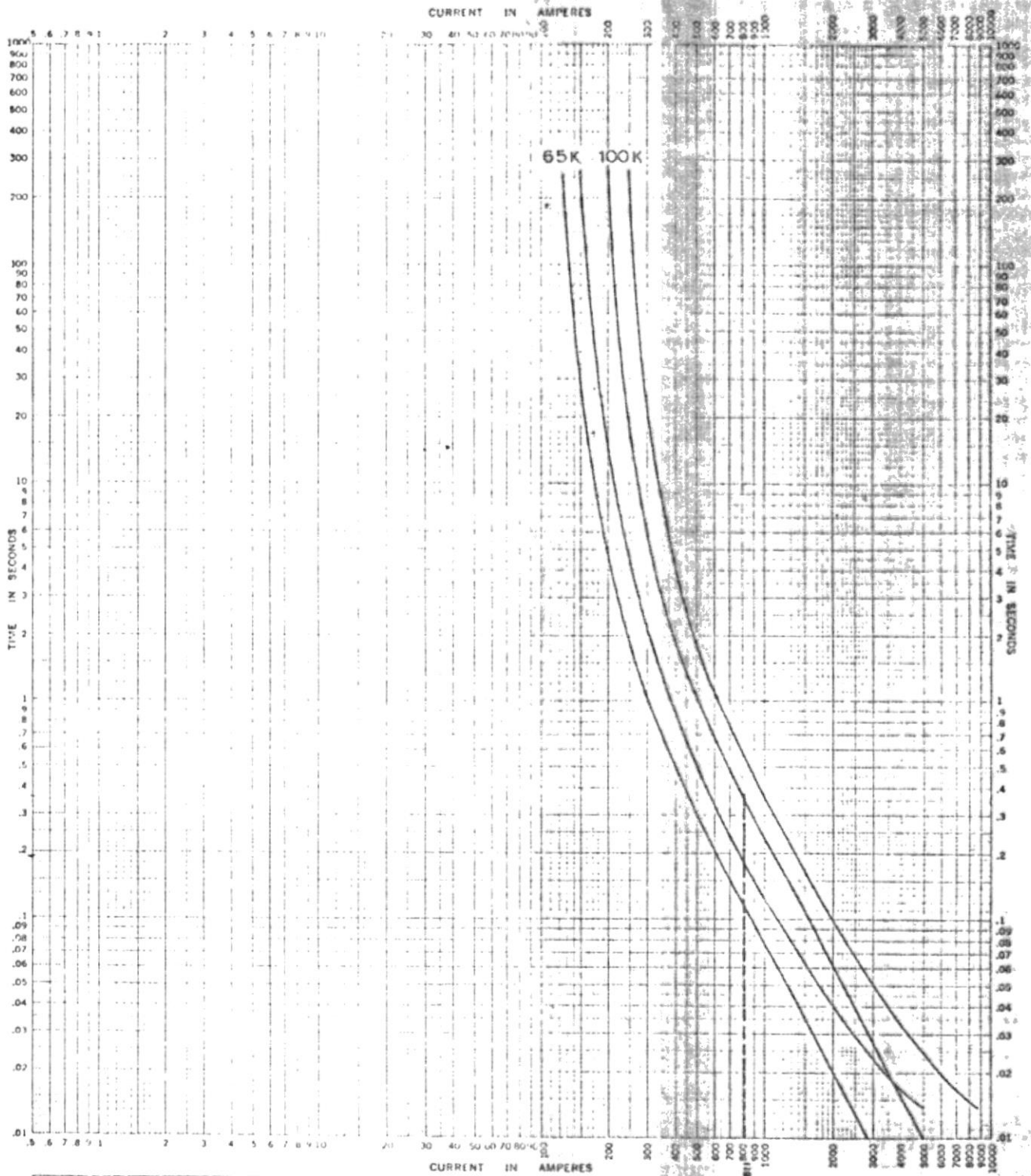
2. Curves are plotted to \_\_\_\_\_ Test points so variations should be \_\_\_\_\_

No. **FIG. 24**  
Date \_\_\_\_\_

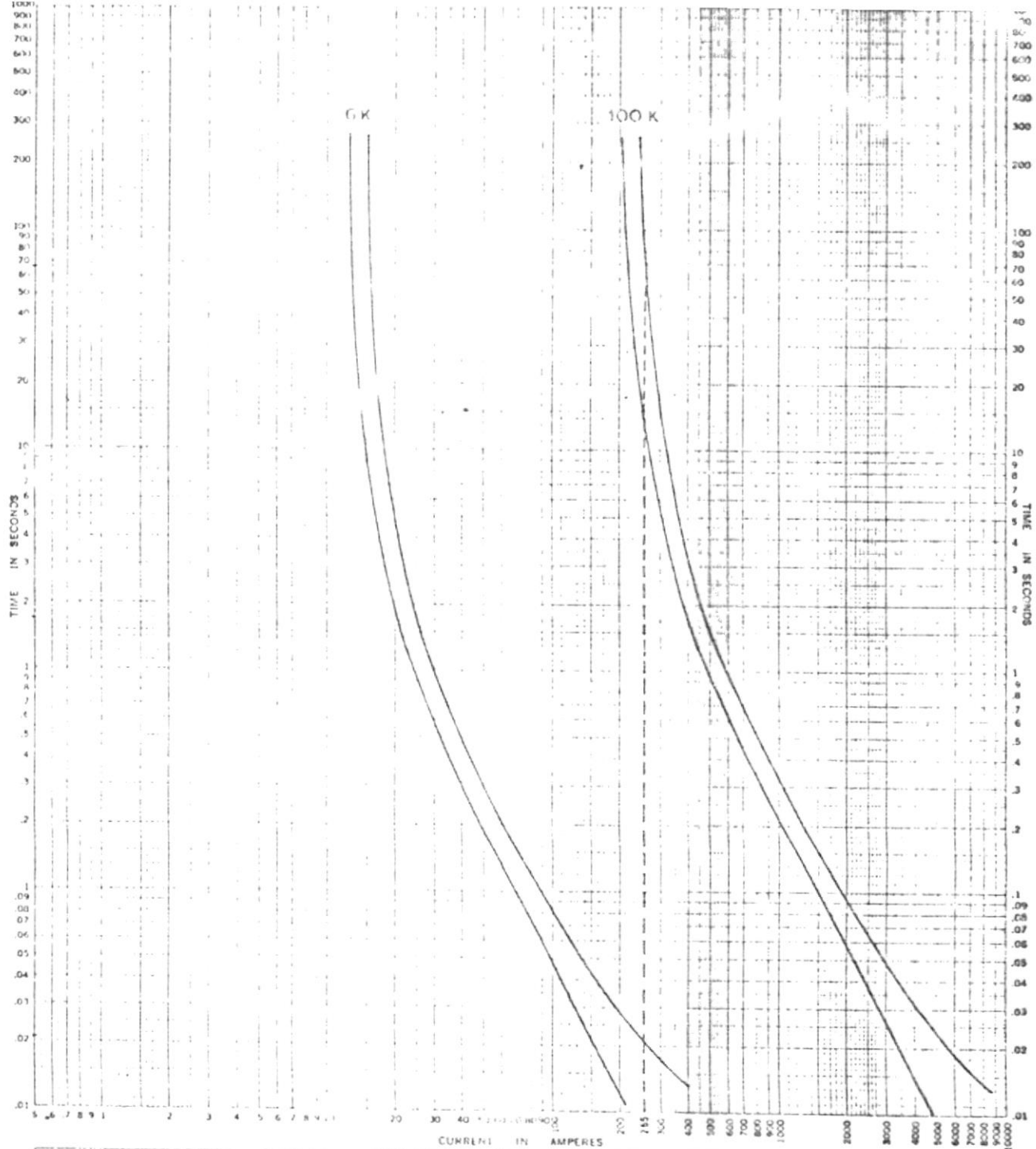




TIME-CURRENT CHARACTERISTIC CURVES  
 For COORDINATION FUSIBLE 100K CON 6K Fuse Links. In \_\_\_\_\_  
 BASIS FOR DATA Standards \_\_\_\_\_  
 1. Tests made at \_\_\_\_\_ Volts a.c. at \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_  
 2. Curves are plotted in \_\_\_\_\_ p.f., starting at 25°C with no initial load. \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ Test points so variations should be \_\_\_\_\_  
 No. **FIG. 25**  
 Date \_\_\_\_\_



TIME-CURRENT CHARACTERISTIC CURVES  
 For COORDINATION FUSIBLE 100K CON 65K Fuse Links in  
 BASIS FOR DATA Standards  
 1. Tests made at \_\_\_\_\_ Volts at \_\_\_\_\_ p f., starting at 25C with no initial load  
 2. Curves are plotted to \_\_\_\_\_ Test points so variations should be \_\_\_\_\_  
 No. FIG 27  
 Date \_\_\_\_\_



TIME CURRENT CHARACTERISTIC CURVES

For COORDINACION FUSIBLE 100K CON 6K Fuses. In

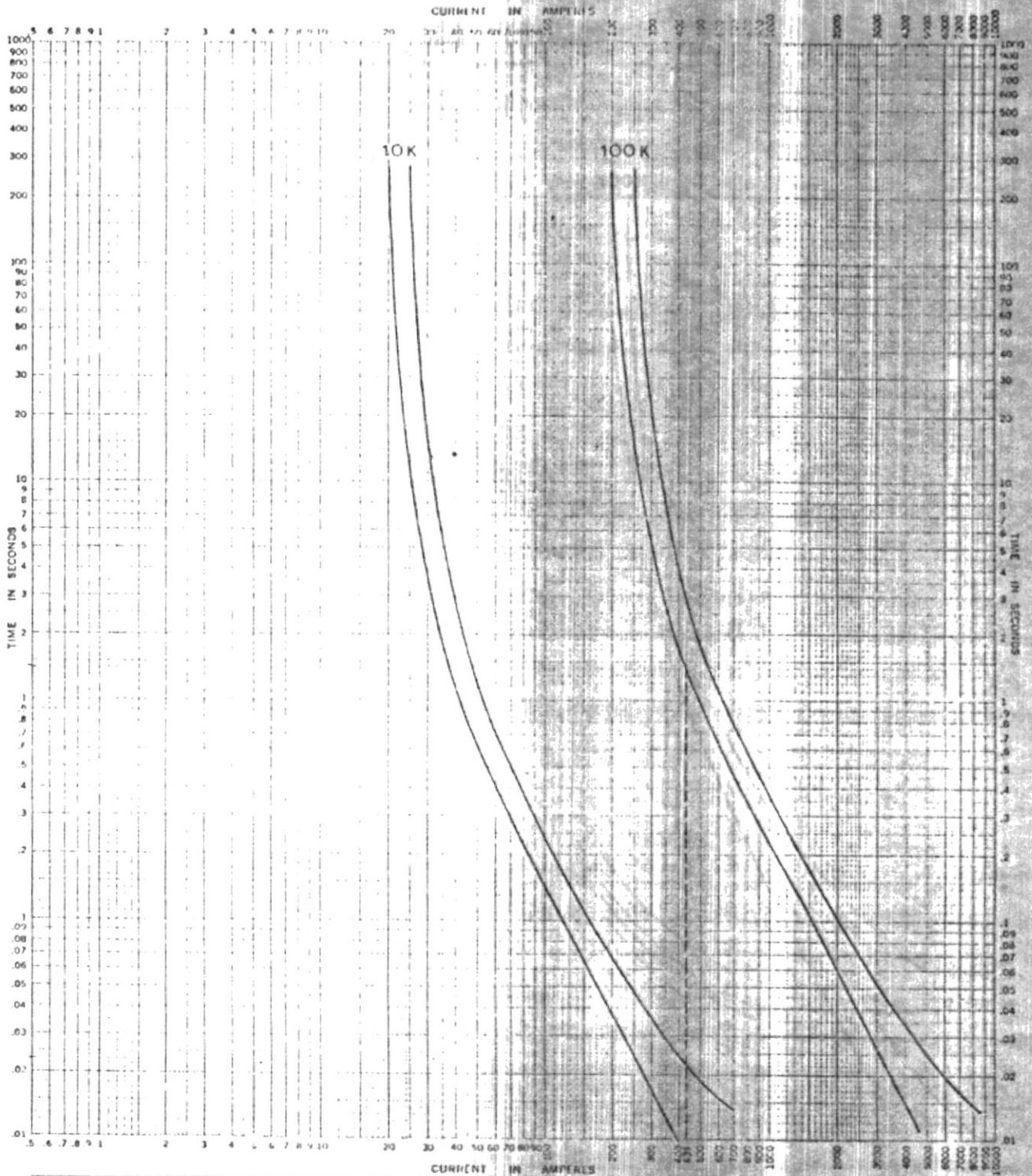
BASIS FOR DATA Standards. Date

1. Tests made at \_\_\_\_\_ Volts a.c. at \_\_\_\_\_ p.f., starting at 25°C with no initial heat

2. Curves are plotted to \_\_\_\_\_ Text prints on variations should be \_\_\_\_\_

No. FIG 26

Date \_\_\_\_\_



**TIME-CURRENT CHARACTERISTIC CURVES**

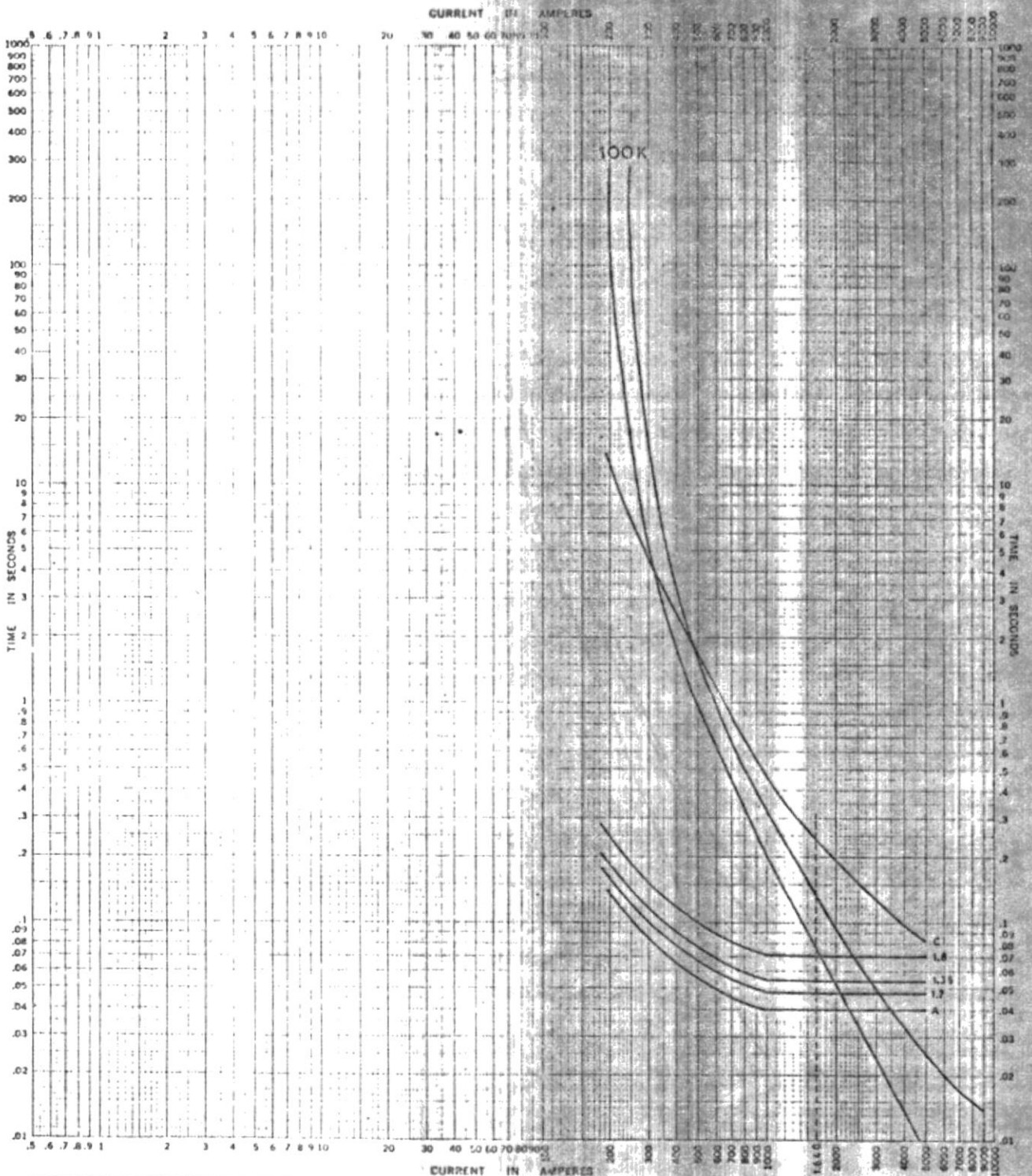
For **COORDINATION FUSIBLE 100K CON 10K** Fuse Links. In \_\_\_\_\_ Dated \_\_\_\_\_

BASIS FOR DATA Standards \_\_\_\_\_

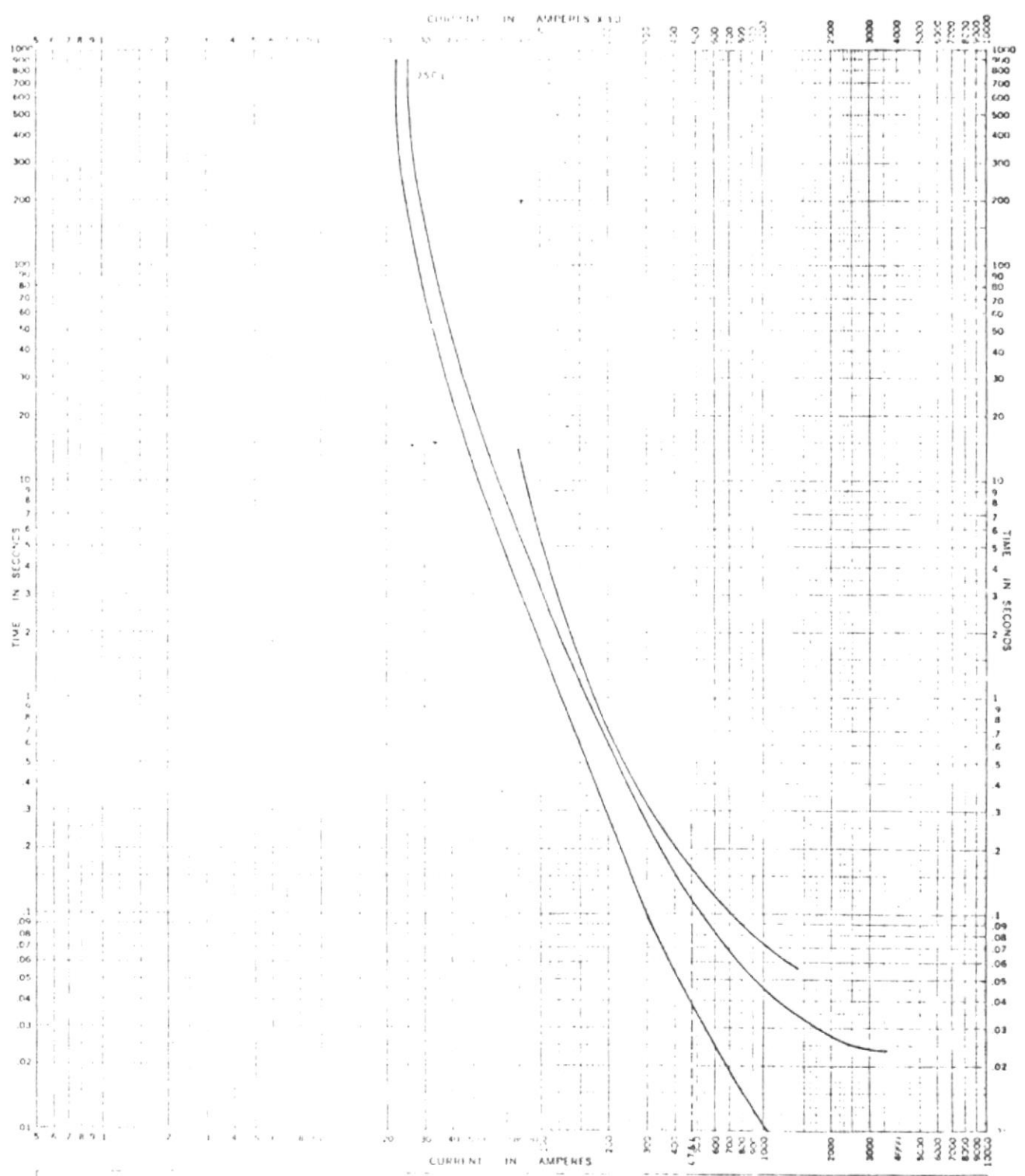
1. Tests made at \_\_\_\_\_ Volts a.c. at \_\_\_\_\_ p.f., starting at 250 with no initial load

2. Curves are plotted to \_\_\_\_\_ First points in variations should be \_\_\_\_\_

No. **FIG 28**  
Date \_\_\_\_\_

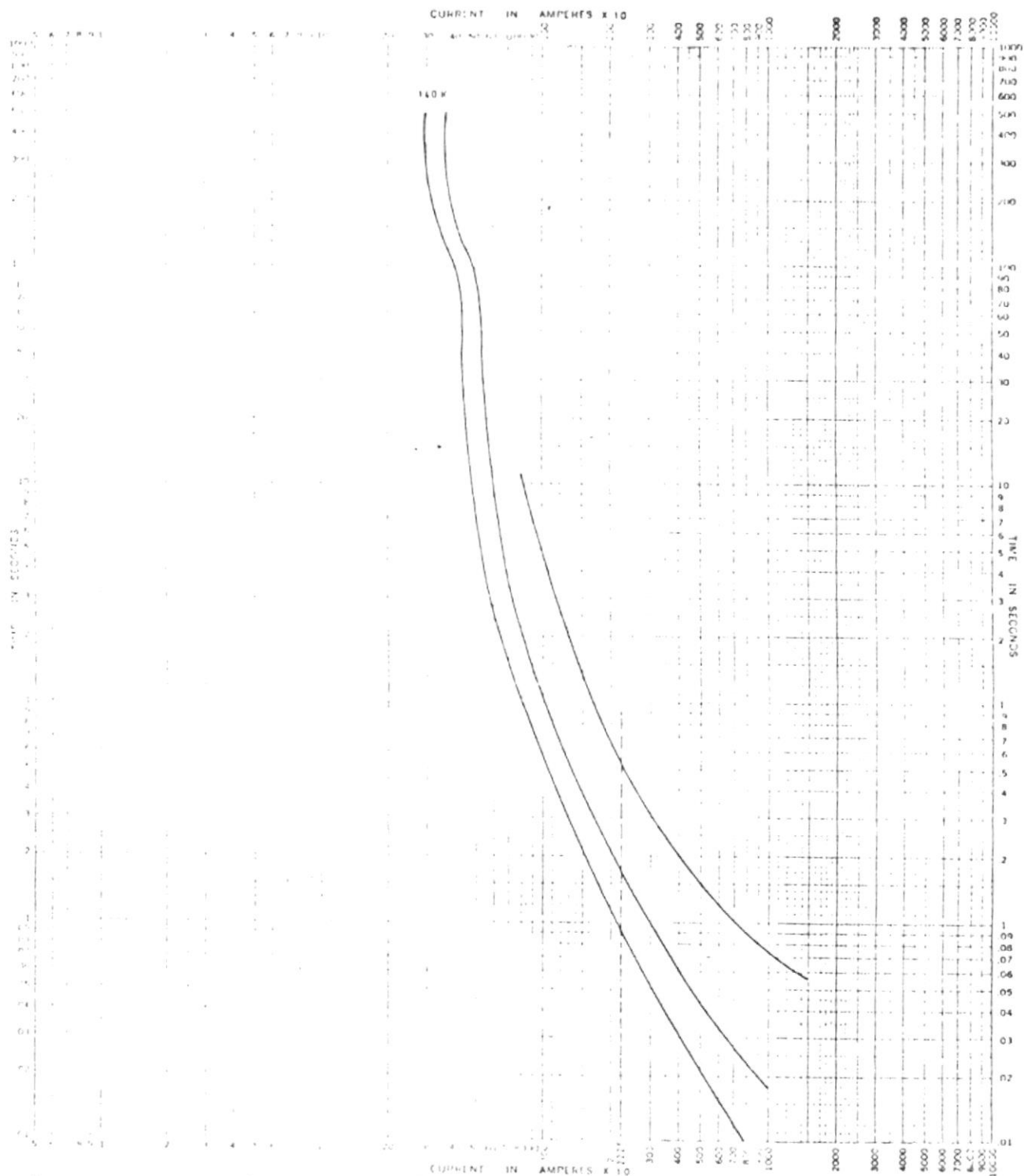


TIME-CURRENT CHARACTERISTIC CURVES  
 For RECONFICTADOR RE BOB 185 A CON 100 K Fuse Links in \_\_\_\_\_  
 BASIS FOR DATA Standards. \_\_\_\_\_ Dated \_\_\_\_\_  
 1. Tests made at \_\_\_\_\_ Volts a c at \_\_\_\_\_ p f., starting at 25C with no initial load  
 2. Curves are plotted to \_\_\_\_\_ Test points so variations should be \_\_\_\_\_  
 No. FIG 29  
 Date \_\_\_\_\_



TIME CURRENT CHARACTERISTIC CURVES  
 For VIB 700 A-FUSIBLE 250E  
 BASIS FOR DATA: Semilogarithmic  
 1. Tests made at 25°C with no initial load  
 2. Curves are plotted to show the effect of variations in test conditions

No. FIG 30  
 Date



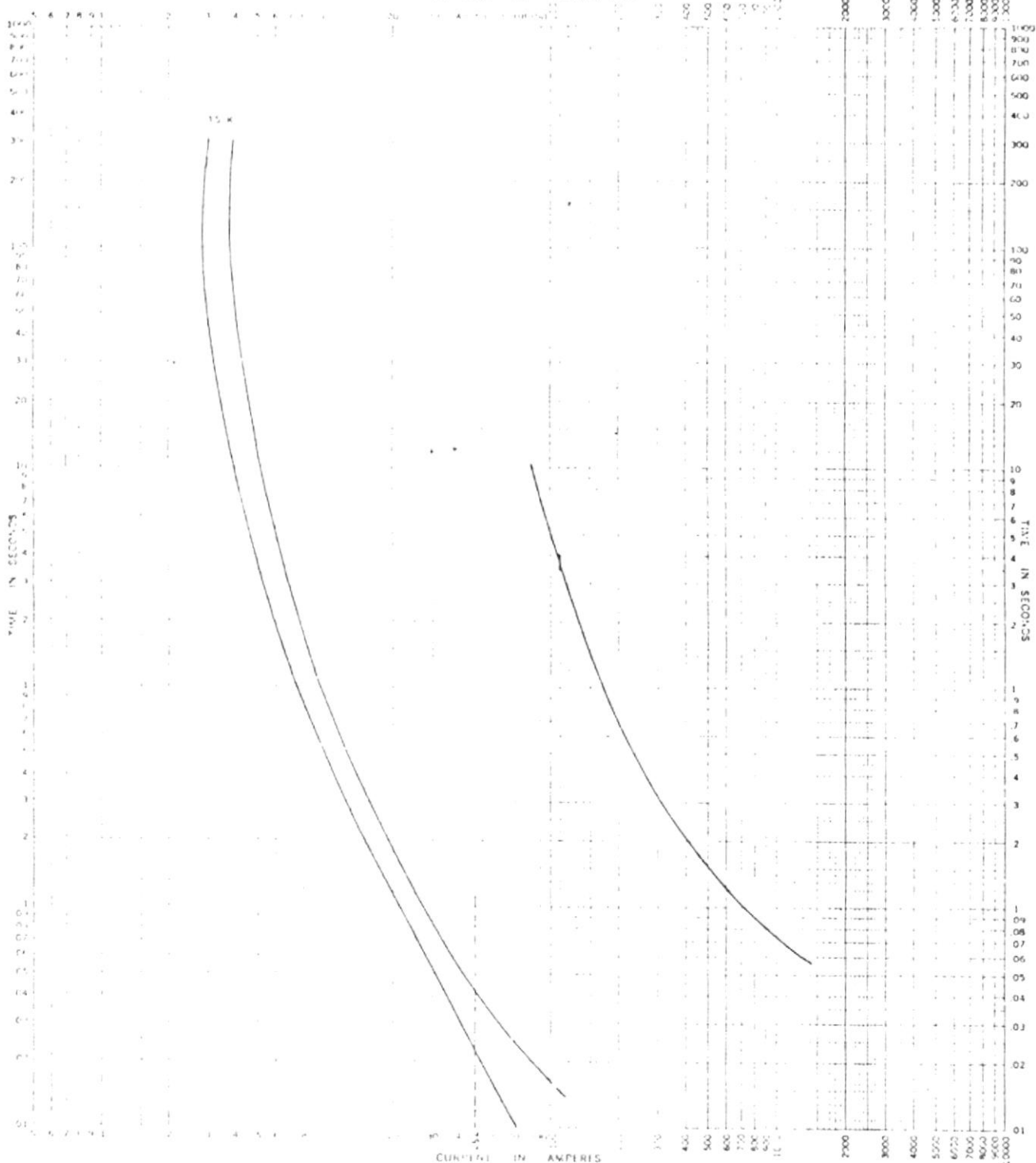
VIB 700A FUSIBLE 140 K  
 DATA FOR DA 4 11 1945  
 1. Test made at 25°C  
 2. Curves are typical

TIME CURRENT CHARACTERISTIC CURVES

Fuse Links  
 140 K  
 p.f. starting at 25°C with no initial load  
 Test points shown at this straight line

No. **FIG 31**  
 Date .....

CURRENT IN AMPERES X 10



For VIB, 700 A - FUSIBLE 15 k.

BASIC TEST DATA SUMMARY

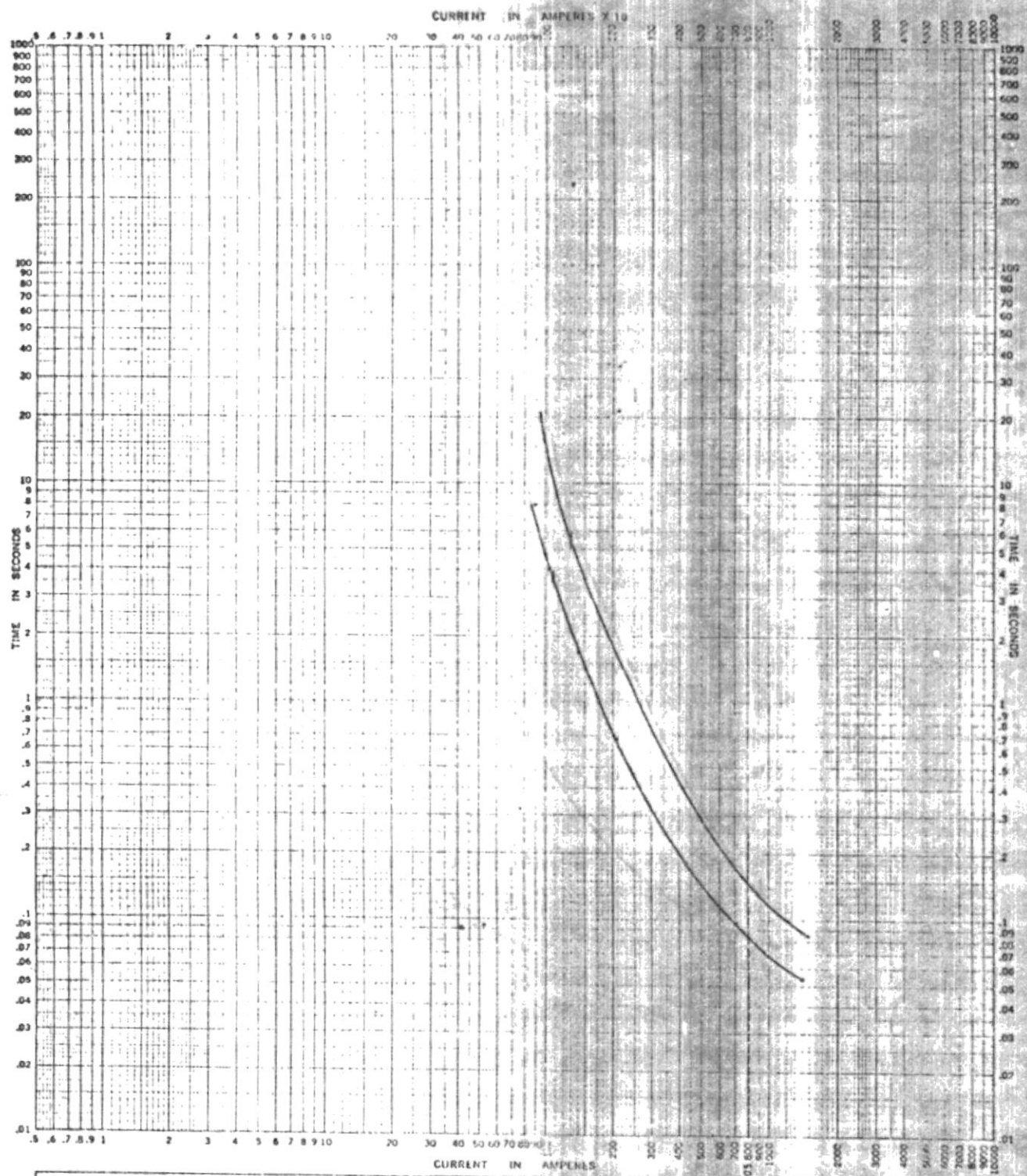
- 1. Tests made at \_\_\_\_\_
- 2. Curves are plotted by \_\_\_\_\_

FUSE CURRENT CHARACTERISTIC CURVES

Fuse links in \_\_\_\_\_  
 (rated) \_\_\_\_\_  
 p.f. starting at 25C with normal load

No. FIG 32  
 Date \_\_\_\_\_





For V.I.B. 760 A. - V.I.B. 700 A. TIME-CURRENT CHARACTERISTIC CURVES

BASIS FOR DATA Standards Fuse Links, In \_\_\_\_\_ Dated \_\_\_\_\_

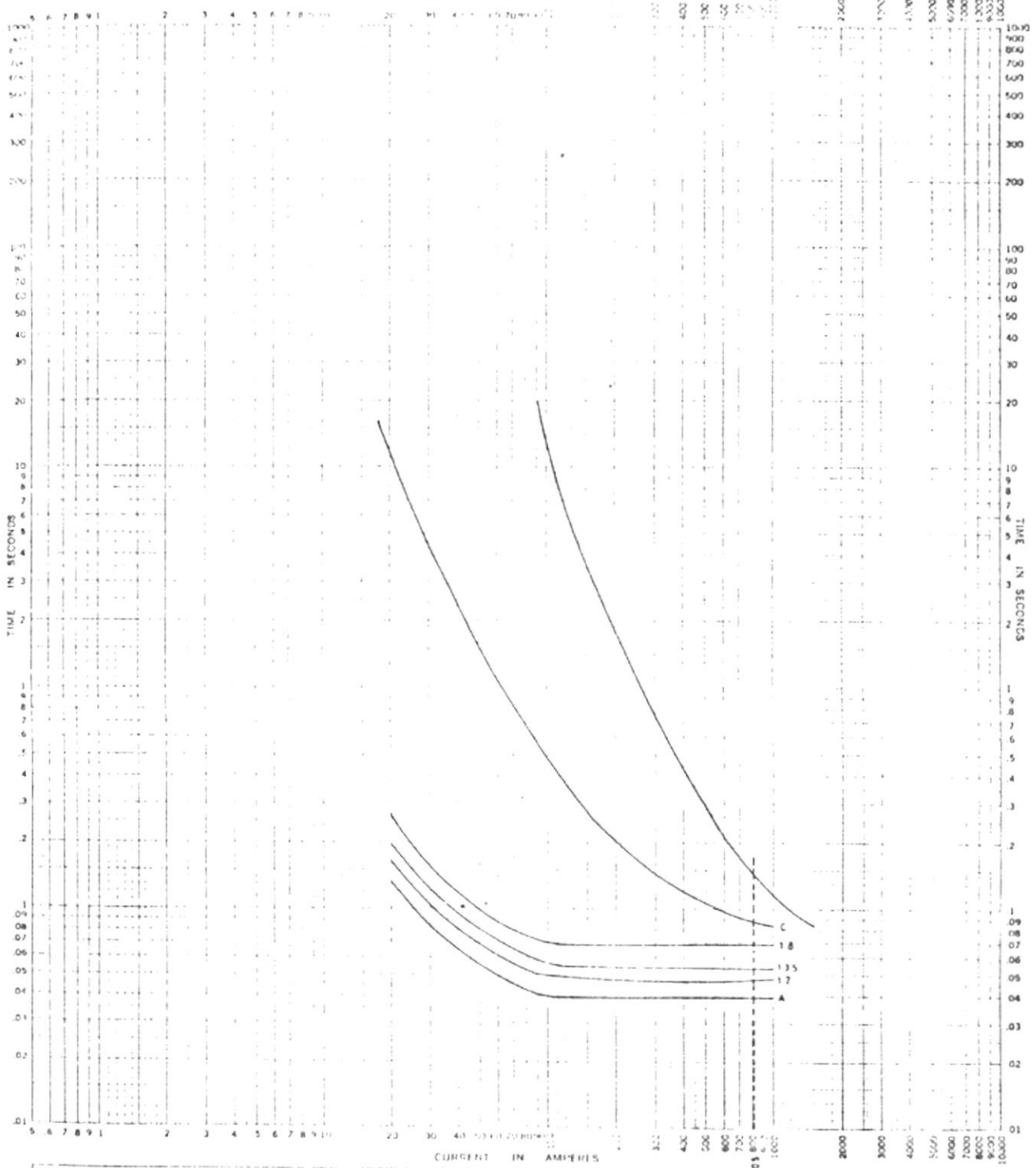
1. Tests made at \_\_\_\_\_ Volts a.c. at \_\_\_\_\_ p.f., starting at 25°C with no initial load

2. Curves are plotted to \_\_\_\_\_ Test points so variations should be \_\_\_\_\_

No. FIG 33

Date \_\_\_\_\_

CURRENT IN AMPERES X 10



For YIP 760 A - RECONNECTOR RE 185 A

BASIS FOR DATA Standards

1. Tests made at \_\_\_\_\_ Volts a.c. at \_\_\_\_\_ p.f., starting at 25°C with no initial load

2. Curves are plotted to \_\_\_\_\_ Test points so variations should be \_\_\_\_\_

Time-Current Characteristic CURVES

Fuse Links: In \_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_

No. **FIG 34**

Date \_\_\_\_\_



For FUSIBLE 65E CON V.I.B. 760 A

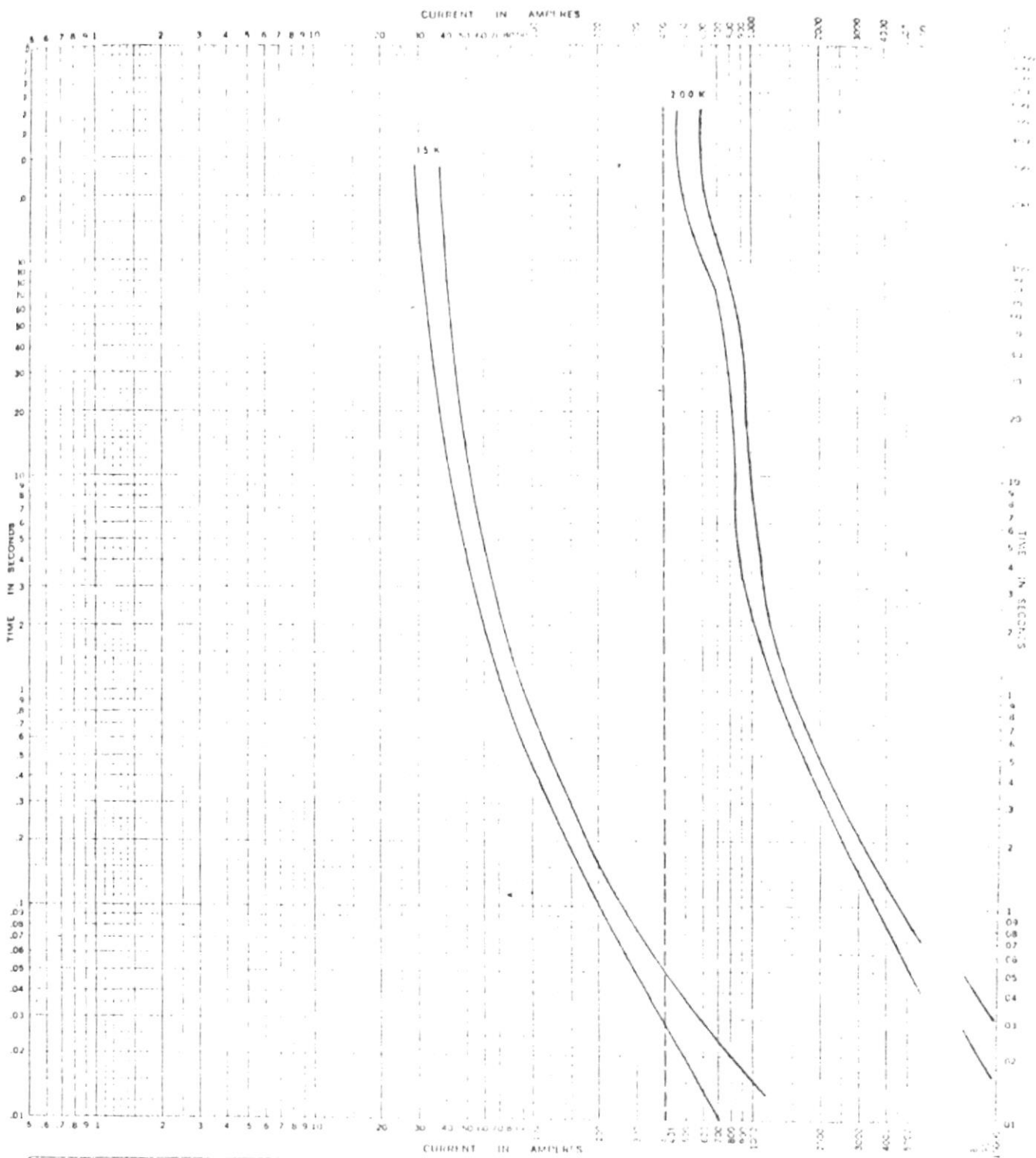
TIME-CURRENT CHARACTERISTIC CURVES  
Fuse Links In

1. Tests made at \_\_\_\_\_ Volts a.c. at \_\_\_\_\_ p.f., starting at 25°C with no initial lead

2. Curves are plotted to \_\_\_\_\_ Text points so variations should be \_\_\_\_\_

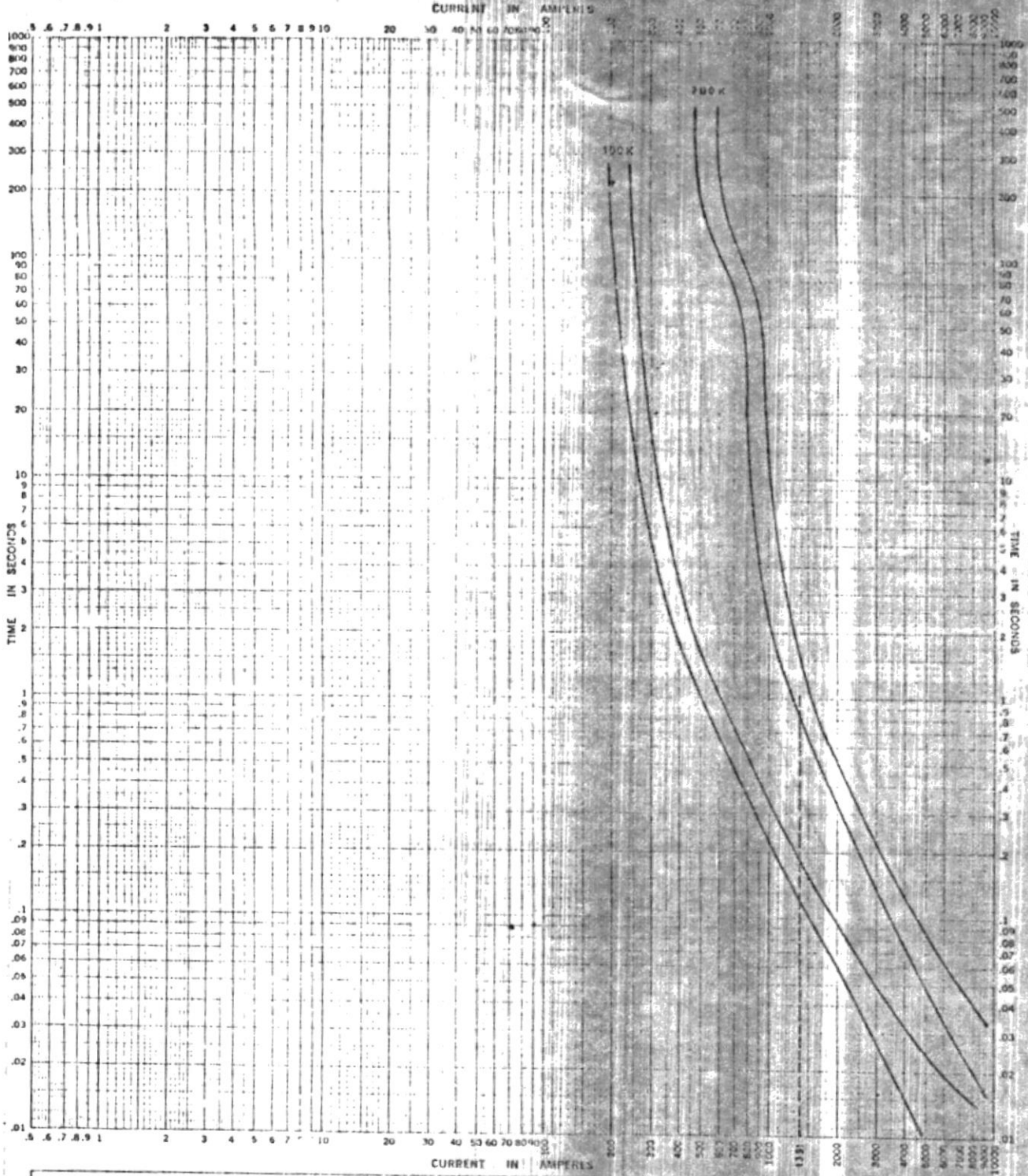
No. FIG 35

Date \_\_\_\_\_



TIME-CURRENT CHARACTERISTIC CURVES  
 FOR COORDINATION FUSIBLE 200K CON 15K  
 BASIS FOR DATA Standards  
 Tests made at \_\_\_\_\_ Volts a.c. at \_\_\_\_\_ p.f. Starting at 25°C with no initial load  
 Curves are plotted to \_\_\_\_\_ Test points as variations should be

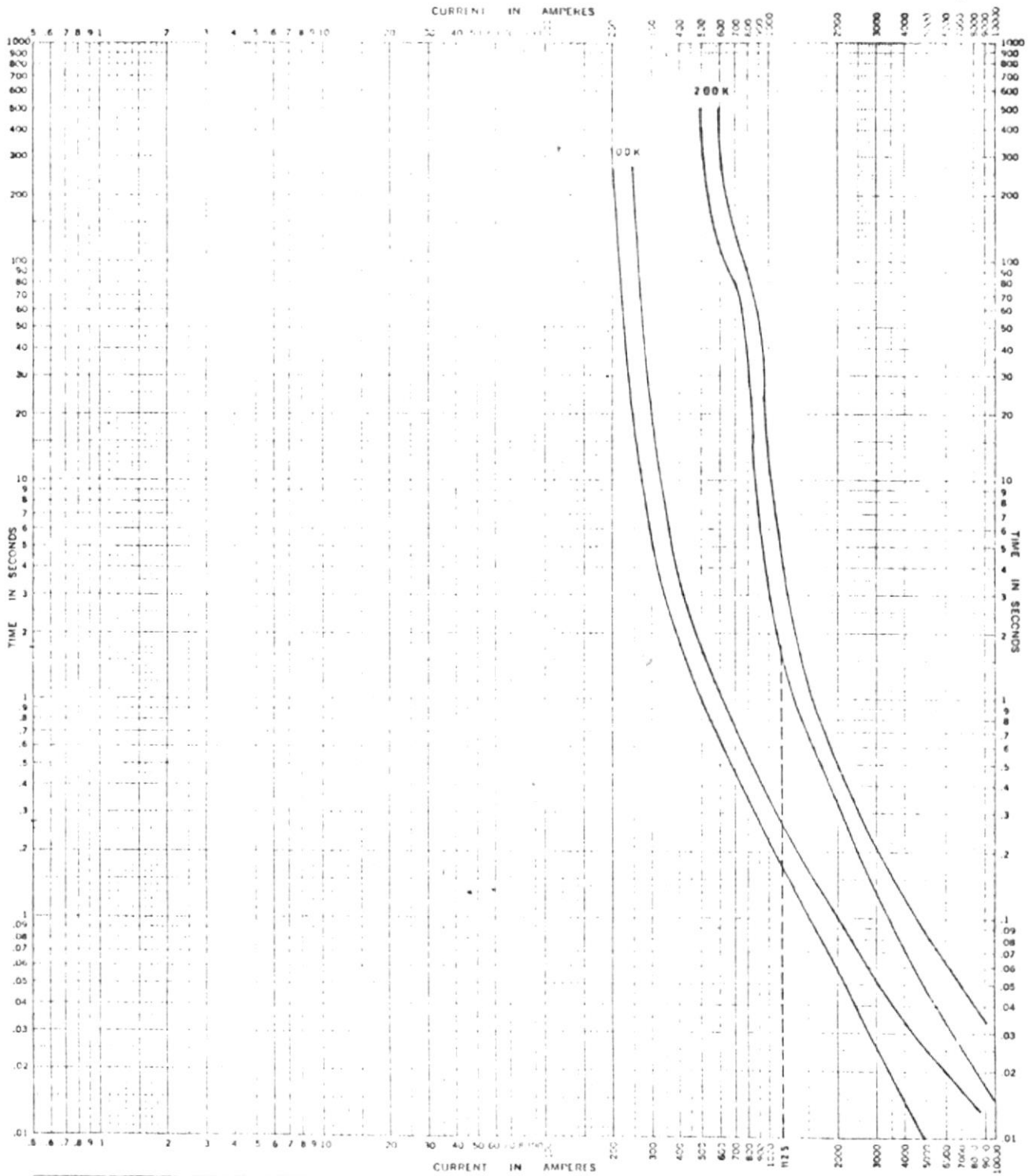
No. FIG 36  
 Date \_\_\_\_\_



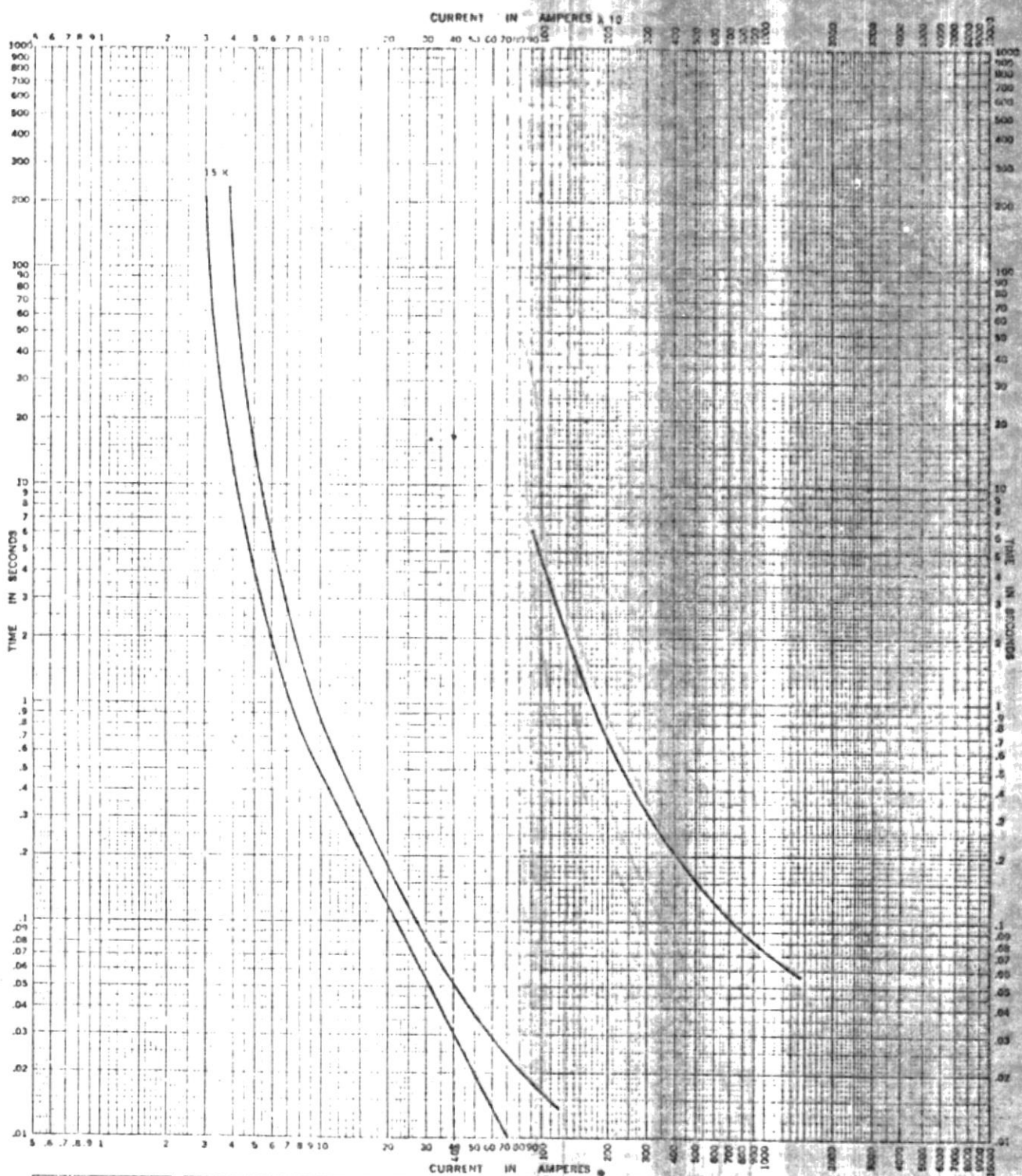
TIME-CURRENT CHARACTERISTIC CURVES  
 For COORDINACION FUSIBLE 200K CON 100K Fuse Links in

BASIS FOR DATA Standards. \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_  
 1. Tests made at \_\_\_\_\_ Volts a-c at \_\_\_\_\_ p.f., starting at 25C with no initial load  
 2. Curves are plotted to \_\_\_\_\_ Test points so variations should be \_\_\_\_\_

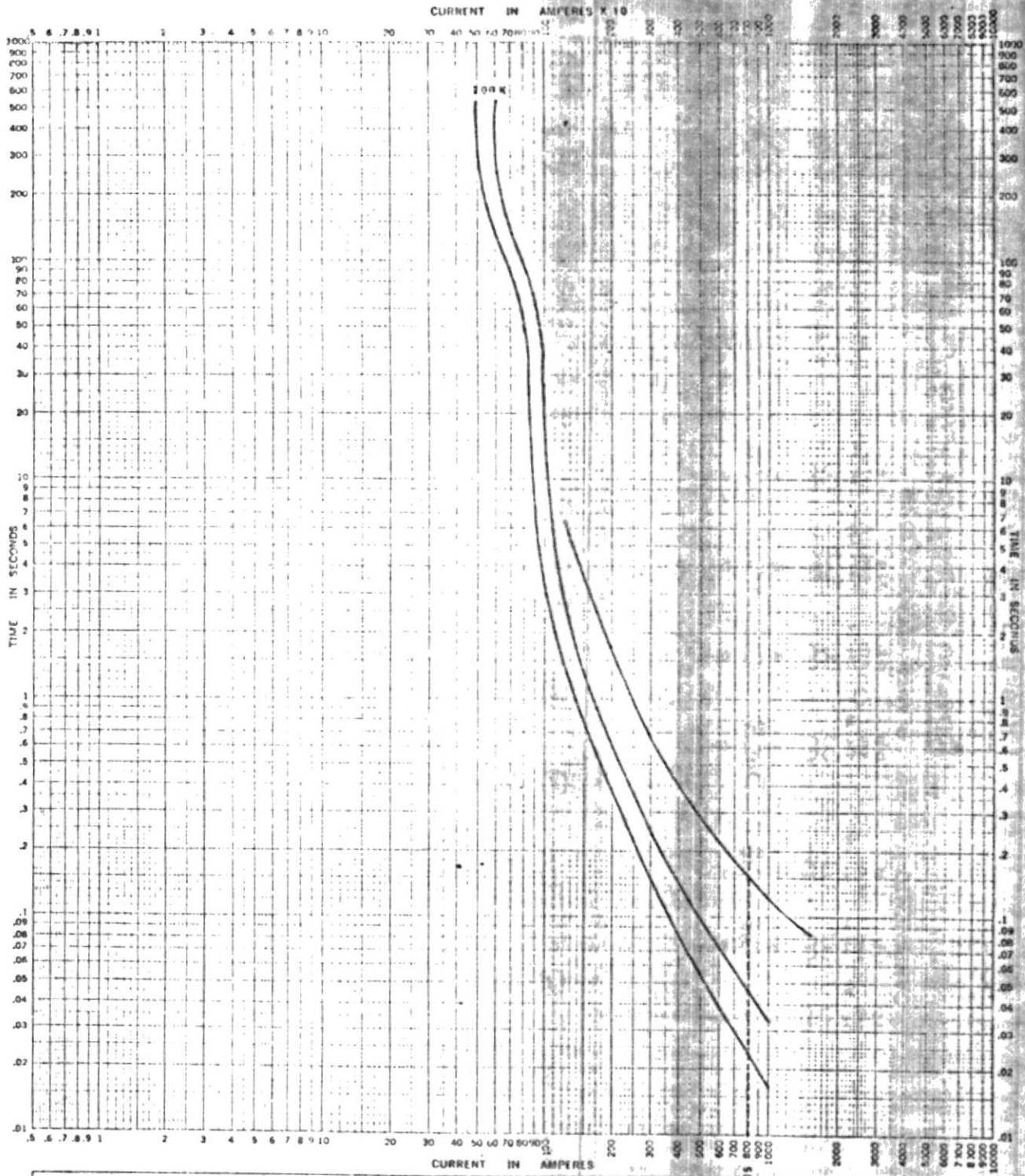
No. FIG 37  
 Date \_\_\_\_\_



TIME-CURRENT CHARACTERISTIC CURVES  
 For COORDINATION FUSIBLE 200K CON 100K Fuse Links in  
 BASIS FOR DATA Standards Dated \_\_\_\_\_  
 1. Tests made at \_\_\_\_\_ Volts a.c. \_\_\_\_\_ p.f., starting at 274C with no initial load  
 2. Curves are plotted to \_\_\_\_\_ Test points so variations should be \_\_\_\_\_  
 No. FIG 38  
 Date \_\_\_\_\_



For **V.I.B. 700 A. FUSIBLE 15 K** TIME-CURRENT CHARACTERISTIC CURVES  
 BASIS FOR DATA Standards. Fuse Links in \_\_\_\_\_  
 1. Tests made at \_\_\_\_\_ Volts a.c. at \_\_\_\_\_ p.f., starting at 25C with no initial load.  
 2. Curves are plotted to \_\_\_\_\_ Test points so variations should be \_\_\_\_\_  
 No. **FIG 39**  
 Date \_\_\_\_\_



For **FUSIBLE 200 K CON V.I.B. 760 A** TIME-CURRENT CHARACTERISTIC CURVES  
 BASIS FOR DATA Standards Fuse Links in \_\_\_\_\_ Dated \_\_\_\_\_  
 1. Tests made at \_\_\_\_\_ Volts a-c at \_\_\_\_\_ p.f., starting at 25C with no initial load  
 2. Curves are plotted to \_\_\_\_\_ Test points so variations should be \_\_\_\_\_  
 No. **FIG 40**  
 Date \_\_\_\_\_





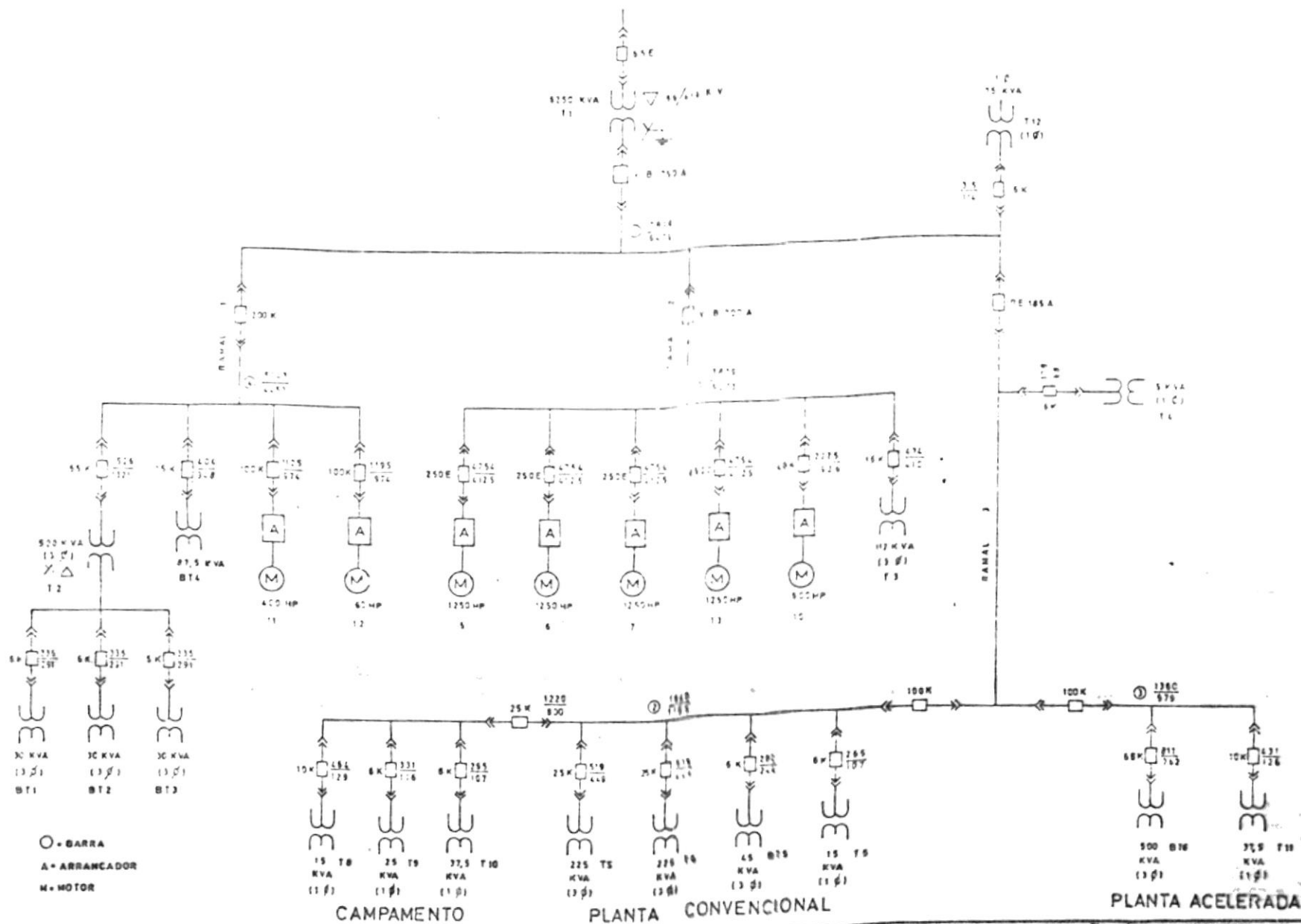
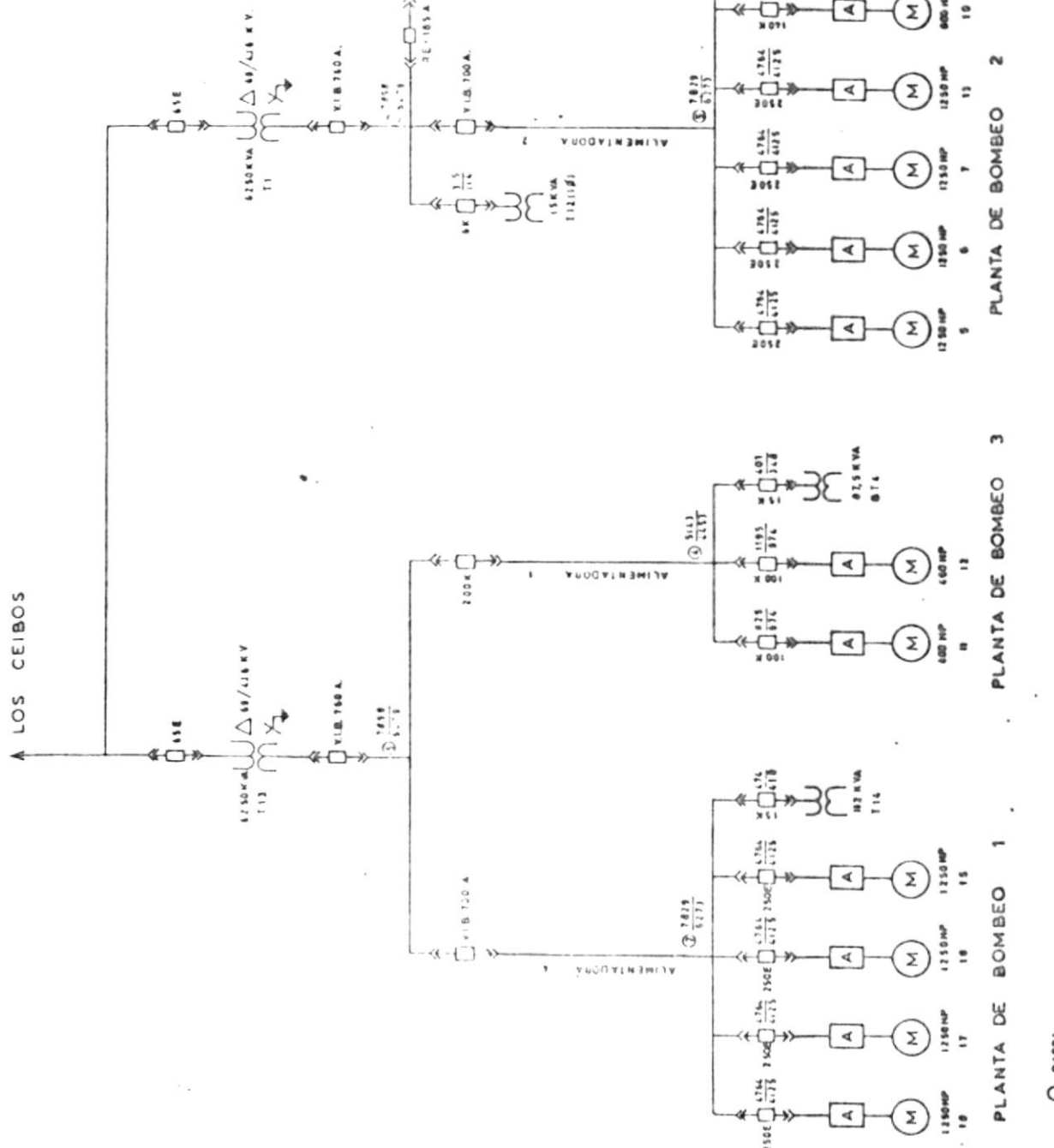
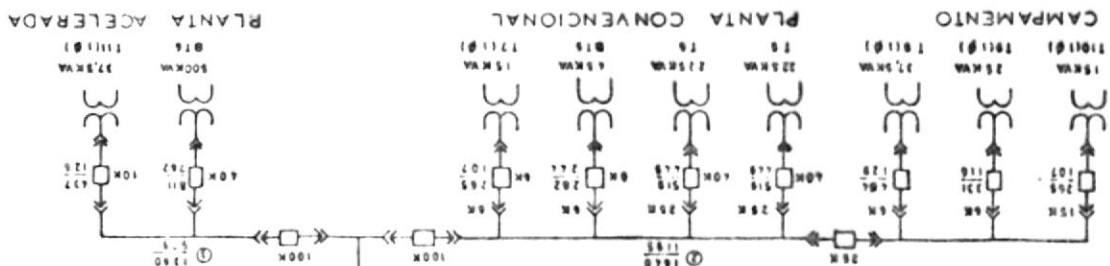


DIAGRAMA DE UNA LÍNEA PLANTA "LA TOMA" AÑO 1982

FIG 41

ROBERTO CARRANZA G.

A LOS CEIBOS



○ - BARRA  
 A - ARRASCADOR  
 M - MOTOR

DIAGRAMA DE UNA LINEA PLANTA "LA TOMA" AÑO 1999

FIG. 42

ROBERTO CARRANZA G.

## T A B L A S

## T A B L A S

	PAG.
1.- CARACTERISTICAS DE LOS GRUPOS DIESEL DE BOMBEO	78
2.- CARACTERISTICAS DE LOS GRUPOS ELECTRICOS DE BOMBEO	79
3.- CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO MAXIMAS Y MINIMAS EN EL SISTEMA	80
4.- PROTECCION MOTORES AUXILIARES PLANTA DE BOMBEO 1	81
5.- PROTECCION MOTORES AUXILIARES PLANTA DE BOMBEO 2	82
6.- PROTECCION MOTORES AUXILIARES PLANTA DE BOMBEO 3	83
7.- PROTECCION MOTORES AUXILIARES PLANTA CONVENCIONAL.	84
8.- PROTECCION MOTORES AUXILIARES PLANTA ACELERADA	85

	PAG.
9.- PROTECCION DE TRANSFORMADORÉS	86
10.- PROTECCION DE BANCOS DE TRANSFORMADORES	87
11.- COORDINACION RAMAL 3, TRANSFORMADOR 1	88
12.- COORDINACION RAMAL 2, TRANSFORMADOR 1	89
13.- COORDINACION PROTECCION DEL TRANSFORMADOR 1, CON SUS ALIMENTADORAS	90
14.- COORDINACION PROTECCION DEL RAMAL 1 DEL TRANSFORMADOR 13	91
15.- COORDINACION PROTECCION DEL RAMAL 4 DEL TRANSFORMADOR 13	92
16.- COORDINACION DEL TRANSFORMADOR 13 CON SUS ALIMENTADORAS.	93

TABLA 1  
 CARACTERÍSTICAS DE LOS GRUPOS DIESEL DE BOMBEO

GRUPO BOMBEO	MARCA	UBICACION	Nº CILINDROS	POTENCIA	R.P.M.	ALTURA BOMBEO	CAPACIDAD
1	WORTHINGTON	PLANTA DE BOMBEO 1	6	540 HP.	375	90 MTS.	30000 M <sup>3</sup> /D.
2	WORTHINGTON	PLANTA DE BOMBEO 1	6	540 HP.	375	90 MTS.	30000 M <sup>3</sup> /D.
3	WORTHINGTON	PLANTA DE BOMBEO 1	6	540 HP.	375	90 MTS.	30000 M <sup>3</sup> /D.
4	WORTHINGTON	PLANTA DE BOMBEO 1	6	540 HP.	375	90 MTS.	30000 M <sup>3</sup> /D.
5	M.W.M.	PLANTA DE BOMBEO 2	8	1200 HP.	900	90 MTS.	52800 M <sup>3</sup> /D.
8	M.G.O.	PLANTA DE BOMBEO 3	16	980 HP.	1180	90 MTS.	52800 M <sup>3</sup> /D.
9	M.W.M.	PLANTA DE BOMBEO 3	8	1080 HP.	900	90 MTS.	52800 M <sup>3</sup> /D.

M<sup>3</sup>/D : Metros cúbicos diarios

TABLA 2

CARACTERÍSTICAS DE LOS GRUPOS ELECTRICOS DE BOMBEO

GRUPO BOMBEO	MARCA	UBICACION	POTENCIA	R.P.M.	VOLT.	AMP.	FASES	ALTURA BOMBEO	CAPACIDAD
6	GENERAL ELECTRIC	PLANTA DE BOMBEO 2	1,250 HP.	885	4,160	163	3	90 MTS.	65,000 M <sup>3</sup> /D.
10	ALLIS CHALMERS	PLANTA DE BOMBEO 2	600 HP.	1,800	4,160	71	3	90 MTS.	30,000 M <sup>3</sup> /D.
11	GENERAL ELECTRIC	PLANTA DE BOMBEO 3	400 HP.	1,800	4,160	45	3	90 MTS.	15,000 M <sup>3</sup> /D.
12	GENERAL ELECTRIC	PLANTA DE BOMBEO 3	450 HP.	1,800	4,160	52	3	90 MTS.	21,000 M <sup>3</sup> /D.

M<sup>3</sup>/D: Metros cúbicos diarios



TABLA 3  
CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO MÁXIMAS  
Y MÍNIMAS EN EL SISTEMA

UBICACION	C.C. MÁXIMA	C.C. MÍNIMA
BARRA 1	8.105 A	6.479 A
BARRA 2	1.640 A	1.195 A
BARRA 3	1.360 A	979 A
BARRA 4	5.143 A	4.453 A
BARRA 5	7.829 A	6.273 A
BARRA 6	8.105 A	6.479 A
BARRA 7	7.829 A	6.273 A
BT1	336 A	275 A
BT2	336 A	291 A
BT3	336 A	275 A
BT4	401 A	348 A
BT5	282 A	244 A
BT6	811 A	762 A
T2	1.526 A	1.321 A
T3	474 A	410 A
T4	108 A	68 A
T5	519 A	449 A
T6	519 A	449 A
T7	265 A	107 A
T8	464 A	129 A
T9	331 A	116 A
T10	265 A	107 A
T11	431 A	126 A
T12	315 A	114 A
M. 400	1.125 A	974 A
M. 460	1.391 A	1.204 A
M. 600	2.225 A	1.926 A
M. 1250	4.764 A	4.125 A

TABLA 4

## PROTECCIÓN MOTORES AUXILIARES PLANTA DE BOMBEO 1

MOTOR		FUNCIÓN	CABLE	F.S.	TERMICO	INTERRUPTOR	
HP	A					DERIV.	ALIM.
10	27	COMPRESOR	6	1.1	29 A **	50 A.	
3	15.4	CRIBA 1	10	1.1	16.5 ** 8.25	30 A.	
1.5	4.8	CRIBA 2	10	1.1	AT-4.8	30 A.	
1.5	4.8	CRIBA 3	10	1.1	AT-4.8	30 A.	
3	15.4	CRIBA 4	10	1.1	16.5 ** 8.25	30 A.	
5	12.8	BOMBA ENF. 1	10	1.1	14.0 **	30 A.	
5	12.8	BOMBA ENF. 2	10	1.1	BE-14	30 A.	
5	12.8	BOMBA ENF. 3	10	1.1	BE-14	30 A.	
5	12.8	BOMBA ENF. 4	10	1.1	BE-14	30 A.	
3	8.2	BOMBA ENF. "A"	10	1.1	BA-9.6	20 A.	
3	8.2	BOMBA ENF. "B"	10	1.1	BA-9.6	20 A.	
0.5	1.6	BOMBA COMB. 1	10	1.1	1.76 **	15 A.	
0.5	1.6	BOMBA COMB. 2	10	1.1	1.76 **	15 A.	
3	8.1	BOMBA DRENAJE	10	1.1	BA-9.6	20 A.	30 A.
1	3	BOMBA VACIO	10	1.1	AP-34	15 A.	
5	14.6	BOMBA ALM. 1	10	1.1	BG-18	30 A.	60 A.
5	14.6	BOMBA ALM. 2	10	1.1	15.4 **	30 A.	

\*\* Termico graduable.

TABLA 5

PROTECCIÓN MOTORES AUXILIARES PLANTA DE BOMBEO 2

MOTOR		FUNCIÓN	ALAMBRE	F.S.	TERM.	ALIMENT.	
HP	A						
4	12	BOMBA DE VACÍO 1	12	1,1	13,2 *	20 A.	40 A.
4	12	BOMBA DE VACÍO 2	12	1,1	13,2 *	20 A.	
4	12	BOMBA DE DRENAJE	12	1,1	13,2 *	20 A.	
4	12	COMPRESOR	12	1,1	13,2 *	20 A.	
15	5	BOMBA DE COMBUSTIBLE	12	1,1	5,5 *	15 A.	
30	7 8	BOMBA DE ENFRIAMIENTO	1	1,1	8,5 *	120 A.	
1	3,5	TECLE	12	1,1	3,8 *	15 A.	40 A.
1	3,5	TECLE	12	1,1	3,8 *	15 A.	
1,5	5	TECLE	12	1,1	5,5 *	15 A.	
1,5	5	TECLE	12	1,1	5,5 *	15 A.	
1,5	5	TECLE	12	1,1	5,5 *	15 A.	
4	12	CRIBA 5	12	1,1	13,2 *	20 A.	

\* Termico graduable.

TABLA 6  
 PROTECCION MOTORES AUXILIARES PLANTA DE BOMBEO 3

MOTOR	HP A.	FUNCION		CABLE	F.S.	TERM.	DERIV.	ALIMENT.
5	15	BOMBA DE	COMBUSTIBLE	10	11	15.5 *	30 A.	
2.5	8	COMPRESOR		12	11	8.8 *	20 A.	
2	3.5	BOMBA DE	VACIO 5	12	11	7.15 *	20 A.	40 A.
2	6.5	BOMBA DE	VACIO 6	12	11	7.15 *	20 A.	

\* Termico graduable.

TABLA 7

PROTECCIÓN MOTORES AUXILIARES PLANTA CONVENCIONAL

MOTOR		FUNCIÓN	CABLE	F.S.	TERMICO	INTERRUPTOR		CABLE
HP	A					DERIV.	ALIM.	
60	150	TANQUE ELE VADO 1	4/0	1.1	165 *	225 A.		
60	150	TANQUE ELE VADO 2	4/0	1.1	165 *	225 A.		
50	125	LAVADO 1	3/0	1.1	137 *	190 A.		
50	125	LAVADO 2	3/0	1.1	137 *	190 A.		
7.5	22	MEZCLADOR RAPIDO 1	10	1.1	BL-25	40 A.	80 A.	3
5	15	MEZCLADOR LENTO 1	12	1.1	BG-18	30 A.		
7.5	22	MEZCLADOR RAPIDO 2	10	1.1	BL-25	40 A.	80 A.	3
5	15	MEZCLADOR LENTO 2	12	1.1	BG-18	30 A.		
10	27	SOBREPRESOR1	8	1.1	B-40	40 A.	110 A.	1
10	27	SOBREPRESOR2	8	1.1	B-40	40 A.		
10	27	ASCENSOR	8	1.1	29.7 *	40 A.	90 A.	2
2	65	CARGADOR BATERIAS	12	1.1	7.15 *	15 A.		
2	6.5	COMPRESOR	12	1.1	B-9.1	15 A.	30 A.	10
1	3.5	VACIO 1	12	1.1	AP-34	15 A.		
1	3.5	VACIO 2	12	1.1	AP-34	15 A.		
5	15	MEZCLADOR RAPIDO 3	10	1.1	B-22	30 A.	60 A.	6
5	15	MEZCLADOR RAPIDO 4	10	1.1	B-22	30 A.		
1.5	5	MEZCLADOR LENTO 3	12	1.1	AT-4.8	15 A.	40 A.	8
1.5	5	MEZCLADOR LENTO 4	12	1.1	AT-4.8	15 A.		

\* Termico graduable.

TABLA 8

## PROTECCIÓN MOTORES AUXILIARES PLANTA ACELERADA

MOTOR HP A.	FUNCIÓN	CABLE	ES.	TERMIC.	DEPRV.	ALIMEN.	CABLE
150 360	BOMBA LAVADO 1	1000 MCM	11	390 *	600 <sub>a</sub>		
150 360	BOMBA LAVADO 2	1000 MCM	11	390 *	600 <sub>a</sub>		
150 360	BOMBA LAVADO 3	1000 MCM	11	390 *	600 <sub>a</sub>		
65 160	SOPLANTE 1	4/0	11	175 *	400 <sub>a</sub>		
65 160	SOPLANTE 2	4/0	11	175 *	400 <sub>a</sub>		
65 160	SOPLANTE 3	4/0	11	175 *	400 <sub>a</sub>		
15 40	SEDIMAT 1	6	11	4.1 *	60 <sub>a</sub>		
3 9	SEDIMAT 1	12	11	9.9 *	15 <sub>a</sub>	150	2/0
3/4 2.8	SEDIMAT 1	12	11	3 *	6 <sub>a</sub>		
15 40	SEDIMAT 2	6	11	4.4 *	60 <sub>a</sub>		
3 9	SEDIMAT 2	12	11	9.9 *	15 <sub>a</sub>	150	2/0
3/4 2.8	SEDIMAT 2	12	11	3 *	6 <sub>a</sub>		
5 15	HIDROPHOR 1	10	11	16.5 *	25 <sub>a</sub>	60	6
5 15	HIDROPHOR 2	10	11	16.5 *	25 <sub>a</sub>		
30 78	SERVICIO 1	2	11	85 *	120 <sub>a</sub>		
30 78	SERVICIO 2	2	11	85 *	120 <sub>a</sub>		
3/4 2.8	TECLE	12	11	3 *	6 <sub>a</sub>		
1/2 2	VENTILADOR	12	11	2.2 *	4 <sub>a</sub>		
1/2 2	DOSIF. CAL. 1	12	11	2.2 *	4 <sub>a</sub>		
1/2 2	DOSIF. CAL. 1	12	11	2.2 *	4 <sub>a</sub>		
1/2 2	DOSIF. CAL. 1	12	11	2.2 *	4 <sub>a</sub>		
1.5 5	DOSIF. SULF. 1	12	11	5.5 *	10 <sub>a</sub>	60	6
1/2 2	DOSIF. CAL. 2	12	11	2.2 *	4 <sub>a</sub>		
1/2 2	DOSIF. CAL. 2	12	11	2.2 *	4 <sub>a</sub>		
1/2 2	DOSIF. CAL. 2	12	11	2.2 *	4 <sub>a</sub>		
15 5	DOSIF. CAL. 2	12	11	5.5 *	10 <sub>a</sub>		
1/2 2	DOSIF. SULF. 2	12	11	2.2 *	4 <sub>a</sub>		
1/2 2	DOSIF. SULF. 2	12	11	2.2 *	4 <sub>a</sub>		
15 5	DOSIF. SULF. 2	12	11	5.5 *	10 <sub>a</sub>		

\* Termico graduable.

Roberto Carranza G.

T A B L A 9  
PROTECCIÓN DE TRANSFORMADORES

SIMBOLOGÍA	FASES	RELACION TRANSFORM.	CONEXION	KVA	Z	FUSIBLE SELECCIONAD	UBICACION
T 1	3	69/4.16 KV.	$\Delta - Y_{\frac{1}{2}}$	6250	10.5%	65 E	SUBESTACION PRINCIPAL
T 2	3	4.16/2.4 KV.	$\frac{Y}{\Delta} - \Delta$	500	3.25%	65 K	PLANTA BOMBEO 1
T 3	3	$\frac{4.16}{0.208-0.12}$ KV.	$\Delta - Y_{\frac{1}{2}}$	112	3%	15 K	PLANTA BOMBEO 2
T 4	1	$\frac{2.4}{0.24-0.12}$ KV.	LÍNEA-NEUT.	5	2%	6 K	ENTRADA CAMPAMENTO
T 5	3	$\frac{4.16}{0.24}$ KV.	$\frac{Y}{\Delta}$	225	4.4%	25 K	PLANTA CONVENCIONAL
T 6	3	$\frac{4.16}{0.24}$ KV.	$\frac{Y}{\Delta}$	225	4.4%	25 K	PLANTA CONVENCIONAL
T 7	1	$\frac{2.4}{0.24-0.12}$ KV.	LÍNEA-NEUTR.	15	1.9%	6 K	PLANTA CONVENCIONAL
T 8	1	$\frac{2.4}{0.24-0.12}$ KV.	LÍNEA-NEUTR.	37.5	2.2%	10 K	CAMPAMENTO FILTROS
T 9	1	$\frac{2.4}{0.24-0.12}$ KV.	LÍNEA-NEUTR.	25	2.2%	6 K	CAMPAMENTO FILTROS
T 10	1	$\frac{2.4}{0.24-0.12}$ KV.	LÍNEA-NEUTR.	15	1.9%	6 K	CAMPAMENTO FILTROS
T 11	1	$\frac{2.4}{0.24-0.12}$ KV.	LÍNEA-NEUTR.	37.5	2.2%	10 K	PLANTA ACELERADA
T 12	1	$\frac{2.4}{0.24-0.12}$ KV.	LÍNEA-NEUTR.	15	1.9%	6 K	SUBESTACION PRINCIPAL
T 13	3	69/4.16 KV.	$\Delta - Y_{\frac{1}{2}}$	6250	10.5%	65 E	SUBESTACION PRINCIPAL

Roberto Carranza G.

T A B L A 10

PROTECCIÓN DE BANCOS DE TRANSFORMADORES

SÍMBOLOGÍA	FASES	RELACION TRANSFORMAC	CONEXION	KVA	Z	ELEMENTOS	FUSIBLE SELECCIONAD	UBICACION
BT 1	3	2.4/0.24 KV.	$\Delta/\Delta$	30	2 %	3x10 KVA	6 K	PLANTA BOMBEO 1
BT 2	3	$\frac{2.4}{0.208-0.12}$ KV.	$\frac{Y}{\Delta}$	30	2 %	3x10 KVA	6 K	PLANTA BOMBEO 1
BT 3	3	2.4/0.24 KV.	$\Delta/\Delta$	30	2 %	3x10 KVA	6 K	PLANTA BOMBEO 1
BT 4	3	$\frac{4.16}{0.24-0.12}$ KV.	$\frac{Y}{\Delta}$	87.5	3 %	2x15 KVA 1x37.5KVA	15 K	TALLERES
BT 5	3	$\frac{4.16}{0.24-0.12}$ KV.	$\frac{Y}{\Delta}$	45	19 %	3x15 KVA	6 K	PLANTA CONVENCIONAL
BT 6	3	4.16/0.24 KV.	$\Delta/\Delta$	500	4 %	3x167 KVA	65 K	PLANTA ACELERADA



TABLA 11

COORDINACIÓN RAMAL 3, TRANSFORMADOR 1

ELEMENTO	ELEMENTO	CORRIENTE	CORRIENTE	TIEMPO	TIEMPO	RANGO	PORCENTAJE
RESPALDO	PROTECTOR	MAX FALLA	CARGA	APERTURA E.P.	MINIMO E.R.	COORDINAC.	TA/TM.
25K	10K	464 A.	9 A.	0.02 S.	0.05 S.	50-680	40 %
25K	6K	331 A.	6 A.	0.017 S.	0.11 S.	37-400	15 %
25K	6K	265 A.	36 A.	0.02 S.	0.17 S.	37-400	11 %
100K	25K	519 A.	31 A.	0.07 S.	0.9 S.	200-1800	7 %
100K	25K	1220 A.	9 A.	0.021 S.	0.16 S.	200-1800	13 %
100K	6K	282 A.	6.25 A.	0.02 S.	8 S.	200-1800	0.25 %
100K	6K	265 A.	36 A.	0.021 S.	66 S.	200-1800	0.03 %
100K	65K	811 A.	70 A.	0.19 S.	0.36 S.	200-3500	5.2 %
100K	10K	431 A.	9 A.	0.023 S.	1.4 S.	200-700	1.6 %
RE 185A 2A - 2C	100K	1640 A.	78 A.	0.14 S.	0.25 S.	460-2000	56 %

E.R: Elemento respaldo

E.P: Elemento protector

TA/TM: Relación tiempo apertura / tiempo mínimo

Roberto Carranza G.

TABLA 12  
 COORDINACIÓN RAMAL 2, TRANSFORMADOR 1

ELEMENTO RESPALDO	ELEMENTO PROTECTOR	CORRIENTE MAX. FALLA	CORRIENTE CARGA	TIEMPO APERTURA ER	TIEMPO MINIMO EP	RANGO COORDINACIÓN	PORCENTAJE TA/TM.
Rel2 CO-11 Tcp.2 dig.1,T.1000/5	250 E	4764 A	163 A.	0.16 S.	0.036 S	250 - 8000	42 %
Rel2 CO-11 Tcp.2 dig.1,T.1000/5	140 K	2225 A	71 A.	0.52 S.	0.09 S.	370 - 8000	5.7 %
Rel2 CO-11 Tcp.2 dig.1,T.1000/5	15 K	474 A.	15 A.	---	0.022 S.	37 - 8000	---

ER Elemento respaldo

EP Elemento protector

TA/TM Relación tiempo apertura / tiempo mínimo

Roberto Carranza G.

TABLA 13  
 COORDINACIÓN PROTECCIÓN DEL TRANSFORMADOR 1 CON SUS ALIMENTADORES

ELEMENTO RESPALDO	ELEMENTO PROTECTOR	CORRIENT MAX.FALLA	CORRIENTE CARGA	TIEMPO APERTURA ER	TIEMPO MÍNIMO EP	RANGO COORDINACTA/TM	PORSENTAL TA/TM
Relé CO-11 Tap: 2.5; dial: 2 T: 1000/5	Relé CO-11 Tap: 2.0; dial: 1 T: 1000/5	8.105	737	0.15 S.	0.084 S.	1000 15.000	17.85 %
65 E	RELE CO-11 RE - 185A. 2A - 2C Tap: 2.0; dial: 1 T: 1000/5	8.105	138	0.15 S.	0.088 S.	200 10.000	17 %
	RELE CO-11 Tap: 2.5; dial: 2 T: 1000/5	8.105	875	0.52 S.	0.15 S.	1.000 15.000	41 %

ER.: Elemento respaldo

EP.: Elemento protector

TA./TM. Relación tiempo apertura / tiempo mínimo

TABLA 14

COORDINACION PROTECCION DEL RAMAL 1 DEL TRANSFORMADOR 13

ELEMENTO RESPALDO	ELEMENTO PROTECTOR	CORRIENTE MAX. FALLA	CORRIENTE CARGA	TIEMPO APERTURA ER	TIEMPO MINIMO EP	RANGO COORDINACION	PORCENTAJE TA / TM
200 K	15 K	401 A.	15 A.	0.05 S.	---	460 - 1150	---
200 K	100 K	1321 A.	51 A.	0.19 S.	0.8 S.	460 - 8000	23 %
200 K	100 K	1125 A.	45 A.	0.27 S.	1.7 S.	460 - 8000	15 %

ER: Elemento respaldo

EP: Elemento protector

TA/TM: Relación tiempo apertura / tiempo mínimo

Roberto Carranza G.

T A B L A 15

COORDINACION PROTECCIÓN DEL RAMAL 4 DEL TRANSFORMADOR 13

ELEMENTO RESPALDO	ELEMENTO PROTECTOR	CORRIENTE MAX.FALLA	CORRIENTE CARGA	TIEMPO APERTURA ER	TIEMPO MINIMO EP	RANGO COORDINAC.	PORCENTAJE T.A./T.M.
V.I.B. 700 RELE CO-11 Tap: 20; dial: 1 T: 1000/5	250 E	4764 A.	163 A.	0.16 S.	0.038 S.	250-8000	4.2%
V.I.B. 700 RELE CO-11 Tap: 20; dial: 1 T: 1000/5	15 K	401 A.	15 A.	—	0.03 S.	37-8000	—

ER.: Elemento respaldo

EP.: Elemento protector

T.A./T.M. Relación tiempo apertura / tiempo mínimo

Roberto Carranza G.

T A B L A 16

COORDINACIÓN DEL TRANSFORMADOR 13 CON SUS ALIMENTADORAS.

ELEMENTO RESPALDO	ELEMENTO PROTECTOR	CORRIENTE MAX.FALLA	CORRIENTE CARGA	TIEMPO APERTURA ER	TIEMPO MÍNIMO EP	RANGO COORDINAC.	PORCENTA T.A./T.M.
VIB. 760 RELE CO-11 Tap: 2.5; dial: 2 T: 1000/5	200 K	8105 A.	108 A.	0.16 S.	0.023 S	500 10.000	69 %
VIB. 750 RELE CO-11 Tap: 2.5, dial: 2 T: 1000/5	VIB. 700 RELE CO-11 Tap: 20, dial: 1 T: 1000/5	8105 A	737 A	0.15 S	0.084 S.	1.000 15.000	17.85 %
65 E	VIB. 760 RELE CO-11 T: 2.5, dial: 2 T: 1000/5	8105 A.	875 A.	0.62 S.	0.15 S.	1000 15.000	41 %

ER Elemento respaldo

EP: Elemento protector

TA/TM. Relación tiempo apertura / tiempo mínimo

## A N E X O S

## A N E X O S

	PAG.
1.- TERMICOS USADOS EN LA PROTECCION MOTORES AUXILIARES DE LA PLANTA DE BOMBEO 1 Y PLANTA DE TRATAMIENTO CONVENCIONAL.	96 - 97
2.- TERMICOS USADOS EN LA PROTECCION MOTORES AUXILIARES PLANTA CONVEN- CIONAL.	93 - 99
3.- LISTA DE TERMICOS USADOS EN LA PRO- TECCION DE LOS GRUPOS ELECTRICOS DE BOMBEO.	100 - 101



## A N E X O 1

TERMICOS USADOS EN LA PROTECCION MOTORES AUXILIARES  
 PLANTA DE BOMBEO 1 Y LA PLANTA CONVENCIONAL

RANGO DE CORRIENTE ( AMP )	SIMBOLOGIA	CORRIENTE OPERACION ( AMP )
0.45 - 0.49	X 0.49	0.56
0.50 - 0.56	Y 0.55	0.63
0.57 - 0.62	Z 0.63	0.72
0.63 - 0.71	A A 0.71	0.796
0.72 - 0.79	A B 0.82	0.90
0.80 - 0.89	A C 0.93	1.0
0.90 - 0.99	A D 1.00	1.13
1.00 - 1.04	A E 1.1	1.25
1.05 - 1.18	A F 1.2	1.31
1.19 - 1.32	A G 1.4	1.49
1.33 - 1.49	A H 1.5	1.66
1.50 - 1.71	A I 1.7	1.88
1.72 - 1.89	A K 1.9	2.15
1.90 - 2.09	A L 2.1	2.37
2.10 - 2.35	A M 2.5	2.63
2.36 - 2.65	A N 2.7	2.95
2.66 - 2.98	A O 3.0	3.32

RANGO DE CORRIENTE ( AMP )	SIMBOLOGIA	CORRIENTE OPERACION ( AMP )
2.99 - 3.35	A P 3.4	3.74
3.36 - 3.75	A R 3.8	4.20
3.76 - 4.21	A S 4.3	4.73
4.22 - 4.71	A T 4.8	5.28
4.72 - 5.33	A U 5.4	5.91
5.34 - 5.94	A W 6.1	6.67
5.95 - 6.63	A X 6.8	7.44
6.64 - 7.52	A Y 7.7	8.30
7.52 - 8.51	A Z 8.5	9.41
8.52 - 9.31	B A 9.6	10.6
9.32 -10.5	B B 11	11.64
10.6 -11.5	B C 12	13.09
11.6 -12.4	B D 13	14.5
12.5 -13.4	B E 14	15.6
13.5 -14.9	B F 16	16.9
15.0 -17.5	B G 18	18.7
17.6 -18.2	B H 19	20.3
18.3 -19	B I 21	25.5
19.1 -20.5	B K 23	23.9
20.6 -22.6	B L 25	25.9
22.7 -25.7	B M 27	28.4
25.8 -28.4	B N 29	32.5
28.5 -32.7	B O 31	35.5
32.8 -35	B R 36	41.4

## A N E X O 2

TERMICOS USADOS EN LA PROTECCION MOTORES AUXILIARES  
PLANTA CONVENCIONAL

RANGO DE CORRIENTE ( AMP )	SIMBOLOGIA
0.31 - 0.33	B - 0.44
0.33 - 0.36	B - 0.51
0.37 - 0.40	B - 0.57
0.41 - 0.48	B - 0.63
0.49 - 0.57	B - 0.71
0.58 - 0.64	B - 0.81
0.65 - 0.70	B - 0.92
0.71 - 0.77	B - 1.03
0.78 - 0.85	B - 1.16
0.86 - 0.99	B - 1.30
1.00 - 1.10	B - 1.45
1.11 - 1.28	B - 1.67
1.29 - 1.41	B - 1.88
1.42 - 1.58	B - 2.10
1.59 - 1.80	B - 2.40
1.81 - 2.03	B - 2.65
2.04 - 2.25	B - 3.00

## RANGO DE CORRIENTE

( AMP )

## SIMBOLOGIA

2.26 - 2.51

B - 3.30

2.52 - 2.85

B - 3.70

2.84 - 3.29

B - 4.15

3.30 - 3.75

B - 4.85

3.76 - 4.22

B - 5.50

4.66 - 5.16	B - 6.90
5.17 - 5.53	B - 7.70
5.54 - 6.09	B - 8.20
6.10 - 6.80	B - 9.10
6.81 - 7.60	B - 10.2
7.61 - 8.35	B - 11.5
8.36 - 9.04	B - 12.8
9.05 - 9.99	B - 14
10.00 - 11.1	B - 15.5
11.20 - 12.3	B - 17.5
12.40 - 13.7	B - 17.5
13.80 - 15.4	B - 22
15.50 - 17.2	B - 25
17.30 - 19.4	B - 28
19.50 - 21.7	B - 32
21.80 - 23.9	B - 36
24.00 - 27.0	B - 40

---

## A N E X O 3

LISTA DE TERMICOS USADOS EN LA PROTECCION DE LOS  
GRUPOS ELECTRICOS DE BOMBEO

SIMBOLOGIA		CORRIENTE DE OPERACION ( AMP )
N	2	0 , 48
N	3	0 , 59
N	4	0 , 74
N	5	0 , 80
N	6	0 , 88
N	7	0 , 97
N	8	1 , 11
N	9	1 , 21
N	10	1 , 32
N	11	1 , 42
N	12	1 , 57
N	13	1 , 73
N	14	1 , 91
N	15	2 , 10
N	16	2 , 31
N	17	2 , 54
N	18	2 , 79

## SIMBOLOGIA

## CORRIENTE DE OPERACION

( AMP )

N	19	3 , 09
N	20	3 , 38
N	21	3 , 70
N	22	4 , 07
N	23	4 , 50
N	24	4 , 90
N	25	5 , 38
N	26	5 , 91
N	27	6 , 48
N	28	7 , 12
N	29	7 , 85
N	30	8 , 68
N	31	9 , 53

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

"TRANSMISION AND DISTRIBUCION" Por: Westinghouse.

FUNDAMENTOS DE INSTALACIONES ELECTRICAS DE MEDIANA Y ALTA  
TENSION Por: Harper.

"ELEMENTS OF POWERS SYSTEM ANALISIS" Por: Stevenson.

CODIGO ELEMENTAL NACIONAL 1.962

ARTE Y CIENCIA DE PROTECCION POR RELEVADORES AUTOMATICOS  
Por: Masson.

SELECCION, APLICACION Y MANTENIMIENTO DE RECONECTADORES  
AUTOMATICOS Por: Mac Graw Edison.

CATALOGO G E H - 3091 C : I C 7160 "LIMITAMP CONTROLLERS"  
Por : General Electric.

CATALOGO G E H - 3177 C : "CUSTOM 8.000 HORIZONTAL INDUCTION  
MOTORS" Por: General Electric.

CATALOGO 6994 : "OUTDOOR DISTRIBUTION BREAKER TYPE V.I.B.  
( Vacuun Circuit Breaker )" Por: General Electric.



CATALOGO 6771 : "METALCLAD SWITCHGEAR COMPONENTS TYPE A M"

Por : General Electric .

CATALOGO G E A - 5664 M : "VERTICAL LIFT - CLAD SWITCHGEAR"

Por : General Electric.



A.F. 141766