



300617  
UNIVERSIDAD LA SALLE

30  
29

ESCUELA DE INGENIERIA  
INCORPORADA A LA U.N.A.M.

DESARROLLO DE UN PROGRAMA PARA LA  
COORDINACION DE PROTECCIONES

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

CON ESPECIALIDAD EN INGENIERIA ELECTRONICA

P R E S E N T A :

RICARDO ARTURO LARA ESEIZA

DIRECTOR DE TESIS

ING. ENNA CARVAJAL CANTILLO

MEXICO, D.F.

TESIS CON  
FALLA LE ORIGEN

1993



## **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.

# INDICE

INTRODUCCION .....	1
--------------------	---

## **CAPITULO 1 COORDINACION DE PROTECCIONES**

1.1 Conceptos Generales .....	1
1.2 Lineamientos Básicos .....	2
1.2.1 Redes Aereas.....	2
1.2.2 Redes Subterráneas.....	4
1.3 Necesidad de un estudio de coordinación.....	7
1.4 Características de un sistema de protección.....	8
1.4.1 Etapa de diseño.....	8
1.4.2 Requerimientos Básicos .....	8
1.4.3 Protección primaria y de respaldo.....	9

## **CAPITULO 2 ELEMENTOS DE PROTECCION**

2.1 Relevadores .....	11
2.1.1 Atracción Electromagnética .....	13
2.1.2 Inducción Electromagnética .....	14
2.1.3 Térmicos .....	15
2.1.4 De estado sólido .....	15
2.2 Interruptores.....	15
2.3 Fusibles.....	17
2.4 Curvas Tiempo-Corriente.....	20

## **CAPITULO 3 METODOLOGIA PARA EL ESTUDIO DE COORDINACION**

3.1 Consideraciones Generales.....	22
3.2 Diagramas unifilares de protección.....	24
3.3 Límites de protección de equipos.....	25
3.4 Protección contra corto circuitos o fallas a tierra.....	29
3.5 Criterios de Ajuste.....	41

**CAPITULO 4  
DISEÑO Y PROGRAMACION DEL ALGORITMO PARA LA  
COORDINACION DE PROTECCIONES**

4.1 Generalidades .....	47
4.2 Estructura del programa .....	47
4.2.1 Coordinación de fusibles .....	48
4.2.2 Coordinación de relevadores .....	49
4.2.3 Coordinación de interruptores .....	50

**CAPITULO 5  
DESCRIPCION DEL PROGRAMA**

5.1 Requerimientos.....	56
5.2 Instrucciones de uso .....	56
5.3 Altas y bajas de los dispositivos.....	57
5.3.1 Fusibles.....	67
5.3.2 Relevadores.....	67
5.3.3 Interruptores .....	68
5.4 Reporte de datos.....	68
5.5 Impresión de datos.....	69

**CAPITULO 6  
CASO PRÁCTICO: APLICACIÓN DE LOS CRITERIOS DE  
COORDINACIÓN EN UNA TORRE DE ENFRIAMIENTO**

6.1 Protección contra falla monofásica .....	70
6.1.1 Diagrama unifilar de la torre de enfriamiento .....	77
6.2 Resultados de la protección contra falla monofásica mediante curvas.....	78
6.2.1. Resultados de la protección contra falla monofásica elaborados manualmente.....	79
6.2.2. Resultados de la protección contra falla monofásica elaborados mediante computadora.....	86

<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>93</b>
---------------------------	-----------

<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>96</b>
--------------------------	-----------

<b>APENDICE.....</b>	<b>97</b>
----------------------	-----------

# INTRODUCCION

La presente tesis tiene por objeto, el desarrollo de un programa que permita visualizar y comparar las curvas tiempo corriente de los dispositivos utilizados para la coordinación de protecciones.

Todos los sistemas eléctricos tienen como propósito común el suministro de energía a los diferentes tipos de usuarios, con características como continuidad, calidad y economía en el servicio. La coordinación de los diversos dispositivos de protección contribuye en gran medida a la continuidad de este, ya que se encarga de reducir el tiempo de las interrupciones en el momento de presentarse alguna falla, ya sea por sobrecarga o por cortocircuito. Para la coordinación de estos dispositivos es importante observar las curvas TIEMPO - CORRIENTE de cada uno de ellos que nos permitiera evaluar su comportamiento; ya que es de gran importancia mencionar que al momento de la coordinación ninguna de las curvas de los dispositivos deben cruzarse entre sí, debido a que esto indicaría una falla de secuencia de disparos entre ellos.

Actualmente el estudio de coordinación de protecciones se realiza en institutos de investigación y empresas dedicadas al asesoramiento y al diseño de proyectos para la industria eléctrica.

Este tipo de estudios son en su mayoría costosos dada la gran cantidad de horas hombre dedicadas al desarrollo de los proyectos. Se requiere de consultar cada una de las curvas proporcionadas por el fabricante y a su vez un dibujante debe de copiar dichas curvas en un papel de tal forma que sea posible su comparación.

Este proceso, además de ser lento ocasiona posibles errores debido a que la lectura e interpretación de las gráficas obtenidas muchas veces puede estar afectada por errores de aproximación. De aquí la importancia de la realización de este programa cuyo propósito es el de proporcionar a la industria eléctrica una herramienta para el estudio y la elaboración de proyectos relacionados con la coordinación de protecciones.

Para poder describir las características, el desarrollo y el diseño del programa, la presente tesis consta de seis capítulos, los cuales se encuentran organizados de la siguiente manera:

En el capítulo 1 se explica de una manera generalizada los orígenes, necesidades y características de una coordinación de protecciones.

En el capítulo 2 se describen todos y cada uno de los dispositivos que se hacen necesarios para la protección contra cortos circuitos y sobrecargas en un sistema eléctrico.

En el capítulo 3 se mencionan los pasos que conforman la metodología para la coordinación de protecciones.

En el capítulo 4 se muestra mediante diagramas de bloques, la forma en la que se encuentra estructurado el programa. Esto se hace detallando cada uno de los procedimientos que se manejan en cada dispositivo.

En el capítulo 5 se proporciona un manual de usuario para poder ejecutar el programa, detallando cada uno de los pasos que se requieren para la correcta operación del mismo.

El capítulo 6 es un ejemplo práctico de una coordinación de protecciones aplicado a una torre de enfriamiento. Aquí se hace una comparación entre las curvas TIEMPO-CORRIENTE de los dispositivos de protección que fueron dibujadas a manualmente, y las curvas TIEMPO - CORRIENTE que aparecen en la pantalla de la computadora.

Finalmente se emiten las conclusiones pertinentes y se proporciona un apéndice que contiene el listado del programa.

# Capítulo 1

## **Coordinación de protecciones**

### **1.1 CONCEPTOS GENERALES**

Tanto la industria como el hogar dependen en gran medida de un suministro adecuado de energía, que permita brindar calidad, economía y continuidad al usuario en el momento que este lo requiera. La coordinación de los elementos de protección contribuye en gran medida a la continuidad del servicio, ya que reduce el tiempo de las interrupciones al aislar la parte averiada del sistema en el momento de presentarse algún tipo de falla.

Una coordinación de protecciones cumple con la función de calcular las características, gamas y ajustes de cada uno de los elementos de protección utilizados contra sobrecorriente, con la finalidad de que estos puedan operar en forma selectiva, rápida y confiable siguiendo una secuencia en determinados intervalos. Su principio se basa en la comparación de las curvas TIEMPO- CORRIENTE de cada uno de los elementos de protección que forman parte de un sistema eléctrico y cuyo objetivo es garantizar su operación en serie al momento de presentarse una falla, desde el punto de utilización, hasta la fuente de donde provienen las corrientes anormales, como son las debidas a sobrecarga y corto circuito. Finalmente, cabe hacer mención que las fallas se pueden presentar tanto en redes aéreas como en redes subterráneas, y que las causas que las ocasionan pueden ser de diversa índole.



## **1.2 LINEAMIENTOS BASICOS**

### **1.2.1 Redes Aéreas**

Estudios estadísticos efectuados en sistemas de distribución aérea, han demostrado que hasta el 95% de las fallas son transitorias.

Las causas típicas de dichas fallas pueden resumirse en:

- a) Conductores que por acción del viento se tocan
- b) Descargas atmosféricas sobre algún aislador
- c) Animales que "puentean" alguna superficie conectada a tierra con o entre los conductores.
- d) Ramas de árboles, antenas, láminas, etc.
- e) Sobrecargas momentáneas que producen ondas de corriente que pueden hacer operar los dispositivos de protección.
- f) Contaminación ambiental
- g) Vandalismo

La experiencia real de fallas ha demostrado que en el primer recierre se elimina hasta el 88% de ellas, en el segundo un 5% adicional y en el tercero un 2% más, quedando un promedio del 5% de fallas permanentes.

Para la ubicación correcta del equipo de protecciones deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

- a) El primer punto lógico a proteger será la salida del alimentador
- b) Idealmente el origen de cada ramal debería considerarse como punto de seccionalización con el objeto de limitar el retiro de servicio al menor segmento práctico del sistema.
- c) Se debe tomar en cuenta la facilidad de acceso al equipo de protección que se instale.
- d) La decisión definitiva sobre el grado de protección debe quedar sujeta a una evaluación técnico-económica que tome en cuenta la inversión inicial en los equipos contra los ahorros en costo y beneficio a largo plazo.

Los factores que deben tomarse en cuenta para la aplicación apropiada del equipo de protección se puede resumir en:

- a) Distancia y calibres de los conductores a lo largo del circuito que se desea proteger.
- b) Voltaje del sistema
- c) Corrientes normales de carga en la ubicación del equipo de protección.
- d) Niveles de falla máximo y mínimo en los puntos que se desea proteger
- e) Valores mínimos de operación

- f) Características operativas (curvas tiempo-corriente) y secuencia seleccionada en los equipos de protección.
- g) En el equipo de protección se deben de considerar ciertos márgenes de capacidad, tales que cubran los futuros crecimientos de carga o probables modificaciones del sistema.
- h) Normalmente, a medida que las distancias desde la subestación aumentan, se utilizan equipos menos caros y menos sofisticados.

Existen dos principios básicos que deben tomarse en cuenta en la coordinación de protecciones

- a) El dispositivo de protección más cercano debe eliminar una falla permanente o transitoria antes que el dispositivo de respaldo, adyacente al lado de alimentación, interrumpa el circuito en forma definitiva.
- b) Las interrupciones del servicio motivadas por fallas permanentes, deben de ser restringidas a una sección del circuito lo más reducido en tiempo y tamaño que sea posible.

### **1.2.2 Redes Subterráneas**

La distribución subterránea de energía eléctrica se ha ido desarrollando cada vez con una mayor intensidad, tanto en la evolución de los materiales empleados para su construcción, como en las técnicas y sistemas utilizados en su diseño.

El objetivo que se persigue al construir una red subterránea es variable en cada caso de aplicación, pero los motivos más importantes de esta decisión se muestran a continuación:

- a) Buscar una mayor continuidad de servicio evitando interrupciones motivadas por contaminación, fenómenos atmosféricos o golpes de vehículos sobre los soportes de una red aérea.
- b) Evitar la saturación de las instalaciones aéreas que por el índice elevado de densidad de carga, originan congestión de postes con el montaje de transformadores en un gran número y conductores aéreos de calibres demasiado gruesos para soportarse en postes de una red común.
- c) Otra causa fundamental que está aunada a la anterior, aún cuando no necesariamente, consiste en buscar una mejor apariencia al evitar tener postes y conductores aéreos que contaminen el ambiente superficial, por una vista antiestética y peligrosa, independientemente de la dificultad que se presenta con árboles y edificios que obstruyen la red aérea.

Como cualquier sistema eléctrico, las redes subterráneas están expuestas a la ocurrencia de fallas, muchas de ellas originadas por problemas diversos, algunos de ellos distintos de los que ocurren en las redes aéreas, y cuyas secuencias pueden crear interrupciones de un mayor tiempo o daño en las instalaciones, cuando éstas o su protección no están debidamente calculadas y diseñadas.

Los principales motivos de fallas en los sistemas subterráneos, que se pueden mencionar son:

- a) Reducción o pérdida del aislamiento debido principalmente a la humedad.

- b) Daños físicos del aislamiento debido a esfuerzos mecánicos.
- c) Esfuerzos eléctricos de sobretensión a que se somete el aislamiento, provocado por voltajes transitorios.
- d) Envejecimiento del aislamiento, producido principalmente por sobrecarga permanente o de poca duración, creado por transitorios eléctricos de corto circuito.

Cada uno de los motivos de falla expuestos, en términos generales, involucran la totalidad de causas de interrupciones o daño en estos sistemas, y por lo tanto deben de ser vigilados para evitar incurrir en ellos.

Como las fallas en los sistemas subterráneos representan casi siempre interrupciones permanentes (dependiendo del sistema empleado) o su duración es generalmente prolongada, es necesario que la protección que se instale sea eficiente para lograr aislar la falla en un tiempo mínimo, evitando mayor daño a la instalación.

Los sistemas de distribución más usuales son los siguientes:

- a) Tres fases cuatro hilos 3F-4H, neutro multiterrizado.
- b) Dos fases tres hilos 2F-3H, neutro multiterrizado.
- c) Una fase dos hilos 1F-2H, neutro multiterrizado.

En las instalaciones subterráneas de tipo comercial, el hilo neutro se instala en forma separada del cable, generalmente con un conductor de cobre multiterrizado, instalado en los mismos ductos de la red.

En las instalaciones del tipo residencial, el hilo neutro está instalado en el propio cable en forma concéntrica al conductor, formado por hilos de cobre estañado desnudo, cableado en forma helicoidal sobre el aislamiento del conductor. En este caso también la instalación se hace multiterrizada y en ambos, se conecta al neutro de la estrella del transformador de potencia de la subestación.

### **1.3 NECESIDAD DE UN ESTUDIO DE COORDINACION**

La necesidad de efectuar un estudio de coordinación se resume en cada uno de los siguientes casos:

*a) Etapa de diseño de un nuevo sistema eléctrico*

Con la finalidad de verificar las características de los equipos eléctricos tales como transformadores, calibres de alimentadores y gamas de dispositivos de protección.

*b) Ocurrencia de falla en una parte del sistema.*

Al presentarse una falla que deje fuera de operación a una gran porción del sistema, es necesario realizar o verificar el estudio de coordinación con el cual se podrá observar, si es necesario efectuar cambios de las capacidades o ajustes en los dispositivos de protección.

*c) En una planta de operación*

Cuando las cargas hayan sufrido cambios considerables debido a la variación de los valores máximos y mínimos de las corrientes de corto circuito.

d) *En el caso que se quiera un alto grado de confiabilidad.*

Finalmente se debe de considerar la necesidad de realizar un estudio de coordinación en aquellos casos en los que se requiera alto grado de confiabilidad por parte del usuario.

## **1.4 CARACTERISTICAS DE UN SISTEMA DE PROTECCION**

### **1.4.1 Etapa de diseño.**

Dentro de esta etapa del sistema de protección es posible eliminar determinados tipos de falla en base a la posición económica de la zona que se desea proteger. Esto se logra a través de esquemas alternos de dispositivos de disparo y recierre, de tal manera que sea posible aislar rápidamente la porción afectada por la falla manteniendo el servicio para el resto del sistema.

Es importante el considerar ciertos márgenes de capacidad en el equipo de protección para futuras modificaciones o aumentos de carga, de manera que se logre la mayor seguridad para las personas que operan las instalaciones, así como los propios equipos.

### **1.4.2 Requerimientos básicos.**

Características de un sistema de protección:

- a) *Confiabilidad.* Indica qué tanto se puede esperar del buen funcionamiento de un sistema.
- b) *Selectividad.* Si se presenta una falla, debe aislarse dentro de la misma zona donde ocurre, tratando así de que no se propague a zonas adyacentes.

- c) *Rapidez de operación.* Cuanto más rápido sea el tiempo de respuesta del equipo de protección, menor será la probabilidad de daño. Sin embargo, el tiempo de respuesta no debe ser extremadamente rápido para que no dispare innecesariamente cuando se presentan transitorios en las líneas, como por ejemplo, una descarga atmosférica y en operaciones de maniobras en el sistema.
- d) *Economía.* Debe buscarse máxima protección al mínimo costo.
- e) *Sencillez.* Es necesario utilizar un mínimo de equipo y de alambrado.
- f) *Precisión.* La protección debe ser capaz de diferenciar una falla por corto circuito de una falla por sobrecarga, así como ignorar algunas anomalías del sistema, como son aportación de corrientes magnéticas de los transformadores evitando así disparos innecesarios.

Ya que generalmente no es posible satisfacer simultáneamente los puntos anteriores, es necesario establecer prioridades atendiendo a las necesidades e importancia de la zona a proteger así como el aspecto económico.

### **1.4.3 Protección primaria y de respaldo**

Debido a la magnitud y complejidad que presentan los sistemas eléctricos, es necesario dividir a éstos por zonas de protección, en donde cada una de ellas cuenta con dispositivos de protección propios a manera de aislar las fallas dentro de la misma zona, a lo que se le llama protección primaria. Cuando por cualquier causa, un elemento del equipo de protección no llega a operar adecuadamente, entonces se hace necesario un sistema alternativo para liberar la falla, lo que da lugar a la protección de



**respaldo, cuya finalidad es evitar que se siga expandiendo la falla, aunque desconecte una gran parte del sistema o zona de falla y zonas adyacentes.**

**En la protección de respaldo deben evitarse con mayor razón los disparos en falso por lo que no es tan rápida ni discriminatoria como la primaria.**

## Capítulo 2

### **Elementos de Protección**

Este capítulo se limitará únicamente a los elementos de protección que se utilizan para evitar sobrecorrientes en los sistemas industriales, como son los relevadores, los fusibles y los interruptores. Esto debido a que existe una gran cantidad de dispositivos de protección. A continuación se describen cada uno de los dispositivos antes mencionados:

#### **2.1 RELEVADORES**

El relevador, como dispositivo de protección, es un elemento diseñado para desconectar una parte de una instalación eléctrica, o bien para activar o conectar una señal de alarma o circuito de protección, en el caso de que se presenten condiciones anormales de operación o de falla.

Los relevadores tardan muy poco tiempo en operar y enviar la señal de disparo en forma oportuna, función que difícilmente podría ser realizada por un operador humano en forma tan eficiente, confiable y rápida.

Es importante mencionar que los relevadores siempre trabajan en conjunto con interruptores, para que sean éstos últimos los que liberen directamente al sistema de una situación dañina, o mediante algún otro dispositivo que únicamente nos dé una señal de alarma cuando el relevador lo indique.

Algunos relevadores funcionan con corriente alterna, y otros lo hacen con corriente directa.

Los relevadores, al igual que todo el equipo de protección en general, *nunca* deben ser alimentados directamente del sistema eléctrico que protegen, sino de sistemas auxiliares, ya que, en el caso de falla, también se provocaría su desconexión.

La clasificación de los relevadores puede realizarse de las siguientes formas:

a) En función a la conexión con sus elementos de detección, clasificándose en:

**Primarios.**- Sus elementos de detección se conectan directamente al circuito que protege.

**Secundario.**- Se conectan al circuito protegido a través de transformadores de corriente.

b) Según la naturaleza del parámetro eléctrico de la cantidad actuante; a la cual el relevador responde; pudiendo ser: Voltaje, Corriente, Impedancia, Frecuencia, Angulo de Fase, Duración o Razón de Cambio.

c) De acuerdo al método de accionamiento que tenga el relevador sobre el interruptor, ya sea:

**En forma directa.**- Si sus elementos actúan mecánicamente para operar el interruptor.

**En forma indirecta.**- Cuando su elemento de control actúa sobre una fuente auxiliar de energía, la que opera al interruptor.

d) Según la función que desempeña el relevador dentro del esquema de protección, clasificándose de esta forma en:

**Principales.-** Responden a cualquier cambio en el parámetro eléctrico al que operan.

**Auxiliares.-** Son aquellos que están controlados por medio de otros relevadores, para efectuar alguna función auxiliar.

**De señal.-** Tienen por función registrar la operación de un relevador por medio de un indicador de bandera (que se enciende o apaga en cuanto se presenta la falla) y puede, simultáneamente, accionar el circuito de una alarma audible para alertar al operador.

e) Según su principio de funcionamiento, se pueden clasificar en:

Atracción electromagnética

Inducción electromagnética

Térmicos

De estado sólido

### **2.1.1 Atracción Electromagnética**

Este tipo de relevador consta de un electroimán alimentado a través de un transformador de corriente. La fuerza generada ejercida sobre el elemento móvil es proporcional al cuadrado del flujo en el entrehierro del electroimán.

Existen dos tipos: de resorte y de émbolo. Algunos funcionan con corriente alterna y otros con corriente directa. Un ejemplo de estos relevadores es el de sobrecorriente instantáneo (designado con el número 50) que opera cuando detecta un excesivo valor de corriente que indica una falla en el equipo o circuito protegido.

## 2.1.2 Inducción electromagnética

Opera bajo el mismo principio del motor de inducción, por lo que sólo funciona con corriente alterna. Este tipo de relevador podría considerarse un motor de inducción de fase auxiliar con contactos. La fuerza actuante se desarrolla en un elemento móvil, generalmente un disco de material no magnético conductor de la corriente, por la interacción de los flujos electromagnéticos con las corrientes que se inducen en el rotor por estos flujos. Un relevador con este funcionamiento es el de sobrecorriente con retardo de tiempo (51), que funciona cuando la corriente en el circuito excede un valor predeterminado; a mayor corriente, menor tiempo de operación y viceversa.

Existe un relevador que combina a los dos anteriormente mencionados, el cual es el 50/51; se indica así debido a que los dos relevadores se encuentran contenidos en una misma caja. La unidad instantánea (50) se ajusta por medio de un tornillo o por medio de un dial (palanca) para dar mayor o menor restricción en el disparo, según se desee. La característica del tiempo inverso (51) se modifica de dos formas: por medio del tap seleccionado puede variarse la corriente mínima de disparo del relevador, y con el ajuste a la palanca se puede variar el tiempo de operación del relevador.

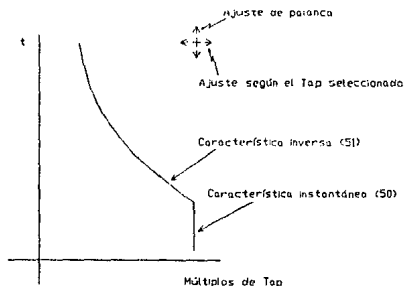


Fig. 2.1 Modificación de la curva de respuesta del relevador

### **2.1.3 Térmicos**

Estos dispositivos (49) constan de elementos térmicos acondicionados con micro interruptores calibrados a temperaturas específicas; se utilizan para arrancar grupos de ventiladores, así como para mandar alguna señal de alarma o de disparo para la desconexión de la carga. En general protegen transformadores de potencia y contra sobrecarga de motores, pudiendo detectar la temperatura del aceite, del devanado o el porcentaje de carga térmica en motores.

### **2.1.4 De estado sólido**

Estos relevadores están fabricados con dispositivos electrónicos. Funcionan con bajas señales de corriente, generadas por sensores instalados en el circuito a proteger y son particularmente útiles bajo ciertas condiciones ambientales o cuando se requiere de un rápido reestablecimiento de la operación de los equipos.

## **2.2 INTERRUPTORES**

Se define al interruptor como un dispositivo de conmutación capaz de conducir, establecer e interrumpir corrientes eléctricas bajo condiciones normales de operación; establecer e interrumpir corrientes eléctricas bajo condiciones anormales especificadas, tales como las de cortocircuito.

Se diseña para abrir o cerrar un circuito eléctrico las veces que se requieran sin causar sobrevoltajes excesivos. Idealmente, el interruptor estando abierto debe ser un perfecto aislante, ofreciendo una impedancia infinita para las otras fases del sistema; estando cerrado debe ser un perfecto conductor con una impedancia cero al flujo de corriente.

En caso de falla los interruptores son los equipos responsables de separar la sección dañada del resto del sistema, para evitar daños de manera que la falla quede aislada y no se extienda hacia la parte no dañada y ésta continúe en operación. Realizan la acción de apertura y cierre de manera electromecánica, utilizando diferentes medios para la extinción del arco eléctrico que pudiese formarse, como son el aire comprimido, gas, aceite y el vacío. Para su operación requieren de equipo auxiliares tales como transformadores de corriente y potencia, sistemas de almacenamiento de energía para apertura y cierre, relevadores y circuitos de control.

Los interruptores se clasifican de acuerdo con su aplicación y características en:

**a) Interruptores de potencia de alta tensión**

Se utilizan para tensiones de 1 kV de voltaje alterno o mayores. La norma ANSI C37.03 los divide en dos grupos de acuerdo al medio en el cual se realiza la interrupción: interruptores en aceite e interruptores sin aceite.

**b) Interruptores de potencia de baja tensión**

Excluye a los de caja moldeada, se utilizan en tensiones menores de 1 kV de corriente alterna. Pueden ser del tipo electromagnético o de estado sólido. Se utilizan como protección secundaria de transformadores que alimentan a los tableros de distribución o en circuitos derivados de los mismos, para cargas mayores de 100 A. También se usan en la protección de circuitos derivados donde las características tiempo - corriente son importantes para efectos de coordinación de protecciones, ya que frecuentemente las características de disparo de los interruptores termomagnéticos no coordinan satisfactoriamente para dar una operación selectiva.

### c) Interruptores de caja modelada o termomagnéticos

Este tipo de dispositivos están contruidos formando una unidad integral en una caja moldeada de material aislante, son de tamaño reducido con apertura y cierre en aire.

Se utilizan en baja tensión para la protección de circuitos derivados de tableros, que alimentan motores, contactos trifasicos , monofásicos y alumbrado. Con ellos se puede obtener una combinación de disparo térmico y disparo magnético instantáneo, proporcionando operación con retardo de tiempo a sobrecorrientes moderadas y operación instantánea para corrientes de cortocircuito.

## 2.3 FUSIBLES

La IEEE define a este elemento como un dispositivo que protege a un circuito mediante un elemento susceptible de fundirse, por el efecto térmico producido por el paso de una corriente de cortocircuito o de sobrecarga, interrumpiendo la circulación de la misma.

Las principales ventajas y desventajas que presentan estos dispositivos son las siguientes:

- a) Resultan muy económicos, por lo que siguen siendo el medio principal de protección contra fallas en muchas aplicaciones.
- b) Es un dispositivo monofásico que únicamente sirve para la fase expuesta a la falla, por lo tanto presentan facilidades para su reposición.



- c) Actúa como un elemento sensor y tiene la capacidad de desconectar, de manera que puede realizar las dos funciones al mismo tiempo.
- d) Puede producir paros innecesarios al sistema, al no poder discriminar entre una falla temporal y una falla permanente. Además, puede fundirse al estar sujeto a ondas de corriente de baja magnitud que lo llegan a debilitar o cambiar sus propiedades.
- e) Sirve para una sola operación, por lo que una vez fundido es necesario reemplazarlo o realizar maniobras para reestablecer el suministro a la zona dañada.

En los fusibles podemos observar tres tiempos característicos:

*Tiempo mínimo de fusión ("Minimum Melting Time", MMT)*

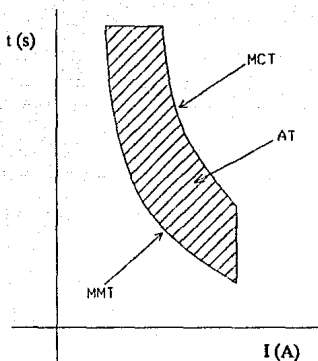
Es el tiempo mínimo de fusión; nos indica el intervalo entre la aparición de la falla y el momento en que el fusible empieza a operar.

*Tiempo de arqueo ("Arcing Time", AT)*

Es el tiempo de arqueo; proporciona la duración del arco eléctrico en el fusible, producido por la interrupción de la corriente.

*Tiempo máximo de limpieza ("Maximum Clearing Time", MCT)*

Es el tiempo máximo de limpieza; establece el tiempo entre la aparición de la falla y la apertura total del fusible. El MCT es igual a la suma del MMT más el AT.



**Fig. 2.2 Tiempos característicos en un fusible**

Para efectos de coordinación de elementos fusibles, deben considerarse los siguientes conceptos:

- a) El elemento fusible no debe operar a causa de la corriente nominal de carga y debe ser capaz de mantener el flujo de corriente de carga máxima sin calentarse ni modificar sus características originales antes de los valores preestablecidos.
- b) Para coordinar sus tiempos de operación con los del equipo en serie adyacente, se debe considerar que para valores cercanos al MMT el fusible perderá sus características de diseño y, aunque no se funda, no se apegará a sus tiempos originales.
- c) La falla no es librada hasta que se rebasa el valor MCT

## 2.4 CURVAS TIEMPO - CORRIENTE

El comportamiento de un dispositivo de protección es la respuesta que de él se obtiene en función de una señal de corriente suministrada de entrada que se representa gráficamente como una línea o una banda en un plano de coordenadas tiempo-corriente. La señal de entrada será el indicador de las condiciones existentes en el sistema eléctrico, en base a las cuales se comportará el dispositivo de protección.

Las curvas de relevadores y fusibles son representadas mediante una sola línea (curva media de operación), a diferencia de los interruptores y algunos fusibles que se grafican por medio de una banda con sus respectivas tolerancias de operación, conocidas como límites máximos y mínimos de interrupción. Generalmente, se utilizan escalas logarítmicas aprovechando la facilidad que proporcionan para manejar gamas muy amplias. Las gráficas se inician en la ordenada de los 1000 segundos correspondiendo con su valor de corriente inicial de disparo, terminándose en el de corriente máxima de corto circuito a la que se sujeta el dispositivo considerado. La región abajo y a la izquierda de las curvas representa el área de no operación, en cambio, la región arriba y a la derecha representa el área de operación (también conocida como de disparo).

Debido a que las fallas por sobrecorriente son de distinta naturaleza y características, es necesario librarlas de diferente forma, pudiéndose elegir dispositivos con características tiempo - corriente diferentes:

- |                           |                 |
|---------------------------|-----------------|
| a) Inverso                | b) Muy inverso  |
| c) Extremadamente inverso | d) tiempo largo |
| e) Tiempo corto           | f) Instantáneo  |

En general, el término inverso significa que, a mayor corriente de falla, será menor el tiempo de disparo. El término instantáneo significa que los dispositivos no tienen retardo de tiempo intencional y funcionan en intervalos de 6 ciclos o menos, como en el caso de fusibles y relevadores de alta velocidad.

Para lograr una correcta protección, en ocasiones es necesario utilizar más de una de las características enlistadas, lo cual es aceptable, incluso algunos dispositivos se diseñan con varias de éstas en forma integral; si no se cuenta con un dispositivo de este tipo, pueden combinarse varios de una sola característica que operen, cada uno, en su respectiva región y en conjunto protejan al sistema en la gama deseada.

Las gráficas tiempo - corriente pueden contener toda la información que se desee, aunque se recomienda incluir únicamente la relacionada directamente con la sección del sistema en estudio para evitar confusión al manejarla.

La información mínima recomendable para una gráfica tiempo - corriente deberá ser la correspondiente a:

- a) Las curvas de los dispositivos de protección
- b) Corrientes nominales
- c) Corrientes de sobrecarga
- d) Corrientes de corto circuito
- e) Límites de protección del circuito
- f) En forma opcional, se recomienda incluir en un pequeño espacio, el diagrama unifilar simplificado de la porción del sistema a proteger, así como las principales especificaciones de sus protecciones para visualizar fácilmente la sección protegida.

# Capítulo 3

## **Metodología para el estudio de coordinación**

### **3.1 Consideraciones Generales**

Es necesario considerar los siguientes puntos al momento de efectuar un estudio de coordinación.

- a) Conseguir todo tipo de información referente a la equipos que se desean proteger.
- b) Mediante el método de la norma IEEE std. 141-1986, realizar un análisis completo de corto circuito del sistema, el cual permita conocer las corrientes de falla trifásica y de línea a tierra en distintos puntos del sistema y en diferentes tiempos.
- c) Elegir los elementos y dispositivos de protección, según los resultados del análisis de cortocircuito, basándose en las normas técnicas de instalaciones eléctricas.
- d) Para la determinación de los límites y ajustes de los dispositivos considerados, realizar diagramas unifilares de protecciones para cada parte del sistema.

- e) Efectuar ajustes de protecciones una vez que se fijan los límites de operación del equipo a proteger, esto mediante las curvas de tiempo-corriente en una operación de prueba-error, para encontrar la mayor selectividad en su operación.

A continuación se describe brevemente el procedimiento para realizar el ajuste de los dispositivos de protección:

Para cada uno de los dispositivos en serie deben de transferirse las curvas tiempo-corriente a una hoja de coordinación logarítmica, para revisarse cuidadosamente en ciertos puntos estratégicos. Si en alguno de estos dispositivos, se nota alguna inconsistencia o existe algún cruce de curvas, entonces se debe recurrir a otros tipos de ajustes y se vuelve a aplicar el procedimiento todas las veces que sea necesario, haciendo esto para cada uno de los dispositivos que se deseen coordinar, hasta lograrlo.

Es recomendable usar dispositivos cuyas especificaciones del fabricante o características sean similares para facilitar la coordinación.

Los tiempos de disparo de las protecciones en serie deberán tener un margen entre una y otra curva, y esto se puede verificar en las gráficas respectivas. La selectividad se verifica cuando las curvas de los dispositivos en serie de niveles de tensión superiores en el sistema superen a las de la curva de los dispositivos de niveles más bajos sin empalmarse.

Es importante además el verificar el cumplimiento de dos condiciones:

- 1.- Las curvas deben de quedar por debajo de los límites de protección de los elementos a los que protegen.

- 2.- Las curvas deben de quedar por encima de los valores transitorios de corriente, como los que se presentan durante los periodos de arranque y magnetización.

Es muy usual para realizar el trazado de las curvas el manejo de plantillas de plástico o acrílico, cortadas de la forma de la curva típica de cada dispositivo a la escala logarítmica empleada.

### **3.2 Diagramas unifilares de protecciones**

La elaboración de estos diagramas en sistemas muy grandes, es muy útil ya que reúne toda la información necesaria para establecer los límites y calcular así los ajustes de las protecciones en el estudio de coordinación; estos deberán mostrar la sección del sistema a la cual se desea proteger, así como los dispositivos de protección utilizados contra sobrecorrientes, con sus respectivas especificaciones. Es imprescindible el tener la siguiente información:

- a) Potencia de todos los equipos
- b) Relación de voltaje, impedancia, conexión y tipo de enfriamiento de los transformadores
- c) Relación de transformación de los transformadores de instrumentación.
- d) Tensiones normales en cada bus
- e) Calibre de los conductores
- f) Capacidad de fusibles e interruptores
- g) Identificación ANSI de los relevadores usados para la coordinación

Es recomendable elaborar una tabla que contenga la marca, tipo y ajustes de los dispositivos que se van a coordinar así como su respectiva identificación en el diagrama unifilar.

### 3.3 Límites de protección de equipos

Antes de coordinar las protecciones es muy importante conocer las características de operación ya sea anormal o en casos de operación normal del equipo que se desea proteger, esto con el fin de marcar las zonas en donde el equipo de protección deberá operar. Es necesario revisar los siguientes puntos:

*Niveles de resistencia del equipo.*- Los equipos tienen ciertos grados de resistencia que no es recomendable sobrepasar, debido al riesgo existente de dañar el equipo.

*Condiciones de operación.*- Los dispositivos de protección deben ajustarse para que no sean sensibles a las corrientes normales de operación. Ejemplos de estas corrientes son las sobrecorrientes permisibles, corrientes a plena carga de arranque y las corrientes de magnetización.

*Requisitos mínimos de protección:* Los códigos y normas técnicas de instalaciones eléctricas fijan los límites dentro de los que deben ajustarse estos dispositivos de protección.

Los equipos que es necesario proteger son generadores, cables, motores, y transformadores.

a) Generadores: Debido a la gran importancia de este elemento, dado que es pieza clave en el suministro, y una falla puede causar una gran cantidad de problemas, los lineamientos para la protección en estos dispositivos son distintos a los de los ya establecidos en el sistema eléctrico. Para efectuar la protección contra sobrecorrientes es necesario consultar las especificaciones recomendadas por el fabricante del generador.



b) Motores: Para realizar la gráfica de la curva tiempo-corriente de operación normal del motor es recomendable utilizar la siguiente regla:

EJE DE ORDENADAS tiempo (s)	EJE DE ABCISAS corriente
$0 < t < 0.1$	Corriente de magnetización
$0.1 < t < 10$	Corriente a rotor bloqueado
$10 < t < 1000$	Corriente a plena carga

Al momento de determinar los límites de protección de los motores debe de considerarse su nivel de resistencia típico conocido como el "tiempo máximo permisible de atascamiento", el cual marca el tiempo en el que el motor puede seguir operando con magnitudes de corriente a rotor bloqueado, justamente en un momento antes de que ocurra un daño, y por regla general este momento se expresa en segundos.

Para motores de 600 volts o menos es necesario una protección contra sobrecarga y contra cortocircuitos o fallas a tierra. A continuación se indican estas consideraciones:

Para los motores mayores de 1 H.P. de régimen continuo y para los motores menores de 1 H.P. que tienen arranque automático, es recomendable el uso de dispositivos de protección contra sobrecarga, y un factor de ajuste que no exceda el porcentaje de la corriente a plena carga que se indica a continuación:

	Factor de ajuste (%)
Motores con factor de servicio mayor a 1.15	125
Motores con elevación de temperatura menor a 40°C	125
Todos lo demás motores	115

Si los valores que se indican no son lo suficientes para que el motor arranque o para conducir su corriente de carga, se consideran los valores inmediatos superiores a los anteriores, sin exceder los siguientes lmites:

	Factor de ajuste (%)
Motores con factor de servicio mayor a 1.15	140
Motores con elevación de temperatura menor a 40°C	140
Todos lo demás motores	130

Los motores de potencia menor a 1 H.P. y que arrancan manualmente así como los motores de servicio no contínuo, pueden ser considerados como protegidos contra sobrecarga por el dispositivo de protección contra cortocircuito o fallas a tierra del circuito derivado, si este no supera los valores indicados en la tabla NEC 430-152 (1987).

**TABLA NEC 430-152 VALORES MAXIMOS DE APLICACION  
DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION  
EN CIRCUITOS DERIVADOS CON MOTORES**

Tipo de motor	PORCIENTO DE LA CORRIENTE A PLENA CARGA			
	Fusible sin retardo de tiempo	Fusible doble elemento con retardo de tiempo	Interruptor con dispositivo instantaneo	Interruptor de tiempo inverso
Monofásicos, todos los tipos Sin letra código.	300	175	700	250
Todos los de C.A., monofásicos, polifásicos, jaula de ardilla y síncrono con arranque a tensión plena resistencia o reactor Sin letra código	300	175	700	250
Letra código F a V	300	175	700	250
Letra código B a E	250	175	700	200
Letra código A	150	150	700	150
Todos los de C.A., jaula de ardilla y síncronos con arranque por autotransformador. No más de 30 amperes Sin letra código	250	175	700	200
Más de 30 amperes Sin letra código	200	175	700	200
Letra código F a V	250	175	700	200
Letra código B a E	200	175	700	200
Letra código A	150	150	700	150
Jaula de ardilla con alta reactancia No más de 30 amperes Sin letra código	250	175	700	250
Más de 30 amperes Sin letra código	200	175	700	200
Rotor devanado Sin letra código	150	150	700	150
Corriente directa (tensión constante). No más de 50HP Sin letra código	150	150	250	150
Más de 50HP Sin letra código	150	150	175	150

### **3.4 Protección contra cortocircuitos o fallas a tierra**

El dispositivo que controla la protección contra cortocircuitos o fallas a tierra del circuito derivado para un motor único debe ser capaz de soportar la corriente de arranque, pero su capacidad no debe de superar los valores máximos permisibles que se encuentran limitados en la tabla 430-132 del NEC (1987). Si dichos valores, no son suficientes para soportar la corriente de arranque del motor, se deben de aplicar ciertas consideraciones extras las cuales se encuentran detalladas a continuación:

a) Para fusibles sin retardo de tiempo que no excedan los 600A, es permisible un incremento que no sobrepase el 400% de la corriente a plena carga.

b) Para fusibles con retardo de tiempo (los de doble elemento), es permisible que su valor sea incrementado sin sobrepasar el 225% de la corriente a plena carga.

c) Para un fusible de 601-6000A será posible el incrementar su valor sin superar el 300% de la corriente a plena carga.

Para los motores cuya corriente es superior a los 600V, es recomendable que el motor debe de ser protegido contra sobrecargas peligrosas y además de fallas en el arranque, y esto se logra por medio de un dispositivo térmico que es sensible a la corriente. Para la protección contra corrientes de falla deben de usarse interruptores o fusibles de capacidad adecuada, siguiendo las recomendaciones que se mencionaron anteriormente.

c) Transformadores: Para poder determinar los límites de protección de los transformadores es necesario realizar las gráficas de las condiciones normales de operación así como las de daño del transformador, que se encuentran determinadas

principalmente por el fabricante: condiciones de diseño, de capacidad y de tipo de transformador.

Se puede mencionar que entre las condiciones normales de operación se encuentran las corrientes a plena carga, cuyo cálculo no representa ningún problema. La corriente de magnetización, también conocido como "punto inrush", y que tiene un tiempo de duración de invariablemente de 0.1 segundos, se usa para transformadores con enfriamientos OA, FA, FOA puede calcularse de acuerdo a la siguiente tabla:

CAPACIDAD	MULTIPLS DE CORRIENTE A PLENA CARGA
kVA < 1500	8
1500 < kVA < 3750	10
3750 < kVA	12

La capacidad de sobrecarga del transformador depende del tipo de enfriamiento que se le proporcione, y el cual puede ser del tipo seco (AA), en aceite (OA), por ventiladores (FA) o por ventilador con circulación de aceite (FOA). También influirá el factor de diseño por temperatura como 55 C de elevación o 55/65 C de elevación. Por lo tanto tomando en cuenta la tabla no. 1 es posible establecer la capacidad de sobrecarga del transformador multiplicando la corriente a plena carga por el factor de enfriamiento y además por el factor debido a elevación de temperatura.

**TABLA 1.FACTORES DE SOBRECARGA DE TRANSFORMADORES**

Tipo	Capacidad kVA				
		Tipo	Factor	Elevación	Factor
Seco	< = 2500	AA	1.00	150°C	1.00
		FA	1.30		
Líquido en centro de carga	< = 2500	OA	1.00	55/65°C	1.12
				65°C	1.00
	< 500	FA	1.00	55/65°C	1.12
				65°C	1.00
	> 500	FA	1.15	55/65°C	1.12
				< = 2000	65°C
	> 2000	FA	1.25	55/65°C	1.12
				< = 2500	65°C
Líquido en subestación primaria		OA	1.00	55°C	1.00
				55/65°C	1.12
		FA	1.33	55°C	1.00
				55/65°C	1.12
		FOA	1.67	55°C	1.00
				55/65°C	1.12

La curva ANSI, representa el límite máximo de protección del transformador y establece las características que deben de cumplir los devanados para soportar, sin resultar dañados, los esfuerzos térmicos y magnéticos causados por un corto circuito en sus terminales considerando periodos definidos. La curva está determinada por la capacidad, impedancia y conexión de los devanados del transformador, además influye en la impedancia equivalente del sistema y la probabilidad de incidencia de fallas.

### 3.3 Categorías de Transformadores

kVA nominales de placa (devanado principal)		
Categoría	Monofásicos	Trifásicos
I	5-500	15-500
II	501-1,667	501-5,000
III	501-1,667	5,001-30,000
IV	Arriba de 10,000	Arriba de 30,000

Dependiendo de la categoría se obtienen los valores de tiempo y corriente de acuerdo a la siguiente tabla , aplicando un factor de multiplicación según la conexión de los devanados del transformador (Factor ANSI, tabla 5).

### 3.4 Factores de Multiplicación

Punto	Categoría del transformador	Tiempo (s)	Corriente (A)
1	I	$T_1 = 1250 Z_{T2}$	$I_1 = \text{FANSI} (I_{\text{nom}}/Z_T)$
	II	$T_1 = 2$	$I_1 = \text{FANSI} (I_{\text{nom}}/Z_T)$
	III,IV	$T_1 = 2$	$I_1 = \text{FANSI}(I_{\text{nom}}/Z_T + Z_s)$
2	II	$T_2 = 4.08$	$I_2 = 0.7 I_1$
	III, IV	$T_2 = 8.00$	$I_2 = 0.5 I_1$
3	II	$T_3 = 2551 Z_{T2}$	$I_3 = I_2$
	III,IV	$T_3 = 5000 (Z_T + Z_S)^2$	$I_3 = I_2$
4	TODAS	$T_4 = 50$	$I_4 = 5 \text{ FANSI}(I_{\text{nom}})$

Donde:

$Z_T$  = Impedancia del transformador en p.u. a los kV<sub>BASE</sub>

$Z_S$  = Impedancia del sistema en p.u. a los kV<sub>BASE</sub>

$I_{\text{nom}}$  = Corriente nominal del transformador con enfriamiento tipo OA

FANSI = Factor de multiplicación ANSI



**CURVAS DE CATEGORIAS  
DE TRANSFORMADORES**

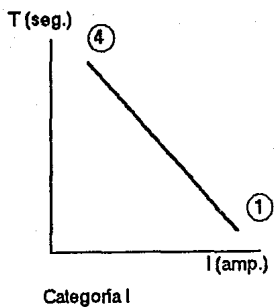


Fig. 3.4 Categorías de transformadores

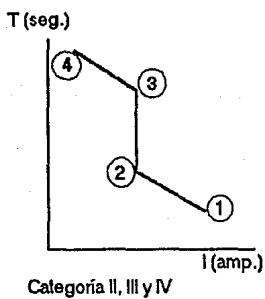


Fig. 3.5 Curva de categorías

### 3.5 Factor ANSI

Conexión	Factor ANSI
$\Delta$ - $\Delta$	0.87
$\Delta$ -Y	0.58
$\Delta$ -Y	0.87
Y-Y	0.58
Y-Y	1.0
Y-Y	0.87
Y-Y	1.0
Y- $\Delta$	1.0
Y- $\Delta$	1.0

El punto NEC. es el punto máximo de ajuste que se recomienda para los dispositivos de protección contra sobrecorriente de las transformadores, y se encuentra graficado en la escala de los 1000 segundos. En el artículo 450 del NEC (1987) se indican las diferentes consideraciones para las capacidades y ajustes de los dispositivos de protección, los cuales son múltiplos de la corriente a plena carga como son:

- Si el voltaje en el primario es igual o menor a 600V, es necesario emplear una protección primaria ajustada a no más del 125% de la corriente a plena carga cuando no se tiene protección secundaria y de 250% si se tiene, en cuyo caso, la protección del secundario debe de estar ajustada a no más del 125%.
- Si el voltaje en el primario es mayor a 600V y no se tiene ningún tipo de protección secundaria, es necesario el uso de un interruptor o de un fusible en el lado primario, seleccionado a no más del 300%, en el caso del interruptor, o a no más del 250% para el caso del fusible y en ambos casos, de la corriente primaria del transformador (450-3.a NEC-1987).
- Si el transformador cuenta con protecciones en ambos lados, los requisitos que se deben de tomar en cuenta para calcular los límites de operación de los dispositivos dependen de la impedancia nominal del transformador, del voltaje primario y secundario y del tipo de protecciones. Los múltiplos de la corriente a plena carga se encuentran en la tabla 450-3.a.2 del NEC(1987).

**TABLA 450-3 a.2 NEC-(1987)**

**Máximos ajustes de los dispositivos de sobrecorriente para transformadores arriba de 600V en el primario, con proteccion de sobrecorriente en ambos lados**

	PRIMARIO		SECUNDARIO		
	Arriba de 600 V		Arriba de 600 V		600 V o menos
Impedancia Nominal del transformador	Ajuste del interruptor	Gama del fusible	Ajuste del interruptor	Gama del fusible	Ajuste del interruptor o gama del fusible
Menor o igual a 6%	600%	300%	300%	250%	250%
Mayor a 6% y menor a 10%	400%	300%	250%	225%	250%

Cables.- La protección y límites de los conductores se determina en base a la capacidad de corriente, que depende de las características térmicas y de las condiciones particulares de cada uno de los conductores.

Los máximos valores de tiempo-corriente que cada uno puede tolerar sin riesgo de que sufran daños, se obtienen las curvas típicas que determinan cada uno de los fabricantes.

Según la norma del IEEE std 242-1986, se encuentra la capacidad de corriente de cortocircuito del cable según la siguiente fórmula:

para cobre:

$$\left(\frac{I}{CM}\right)^2 \cdot t \cdot F_{ac} = 0.0297 \log_{10} \frac{T_f + 234}{T_o + 234}$$

para aluminio:

$$\left(\frac{I}{CM}\right)^2 \cdot t \cdot F_{ac} = 0.0125 \log_{10} \frac{T_f + 228}{T_o + 228}$$

Donde:

I = corriente de cortocircuito en amperes

CM = área del conductor en circular-mils

t = tiempo de cortocircuito en segundos

F<sub>ac</sub> = relación del efecto piel ("skin") o de corriente alterna a directa

T<sub>o</sub> = temperatura máxima de operación

T<sub>f</sub> = temperatura mínima de operación

Cuando la curva característica del dispositivo de protección queda por debajo de la curva de daño del cable, es posible lograr una protección; y según las condiciones de instalación y del factor de carga dependerá la capacidad de sobrecarga de los dispositivos.

**Factores de Multiplicación para conversión de resistencia en DC a una  
resistencia en AC a 60 Hz**

Tamaño	Factor de multiplicación			
	Para cables con cubiertas no metálicas en aire o conduit no metálico		Para cables con cubiertas metálicas o todos los cables en raceways metálicos	
	Cobre	Aluminio	Cobre	Aluminio
Hasta 3 AWG	1	1	1	1
2	1	1	1.01	1.01
1	1	1	1.01	1.00
0	1.001	1.000	1.02	1.00
00	1.001	1.001	1.03	1.00
000	1.002	1.001	1.04	1.01
0000	1.004	1.002	1.05	1.01
250 MCM	1.005	1.002	1.06	1.02
300 MCM	1.006	1.003	1.07	1.02
350 MCM	1.009	1.004	1.08	1.03
400 MCM	1.011	1.005	1.10	1.04
500 MCM	1.018	1.007	1.13	1.06
600 MCM	1.025	1.010	1.16	1.08
700 MCM	1.034	1.013	1.19	1.11
750 MCM	1.039	1.015	1.21	1.12
800 MCM	1.044	1.017	1.22	1.14
1000 MCM	1.067	1.026	1.30	1.19
1250 MCM	1.102	1.040	1.41	1.27
1500 MCM	1.142	1.058	1.53	1.36
1750 MCM	1.185	1.079	1.67	1.46
2000 MCM	1.233	1.100	1.82	1.56

Es necesario tomar en cuenta las siguientes consideraciones para diseñar la protección contra sobrecorriente:

Es necesario remitirse a las tablas de capacidad, para el caso de cables alimentadores de 600V o menos, para limitar la corriente, indicadas en normas técnicas, considerando factores por agrupamiento y por elevación de temperatura.

En el caso de cables alimentadores de más de 600 V, se toma en cuenta el uso de un fusible con capacidad en amperes contínuos que no exceda tres veces la capacidad de conducción de corriente del conductor que se está estudiando, o un interruptor que tenga ajuste de desconexión de no más de 6 veces la capacidad de corriente del conductor, de acuerdo al artículo 240-100 de NEC(1987).

### **3.5 Criterios de ajuste**

Es recomendable el fijar criterios para poder determinar los ajustes necesarios al momento de diseñar dispositivos de coordinación. A continuación se describen algunos de ellos.

**A) Ajustes para protección contra sobrecorriente en acometidas, alimentadores con carga diversa y transformadores.**

#### **Protección instantánea de sobrecorriente (50)**

Si la impedancia en transformadores o líneas aéreas no es lo suficientemente grande como para limitar la corriente de falla, entonces se debe evitar el uso de relevadores instantáneos. Si existen otros relevadores instantáneos en serie con los cuales se deban



de coordinar, entonces su uso si es recomendable. También en los alimentadores principales una protección instantánea es poco recomendable, debido a la imposibilidad de coordinarla con los relevadores instantáneos de las demás ramas. Pero en el caso en el que se considere, deberá de ajustarse un poco arriba de la carga normal del bus y de la contribución de corriente momentánea de los motores. En el caso de relevadores instantáneos, para su ajuste se usan los valores que se encuentran proporcionados por el estudio de cortocircuito (2da red).

#### Protección de sobrecorriente con retardo de tiempo (51).

El mínimo ajuste de los relevadores de sobrecorriente con retardo de tiempo en una acometida o alimentador que cuente con diversas cargas (incluso uno o más motores), debe de estar por encima de la carga pico esperada en el circuito, que usualmente será el total de la corriente de arranque del motor mayor más la suma de la corriente nominal de los demás motores o circuitos. Cuando los motores del circuito arranquen simultáneamente, es entonces cuando esta consideración se hace válida.

Cuando los relevadores de esta clase se encuentren protegiendo a transformadores, los ajustes se deberán realizar con las recomendaciones planteadas anteriormente.

#### Protección 50/51n contra fallas a tierra.

Este relevador es energizado por la corriente residual que se encuentra de tres transformadores de corriente localizados en cada fase, y de los que recibe únicamente el flujo de corriente residual desbalanceada al ocurrir alguna falla a tierra. Se pueden ajustar a niveles de corriente bajos para ofrecer buena sensibilidad durante situaciones de falla a tierra.

### Interruptores Electromagnéticos.

Este tipo de interruptores tienen como característica su uso como protecciones secundarias de los transformadores que se encuentran alimentados a los CCM y a su vez para protección de centros de cargas. Los ajustes disponibles son: Tiempo diferido largo (L), tiempo diferido corto (S), instantáneo (I) y de protección contra fallas a tierra (g).

Tiempo diferido largo (L).- Este tipo de ajuste se realiza para proteger al transformador contra sobrecarga, y es permisible que el transformador funcione por tiempos cortos con sobrecargas no mayores a las indicadas en la tabla 1 mencionada anteriormente, una sobrecarga mayor ocasionará el disparo del interruptor. En el caso de que protegiera un centro de carga, el ajuste se hace considerando la capacidad del interruptor del motor de mayor tamaño, más la suma de las corrientes nominales del resto de la carga.

Tiempo diferido corto (S).- Este ajuste se hace para proteger al transformador contra corto circuito, tomando como base el siguiente cálculo:

$$MC = 6 \frac{I_{nom}}{I_{int}}$$

Donde:

MC = Múltiplo corto

$I_{nom}$  = corriente nominal

$I_{int}$  = Corriente nominal del interruptor

Dependiendo de los dispositivos ya ajustados, el múltiplo seleccionado puede diferir del calculado.

Instantáneo (I).- Este ajuste al igual que el anterior, se efectúa para proteger al transformador de sobrecorrientes, para ello es necesario conocer el valor de la corriente de falla momentánea en el "bus", y con este valor se determina el múltiplo de ajuste. En algunos casos es necesario bloquear o cancelar el instantáneo cuando no es posible su coordinación con algunos de los demás dispositivos.

Protección contra fallas a tierra (G).- Para este tipo de ajustes se recomienda el uso del múltiplo más bajo disponible en la unidad.

#### **b) Ajustes para protección contra sobrecorriente en motores**

##### Protección térmica de sobrecarga (49)

En ajustes de relevadores térmicos de sobrecarga es permisible que el motor supere sobrecargas de una valor y duración que no lo dañen. Además es recomendable una corriente nominal de disparo de 115 a 125% de la corriente a plena carga.

##### Protección instantánea de sobrecorriente (50)

Es requisito general para los relevadores instantáneos utilizados en la protección de motores, que sean ajustados tan bajo como sean posibles, pero que no operen durante el periodo de arranque del motor. Ya que este tipo de relevadores pueden ser afectados por la componente de corriente directa, el valor de la corriente de magnetización debe multiplicarse por un factor de 1.5 a manera de tener en cuenta la magnitud de la corriente asimétrica que pudiera presentarse. Por último es de gran importancia el agregar un factor de seguridad del 10 al 25 por ciento.

### Protección de sobrecorriente con retardo de tiempo (51)

Cuando se protejan motores se debe hacer un ajuste de este tipo de relevadores dentro de una gama de 150 a 175 por ciento de la corriente del motor a plena carga.

### Protección de sobrecorriente contra fallas de línea a tierra (50G y 50N)

Es recomendable el calibrar al nivel de disparo más bajo disponible, menor al 50 por ciento de la corriente de falla de línea a tierra, tomando en cuenta las observaciones del fabricante del relevador.

### Interruptores termomagnéticos

Estos dispositivos permiten combinar la protección contra sobrecorriente (disparo térmico) y la protección contra sobrecarga (disparo magnético). Los ajustes se realizan mediante las consideraciones establecidas en la tabla NEC 430-152. El disparo térmico es comunmente no ajustable después de la instalación, mientras que el disparo magnético tiene la opción de ser o no ser ajustable dependiendo del fabricante.

## 3.6 Márgenes de coordinación

Cuando se desee graficar las curvas de los dispositivos de protección para realizar la coordinación, debe tomarse en cuenta que no van a operar todos los dispositivos al mismo tiempo, si no que van a seguir una secuencia de operación, en intervalos previamente establecidos. Estos márgenes de tiempo se requieren debido a las características de operación de cada una de las protecciones para asegurar su protección secuencial correcta.

De acuerdo a la norma IEEE std. 242-1986, para coordinar los disparos de las protecciones en serie, se deberá tomar en cuenta un margen de tiempo usualmente de 0.3 segundos.

En caso de que se coordinen relevadores de sobrecorriente con retardo de tiempo, el intervalo podrá distribuirse de la siguiente manera:

Tiempo de apertura del interruptor	(5 ciclos) 0.08 s
Sobrecarrera	0.10 s
Factor de seguridad	0.12 - 0.20 s

Cuando se coordinen relevadores de estado sólido se elimina la sobrecarrera. El margen permitido entre un relevador y el dispositivo de protección que le antecede, (como en el caso de un fusible o de un interruptor de bajo voltaje con disparo de acción directa), se requiere únicamente de la sobrecarrera del relevador y del factor de seguridad considerado, debido a que el tiempo de apertura de los contactos del interruptor ya se incluyen en la curva tiempo- corriente del dispositivo.

## Capítulo 4

# **Diseño y programación del algoritmo para la coordinación de protecciones**

### **4.1 Generalidades**

En este capítulo se detalla la forma en la que se encuentra conformado el programa de coordinación de protecciones de línea a tierra.

La programación del mismo se llevó a cabo en lenguaje Pascal, y al ser este un lenguaje estructurado, el manejo de este se realiza en base a procedimientos que pueden ser utilizados en cualquier otra rutina.

### **4.2 Estructura del programa**

Todas las pantallas que forman parte del programa cuentan con un marco de dos colores (verde y naranja), el cual puede tener dos tamaños. El primer marco, que es el más pequeño, se diseñó por medio del procedimiento "MARCO", y el segundo, que es el marco más grande, se hizo con el procedimiento "MARCON".

La pantalla que tiene como fin ser la portada del programa contiene un mensaje de introducción. Dicha rutina se encuentra contenida en el procedimiento "HI". En el procedimiento "SIGUE" se encuentra un mensaje en cual tiene como objetivo dar a conocer el contenido y la función del programa.

La siguiente pantalla es controlada por el procedimiento "PRINCIPIO" que de lo que se encarga es de tomar los valores de la corriente de falla y voltaje, con los que se va a trabajar el programa, para que más tarde estos muestren los límites de las curvas de los dispositivos de protección.

El menú principal, que es la base de la distribución del programa, se encuentra coontenido en el procedimiento "INICIO". En este punto, se encuentran como opciones posibles cinco diferentes valores de entrada de datos (Figura 4.1):

<u>Valor de Entrada</u>	<u>Salida</u>
1	Menú de Fusibles
2	Menú de Relevadores
3	Menú de Interruptores
4	Dispositivos Graficados
5	Salir

Dependiendo del valor escogido, se ejecutan diferentes rutinas:

#### **4.2.1 Coordinación de Fusibles**

Con el número 1, es la subrutina FUSIBLE, la que entra en funcionamiento. Para ello se solicita al usuario los datos de Marca, tipo y clase del dispositivo deseado, que

se encuentren datos de alta en dicho menú. Una vez que se eligió el fusible, la rutina compara los datos que el usuario tecleó, contra los datos que se encuentran almacenados en el archivo FUS.DB. En caso de que se encuentren los datos del archivo, estos pasarán al procedimiento "COORDENADA X" y "COORDENADA Y", en el cual las coordenadas del fusible se transformarán de decimales a logarítmicas.

Después los datos en coordenadas logarítmicas alimentarán al procedimiento "INICIO" en el cual se graficará, la curva del fusible que se eligió (Figura 4.2).

#### **4.2.2 Coordinación de relevadores**

Eligiendo el valor número 2 del menú principal se da inicio a la coordinación de relevadores en el procedimiento "CALCULO", el primer valor que se solicita, es el de la corriente con la que se va a trabajar en el bus.

Después el programa calcula el valor de la sobrecarga sumando un 15% del valor de la corriente inicial. En seguida se pasa al procedimiento "RELA" en el cual se pregunta la relación de transformación del transformador (RTC), que al dividir la carga, da como resultado el valor del tap. Se tienen 17 posibles rangos divididos en pantallas que se despliegan mostrando al usuario todos los valores posibles; la primera se encuentra diseñada en el procedimiento "RANGOS1" y la segunda en el procedimiento "RANGOS2". Una vez que se escogió el rango que tiene el valor que más se aproxima al valor del tap, el programa aparece inmediatamente al menú de los relevadores que cumplen con las características escogidas. Se tienen 12 opciones de pantallas diferentes, que van del procedimiento "TIPO 0" al procedimiento "TIPO 11". De aquí se pasa al procedimiento "OPCIONES", en el cual se toma la lectura de los datos del relevador elegido, como son Marca, Tipo, Clase y Dial. Una vez capturados estos valores se realiza una comparación de datos con el archivo "RELES.DB" de



manera que se encuentren las coordenadas que correspondan al relevador que se desea graficar.

Una vez que se han encontrado los datos del relevador se prosigue al procedimiento "ASIGNAR", en donde se multiplican todas las coordenadas del relevador por un factor que resulta de la multiplicación del valor del TAP por la RTC.

A continuación los datos obtenidos pasan a los procedimientos "COORDENADA X" y "COORDENADA Y". Como anteriormente se mencionó, es en estos procedimientos se transforman las coordenadas decimales en logarítmicas, de manera que estos datos pasen al procedimiento "LIN", para que finalmente la curva del relevador pueda ser graficada (Figura 4.3).

#### **4.2.3 Coordinación de interruptores**

Con la opción número 3, comienza la coordinación de interruptores con el procedimiento "INTOP". Aquí se encuentran almacenados diferentes valores de corriente con los que se desea trabajar en el bus. Una vez elegido el valor de la corriente se despliega en la pantalla, las cuatro posibilidades de dials que pueden ser escogidas.

Además se tienen catorce diferentes pantallas, las cuales se encuentran almacenadas en los procedimientos "CLASE", que van desde "CLASE 1" hasta "CLASE 2".

El valor del dial servirá como múltiplo afectando las ordenadas de la coordenada del interruptor. En seguida se pasa al procedimiento "MINTER" en el cual se encuentra almacenada el menú de todos los interruptores que se encuentran dados de alta en el programa.

La lectura de los datos del interruptor como son Marca, tipo y tiempo, se realiza en el procedimiento "GINTER". En él se comparan los datos del interruptor elegido con los que se encuentran almacenados en el archivo INTER.DB.

Una vez localizadas las coordenadas que corresponden a este dispositivo se prosigue a los procedimientos "COORDENADA X2" y "COORDENADA Y2" que se encargan de transformar las coordenadas decimales del interruptor en coordenadas logarítmicas del dispositivo, se procede a graficar la curva del interruptor mediante el procedimiento "LIN" en donde se unirán los once puntos necesarios para graficar dicha curva (Figura 4.4).

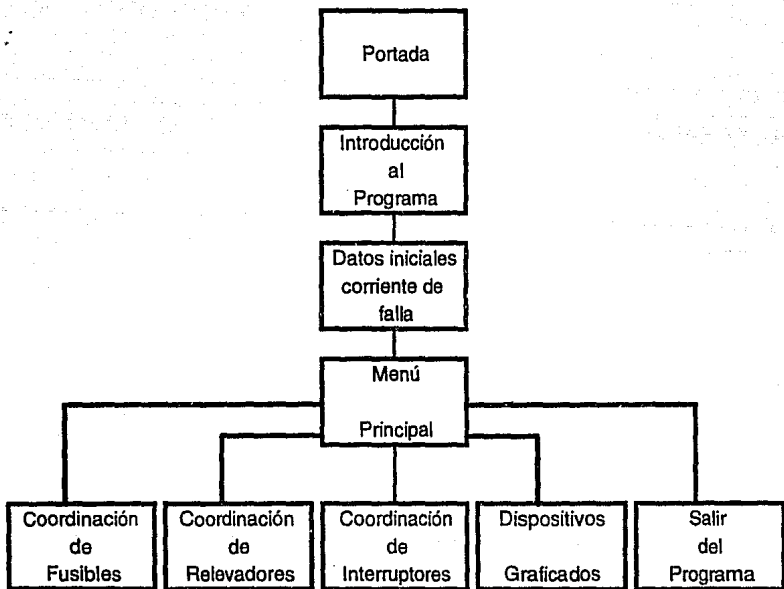


Figura 4.1 Diagrama de Bloques General

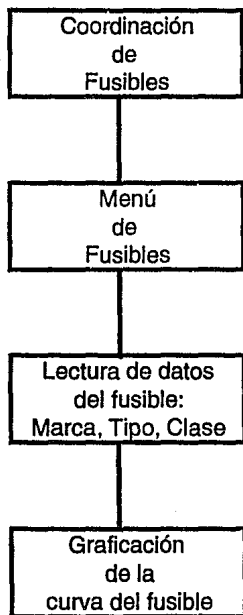


Fig. 4.2 Diagrama de bloques de Coordinación de Fusibles

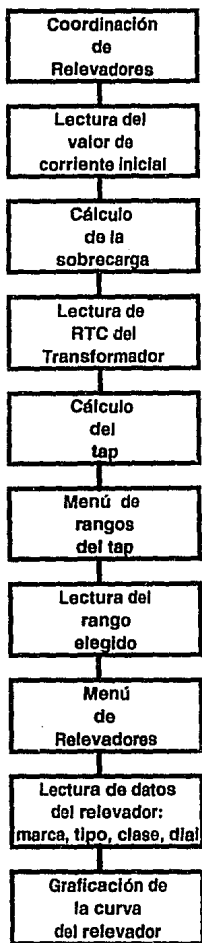


Figura 4.3 Diagrama de Bloques de coordinación de relevadores

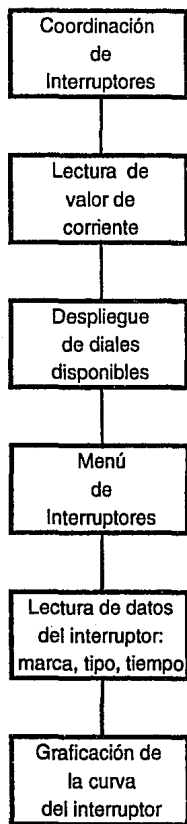


Figura 4.4 Diagrama de bloques de coordinación de interruptores

## Capítulo 5

### **Descripción del programa**

#### **5.1 REQUERIMIENTOS**

Para poder emplear este programa es necesario contar con una computadora IBM PC o compatible, con un mínimo de 640Kb de memoria RAM y con una unidad de disco como mínimo. Así mismo se debe de contar con un sistema operativo ver. 3.0 en adelante. Se deben de tener todos los archivos de datos de los dispositivos que se desee coordinar, y finalmente, es necesario contar con 2 archivos de respaldo, que deben de encontrarse en el misma ruta de acceso (path) en la que se piensa ejecutar el programa. Dichos archivos llevan por nombre COORDINA.PAS, que permite la realización de las gráficas, y REPORTE.DAT que permite brindar al usuario un reporte de todos los dispositivos con los que se trabajó, indicando además la fecha y hora en que se elaboró, para motivos de control y registro.

#### **5.2 INSTRUCCIONES DE USO**

Para motivos de presentación, la forma en que el manual le indica al usuario lo que debe de teclear, se indica entre "brackets" (< >).

Una vez instalado el programa ejecutable junto con los 2 archivos de respaldo, encienda su computadora, y después de teclear la fecha y hora (sólo si lo requiere),

teclea en el "prompt" el nombre ejecutable del programa. Dicho ejecutable lleva por nombre fruta2.exe (no es necesario teclear la extensión ".exe").

Ejemplo: Si el programa se encuentra cargado en disco duro "C" y en un subdirectorio llamado "programa", entonces la secuencia de pasos a seguir es la siguiente:

```
c: > cd \programa < enter >
```

```
c: > fruta2 < enter >
```

Después del proceso de carga en la memoria de la computadora del programa, aparece en pantalla la portada del programa. Como se indica en la pantalla, para continuar es necesario oprimir <ENTER>. A continuación la siguiente pantalla, desplegará una breve explicación del programa. Al oprimir la tecla de <ENTER> se continúa a la siguiente pantalla, en la cual primeramente se pregunta la corriente de falla con la que se va a trabajar (Figura 5.1).

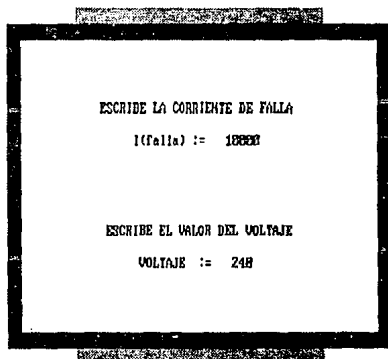


Figura 5.1 Datos Iniciales

CONTINUA SIGUE



Una vez puesto el dato, al oprimir la tecla de <ENTER> se solicita el voltaje con el que es alimentado el sistema. Al terminar con <ENTER> de introducir los datos se continúa hacia el menú principal.

## MENU PRINCIPAL

El menú principal consta de cinco opciones mediante las cuales se puede hacer la coordinación del dispositivo deseado, observar las gráficas de los mismos o bien salirse del programa si así se desea (Figura 5.2).

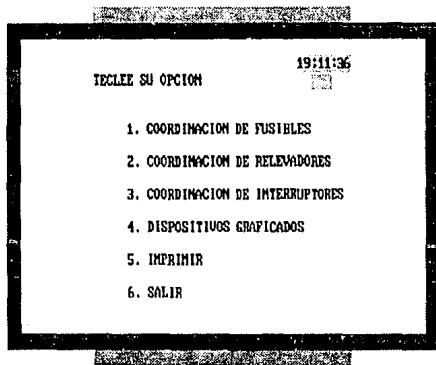


Figura 5.2 Menú Principal

Cabe hacer mención que el menú principal contiene un reloj en la parte superior derecha, que únicamente servirá para indicar al usuario la hora en la que se encuentra trabajando. Para continuar se requiere de apretar el número de la opción escogida e inmediatamente después aparecerá la pantalla elegida.

## Módulo 1: COORDINACION DE FUSIBLES

Si la selección del usuario es el número uno en el menú principal, entonces se despliega en pantalla un archivo que tiene contenido información sobre todos los fusibles que se encuentran dados de alta (Figura 5.3).

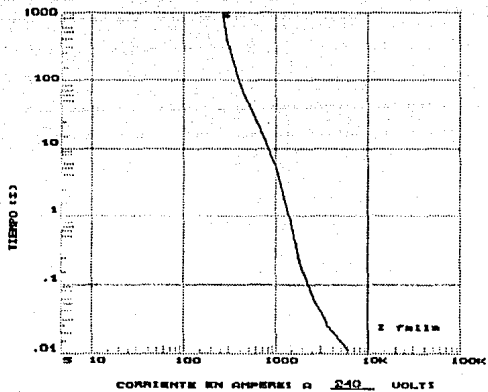
MENU DE FUSIBLES				ESCRIBIR LOS DATOS DEL FUSIBLE SELECCIONADO			
MARCA	TIPO	CLASE		MARCA	TIPO	CLASE	
				GLD	RKS	45A	
A.	GLD	RKS	39A	M.	GLD	RKS	225A
B.	GLD	RKS	35A	N.	GLD	RKS	258A
C.	GLD	RKS	49A	O.	GLD	RKS	308A
D.	GLD	RKS	45A	P.	GLD	KS	38A
E.	GLD	RKS	58A	Q.	GLD	KS	68A
F.	GLD	RKS	68A	R.	GLD	KS	108A
G.	GLD	RKS	108A	S.	GLD	KS	208A
H.	GLD	RKS	118A	T.	GLD	KS	408A
I.	GLD	RKS	125A	U.	GLD	KS	608A
J.	GLD	RKS	158A	V.	DRW	DR	48A
K.	GLD	RKS	175A	U.	DRW	DR	168A
L.	GLD	RKS	208A				

[ ← ] CORRIGIR

OTRO SIGUE

Figura 5.3 Menú de fusibles

Esta información contiene datos como marca, tipo y clase del fusible a utilizar. Al terminar de visualizar la pantalla con un <ENTER>, se da entonces la opción de selección del fusible a usar, mediante la alimentación en el cuadro de diálogo correspondiente en el cual se pregunta la MARCA, el TIPO y la CLASE del fusible elegido. Finalmente al escribir los datos del fusible únicamente resta oprimir la tecla de <ENTER> y el fusible será graficado (Figura 5.4).



FUSIBLES  
 0010 ORG  
 0010 ORG  
 0010 ORG

Figura 5.4 Gráfica del fusible

## Módulo 2.- COORDINACION DE RELEVADORES

Ahora bien si la selección del usuario es la tecla número 2 entonces es posible manejar el módulo de coordinación de relevadores.

El primer dato que se le solicita al usuario es el valor de la corriente, con la que va a trabajar el relevador. La forma en la que se debe de introducir el dato, es mediante el cuadro de diálogo correspondiente, tecleando el valor de la corriente en amperes (Figura 5.5). Al terminar de introducir el valor y darle entrada con la tecla de <ENTER>, entonces el programa calcula el valor de la sobrecarga, es decir el valor máximo de corriente que el relevador soporta.

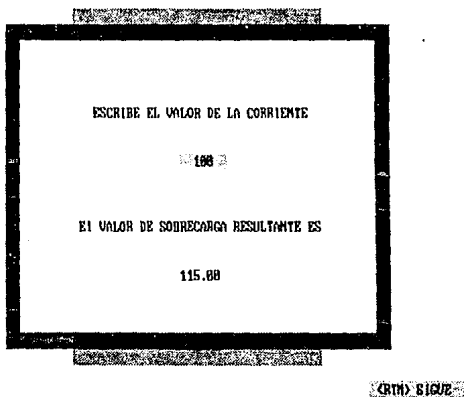


Figura 5.5 Corriente - Sobrecarga

Para continuar, debe de oprimir la tecla de < ENTER > y aparece un nuevo cuadro de diálogo solicitando el valor de la relación de transformación de voltaje del transformador. Al terminar de introducir el dato, terminar con < ENTER >. Entonces se despliega el valor del resultado del cálculo del TAP. A continuación aparece en pantalla un listado de los distintos rangos en los que puede operar el relevador según el número de TAP que se elija.

Realice su selección oprimiendo < ENTER >, para cambiar de pantalla, e inmediatamente después el número al que corresponde el rango de su elección.

Ahora bien, después de haber introducido los datos que se seleccionaron, la siguiente pantalla despliega una lista de los relevadores que cumplen con las características del rango escogido (Figura 5.6).

MENÚ DE RELEVADORES				ESCRIBE LOS DATOS DEL RELEVADOR ELEGIDO			
MARCA	TIPO	CLASE	MARCA	TIPO	CLASE	DIAL	
			WNC	CO	80	8.5	8.5
						[ ← ] CORREGIR	
WNC	CO	80	0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0				
			6.0, 7.0, 8.0, 9.0, 10.0, 11.0				
WNC	CO	89	0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0				
			6.0, 7.0, 8.0, 9.0, 10.0, 11.0				
WNC	CO	11	0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0				
			6.0, 7.0, 8.0, 9.0, 10.0, 11.0				
GEC	IFC	51	0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0				
			6.0, 7.0, 8.0, 9.0, 10.0, 11.0				

[ ← ] SIGUE

Figura 5.6 Menú de Relevadores

Al oprimir la tecla de <ENTER> aparece en la parte central de la pantalla un cuadro, en el cual es necesario escribir la MARCA, el TIPO, la CLASE y el DIAL del relevador que se elige del menú. Para ello después de teclear el nombre de la marca del relevador seleccionado, termine con un <ENTER>, para pasar al cuadro de diálogo que solicita el TIPO y vuelva a terminar un <ENTER> y así consecutivamente, hasta terminar de dar los datos que se solicitan. Por último sólo resta oprimir la tecla <ENTER> para que el relevador sea graficado (Figura 5.7).

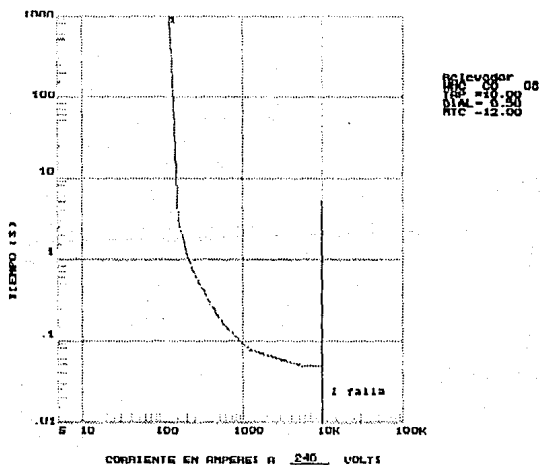


Fig. 5.7 Gráfica del Relevador

### Módulo 3.- COORDINACION DE INTERRUPTORES

Desde el menú principal, si la selección es la tecla número 3, el programa presenta un listado alfabético de todas las opciones de los valores de corriente disponibles en los interruptores (Figura 5.8).

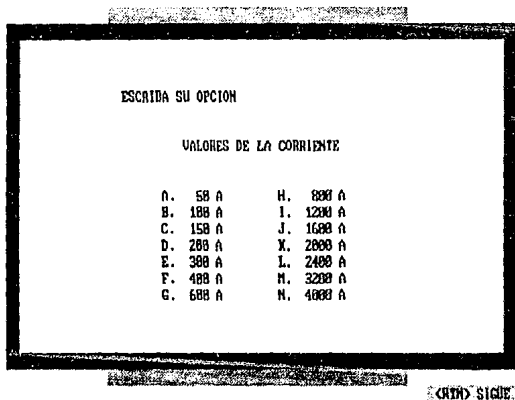
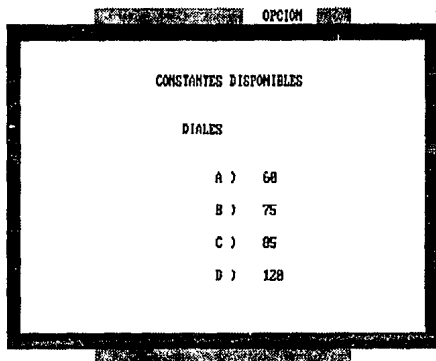


Figura 5.8 Valores de Corriente

Es necesario oprimir la tecla de la letra elegida para que se presenten en la pantalla las cuatro opciones de DIALES posibles para cada valor de corriente (Figura 5.9). Dichos valores aparecen de nuevo en listado alfabético y podrá otra vez ser elegido al oprimir la letra del valor deseado.



**Figura 5.9 Valores de Diales**

Después de haber alimentado los datos que se solicitarón, se despliega un menú de todos los interruptores que se encuentran dados de alta en los archivos del programa. Al oprimir la tecla de <ENTER> aparece en la pantalla un cuadro de diálogo en el cual se solicita la MARCA, el TIPO y el TIEMPO que corresponden al interruptor elegido (Figura 5.10).

Para alimentar dichos datos después de haber tecleado cada uno de ellos es necesario terminar con <ENTER> alimentar el siguiente.

Una vez escritos todos estos datos, basta únicamente apretar la tecla <ENTER> para graficar el interruptor (Figura 5.11).



ESCRIBE LOS DATOS DEL INTERRUPTOR ELEGIDO

MARCA IEM	TIPO DS	TIEMPO 0.50	NUM DE INTERRUPTORES
[ ← ]	CORREGIR		
A)	SQD DS	0.22	
B)	SQD DS	0.35	
C)	SQD DS	0.50	
D)	IEM DS	0.22	
E)	IEM DS	0.35	
F)	IEM DS	0.50	
G)	FPE SD	0.00	
H)	FPE SD	0.14	
I)	FPE SD	0.20	
J)	FPE SD	0.27	
K)	FPE SD	0.32	

Figura 5.10 Menú de Interruptores

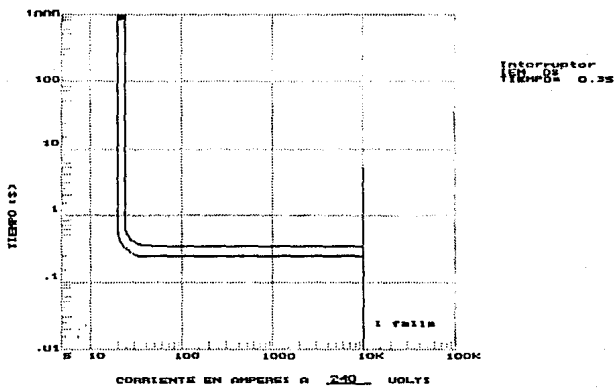


Figura 5.11 Gráfica del interruptor

### **5.3 ALTAS Y BAJAS DE LOS DISPOSITIVOS**

Dentro de los archivos de respaldo `reles.db`, `curfus` y `ginter`, se encuentran los datos de los dispositivos dados de alta en el programa, por lo que se hace necesario encontrarse en dichos archivos para cualquier modificación.

#### **5.3.1 FUSIBLES**

Para dar de alta en el programa a un nuevo fusible se necesita encontrarse en el archivo `CURFUS`, el cual contiene todos los fusibles con los que consta el programa. Después una vez situados al final del archivo, únicamente resta escribir la **MARCA**, el **TIPO** y la **CLASE** del fusible seguido de 10 coordenadas  $(x,y)$  que conformen su curva desde el punto más alto, hasta el punto más bajo esto es, la **MARCA** tiene que constar de tres letras, el **TIPO** puede tener de dos a tres letras la **CLASE** debe de ser un número que ocupe tres o máximo cuatros cifras y por último los 10 puntos  $(x,y)$  pueden contener la cantidad de cifras que se requieran.

Si se desea dar de baja algún fusible, solo se necesita borrar la fila donde se encuentran los datos de dicho dispositivo.

#### **5.3.2 RELEVADORES**

Para dar de alta en el programa a un nuevo relevador es necesario encontrarse en el archivo `RELES.DB`, el cual contiene todos los relevadores con los que puede disponer el programa. Después una vez situados al final del archivo, únicamente resta escribir la **MARCA**, el **TIPO**, la **CLASE** y el **DIAL** del relevador seguido de 10 coordenadas  $(x,y)$  que conformen su curva desde el punto más alto, hasta el punto más bajo esto es, la **MARCA** tiene que constar de tres letras, el **TIPO** puede tener de dos

a tres letras la CLASE debe de ser un número que ocupe tres o máximo cuatros cifras, el DIAL debe de ser un número que conste de no más de tres cifras y por último los 10 puntos (x,y) pueden contener la cantidad de cifras que se requieran.

Si se desea dar de baja algún relevador, solo se necesita borrar la fila donde se encuentran los datos de dicho dispositivo.

### **5.3.3 INTERRUPTORES**

Para dar de alta en el programa a un nuevo interruptor se necesita encontrarse en el archivo GINTER, el cual contiene todos los interruptores con los que consta el programa. Despues una vez situados al final del archivo, unicamente resta escribir la MARCA, el TIPO y el TIEMPO del interruptor seguido de 10 coordenadas (x,y) que conformen su curva desde el punto mas alto, hasta el punto más bajo esto es, la MARCA tiene que constar de tres letras, el TIPO puede tener de dos a tres letras el TIEMPO debe de ser un número que ocupe tres o máximo cuatros cifras y por último los 10 puntos (x,y) pueden contener la cantidad de cifras que se requieran.

Si se desea dar de baja algún fusible, solo se necesita borrar la fila donde se encuentran los datos de dicho dispositivo.

### **5.4 REPORTE DE DATOS**

Este programa contiene un archivo que recibe el nombre de REPORTE.DAT mediante el cual se pueden observar todos los dispositivos con los que se ha trabajado, a manera que el usuario cuente con una lista de los fusibles, relevadores e interruptores que se graficaron en la hoja logaritmica del programa.

DATOS EMPLEADOS EN EL PROGRAMA.  
FECHA DOMINGO 31/5/1992 12:25:41

\*\*\*\*\*

FUSIBLE : CLD RK5 30A  
RELEVADOR : QIC CO BU 4.00  
INTERRUPTOR: SQD DS 0.50

\*\*\*\*\*

FIN DEL REPORTE.

**Figura 5.12 Reporte.Dat**

## **5.5 IMPRESION DE DATOS**

Una vez que se han terminado de graficar todos los dispositivos que el usuario requirio, se tiene la opción de imprimir los datos de los dispositivos con los que se trabajo, seguido de la fecha y la hora en la que se manda imprimir el reporte.

## Capítulo 6

# **Caso práctico: Aplicación de los criterios de coordinación en una torre de enfriamiento**

### 6.1 PROTECCION CONTRA FALLA MONOFASICA

Para la coordinación de falla de línea a tierra es necesario identificar los circuitos que quedan aislados del sistema debido a las conexiones de los transformadores (Figura 6.1).

Bus 79, TDB-51, 480 V, hoja 1

Las protecciones principales y de enlace del TDB-51 requieren de interruptores electromagnéticos con las siguientes características:

Marca	IEM
Tipo	DS-532
Unidad	LSG
Corriente	2000 A
curva No	1
Ref. No	628650-B

Para el ajuste de estos interruptores se recomienda usar el valor mas bajo del múltiplo, en éste caso:  $MG = 0.2$

Estos ajustes se aplican a los interruptores principales y de enlace, la única diferencia es el ajuste del tiempo de operación, se recomienda usar el tiempo mas rápido para el enlace; bajo esta consideración los ajustes de tiempo serán :

TG = 0.21 segundos (enlace)

TG = 0.35 segundos (principales)

Bus 82, CCM-2, 480 V, hoja 2

Las protecciones principales y de enlace del CCM-2 requieren de interruptores electromagnéticos con las siguientes características:

Marca	IEM
Tipo	DS-416
Unidad	LSG
Corriente	1600 A
Curva No	1
Ref No	628650-B

Para el ajuste de estos interruptores se recomienda usar el valor mas bajo del múltiplo, en este caso  $MG = 0.2$  con los siguientes tiempos:

TG = 0.21 segundos (enlace)

TG = 0.35 segundos (principal)

BUS 86, CCM-5, 480 V, hoja 3

La protección principal del CCM-5 requiere de un interruptor electromagnético con las siguientes características:

Marca	IEM
Tipo	DS-208
Unidad	LSG
Corriente	600 A
Curva No	1
Ref No	628650-B

Para el ajuste de este interruptor se recomienda usar el valor mas bajo del múltiplo, en éste caso  $MG = 0.2$ , con el siguiente tiempo:

$$TG = 0.21 \text{ segundos}$$

El interruptor inmediato superior debe ser de las mismas características de este y por razones de coordinación los ajustes serán idénticos.

BUS 84, CCM-3, 480V, hoja 3

Las protecciones principales y de enlace del CCM-3 requieren de interruptores electromagnéticos con las siguientes características:

Marca	IEM
Tipo	DS-416
Unidad	LSG
Corriente	1600 A
Curva No	1
Ref. No	628650-B

Para el ajuste de estos interruptores se recomienda usar el valor mas bajo del múltiplo, en este caso  $MG = 0.2$ , con los siguientes tiempos:

$$TG = 0.35 \text{ segundos (enlace)}$$

$$TG = 0.50 \text{ segundos (principal)}$$

BUS 80, CCM-1, 4160 V, hoja 4

Todos los demas motores del CCM-1 tienen las mismas protecciones contra falla de linea a tierra, estas protecciones son de las siguientes caracteristicas :

Protección	50 G
Marca	SQD
Tipo	AO
Clase	8506
RTC	600/5
Ref	General Industry Control 1973-74

Este relevador se ajusta con la corriente nominal del primario del TC, en este caso el ajuste será de 600 A.

Las caracteristicas de las protecciones de los alimentadores principales al CCM-1 son:

Protección	50/51 N
Marca	WHC
Tipo	CO - 9
Gama	0.5 - 2.5 A 2.0 - 48 A
RTC	1200/5
Curva No	418266
Ref No	41-100 D WEA

Para calcular el TAP se consideraron los 600 A de ajuste del dispositivo anterior:

$$\text{TAP} = 600\text{A}/240 = 2.5 \text{ A}$$



por lo tanto se selecciona un TAP = 2.5 A

Para no interferir con la curva de operación del dispositivo de protección anterior y respetar los márgenes de coordinación, se seleccionó un DIAL = 1, además de bloquear el instantáneo.

La protección inmediata superior se localiza en los alimentadores derivados del TDA-SE-5 al CCM-1 y tiene las siguientes características:

Protección	50/51 N
Marca	WHC
Tipo	CO-9
Gama	0.5 - 2.5 A 2.0 - 48 A
RTC	1200/5
Curva No	418266
Ref. No	41-100 D WEA

Para calcular el TAP se consideraron los 600 A de ajuste del dispositivo anterior:

$$\text{TAP} = 600\text{A}/240 = 2.5 \text{ A}$$

Por lo tanto se selecciona un TAP = 2.5 A

Para no interferir con la curva de operación del dispositivo de protección anterior y respetar los márgenes de coordinación, se seleccionó un DIAL-2, además de bloquear el instantáneo. Al analizar las curvas de los dispositivos de protección de los alimentadores conectados al TDA-SE-5, se encontró que las que alimentan al CCM-1 son las más lentas, por tal motivo estas protecciones sirvieron de base para continuar las protecciones principales de este TDA.

Las características de las protecciones de los alimentadores al TDA-SE-5 son :

Protección	50/51 N
Marca	WHC
Tipo	CO-9
Gama	0.5 - 2.5 A 2.0 - 48 A
RTC	2000/5
Curva No	418266
Ref. No	41 - 100 D WEA

Para calcular el TAP se consideraron los 600 A de ajuste del dispositivo anterior mas lento.

$$\text{TAP} = 600\text{A}/400 = 1.5 \text{ A}$$

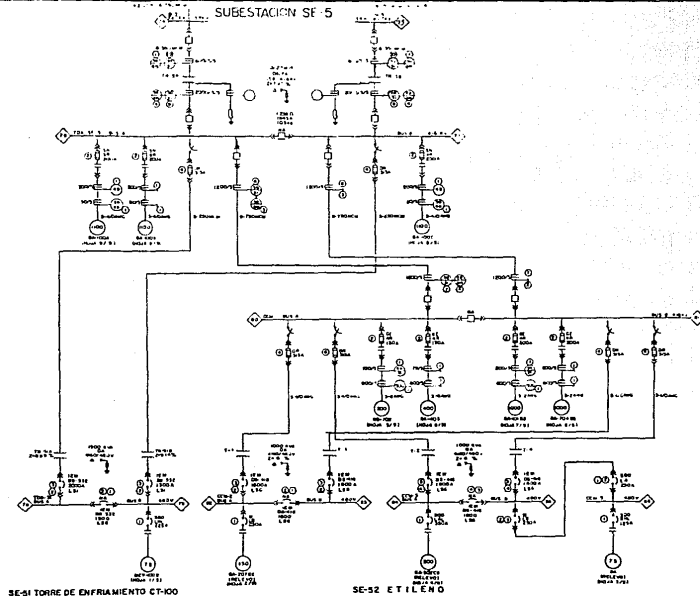
Para no interferir con la curva de operación del dispositivo de protección anterior y respetar los márgenes de coordinación, se seleccionó un DIAL = 3, además de bloquear el instantáneo.

Las características de las protecciones del primario de los transformadores TR-5A y TR-5B (hoja 6) son :

Protección	50/51 N
Tipo	CO-9
Gama	0.5 - 2.5 2.0 - 48 A
RTC	600/5
Curva No	418266
Ref. No	41 - 101 D WEA

En este caso se recomienda ajustar el relevador a los límites inferiores de TAP y DIAL, las razones son el valor tan pequeño de la falla en ese punto (100 A) y el aislamiento del circuito primario del transformador debido a la conexión del mismo.

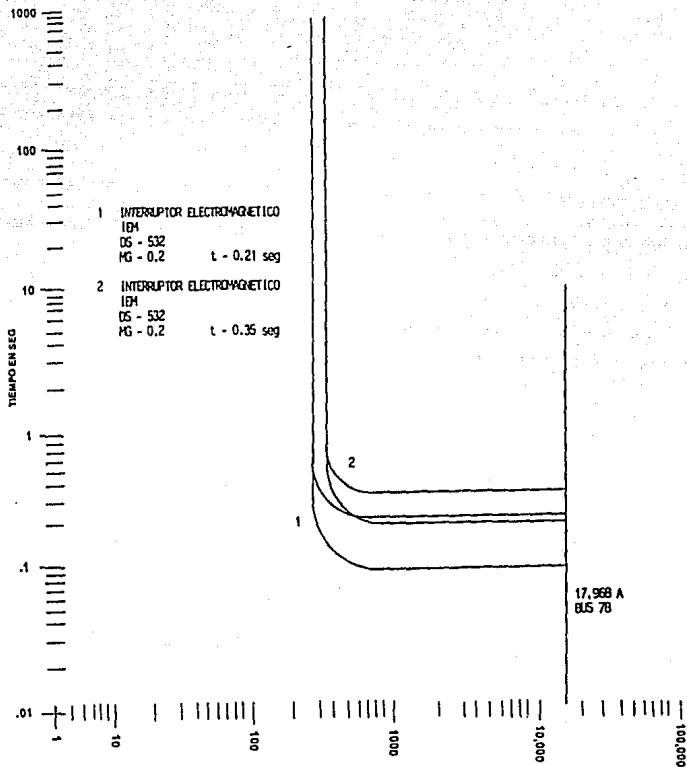
Con este criterio se seleccionó un TAP = 0.5 A, un DIAL = 0.5 y por razones de coordinación se bloquea el instantáneo.



	UNIDAD DE PROTECCIONES SE-5
FACULTAD DE INGENIERIA	TESIS

## **6.2 Resultados de la protección contra falla monofásica mediante curvas**

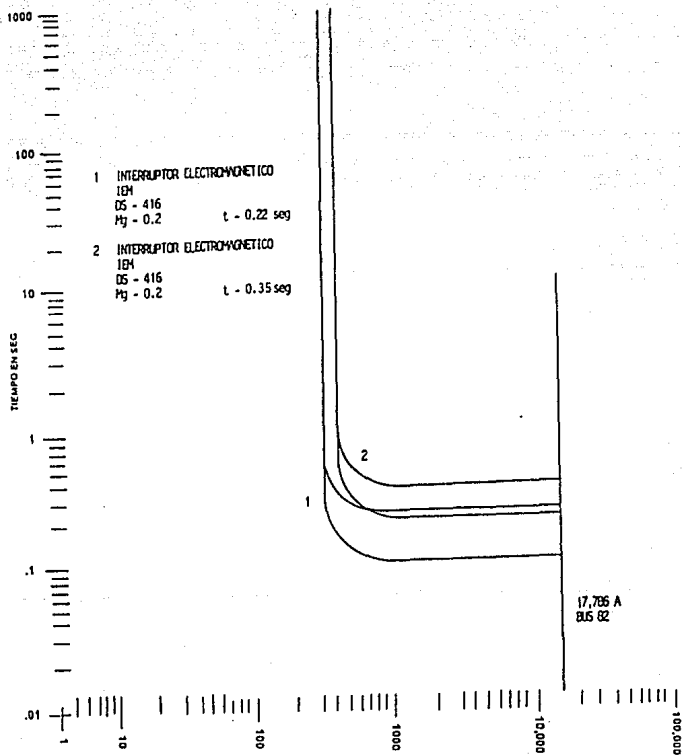
### **6.2.1 Resultados de la protección contra falla monofásica elaborados manualmente**



CURVAS TIEMPO - CORRIENTE

FALLA LINEA A TIERRA

TDD - 51



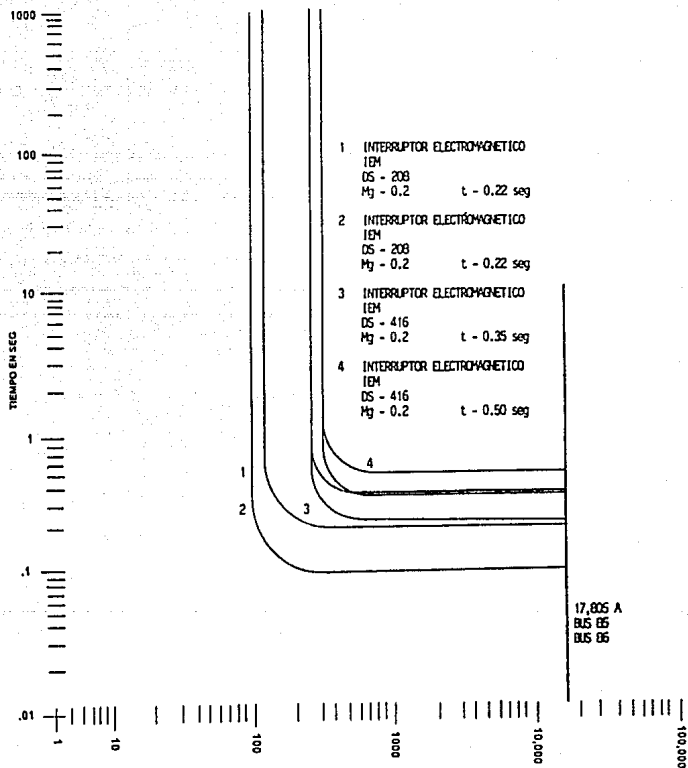
CORRIENTE EN AMPERES A 480 VOLTS

CURVAS TIEMPO - CORRIENTE

FALLA LINEA A TIERRA

CCI - 2



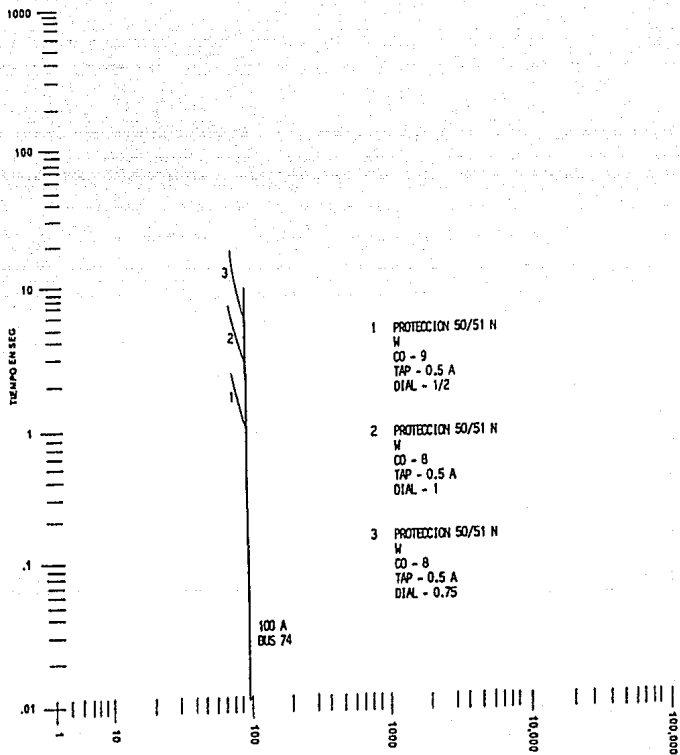


CORRIENTE EN AMPERES A 480 VOLTS

CURVAS TIEMPO - CORRIENTE

FALLA LINEA A TIERRA

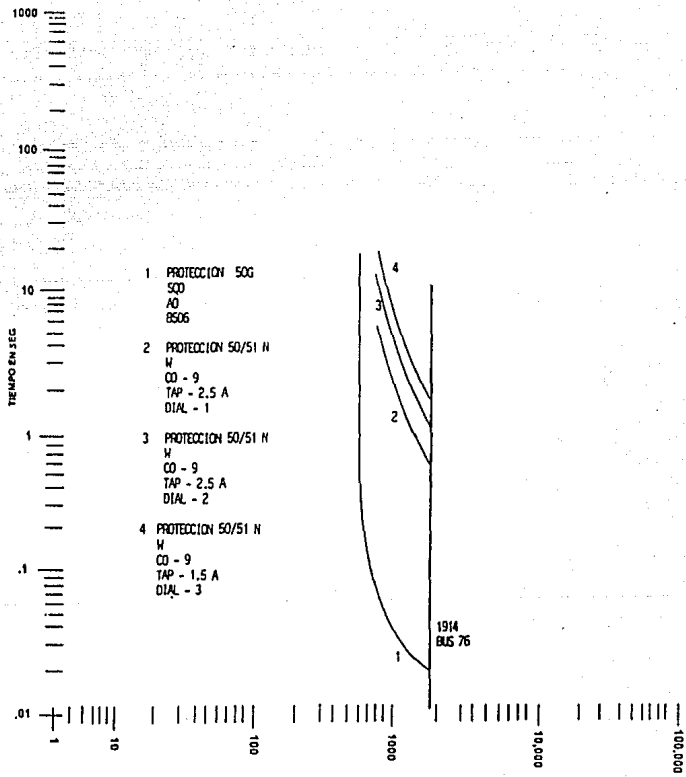
COM - 5



CORRIENTE EN AMPERES A 13800 VOLTS

CURVAS TIEMPO - CORRIENTE  
FALLA LINEA A TIERRA

PROTECCION PRIMARIA DEL TRANSFORMADOR  
SUBESTACION 5

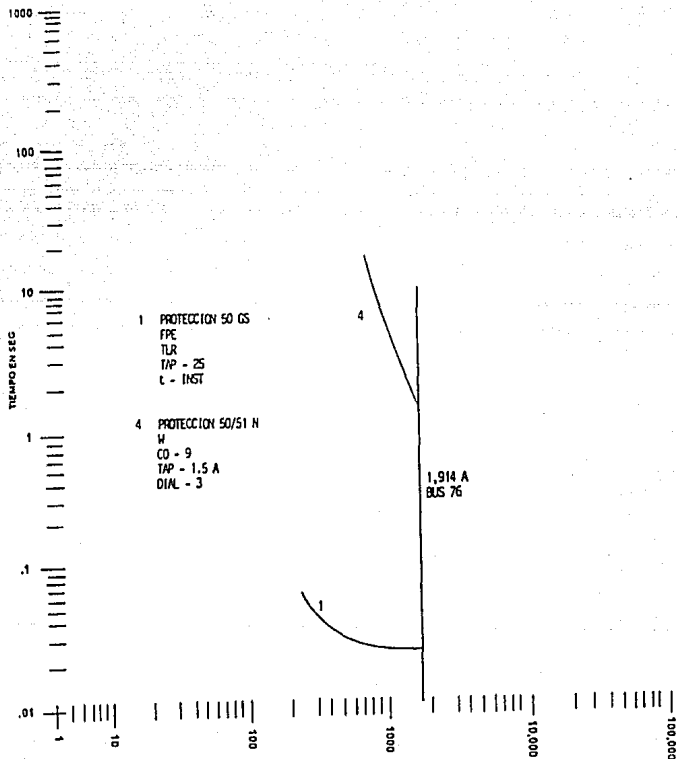


CORRIENTE EN AMPERES A 4160 VOLTS

CURVAS TIEMPO - CORRIENTE  
FALLA LÍNEA A TIERRA

GB - 702 500 IP  
GA - 403 400 IP

GA - 101 BS 1000 IP  
GA - 704 DS 1000 IP



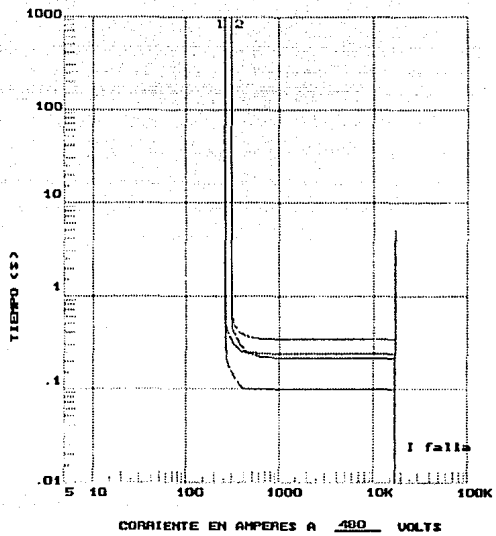
CORRIENTE EN AMPERES A 4160 VOLTS

CURVAS TIEMPO - CORRIENTE  
FALLA DE LINEA A TIERRA

MOTORES	DA - 100 A
	DA - 100 B
	DA - 100 C

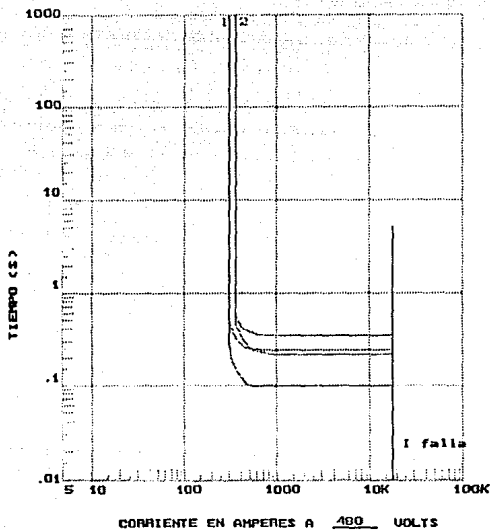
1100 HP

## **6.2.2 Resultados de la protección contra falla monofásica elaborados mediante computadora**



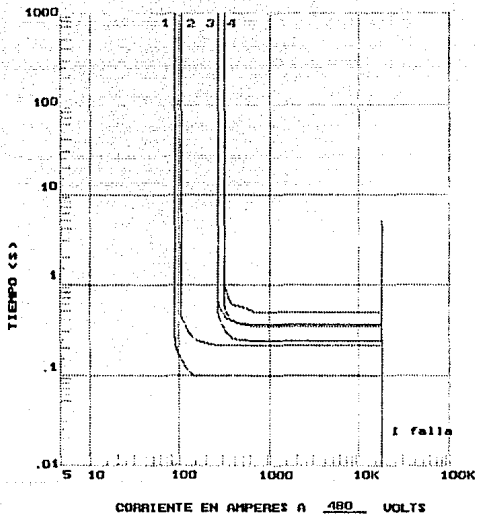
Interrupcion  
 IEN DS  
 TIEMPO= 0.22

Interrupcion  
 IEN DS  
 TIEMPO= 0.35



Interruptor  
IEM DS  
TIEMPO= 0.22

Interruptor  
IEM DS  
TIEMPO= 0.35



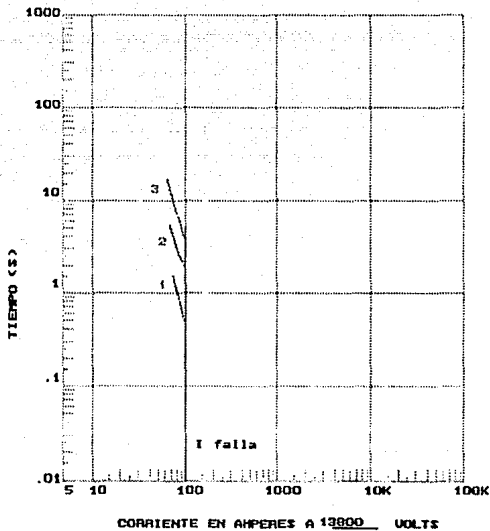
Interruptor  
 IEM DS  
 TIEMPO= 0.22

Interruptor  
 IEM DS  
 TIEMPO= 0.22

Interruptor  
 IEM DS  
 TIEMPO= 0.35

Interruptor  
 IEM DS  
 TIEMPO= 0.50

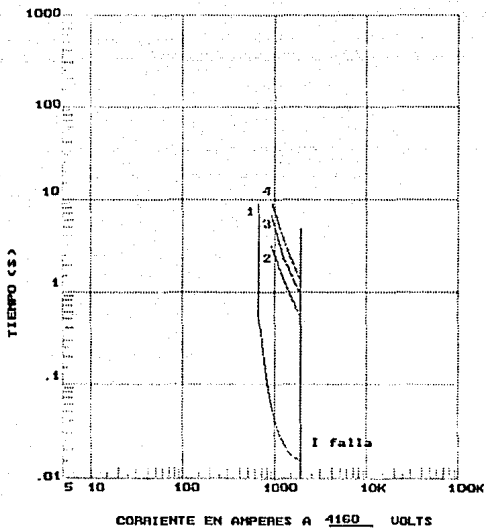




Relvador  
 I<sub>SP</sub> = 03 09  
 TAP = 1.00  
 DIAL = 0.50

Relvador  
 I<sub>SP</sub> = 03 08  
 TAP = 1.00  
 DIAL = 1.00

Relvador  
 I<sub>SP</sub> = 03 08  
 TAP = 1.00  
 DIAL = 2.00

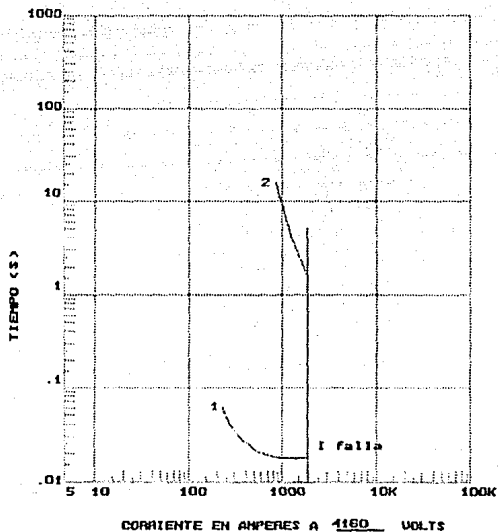


Interrupor  
SQD A0  
8506

Relevador  
WIC CO 09  
TAP = 1.00  
DIAL = 1.00

Relevador  
WIC CO 09  
TAP = 1.00  
DIAL = 2.00

Relevador  
WIC CO 09  
TAP = 1.00  
DIAL = 3.00



Interrupcion  
FPE  
INST

Relayador  
WIC CO 08  
TAP = 1.00  
DIAL = 3.00

## CONCLUSIONES

Este programa permite al usuario tener un completo control de los dispositivos de protección que va a coordinar, disminuyendo así el tedioso y lento proceso que es el de realizar la coordinación sobreponiendo cada una de las hojas de cálculo y dibujando a mano las gráficas de los dispositivos.

Por lo tanto por medio de las gráficas en pantalla se logra mayor exactitud, optimización de tiempos, de recursos y por lo tanto de costos.

Al utilizar el lenguaje PASCAL en la programación se logró facilitar en gran medida el diseño del algoritmo, ya que al ser este un lenguaje estructurado, es posible tener acceso a diferentes procedimientos que formen parte del programa; esto es, se puede llamar todo un proceso o rutina en la cual se encuentre contenida una gran cantidad de información, por medio de una sola instrucción.

Con el desarrollo de la presente tesis fue posible entre otras cosas:

- Disminuir el tiempo empleado para dibujar y comparar las curvas de los dispositivos en la coordinación

- Disminuir los costos de elaboración de proyectos de este tipo, al sustituir a los dibujantes necesarios, por equipo de cómputo utilizable en cualquier otra actividad.
- Incrementar la exactitud del trazo, ya que al momento de realizar la coordinación de forma manual, suelen existir algunos errores en el trazo.
- Facilitar el trabajo del ingeniero, permitiendo realizar la comparación de las gráficas de cada uno de los dispositivos.
- Así mismo se puede comprobar que las curvas que son graficadas mediante el programa, presentan una gran similitud con las hechas a mano, de manera, que el programa presenta una confiabilidad bastante elevada.
- Por otro lado, el programa presenta además la facilidad de almacenamiento en un archivo, esto es, todos los datos de los dispositivos que son graficados, se almacenan en el archivo, REPORTE.DAT, de manera que se tiene un absoluto control de todos los dispositivos con los que se haya trabajado, además de tener la fecha y hora en la que se realizó la coordinación.

Este programa podrá ser mejorado al realizar el diseño de un algoritmo que coordine dispositivos trifásicos, ya que en este trabajo solo se hizo para dispositivos de línea a tierra.

Asímismo cabe mencionar que este programa, no permite la impresión directa de las gráficas, por lo que se puede sugerir como otra opción, añadir un procedimiento para la impresión desde el programa ó también se sugiere el manejo de algún paquete de captura de pantallas (e.j. Story board), para capturar la pantalla de coordinación y después imprimirla, e incluso hasta añadirle anotaciones y gráficas extras.

Por otra parte, este programa solo puede coordinar los dispositivos que se encuentran localizados en un archivo de lectura, de tal forma que si surgiera un nuevo dispositivo, este tendría que darse de alta inmediatamente en el archivo para realizar su coordinación.

Uno de problemas que se presentó al realizar el diseño de este programa, fue que dada la estructura del lenguaje Pascal, el manejo de coordenadas lineales a logarítmicas no es muy flexible.

En los momentos en los que el programa requería del manejo de dichas coordenadas para la programación de algunas fórmulas que realizan la transformación de coordenadas lineales de cada uno de los puntos que forman parte de las curvas, en coordenadas logarítmicas, generó muchas veces error y la localización de errores fue complicada y laboriosa pues resultaban números negativos. El problema radica en que el programa no indicaba en que parte de la fórmula se localizaba el error.

Otra de las dificultades presentadas fue el manejo bastante amplio de múltiples y distintos archivos de datos. Esto es, para cada uno de los dispositivos de entrada que proporciona el usuario, es necesario que el programa reconociera la escritura de datos por parte del usuario, para que identificara que cada espacio entre especificación y especificación era una rutina diferente de lectura de archivo. Esto fue con el fin de que al usuario le parecía sencilla y familiar la forma de introducir datos y que el programa funcionara correctamente.

Finalmente, cabe mencionar que la experiencia adquirida en la programación en lenguaje pascal, servirá en un futuro para emplearla como herramienta en la solución de distintos problemas de ingeniería.

## BIBLIOGRAFIA

- Beeman D. Industrial Power Systems Handbook. Mc Graw-Hill, 1975
- Stevenson W. Elements of Power System Analysis. Mc Graw-Hill, 1985
- Mason C.R. El Arte y La Ciencia de la Protección por Relevadores. C.E.C.S.A, 1982
- General Electric (1981), Tutorial on coordination of Overcurrent Protective Device.
- IEEE . Recommended Practice for Protection and Coordination of Industrial and Commercial Power Systems. Std 242-1985 ( Buff Book ).
- IEEE. Recommended Practice for Electric Power Distribution for Industrial plants. Std 141-1985 ( Red Book ).

**Apéndice**  
**Listado del programa**



program FRUTA (input,output);

## USES

Dos , Crt , Graph , Coordina;

## CONST

KUI = 22; KU = 11; return = #13; ESC = #27;

## TYPE

ARREGLOKU = array [1..4, 0..KU] of integer;  
ARREGLOKUI = array [1..4, 0..KUI] of integer;  
ARREGLOKUR = array [1..KU] of real;  
ARREGLOKURI = array [1..KUI] of real;  
cadena6 = string[6];  
cadena10 = string[10];  
REGISTRO1 = record  
  marca1,tipo1,clase1 : string[4];  
  dial1 : real  
end;  
REGISTRO2 = record  
  proteccion : string[10];  
  marca,tipo,clase : string[4];  
  dial,tap,rtc : real;  
  ind,numero : integer;  
end;  
REGISTRO3 = record  
  marca2,tipo2 : string [4];  
  tiempo : real;  
end;

## VAR

S,RTC,T,multi,f,V,DIAL : real;  
R,mult,,i,Disp,ERR : integer;  
x,y,a,b : ARREGLOKURI;  
RR1J, RRJ, RR2J : integer;  
RR1, SS1, RR, SS : ARREGLOKU;  
RR2, SS2 : ARREGLOKUI;  
cadena : string[4];  
long,longs,longss : integer;  
reporte : text;  
mul, H, ch : char;  
bander, bandera : boolean;  
StrDisp : array[1..4, 1..5] of STRING[15];  
DIA,MES,ANO,DIASEM,HORA : word;  
MINUTO, SEGUNDO, CENTESIMA : word;  
DIASSEM : ARRAY [0..6] OF STRING[10];  
SMINUTO, SSEGUNDO : STRING[2];

PROCEDURE BANDA;

BEGIN

bandera: = false;

repeat

ch: = readkey;

case ch of

#13 : bandera: = true;

{ #99 : bandera: = true; }

end;

until bandera;

END;

PROCEDURE BANDON;

BEGIN

bandera : = false;

repeat

ch := readkey;

case ch of

#65 : bandera: = true;

#66 : bandera: = true;

#67 : bandera: = true;

#68 : bandera: = true;

#69 : bandera: = true;

#70 : bandera: = true;

#71 : bandera: = true;

#72 : bandera: = true;

#73 : bandera: = true;

#74 : bandera: = true;

#75 : bandera: = true;

#76 : bandera: = true;

#77 : bandera: = true;

#78 : bandera: = true;

end;

until bandera;

END;

PROCEDURE BAN;

BEGIN

bandera: = false;

repeat

ch: = readkey;

case ch of

#65 : bandera: = true;

#66 : bandera: = true;

#67 : bandera: = true;

#68 : bandera: = true;

end;

until bandera;

END;

PROCEDURE MARCO;

VAR

Y: integer;

BEGIN

textbackground(0);

textbackground(10);

gotoXY(13,3);

write(' ');

gotoXY(13,22);

write(' ');

textbackground(10);

for y: = 4 to 21 do

begin

gotoXY(13,y);

write(' ');

end;

textbackground(10);

for y: = 4 to 21 do

begin

gotoXY(68,y);

write(' ');

end;

textbackground(4);

gotoXY(23,2);

write(' ');

gotoxy(23,23);

write(' ');

textbackground(1);

textcolor(15);

gotoXY(67,25); write(' <RTN> SIGUE ');

gotoXY(70,25);

textbackground(0);

END;

PROCEDURE MARC;

VAR

Y: integer;

BEGIN

```
textbackground(0);
textbackground(10);
gotoXY(9,3);
write(' ');
gotoXY(9,22);
write(' ');
textbackground(10);
for y: = 3 to 22 do
begin
gotoXY(9,y);
write(' ');
end;
textbackground(10);
for y: = 3 to 22 do
begin
gotoXY(71,y);
write(' ');
end;
textbackground(4);
gotoXY(22,2);
write(' ');
gotoxy(22,23);
write(' ');
textbackground(0);
END;
```

PROCEDURE MARCON;

VAR

i,l, y:integer;

C : CHAR;

BEGIN

clrscr;

begin

```
textbackground(10);
gotoXY(3,3);
write(' ');
gotoXY(5,23);
write(' ');
textbackground(10);
for y: = 4 to 23 do
begin
gotoXY(3,y);
```

```

    write(' ');
    end;
textbackground(10);
for y: = 4 to 23 do
    begin
        gotoXY(76,y);
        write(' ');
        end;
textbackground(4);
gotoXY(18,2);
write(' ');
gotoXY(18,24);
write(' ');
textcolor(15);
textbackground(1);
gotoXY(65,25); write(' <RTN> SIGUE ');
gotoXY(68,25);
end;
END;

```

#### PROCEDURE PRINCIPIO;

```

BEGIN
    clrscr;
    MARCO;
    textbackground(0);
    gotoXY(25,6);
    write('ESCRIBE LA CORRIENTE DE FALLA');
    gotoXY(30,8);
    write('I(falla) := ');
    gotoXY(44,8);
    readln(F);
    gotoXY(25,15);
    write('ESCRIBE EL VALOR DEL VOLTAJE');
    gotoXY(30,17);write('VOLTAJE := ');
    gotoXY(44,17);readln(V);
END;

```

#### PROCEDURE CALCULO;

```

BEGIN
    clrscr;
    MARCO;
    textbackground(1);
    gotoXY(67,25); write(' <RTN> SIGUE ');
    gotoXY(70,25);
    textbackground(0);
    textbackground(0);

```

```

gotoXY(26,8);
writeln('ESCRIBE EL VALOR DE LA CORRIENTE');
textbackground(10);
gotoXY(39,11);
write(' ');
gotoXY(41,11);
readln(l);
S: = l + (l*0.15);
textbackground(0);
gotoXY(24,15);
writeln('EL VALOR DE SOBRECARGA RESULTANTE ES');
gotoXY(39,18);
write (S:6:2);
gotoXY(70,25);      BANDA;
readln;
END;

```

PROCEDURE RELA;

```

BEGIN
clrscr;
MARCO;
gotoxy(27,8);
writeln('ESCRIBE EL VALOR DE RTC');
textbackground(10);
gotoxy(35,10);
write(' ');
gotoxy(37,10);
readln(RTC);
T: = S/RTC;
textbackground(0);
gotoxy(30,14);
writeln('EL VALOR DEL TAP ES');
gotoxy(35,16);
write (T:6:3);
readln;
END;

```

PROCEDURE RANGOS;

```

VAR
X,Y:integer;

BEGIN
clrscr;
textbackground(0);
MARCON;
textbackground(0);

```

```

gotoXY(29,5);
write('OPCIONES DE RANGOS');
gotoXY(60,2);
write(T:6:2);
gotoXY(10,7);
write('0.- 0.5, 2.5, 10');
gotoXY(10,9);
write('1.- 0.5, 0.6, 0.8, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 ');
gotoXY(10,11);
write('2.- 1.0, 1.2, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 5.0');
gotoXY(10,13);
write('3.- 0.5, 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.5, 2.0');
gotoXY(10,15);
write('4.- 0.5, 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.5, 2.5, 3.0, 4.0');
gotoXY(10,17);
write('5.- 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0');
gotoXY(10,19);
write('6.- 2.0, 2.5, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0, 7.0, 8.0, 10.0, 12.0, 16.0');
gotoXY(10,21);
write('7.- 4.0, 5.0, 6.0, 8.0, 10.0, 12.0, 16.0');
BANDA;
END;

```

#### PROCEDURE RANGOS2;

```

VAR
  X,Y: integer;

BEGIN
  clrscr;
  MARCON;
  textbackground(0);
  gotoXY(31,5);
  write('RANGO DE OPCIONES');
  gotoXY(60,2);
  write(T:6:2);
  gotoXY(8,8);
  write('8.- 4.0, 5.0, 6.0, 7.0, 8.0, 10.0, 12.0, 16.0');
  gotoXY(8,10);
  write('9.- 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.1, 1.2, 1.3, 1.4');
  gotoXY(12,11);
  write('1.5, 1.6, 1.7, 1.8, 1.9, 2.0, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4');
  gotoXY(12,12);
  write('2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 3.0, 3.1, 3.2, 3.3, 3.4');
  gotoXY(12,13);
  write('3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 4.0');
  gotoXY(7,15);
  write('10.- 1.500, 1.750, 2.000, 2.250, 2.500, 2.750, 3.000, 3.250, 3.500');
  gotoXY(12,16);
  write('3.750, 4.000, 4.250, 4.500, 4.750, 5.000, 5.250, 5.500, 5.700');
  gotoXY(12,17);

```

```

write('6.000, 6.250, 6.500, 6.750, 7.000, 7.250, 7.500, 7.750, 8.000');
gotoXY(12,18);
write('8.250, 8.500, 8.750, 9.000, 9.250, 9.500, 9.750, 10.00, 10.25 ');
gotoXY(12,19);
write ('10.50, 10.75, 11.00, 11.25, 11.50, 11.75, 12.00');
gotoXY(7,21);
write('11.- 2.5, 2.8, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5, 5.0, 5.5, 6.0, 6.5, 7.0');
BANDA;
END;

```

#### PROCEDURE MINTER;

```

BEGIN
textbackground(0);
clrscr;
MARC;
gotoxy(29,5);
write(' MENU DE INTERRUPTORES ');
gotoxy(34,8);
write('MARCA');
gotoxy(43,8);
write('TIPO');
gotoxy(50,8);
write('TIEMPO');
gotoxy(29,10);
write('A) SQD DS 0.22');
gotoxy(29,11);
write('B) SQD DS 0.35');
gotoxy(29,12);
write('C) SQD DS 0.50');
gotoxy(29,13);
write('D) IEM DS 0.22');
gotoxy(29,14);
write('E) IEM DS 0.35');
gotoxy(29,15);
write('F) IEM DS 0.50');
gotoxy(29,16);
write('G) FPE SD 0.08');
gotoxy(29,17);
write('H) FPE SD 0.14');
gotoxy(29,18);
write('I) FPE SD 0.20');
gotoxy(29,19);
write('J) FPE SD 0.27');
gotoxy(29,20);
write('K) FPE SD 0.32');
textbackground(1);
gotoxy(65,25); write(' <RTN> SIGUE ');
gotoxy(68,25);
textbackground(0);
BANDA;
END;

```



PROCEDURE TIPO0;

```
BEGIN
  clrscr;
  textbackground(0);
  gotoxy(25,6);
  write('DIRECTORIO DE RELEVADORES');
  gotoxy(19,9);
  write('MARCA');
  gotoxy(27,9);
  write('TIPO');
  gotoxy(34,9);
  write('CLASE');
  gotoxy(55,12);
  write(' WHC   CO   05 ');
  gotoxy(55,13);
  write(' WHC   CO   05 ');
  gotoxy(55,14);
  write(' WHC   CO   05 ');
  gotoxy(55,15);
  write(' WHC   CO   05 ');
  gotoxy(55,16);
  write(' WHC   CO   05 ');
  gotoxy(55,17);
  write(' WHC   CO   05 ');
  gotoxy(55,18);
  write(' WHC   CO   05 ');
  { R3As 7ek 0}
  READLN;
  begin
    if (0 <= T) and (T <= 2.5) then T:=2.5 else if (2.5 < T) and (T <= 10.0) then
T:= 10.0;
    end;
    readln;
  END;
```

PROCEDURE TIPO1;

```
BEGIN
  clrscr;
  MARC;
  textbackground(4);
  gotoxy(31,6);
  write(' MENU DE RELEVADORES ');
  textbackground(0);
  gotoxy(15,9);
  write('MARCA');
  gotoxy(22,9);
```

```

write('TIPO');
gotoxy(29,9);
write('CLASE');
gotoxy(43,9);
write('DIALES DISPONIBLES');
gotoxy(14,12);
write(' WHC CO 08 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0 ');
gotoxy(38,13);
write('6.0, 7.0, 8.0, 9.0, 10.0, 11.0 ');
gotoxy(14,15);
write(' WHC CO 09 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0 ');
gotoxy(38,16);
write('6.0, 7.0, 8.0, 9.0, 10.0, 11.0 ');
gotoxy(14,18);
write(' WHC CO 11 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0 ');
gotoxy(38,19);
write('6.0, 7.0, 8.0, 9.0, 10.0, 11.0');
BANDA;

```

```

begin
  if (0<T) and (T<=0.5) then T:=0.5 else if (0.5<T) and (T<=0.6) then T:=0.6
else
  if (0.6<T) and (T<=0.8) then T:=0.8 else if (0.8<T) and (T<=1.0) then
    T:=1.0 else
  if (1.0<T) and (T<=1.5) then T:=1.5 else if (1.5<T) and (T<=2.0) then
    T:=2.0 else
  if (2.0<T) and (T<=2.5) then T:=2.5;
  readln;
end;
END;

```

## PROCEDURE TIPO2;

```

BEGIN
  clrscr;
  MARCON;
  textbackground(4);
  gotoxy(30,5);
  write(' MENU DE RELEVADORES ');
  textbackground(0);
  gotoxy(14,8);
  write('MARCA');
  gotoxy(22,8);
  write('TIPO');
  gotoxy(30,8);
  write('CLASE');
  gotoxy(44,8);
  write(' DIALES DISPONIBLES');
  gotoxy(14,11);
  write(' WHC CO 08 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0 ');
  gotoxy(38,12);

```

```

write(' 6.0, 7.0, 8.0, 9.0, 10.0, 11.0 ');
gotoxy(14,14);
write(' WHC   CO   09   0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0 ');
gotoxy(38,15);
write(' 6.0, 7.0, 8.0, 9.0, 10.0, 11.0 ');
gotoxy(14,17);
write(' WHC   CO   11   0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0 ');
gotoxy(38,18);
write(' 6.0, 7.0, 8.0, 9.0, 10.0, 11.0 ');
gotoxy(14,20);
write(' GEC   IFC   51   0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0 ');
gotoxy(38,21);
write(' 6.0, 7.0, 8.0, 9.0, 10.0, 11.0 ');
BANDA;

begin
  if (0<T) and (T<=1.0) then T:=1.0 else if (1.0<T) and (T<=1.2) then T:=1.2
else
  if (1.2<T) and (T<=1.5) then T:=1.5 else if (1.5<T) and (T<=2.0) then
    T:=2.0 else
  if (2.0<T) and (T<=2.5) then T:=2.5 else if (2.5<T) and (T<=3.0) then
    T:=3.0 else
  if (3.0<T) and (T<=3.5) then T:=3.5 else if (3.5<T) and (T<=4.0) then
    T:=4.0 else
  if (4.0<T) and (T<=5.0) then T:=5.0 else if (5.0<T) and (T<=6.0) then
    T:=6.0 else
  if (6.0<T) and (T<=7.0) then T:=7.0 else if (7.0<T) and (T<=8.0) then
    T:=8.0 else
  if (8.0<T) and (T<=10.0) then T:=10.0 else if (10.0<T) and (T<=12.0) then
    T:=12.0;
  {write('El Valor de T es ');
  write(T:2:2);}
  readln;
end;
END;

```

### PROCEDURE TIPO3;

```

BEGIN
  clrscr;
  MARC;
  textbackground(4);
  gotoxy(30,6);
  write(' MENU DE RELEVADORES ');
  textbackground(0);
  gotoxy(15,10);
  write('MARCA');
  gotoxy(23,10);
  write('TIPO');
  gotoxy(30,10);
  write('CLASE');

```

```

gotoxy(44,10);
write('DIALES DISPONIBLES');
gotoxy(15,14);
write(' GEC IAC 51 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0 ');
gotoxy(38,15);
write(' 6.0, 7.0, 8.0, 9.0, 10.0 ');
gotoxy(15,17);
write(' GEC IAC 55 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0 ');
gotoxy(38,18);
write(' 6.0, 7.0, 8.0, 9.0, 10.0 ');
BANDA;

```

```

begin
if (0<T) and (T<=0.5) then T:=0.5 else if (0.5<T) and (T<=0.6) then T:=0.6
else
if (0.6<T) and (T<=0.8) then T:=0.8 else if (0.8<T) and (T<=1.0) then
T:=1.0 else
if (1.0<T) and (T<=1.2) then T:=1.2 else if (1.2<T) and (T<=1.5) then
T:=1.5 else
if (1.5<T) and (T<=2.0) then T:=2.0;
readln;
end;
END;

```

PROCEDURE TIPO4;

```

BEGIN
clrscr;
MARC;
textbackground(4);
gotoxy(30,6);
write(' MENU DE RELEVADORES ');
textbackground(0);
gotoxy(15,10);
write('MARCA');
gotoxy(23,10);
write('TIPO');
gotoxy(30,10);
write('CLASE');
gotoxy(44,10);
write('DIALES DISPONIBLES');
gotoxy(15,14);
write(' GEC IAC 51 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0 ');
gotoxy(39,15);
write(' 6.0, 7.0, 8.0, 9.0, 10.0 ');
gotoxy(15,17);
write(' GEC IFC 51 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0 ');
gotoxy(39,18);
write(' 6.0, 7.0, 8.0, 9.0, 10.0 ');
BANDA;

```

```

begin
if (0<T) and (T <=0.5) then T:=0.5 else if (0.5<T) and (T <=0.6) then T:=0.6
  else
if (0.6<T) and (T <=0.8) then T:=0.8 else if(0.8<T) and (T <= 1.0) then T:= 1.0
  else
if (1.0<T) and (T <= 1.2) then T:=1.2 else if (1.2<T) and (T <= 1.5) then
  T:= 1.5 else
if (1.5<T) and (T <=2.0) then T:=2.0 else if (2.0<T) and (T <=2.5) then
  T:= 2.5 else
if (2.5<T) and (T <=3.0) then T:=3.0 else if (3.0<T) and (T <=4.0) then
  T:=4.0 ;
readln;
end;
END;

```

#### PROCEDURE TIPO5;

```

BEGIN
clrscr;
MARC;
textbackground(4);
gotoxy(31,6);
write(' MENU DE RELEVADORES ');
textbackground(0);
gotoxy(15,9);
write('MARCA');
gotoxy(23,9);
write('TIPO');
gotoxy(30,9);
write('CLASE');
gotoxy(44,9);
write(' DIALES DISPONIBLES');
gotoxy(15,12);
write(' GEC IAC 51 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0 ');
gotoxy(39,13);
write(' 6.0, 7.0, 8.0, 9.0, 10.0 ');
gotoxy(15,15);
write(' GEC IAC 55 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0 ');
gotoxy(39,16);
write(' 6.0, 7.0, 8.0, 9.0, 10.0');
gotoxy(15,18);
write(' GEC IAC 95F 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0 ');
gotoxy(39,19);
write(' 6.0, 7.0, 8.0, 9.0, 10.0');
BANDA;

```

```

begin
if (0<T) and (T <= 1.5) then T:= 1.5 else if (1.5<T) and (T <=2.0) then T:= 2.0
  else
if (2.0<T) and (T <=2.5) then T:=2.5 else if (2.5<T) and (T <=3.0) then
  T:= 3.0 else

```

```

if (3.0<T) and (T<=4.0) then T:=4.0 else if (4.0<T) and (T<=5.0) then
    T:=5.0 else
if (6.0<T) and (T<=6.0) then T:=6.0;
readln;
end;
END;

```

#### PROCEDURE TIPO6;

```

BEGIN
clrscr;
MARC;
textbackground(4);
gotoxy(31,8);
write(' MENU DEL RELEVADOR ');
textbackground(0);
gotoxy(15,12);
write('MARCA');
gotoxy(23,12);
write('TIPO');
gotoxy(30,12);
write('CLASE');
gotoxy(44,12);
write(' DIALES DISPONIBLES');
gotoxy(15,15);
write(' GEC IAC 51 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0 ');
gotoxy(39,16);
write(' 6.0, 7.0, 8.0, 9.0, 10.0 ');
BANDA;

begin
if (0<T) and (T<=2.0) then T:=2.0 else if (2.0<T) and (T<=2.5) then T:=2.5
else
if (2.5<T) and (T<=3.0) then T:=3.0 else if (3.0<T) and (T<=4.0) then
T:=4.0 else
if (4.0<T) and (T<=5.0) then T:=5.0 else if (5.0<T) and (T<=6.0) then
T:=6.0 else
if (6.0<T) and (T<=7.0) then T:=7.0 else if (7.0<T) and (T<=8.0) then
T:=8.0 else
if (8.0<T) and (T<10.0) then T:=10.0 else if (10.0<T) and (T<12.0) then
T:=12.0 else
if (12.0<T) and (T<=16.0) then T:=16.0;
readln;
end;
END;

```

#### PROCEDURE TIPO7;

```
BEGIN
  clrscr;
  MARC;
  textbackground(4);
  gotoxy(31,6);
  write(' MENU DE RELEVADORES ');
  textbackground(0);
  gotoxy(15,10);
  write('MARCA');
  gotoxy(23,10);
  write('TIPO');
  gotoxy(30,10);
  write('CLASE');
  gotoxy(44,10);
  write('DIALES DISPONIBLES');
  gotoxy(15,14);
  write(' GEC IAC 51 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0 ');
  gotoxy(39,15);
  write(' 6.0, 7.0, 8.0, 9.0, 10.0 ');
  gotoxy(15,17);
  write(' GEC IFC 51 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0 ');
  gotoxy(39,18);
  write(' 6.0, 7.0, 8.0, 9.0, 10.0 ');
  banda;

  begin
    if (0<T) and (T <=4.0) then T:=4.0 else if (4.0<T) and (T <=5.0) then T:=5.0
      else
    if (5.0<T) and (T <=6.0) then T:=6.0 else if (6.0<T) and (T <=8.00 )then
      T:=8.0 else
    if (8.0<T) and (T <= 10.0) then T:=10.0 else if (10.0<T) and (T <= 12.0) then
      T:=12.0 else
    if (12.0<T) and (T <= 16.0) then T:=16.0;
    readln;
  end;
END;
```

#### PROCEDURE TIPO8;

```
BEGIN
  clrscr;
  MARC;
  textbackground(4);
  gotoxy(31,6);
  write(' MENU DE RELEVADORES ');
  textbackground(0);
```

```

gotoxy(15,10);
write('MARCA');
gotoxy(23,10);
write('TIPO');
gotoxy(30,10);
write('CLASE');
gotoxy(44,10);
write(' DIALES DISPONIBLES');
gotoxy(15,14);
write(' GEC IAC 51 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0 ');
gotoxy(39,15);
write(' 6.0, 7.0, 8.0, 9.0, 10.0 ');
gotoxy(15,17);
write(' GEC IFC 51 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0 ');
gotoxy(39,18);
write(' 6.0, 7.0, 8.0, 9.0, 10.0 ');
BANDA;

```

```

begin
if (0<T) and (T<=4.0) then T:=4.0 else if (4.0<T) and (T<=5.0) then T:=5.0
else
if (5.0<T) and (T<=6.0) then T:=6.0 else if (6.0<T) and (T<=8.0) then
T:=8.0 else
if (8.0<T) and (T<=10.0) then T:=12.0 else if (12.0<T) and (T<=16.0) then
T:=16.0;
readln;
end;
END;

```

#### PROCEDURE TIPO9;

```

BEGIN
clrscr;
MARC;
textbackground(4);
gotoxy(31,8);
write(' MENU DE RELEVADORES ');
textbackground(0);
gotoxy(15,12);
write('MARCA');
gotoxy(23,12);
write('TIPO');
gotoxy(30,12);
write('CLASE');
gotoxy(44,12);
write(' DIALES DISPONIBLES');
gotoxy(15,15);
write(' GEC SFC 151 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0 ');
gotoxy(39,16);
write(' 6.0, 7.0, 8.0, 9.0, 10.0 ');
BANDA;

```



```

begin
if ( 0<T) and (T<=0.5) then T:=0.5 else if (0.5<T) and (T<=0.6) then T:=0.6
  else
if (0.6<T) and (T<=0.7) then T:=0.7 else if (0.7<T) and (T<=0.8) then
  T:=0.8 else
if (0.8<T) and (T<=0.9) then T:=0.9 else if (0.9<T) and (T<=1.0) then
  T:=1.0 else
if (1.0<T) and (T<=1.1) then T:=1.1 else if (1.1<T) and (T<=1.2) then
  T:=1.2 else
if (1.2<T) and (T<=1.3) then T:=1.3 else if (1.3<T) and (T<=1.4) then
  T:=1.4 else
if (1.4<T) and (T<=1.5) then T:=1.5 else if (1.5<T) and (T<=1.6) then
  T:=1.6 else
if (1.6<T) and (T<=1.7) then T:=1.7 else if (1.7<T) and (T<=1.8) then
  T:=1.8 else
if (1.8<T) and (T<=1.9) then T:=1.9 else if (1.9<T) and (T<=2.0) then
  T:=2.0 else
if (2.0<T) and (T<=2.1) then T:=2.1 else if (2.1<T) and (T<=2.2) then
  T:=2.2 else
if (2.2<T) and (T<=2.3) then T:=2.3 else if (2.3<T) and (T<=2.4) then
  T:=2.4 else
if (2.4<T) and (T<=2.5) then T:=2.5 else if (2.5<T) and (T<=2.6) then
  T:=2.6 else
if (2.6<T) and (T<=2.7) then T:=2.7 else if (2.7<T) and (T<=2.8) then
  T:=2.8 else
if (2.8<T) and (T<=2.9) then T:=2.9 else if (2.9<T) and (T<=3.0) then
  T:=3.0 else
if (3.0<T) and (T<=3.1) then T:=3.1 else if (3.1<T) and (T<=3.2) then
  T:=3.2 else
if (3.2<T) and (T<=3.3) then T:=3.3 else if (3.3<T) and (T<=3.4) then
  T:=3.4 else
if (3.4<T) and (T<=3.5) then T:=3.5 else if (3.5<T) and (T<=3.6) then
  T:=3.6 else
if (3.6<T) and (T<=3.7) then T:=3.7 else if (3.7<T) and (T<=3.8) then
  T:=3.8 else
if (3.8<T) and (T<=3.9) then T:=3.9 else if (3.9<T) and (T<=4.0) then
  T:=4.0;
  readln;
end;
END;

```

#### PROCEDURE TIPO10;

```

BEGIN
clrscr;
MARC;
textbackground(4);
gotoxy(30,7);
write(' MENU DE RELEVADORES ');
textbackground(0);
gotoxy(15,12);

```

```
write('MARCA');
gotoxy(23,12);
write('TIPO');
gotoxy(30,12);
write('CLASE');
gotoxy(44,12);
write(' DIALES DISPONIBLES');
gotoxy(15,16);
write(' GEC SFC 151 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0 ');
gotoxy(39,17);
write(' 6.0, 7.0, 8.0, 9.0, 10.0 ');
BANDA;
```

```
begin
```

```
if ( 0<T) and (T<=1.50) then T:=1.50 else if (1.50<T) and (T<=1.75)
then T:=1.75 else
if (1.75<T) and (T<=2.00) then T:=2.00 else if (2.00<T) and (T<=2.25)
then T:=2.25 else
if (2.25<T) and (T<=2.50) then T:=2.50 else if (2.50<T) and (T<=2.75)
then T:=2.75 else
if (2.75<T) and (T<=3.00) then T:=3.00 else if (3.00<T) and (T<=3.25)
then T:=3.25 else
if (3.25<T) and (T<=3.50) then T:=3.50 else if (3.50<T) and (T<=3.75)
then T:=3.75 else
if (3.75<T) and (T<=4.00) then T:=4.00 else if (4.00<T) and (T<=4.25)
then T:=4.25 else
if (4.25<T) and (T<=4.50) then T:=4.50 else if (4.50<T) and (T<=4.75)
then T:=4.75 else
if (4.75<T) and (T<=5.00) then T:=5.00 else if (5.00<T) and (T<=5.25)
then T:=5.25 else
if (5.25<T) and (T<=5.50) then T:=5.50 else if (5.50<T) and (T<=5.75)
then T:=5.75 else
if (5.75<T) and (T<=6.00) then T:=6.00 else if (6.00<T) and (T<=6.25)
then T:=6.25 else
if (6.25<T) and (T<=6.50) then T:=6.50 else if (6.50<T) and (T<=6.75)
then T:=6.75 else
if (6.75<T) and (T<=7.00) then T:=7.00 else if (7.00<T) and (T<=7.25)
then T:=7.25 else
if (7.25<T) and (T<=7.50) then T:=7.50 else if (7.50<T) and (T<=7.75)
then T:=7.75 else
if (7.75<T) and (T<=8.00) then T:=8.00 else if (8.00<T) and (T<=8.25)
then T:=8.25 else
if (8.25<T) and (T<=8.50) then T:=8.50 else if (8.50<T) and (T<=8.75)
then T:=8.75 else
if (8.75<T) and (T<=9.00) then T:=9.00 else if (9.00<T) and (T<=9.25)
then T:=9.25 else
if (9.25<T) and (T<=9.50) then T:=9.50 else if (9.50<T) and (T<=9.75)
then T:=9.75 else
if (9.75<T) and (T<=10.0) then T:=10.0 else if (10.0<T) and (T<=10.25)
then T:=10.25 else
if (10.25<T) and (T<=10.50) then T:=10.50 else if (10.50<T) and
(T<=10.75) then T:=10.75 else
```

```

if (10.75<T) and (T<=11.00) then T:=11.00 else if (11.00<T) and
(T<=11.25) then T:=11.25 else
if (11.25<T) and (T<=11.50) then T:=11.50 else if (11.50<T) and
(T<=11.75) then T:=11.75 else
if (11.75<T) and (T<=12.00) then T:=12.0;
readln;
end;
END;

```

#### PROCEDURE TIPO11;

```

BEGIN
clrscr;
MARC;
textbackground(4);
gotoxy(32,7);
write(' MENU DEL RELEVADOR ');
textbackground(0);
gotoxy(15,12);
write('MARCA');
gotoxy(23,12);
write('TIPO');
gotoxy(30,12);
write('CLASE');
gotoxy(44,12);
write(' DIALES DISPONIBLES');
gotoxy(15,16);
write(' GEC IFC 66 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0 ');
gotoxy(39,17);
write(' 6.0, 7.0, 8.0, 9.0, 10.0 ');
BANDA;

begin
if (0<T) and (T<=2.5) then T:=2.5 else if (2.5<T) and (T<=2.8) then T:=2.8
else
if (2.8<T) and (T<=3.0) then T:=3.0 else if (3.0<T) and (T<=3.5) then
T:=3.5 else
if (3.5<T) and (T<=4.0) then T:=4.0 else if (4.0<T) and (T<=4.5) then
T:=4.5 else
if (4.5<T) and (T<=5.0) then T:=5.0 else if (5.0<T) and (T<=5.5) then
T:=5.5 else
if (5.5<T) and (T<=6.0) then T:=6.0 else if (6.0<T) and (T<=6.5) then
T:=6.5 else
if (6.5<T) and (T<=7.0) then T:=7.0;
readln;
end;
END;

```

## PROCEDURE OPCIONES;

```
BEGIN
  clrscr;
  MARCO;
  textbackground(0);
  gotoXY(23,7);
  write('ESCRIBE EL RANGO QUE ESCOGISTE');
  gotoXY(38,9);
  read(R);
  case R of
    0:TIPO0;
    1:TIPO1;
    2:TIPO2;
    3:TIPO3;
    4:TIPO4;
    5:TIPO5;
    6:TIPO6;
    7:TIPO7;
    8:TIPO8;
    9:TIPO9;
    10:TIPO10;
    11:TIPO11;
  end;
  { textbackground(4);
  window(1,1,30,10);
  clrscr;
  gotoxy(2,2);
  writeln('EL VALOR DE T ES ');
  gotoXY(5,4);
  write(T:2:2);}
  multi:= T*RTC;
  { gotoxy(2,6);
  writeln('EI VALOR DEL MULTIPLO ES ');
  write(multi:3:2); READLN;}
END;
```

## FUNCTION READS(t:integer): STRING;

```
VAR
  FinCaptura : BOOLEAN;
  len : integer;
  c : char;
  s : string[6];
```

```
BEGIN
  FinCaptura := FALSE;
  len := 0;
  s := ' ';
  WHILE NOT FinCaptura DO BEGIN
```

```

c := ReadKey;
CASE C OF
  #13: FinCaptura := TRUE;
  #8: BEGIN
    IF LEN > 0 THEN BEGIN
      S[LEN] := ' ';
      LEN := LEN - 1;
      WRITE(#8, ' ', #8)
    END ELSE BEGIN
      WRITE(#7);
      FinCaptura := TRUE;
    END
  END;
ELSE BEGIN
  IF LEN < T THEN
    BEGIN
      len := len + 1;
      s[len] := upcase(c);
      Write(upcase(c));
    END ELSE WRITE(#7);
  END;
END
END;
READS := s;
END;

```

PROCEDURE ASIGNAR;

LABEL REVISADATOS, INICIO, INICIO1, INICIO2, INICIO3;

VAR

```

F:text;
i:integer;
A:string [150];
tope: integer;
ELEMENTO:REGISTRO2;
marca,clase,tipo:string[4];
cadena:string[4];
dial:real;

```

BEGIN

```

REVISADATOS:
textbackground(1);
window(42,1,80,9);
clrscr;
textbackground(1);
gotoxy (9,2); write(' ESCRIBE LOS DATOS DEL ');
gotoxy (9,3); write(' RELEVADOR ELEGIDO ');
gotoxy (4,5); write(' MARCA ');
gotoxy(13,5); write(' TIPO ');
gotoxy(21,5); write(' CLASE ');

```

```

gotoxy(30,5); write(' DIAL ');
gotoXY(13,8); write ('[ <-- ] CORREGIR');
textbackground(0);
gotoXY (5,6); write (' ');
gotoXY(14,6); write (' ');
gotoXY(22,6); write (' ');
gotoXY(30,6); write (' ');

```

INICIO:

REPEAT

```

    gotoXY(6,6); WRITE(' '); GoToXY(6,6);
    marca := READS(3);
    UNTIL MARCA <> ' ';

```

INICIO1:

```

    gotoXY(15,6); WRITE(' '); GoToXY(15, 6);
    tipo := readS(3);
    IF (TIPO = ' ') THEN GOTO INICIO;

```

INICIO2:

```

    gotoXY(24,6); WRITE(' '); GoToXY(24, 6);
    clase := readS(3);
    IF (CLASE = ' ') THEN GOTO INICIO1;

```

INICIO3:

```

    gotoXY(32,6); WRITE(' '); GoToXY(31, 6);
    CADENA := readS(4);
    IF (CADENA = ' ') THEN GOTO INICIO2;
    !F POS(' ', CADENA) <> 0 THEN
    CADENA := COPY(CADENA, 1, POS(' ', CADENA) - 1);
    VAL(CADENA, dial, ERR);

```

assign(F,'RELES.DB');

reset(F);

tope:=0;

repeat

```

    read(F,ELEMENTO.marca);
    read(F,ELEMENTO.tipo);
    read(F,ELEMENTO.clase);
    read(F,ELEMENTO.dial);

```

```

    if((marca = ELEMENTO.marca) and (tipo = ELEMENTO.tipo) and
        (clase = ELEMENTO.clase) and
        (dial = ELEMENTO.dial)) then

```

begin

```

    for i:= 1 to KU do
        begin
            read(F, x[i]);
            read(F, y[i]);
        end;

```

for i:= 1 to KU do

```

    begin
        x[i]:= x[i]*multi;

```

```

    end;

    tope = 1;
end

else readLN(F);
until((tope = 1) OR EOF(F));
IF (EOF(F)) THEN BEGIN
    window(46,2,76,8);
    textbackground(4);
    clrscr;
    gotoXY(2,2); WRITE(' DISPOSITIVO NO ENCONTRADO ');
    gotoXY(8,4); write(' TECLA <RTN> ');
    gotoXY(8,5); write(' PARA CONTINUAR'); BANDA;
    WINDOW(1,1,80,25); ASIGNAR;
END;
close(F);
WRITELN(REPORTE, 'RELEVADOR : ', MARCA:4, TIPO:4, CLASE:4, DIAL:5:2);
INC(Disp);
StrDisp[Disp, 1] := 'Relevador';
StrDisp[Disp, 2] := MARCA + ' ' + TIPO + ' ' + CLASE;
Str(T:5:2, A);
StrDisp[Disp, 3] := 'TAP = ' + A;
Str(DIAL:5:2, A);
StrDisp[Disp, 4] := 'DIAL = ' + A;
Str(RTC:5:2, A);
StrDisp[Disp, 5] := 'RTC = ' + A;
END;

```

#### PROCEDURE GFUSIBLE;

```

LABEL REVISADATOS, INICIO, INICIO1, INICIO2;

```

```

VAR

```

```

G:text;
i:integer;
A:string [150];
top: integer;
ELEMENTO1:REGISTRO1;
marca1,clase1,tipo1:string[4];
cadena1:string[4];
dial1:INTEGER;

```

```

BEGIN

```

```

textbackground(0);
clrscr;
MARCON;
gotoXY(31,5);
textbackground(4);
write(' MENU DE FUSIBLES ');

```

```

textbackground(0);
gotoXY(16,8); write('MARCA');
gotoXY(23,8); write('TIPO');
gotoXY(30,8); write('CLASE');
gotoXY(12,10); write(' A. GLD RK5 30A');
gotoXY(12,11); write(' B. GLD RK5 35A');
gotoXY(12,12); write(' C. GLD RK5 40A');
gotoXY(12,13); write(' D. GLD RK5 45A');
gotoXY(12,14); write(' E. GLD RK5 50A');
gotoXY(12,15); write(' F. GLD RK5 60A');
gotoXY(12,16); write(' G. GLD RK5 100A');
gotoXY(12,17); write(' H. GLD RK5 110A');
gotoXY(12,18); write(' I. GLD RK5 125A');
gotoXY(12,19); write(' J. GLD RK5 150A');
gotoXY(12,20); write(' K. GLD RK5 175A');
gotoXY(12,21); write(' L. GLD RK5 200A');
gotoXY(48,8); write('MARCA');
gotoXY(56,8); write('TIPO');
gotoXY(64,8); write('CLASE');
gotoXY(45,10); write('M. GLD RK5 225A');
gotoXY(45,11); write('N. GLD RK5 250A');
gotoXY(45,12); write('O. GLD RK5 300A');
gotoXY(45,13); write('P. GLD K5 30A');
gotoXY(45,14); write('Q. GLD K5 60A');
gotoXY(45,15); write('R. GLD K5 100A');
gotoXY(45,16); write('S. GLD K5 200A');
gotoXY(45,17); write('T. GLD K5 400A');
gotoXY(45,18); write('U. GLD K5 600A');
gotoXY(45,19); write('V. DRW DR 40A');
gotoXY(45,20); write('W. DRW DR 160A');
gotoXY(68,25);
BANDA;

```

#### REVISADATOS:

```

textbackground(1);
window(48,1,80,9);
clrscr;
gotoXY (6,2); write(' ESCRIBE LOS DATOS DEL ');
gotoXY (6,3); write(' FUSIBLE ELEGIDO ');
gotoXY (4,5); write(' MARCA ');
gotoXY(14,5); write(' TIPO ');
gotoXY(23,5); write(' CLASE ');
gotoXY(9,8); write('[ <-- ] CORREGIR ');
textbackground(0);
gotoXY (5,6); write(' ');
gotoXY(14,6); write(' ');
gotoXY(23,6); write(' ');

```

#### INICIO:

##### REPEAT

```

gotoXY(5,6); WRITE(' '); GoToXY(6,6);
marca1 := READS(3);

```



```

UNTIL MARCA1 <> '  ';
INICIO1:
  gotoXY(15,6); WRITE(' '); GoToXY(16, 6);
  tipo1 := readS(3);
  IF (TIPO1 = ' ') THEN GOTO INICIO;
INICIO2:
  gotoXY(25,6); WRITE(' '); GoToXY(25, 6);
  clase1 := readS(4);
  IF (CLASE1 = ' ') THEN GOTO INICIO1;

assign(G,'CURFUS.DB');
reset(G);
top:= 0;
repeat
  read(G,ELEMENTO1.marca1);
  read(G,ELEMENTO1.tipo1);
  read(G,ELEMENTO1.clase1);

  if((marca1 = ELEMENTO1.marca1) and (tipo1 = ELEMENTO1.tipo1) and
(clase1 = ELEMENTO1.clase1)) then
    begin
      for i:= 1 to KU do
        begin
          read(G,x{f});
          read(G,y{f});
        end;
      top:= 1;
    end
  else readLN(G);
until((top = 1) OR EOF(G));
IF EOF(G) THEN BEGIN
{ window(27,7,56,13);}
  textbackground(4);
  clrscr;
  gotoXY(2,2); WRITELN(' NO ENCONTRE EL DISPOSITIVO ');
  gotoXY(2,4); write ('   TECLEA DOBLE <RTN> ');
  gotoXY(2,6); write ('   PARA CONTINUAR ');
  gotoXY(23,6);
  { BANDA;}
  WINDOW(1,1,80,25);{GFUSIBLE;}
  GOTO REVISADATOS;
END;
close(G);
WRITELN(REPORTE, 'FUSIBLE  : ', MARCA1:4, TIPO1:4, CLASE1);
  INC(Disp);
  StrDisp[Disp, 1] := 'Fusible';
  StrDisp[Disp, 2] := MARCA1 + ' ' + TIPO1;
  StrDisp[Disp, 3] := 'CLASE: ' + CLASE1;
  StrDisp[Disp, 4] := '';
  StrDisp[Disp, 5] := '';
END;

```

PROCEDURE CLASE1;

```
{VAR
  mul:char; }
BEGIN
  clrscr;
  MARC;
  textbackground(0);
  gotoxy(27,6);
  write(' CONSTANTES DISPONIBLES');
  gotoxy(32,9);
  write(' DIALES');
  gotoxy(33,12);
  write(' A ) 13');
  gotoxy(33,14);
  write(' B ) 18');
  gotoxy(33,16);
  write(' C ) 22');
  gotoxy(33,18);
  write(' D ) 33');
  gotoxy(44,2);
  write(' OPCION ');
  gotoxy(57,2);
  mul:=UPCASE(readkey);
  if (mul = #65) then mult:= 13 else
  if (mul = #66) then mult:= 18 else
  if (mul = #67) then mult:= 22 else
  if (mul = #68) then mult:= 33 else
  CLASE1;
END;
```

PROCEDURE CLASE2;

```
BEGIN
  clrscr;
  MARC;
  textbackground(0);
  gotoxy(27,6);
  write(' CONSTANTES DISPONIBLES ');
  gotoxy(32,9);
  write(' DIALES');
  gotoxy(33,12);
  write(' A ) 57');
  gotoxy(33,14);
  write(' B ) 67');
  gotoxy(33,16);
  write(' C ) 75');
  gotoxy(33,18);
  write(' D ) 100');
  gotoxy(44,2);
  write(' OPCION ');
```

```
gotoxy(57,2);
  mul:=UPCASE(readkey);
if (mul = #65) then mult:= 57 else
if (mul = #66) then mult:= 67 else
if (mul = #67) then mult:= 75 else
if (mul = #68) then mult:= 100 else
CLASE2;
END;
```

#### PROCEDURE CLASE3;

```
BEGIN
  clrscr;
  MARC;
  textbackground(0);
  gotoxy(27,6);
  write('  CONSTANTES DISPONIBLES');
  gotoxy(32,9);
  write('  DIALES');
  gotoxy(33,12);
  write('    A )  60');
  gotoxy(33,14);
  write('    B )  75');
  gotoxy(33,16);
  write('    C )  85');
  gotoxy(33,18);
  write('    D ) 120');
  gotoxy(44,2);
  write(' OPCION ');
  gotoxy(57,2);
  mul:=UPCASE(readkey);
if (mul = #65) then mult:=60 else
if (mul = #66) then mult:= 75 else
if (mul = #67) then mult:=85 else
if (mul = #68) then mult:= 120 else
CLASE3;
END;
```

#### PROCEDURE CLASE4;

```
BEGIN
  clrscr;
  MARC;
  textbackground(0);
  gotoxy(27,6);
  write('  CONSTANTES DISPONIBLES');
  gotoxy(32,9);
  write('  DIALES');
  gotoxy(33,12);
  write('    A )  65');
```

```
gotoxy(33,14);
write(' B ) 85');
gotoxy(33,16);
write(' C ) 100');
gotoxy(33,18);
write(' D ) 145');
gotoxy(44,2);
write(' OPCION ');
gotoxy(57,2);
mul:=UPCASE(readkey);
if (mul = #65) then mult:=65 else
if (mul = #66) then mult:=85 else
if (mul = #67) then mult:=100 else
if (mul = #68) then mult:=145 else
CLASE4;
END;
```

#### PROCEDURE CLASE5;

```
BEGIN
clrscr;
MARC;
textbackground(0);
gotoxy(27,6);
write(' CONSTANTES DISPONIBLES');
gotoxy(32,9);
write(' DIALES');
gotoxy(33,12);
write(' A ) 80');
gotoxy(33,14);
write(' B ) 110');
gotoxy(33,16);
write(' C ) 130');
gotoxy(33,18);
write(' D ) 200');
gotoxy(44,2);
write(' OPCION ');
gotoxy(57,2);
mul:=readkey;
if (mul = #65) then mult:=80 else
if (mul = #66) then mult:=110 else
if (mul = #67) then mult:=130 else
if (mul = #68) then mult:=200 else
CLASE5;
END;
```

## PROCEDURE CLASE6;

```
BEGIN
  clrscr;
  MARC;
  textbackground(0);
  gotoxy(27,6);
  write(' CONSTANTES DISPONIBLES');
  gotoxy(32,9);
  write(' DIALES');
  gotoxy(33,12);
  write(' A ) 110');
  gotoxy(33,14);
  write(' B ) 150');
  gotoxy(33,16);
  write(' C ) 185');
  gotoxy(33,18);
  write(' D ) 270');
  gotoxy(44,2);
  write(' OPCION ');
  gotoxy(57,2);
  mul = readkey;
  if (mul = #65) then mult: = 110 else
  if (mul = #66) then mult: = 150 else
  if (mul = #67) then mult: = 185 else
  if (mul = #68) then mult: = 270 else
  CLASE6;
END;
```

## PROCEDURE CLASE7;

```
BEGIN
  clrscr;
  MARC;
  textbackground(0);
  gotoxy(27,6);
  write(' CONSTANTES DISPONIBLES');
  gotoxy(32,9);
  write(' DIALES');
  gotoxy(33,12);
  write(' A ) 145');
  gotoxy(33,14);
  write(' B ) 205');
  gotoxy(33,16);
  write(' C ) 250');
  gotoxy(33,18);
  write(' D ) 385');
  gotoxy(44,2);
  write(' OPCION ');
  gotoxy(57,2);
  mul = readkey;
```

```
if (mul = #65) then mult: = 145 else
if (mul = #66) then mult: = 205 else
if (mul = #67) then mult: = 250 else
if (mul = #68) then mult: = 385 else
CLASE7;
END;
```

PROCEDURE CLASE8;

```
BEGIN
clrscr;
MARC;
textbackground(0);
gotoxy(27,6);
write(' CONSTANTES DISPONIBLES');
gotoxy(32,9);
write(' DIALES');
gotoxy(33,12);
write(' A ) 180');
gotoxy(33,14);
write(' B ) 260');
gotoxy(33,16);
write(' C ) 325');
gotoxy(33,18);
write(' D ) 500');
gotoxy(44,2);
write(' OPCION ');
gotoxy(57,2);
mul: = readkey;
if (mul = #65) then mult: = 180 else
if (mul = #66) then mult: = 260 else
if (mul = #67) then mult: = 325 else
if (mul = #68) then mult: = 500 else
CLASE8;
END;
```

PROCEDURE CLASE9;

```
BEGIN
clrscr;
MARC;
textbackground(0);
gotoxy(27,6);
write(' CONSTANTES DISPONIBLES');
gotoxy(32,9);
write(' DIALES');
gotoxy(33,12);
write(' A ) 260');
gotoxy(33,14);
```

```
write(' B ) 385');
gotoxy(33,16);
write(' C ) 480');
gotoxy(33,18);
write(' D ) 730');
gotoxy(44,2);
write(' OPCION ');
gotoxy(57,2);
mul = readkey;
if (mul = #65) then mult: = 260 else
if (mul = #66) then mult: = 385 else
if (mul = #67) then mult: = 480 else
if (mul = #68) then mult: = 730 else
CLASE9;
END;
```

#### PROCEDURE CLASE10;

```
BEGIN
clrscr;
MARC;
textbackground(0);
gotoxy(27,6);
write(' CONSTANTES DISPONIBLES');
gotoxy(32,9);
write(' DIALES');
gotoxy(33,12);
write(' A ) 330');
gotoxy(33,14);
write(' B ) 505');
gotoxy(33,16);
write(' C ) 625');
gotoxy(33,18);
write(' D ) 970');
gotoxy(44,2);
write(' OPCION ');
gotoxy(57,2);
mul = readkey;
if (mul = #65) then mult: = 330 else
if (mul = #66) then mult: = 505 else
if (mul = #67) then mult: = 625 else
if (mul = #68) then mult: = 970 else
CLASE10;
END;
```

PROCEDURE CLASE11;

```
BEGIN
  clrscr;
  MARC;
  textbackground(0);
  gotoxy(27,6);
  write('  CONSTANTES DISPONIBLES');
  gotoxy(32,9);
  write(' DIALES');
  gotoxy(33,12);
  write('  A ) 400');
  gotoxy(33,14);
  write('  B ) 600');
  gotoxy(33,16);
  write('  C ) 760');
  gotoxy(33,18);
  write('  D ) 1200');
  gotoxy(44,2);
  write(' OPCION ');
  gotoxy(57,2);
  mul:= readkey;
  if (mul = #65) then mult:= 400 else
  if (mul = #66) then mult:= 600 else
  if (mul = #67) then mult:= 760 else
  if (mul = #68) then mult:= 1200 else
  CLASE11;
END;
```

PROCEDURE CLASE12;

```
BEGIN
  clrscr;
  MARC;
  textbackground(0);
  gotoxy(27,6);
  write('  CONSTANTES DISPONIBLES');
  gotoxy(32,9);
  write(' DIALES');
  gotoxy(33,12);
  write('  A ) 530');
  gotoxy(33,14);
  write('  B ) 770');
  gotoxy(33,16);
  write('  C ) 960');
  gotoxy(33,18);
  write('  D ) N.A');
  gotoxy(44,2);
  write(' OPCION ');
  gotoxy(57,2);
```



```
mul:= readkey;
if (mul = #65) then mult:=530 else
if (mul = #66) then mult:=770 else
if (mul = #67) then mult:=960 else
CLASE12;
END;
```

#### PROCEDURE CLASE13;

```
BEGIN
clrscr;
MARCO;
textbackground(0);
gotoxy(27,6);
write(' CONSTANTES DISPONIBLES');
gotoxy(32,9);
write(' DIALES');
gotoxy(33,12);
write(' A ) 640');
gotoxy(33,14);
write(' B ) 1000');
gotoxy(33,16);
write(' C ) 1200');
gotoxy(33,18);
write(' D ) N.A');
gotoxy(44,2);
write(' OPCION ');
gotoxy(57,2);
mul:= readkey;
if (mul = #65) then mult:=640 else
if (mul = #66) then mult:=1000 else
if (mul = #67) then mult:=1200 else
CLASE13;
END;
```

#### PROCEDURE CLASE14;

```
BEGIN
clrscr;
MARC;
textbackground(0);
gotoxy(27,6);
write(' CONSTANTES DISPONIBLES');
gotoxy(32,9);
write(' DIALES');
gotoxy(33,12);
write(' A ) 800');
gotoxy(33,14);
write(' B ) 1200');
gotoxy(33,16);
```

```
write(' C ) N.A');
gotoxy(33,18);
write(' D ) N.A');
gotoxy(44,2);
write(' OPCION ');
gotoxy(57,2);
mul = readkey;
if (mul = #65) then mult: = 800 else
if (mul = #66) then mult: = 1200 else
CLASE14;
END;
```

PROCEDURE INTOP;

```
BEGIN
clrscr;
textbackground(0);
MARCON;
textbackground(0);
gotoxy(29,10);
write('VALORES DE LA CORRIENTE');
gotoxy(26,13);
write('A. 50 A');
gotoxy(26,14);
write('B. 100 A');
gotoxy(26,15);
write('C. 150 A');
gotoxy(26,16);
write('D. 200 A');
gotoxy(26,17);
write('E. 300 A');
gotoxy(26,18);
write('F. 400 A');
gotoxy(26,19);
write('G. 600 A');
gotoxy(43,13);
write('H. 800 A');
gotoxy(43,14);
write('I. 1200 A');
gotoxy(43,15);
write('J. 1600 A');
gotoxy(43,16);
write('K. 2000 A');
gotoxy(43,17);
write('L. 2400 A');
gotoxy(43,18);
write('M. 3200 A');
gotoxy(43,19);
write('N. 4000 A');
gotoxy(20,7);
```

```

write('ESCRIBA SU OPCION');
window(50,7,52,7);
BANDON;
window(1,1,80,25);
case CH of
  #65:CLASE1;
  #66:CLASE2;
  #67:CLASE3;
  #68:CLASE4;
  #69:CLASE5;
  #70:CLASE6;
  #71:CLASE7;
  #72:CLASE8;
  #73:CLASE9;
  #74:CLASE10;
  #75:CLASE11;
  #76:CLASE12;
  #77:CLASE13;
  #78:CLASE14;
end;
END;

```

PROCEDURE GINTER;

LABEL REVISADATOS, INICIO, INICIO1, INICIO2;

VAR

```

H:text;
i:integer;
A:string [150];
topp: integer;
ELEMENTO2:REGISTRO3;
marca2,tipo2:string[4];
tiempo:real;
cadena2:string[4];

```

BEGIN

REVISADATOS:

```

textbackground(1);
window(1,1,33,9);
clrscr;
gotoxy(6,2); write(' ESCRIBE LOS DATOS DEL ');
gotoxy(6,3); write(' INTERRUPTOR ELEGIDO ');
gotoxy(4,5); WRITE(' MARCA ');
gotoxy(14,5); writeln(' TIPO ');
gotoxy(23,5); WRITE(' TIEMPO ');
gotoxy(9,8); write('[ <-- ] CORREGIR');
textbackground(0);
gotoxy(5,6); write(' ');
gotoxy(15,6); write(' ');
gotoxy(24,6); write(' ');

```

INICIO:

REPEAT

```
gotoxy(5,6); WRITE(' '); GoToXY(6,6);
marca2 := READS(3);
UNTIL MARCA2 <> ' ';
```

INICIO1:

```
gotoxy(15,6); WRITE(' '); GoToXY(16, 6);
tipo2 := readS(3);
IF (TIPO2 = ' ') THEN GOTO INICIO;
```

INICIO2:

```
gotoxy(24,6); WRITE(' '); GoToXY(25, 6);
cadena2 := readS(4);
IF (CADENA2 = ' ') THEN GOTO INICIO1;
IF POS(' ', CADENA2) <> 0 THEN
  CADENA := COPY(CADENA2, 1, POS(' ', CADENA2) - 1);
VAL(CADENA2, tiempo, ERR);
window(1,1,80,25);
```

assign(H,'CURELEC.DB');

reset(H);

topp := 0;

repeat

```
read(H,ELEMENTO2.marca2);
read(H,ELEMENTO2.tipo2);
read(H,ELEMENTO2.tiempo);
if((marca2=ELEMENTO2.marca2) and (tipo2=ELEMENTO2.tipo2)
and (tiempo=ELEMENTO2.tiempo)) then
```

begin

for i:= 1 to KU do

begin

read(H,x[i]);

read(H,y[i]);

end;

for i:= 1 to KU do

begin

x[i]:= (x[i]\*mult) + (mult/10);

end;

for i:= 1 to KU do

begin

read(H, x[i + KU]);

read(H, y[i + KU]);

end;

for i:= 1 to KU do

begin

x[i + KU] := ( x[i + KU] \* mult) + (mult/10);

end;

topp := 1;

end

else readLN(H);

until (topp = 1) or EOF (H) ;

IF EOF(H) THEN BEGIN

```

    window(27,7,56,13);
    textbackground(3);
    clrscr;
    gotoxy(2,2); WRITELN(' NO ENCONTRE EL DISPOSITIVO ');
    gotoxy(2,4); write ('  TECLEA DOBLE <RTN> ');
    gotoxy(2,6); write ('  PARA CONTINUAR ');
    BANDA;
    WINDOW(1,1,80,25);MINTER;
    GOTO REVISADATOS;

```

```

END;
close(H);
WRITELN(REPORTE, 'INTERRUPTOR: ', MARCA2:4, TIPO2:4, TIEMPO:5:2);
INC(Disp);
StrDisp[Disp, 1] := 'Interruptor';
StrDisp[Disp, 2] := MARCA2 + ' ' + TIPO2;
Str(TIEMPO:5:2, A);
StrDisp[Disp, 3] := 'TIEMPO = ' + A;
StrDisp[Disp, 4] := '';
StrDisp[Disp, 5] := '';
END;

```

PROCEDURE COORDENADAX;

```

VAR
    fraccion : real; X1 : integer;

BEGIN
    if (5.0 < x[i]) and ( x[i] < 10.0) then X1 := 50 ELSE
    if (10.0 < x[i]) and ( x[i] <= 100.0) then X1 := 76 ELSE
    if (100.0 < x[i]) and ( x[i] <= 1000.0) then X1 := 159 ELSE
    if (1000.0 < x[i]) and ( x[i] <= 10000.0) then X1 := 242 ELSE
    if (10000.0 < x[i]) and ( x[i] <= 100000.0) then X1 := 325;
    fraccion:=frac(0.434294481*ln(x[i]));
    RR[RRJ, i]:=Round(fraccion*55.3*1.5) + X1;
    if x[i] = 10.0 then RR[RRJ, i]:=76;
END;

```

PROCEDURE COORDENADAY;

```

VAR
    fraccion : real; Y1 : integer;

BEGIN
    if (1.0 < y[i]) and ( y[i] <= 10.0 ) then Y1:=259 ELSE
    if (10.0 < y[i]) and ( y[i] <= 100.0) then Y1:=176 ELSE
    if (100.0 < y[i]) and ( y[i] <= 1000.0) then Y1:=93;
    if (0.01 < y[i]) and ( y[i] <= 0.1) then begin y[i]:=y[i]*1000.0; Y1:=425; end;
    if (0.1 < y[i]) and ( y[i] <= 1.0) then begin y[i]:=y[i]*100.0; Y1 :=342; end;

```

```

if(0.01 = y[i]) then Y1 := 425 else
begin
  fraccion := frac(0.434294481 * ln(y[i]));
  SS[RRJ, i] := Round(Y1 - Round(fraccion * 55.3 * 1.5));
end;
{ regresa y[i] a su valor original }
if (Y1 = 425) then y[i] := y[i] / 1000.0;
if (Y1 = 342) then y[i] := y[i] / 100.0;
END;

```

PROCEDURE COORDENADAX1;

VAR

fraccion : real; L1 : integer;

BEGIN

```

if (5.0 < x[i]) and (x[i] < 10.0) then L1 := 50 ELSE
if (10.0 < x[i]) and (x[i] <= 100.0) then L1 := 76 ELSE
if (100.0 < x[i]) and (x[i] <= 1000.0) then L1 := 159 ELSE
if (1000.0 < x[i]) and (x[i] <= 10000.0) then L1 := 242 ELSE
if (10000.0 < x[i]) and (x[i] <= 100000.0) then L1 := 325;
fraccion := frac(0.434294481 * ln(x[i]));
RR1[RR1J, i] := Round(fraccion * 55.3 * 1.5) + L1;
if x[i] = 10.0 then RR1[RR1J, i] := 76;
END;

```

PROCEDURE COORDENADAY1;

VAR

fraccion : real; M1 : integer;

BEGIN

```

if (1.0 < y[i]) and (y[i] <= 10.0) then M1 := 259 ELSE
if (10.0 < y[i]) and (y[i] <= 100.0) then M1 := 176 ELSE
if (100.0 < y[i]) and (y[i] <= 1000.0) then M1 := 93;
if (0.01 < y[i]) and (y[i] <= 0.1) then begin y[i] := y[i] * 1000.0; M1 := 425; end;
if (0.1 < y[i]) and (y[i] <= 1.0) then begin y[i] := y[i] * 100.0; M1 := 342; end;
if(0.01 = y[i]) then SS1[RR1J, i] := 425 else
  fraccion := frac(0.434294481 * ln(y[i]));
  SS1[RR1J, i] := Round(M1 - Round(fraccion * 55.3 * 1.5));
  if (M1 = 425) then y[i] := y[i] / 1000.0;
  if (M1 = 342) then y[i] := y[i] / 100.0;
END;

```

PROCEDURE COORDENADAX2;

VAR

fraccion : real; O1 : integer;

BEGIN

```
if (5.0 < x[i]) and ( x[i] < 10.0) then O1 := 50 ELSE
if (10.0 < x[i]) and ( x[i] <= 100.0) then O1 := 76 ELSE
if (100.0 < x[i]) and ( x[i] <= 1000.0) then O1 := 159 ELSE
if (1000.0 < x[i]) and ( x[i] <= 10000.0) then O1 := 242 ELSE
if (10000.0 < x[i]) and ( x[i] <= 100000.0) then O1 := 325;
fraccion:= frac(0.434294481*ln(x[i]));
RR2[RR2J, i]:=Round(fraccion*55.3*1.5) + O1;
if x[i]=10.0 then RR2[RR2J, i]:=76;
```

END;

PROCEDURE COORDENADAY2;

VAR

fraccion : real; P1 : integer;

BEGIN

```
if (1.0 < y[i]) and ( y[i] <= 10.0 ) then P1:=259 ELSE
if (10.0 < y[i]) and ( y[i] <= 100.0) then P1:=176 ELSE
if (100.0 < y[i]) and ( y[i] <= 1000.0) then P1:=93;
if (0.01 < y[i]) and ( y[i] <= 0.1) then begin y[i]:=y[i]*1000.0; P1:=425; end;
if (0.1 < y[i]) and (y[i] <= 1.0) then begin y[i]:=y[i]*100.0; P1 :=342; end;
if (0.01 = y[i]) then SS2[RR2J, i] := 425 else
fraccion:= frac(0.434294481*ln(y[i]));
SS2[RR2J, i]:=Round(P1-Round(fraccion*55.3*1.5));
if (P1 =425) then y[i]:=y[i]/1000.0;
if (P1 =342) then y[i]:=y[i]/100.0;
```

END;

PROCEDURE LIN;

VAR

X: integer;  
StrVol: STRING[10];

BEGIN

```
HOJA_LOG;
setcolor(14);
COORDENADAXA(F, x);
line(x, 425, x, 200);
OutTextXY(x + 10, 390, 'l falla');
str(V:5:0, StrVol);
```

```

OutTextXY(280, 458, StrVol);
FOR J: = 1 TO RRJ DO { Relevadores }
  IF (RR[J, 0] = 1) THEN BEGIN

```

```

  for i: = 1 to 10 do
    IF (RR[J, i] < X) THEN BEGIN
      setcolor(3);
      line (RR[J, i],SS[J, i],RR[J, i+1],SS[J, i+1]);

```

```

    END;
    IF (RR[J, 11] < X) THEN
      line(RR[j, 11], SS[j, 11], X, SS[j, 11]);
    Str(J, StrVol);
    OutTextXY(RR[j, 1], SS[j, 1], StrVol);

```

```

  END;
  FOR J: = 1 TO RR1J DO { FUSIBLE }

```

```

    IF RR1[J, 0] = 1 THEN BEGIN
      for i: = 1 to 10 do
        IF(RR1[J, i] < X) THEN BEGIN

```

```

setcolor(4);
      line (RR1[J, i],SS1[J, i],RR1[J, i+1],SS1[J, i+1]);

```

```

    END;
      str(J + 4, StrVol);
      OutTextXY(RR1[j, 1], SS1[j, 1], StrVol);

```

```

    end;
    FOR J: = 1 TO RR2J DO { Interruptores }

```

```

      IF (RR2[J, 0] = 1) THEN BEGIN
        for i: = 1 to 10 do begin

```

```

          IF (RR2[J, i] < X) THEN BEGIN
            setcolor(15);
            line (RR2[J, i],SS2[J, i],RR2[J, i+1],SS2[J, i+1]);
            line (RR2[J, i+ 11], SS2[J, i+ 11],RR2[J, i+ 12],SS2[J, i+ 12]);

```

```

          END;
        end;

```

```

          IF (RR2[J, 11] < X) THEN
            line(RR2[j, 11], SS2[j, 11], X, SS2[j, 11]);
          IF (RR2[J, 22] < X) THEN
            line(RR2[j, 22], SS2[j, 22], X, SS2[j, 22]);
          Str(J + 8, StrVol);
          OutTextXY(RR2[j, 1], SS2[j, 1], StrVol);

```

```

        END;
        SETCOLOR(3);

```

```

        For J: = 1 To Disp DO

```

```

        For i : = 1 to 5 DO
          OutTextXY(450, j * 60 + i * 9, StrDisp[J, i]);
          readln;
          closegraph;

```

```

        END;

```



PROCEDURE INICIO;

```
VAR  
resp:string[15];  
k, OP:integer;  
bander:boolean;  
H:CHAR;  
REGS:REGISTERS;
```

BEGIN

```
clrscr;
```

```
Disp := 0;  
RRJ := 0;  
RR1J := 0;  
RR2J := 0;  
RR[1, 0] := 0;  
RR1[1, 0] := 0;  
RR2[1, 0] := 0;  
OP := 0;
```

REPEAT

```
WINDOW(1,1,80,25);
```

```
textbackground(0);
```

```
clrscr;
```

```
MARC;
```

```
textcolor(15);
```

```
textbackground(0);
```

```
gotoxy(19,6); write(' TECLEE SU OPCION');
```

```
gotoxy(23,9); write(' 1. COORDINACION DE FUSIBLES');
```

```
gotoxy(23,11); write(' 2. COORDINACION DE RELEVADORES');
```

```
gotoxy(23,13); write(' 3. COORDINACION DE INTERRUPTORES');
```

```
gotoxy(23,15); write(' 4. DISPOSITIVOS GRAFICADOS');
```

```
gotoxy(23,17); write(' 5. IMPRIMIR');
```

```
gotoxy(23,19); write(' 6. SALIR');
```

```
textbackground(10);
```

```
gotoxy(54,6);
```

```
write(' ');
```

REPEAT

```
WHILE NOT KEYPRESSED DO
```

```
begin
```

```
GETTIME(HORA, MINUTO, SEGUNDO, CENTESIMA);
```

```
STR(MINUTO, SMINUTO);
```

```
STR(SEGUNDO, SSEGUNDO);
```

```
IF LENGTH(SMINUTO) < 2 THEN SMINUTO := CONCAT('0',  
SMINUTO);
```

```
IF LENGTH(SSEGUNDO) < 2 THEN SSEGUNDO := CONCAT('0',  
SSEGUNDO);
```

```
DESACTIVAR CURSOR
```

```
REGS.AX := #8;
```

```
Intr(#13, REGS); }
```

```
GOTOXY(52, 5); WRITE(HORA:2, ':', SMINUTO, ':', SSEGUNDO);
```

```
REGS.AX := #8;
```

```
Intr(#13, REGS);  
ACTIVAR CURSOR }  
end;  
gotoxy(55,6);  
H:=readkey;  
clrscr;  
WINDOW(1,1,80,25);
```

CASE H OF

```
#51: BEGIN { INTERRUPTORES }  
  IF RR2J < 4 THEN BEGIN  
    RR2J := RR2J + 1;  
    textbackground(0);  
    INTOP;  
    MINTER;  
    GINTER;  
    for i:= 1 to 22 do { 11 }  
      begin  
        COORDENADAX2;  
        COORDENADAY2;  
      end;  
      RR2[RR2J, 0] := 1;  
      LIN;  
    END ELSE BEGIN  
      WRITE('SOLO SE GRAFICAN CUATRO DE C/U.');
```

```
      H:=READKEY;  
    END;  
  END;  
#50 : BEGIN { RELEVADORES }  
  IF RRJ < 4 THEN BEGIN  
    RRJ := RRJ + 1;  
    textbackground(0);  
    CALCULO;  
    RELA;  
    RANGOS;  
    RANGOS2;  
    OPCIONES;  
    ASIGNAR;  
    for i:= 1 to 11 do  
      begin  
        COORDENADAX;  
        COORDENADAY;  
      end;  
      RR[RRJ, 0] := 1;  
      LIN;  
    END ELSE BEGIN  
      WRITE('SOLO SE GRAFICAN CUATRO DE C/U.');
```

```
      H:=READKEY;  
    END;  
  END;
```

```

#49 : BEGIN { FUSIBLES }
      IF RR1J < 4 THEN BEGIN
          RR1J := RR1J + 1;
          TEXTBACKGROUND(0);
          GFUSIBLE;
          for i:= 1 to 11 do
              begin
                  COORDENADAX1;
                  COORDENADAY1;
              end;
          RR1[RR1J, 0] := 1;
          LIN;
      END ELSE BEGIN
          WRITE('SOLO SE GRAFICAN CUATRO DE C/U. ');
          H:= READKEY;
      END
      END;
#52 : LIN;
END;
UNTIL H IN [#52, #51, #50, #49, #53, #54];
UNTIL H = #54;
end;

```

#### PROCEDURE SIGUE;

```

VAR
  resp:string[15];
  y,i:integer;

BEGIN
  clrscr;
  MARCO;
  textbackground(0);
  textcolor(15);
  gotoxy(19,9); write(' POR MEDIO DE ESTE PROGRAMA USTED PODRA ');
  gotoxy(19,10); write(' REALIZAR UNA COORDINACION SEMIAUTOMATICA ');
  gotoxy(19,11); write(' DE FUSIBLES, RELEVADORES E INTERRUPTORES ');
  gotoxy(19,12); write(' UTILIZANDO UNICAMENTE SUS DATOS DE RAMAL ');
  gotoxy(19,13); write(' Y LOS MENUS DE LOS DISPOSITIVOS USADOS ');
  gotoxy(19,14); write(' EN LA COORDINACION DE PROTECCIONES QUE ');
  gotoxy(19,15); write(' SE ENCUENTRAN CONTENIDOS EN EL PROGRAMA ');
  gotoxy(70,25);
  BANDA;
END;

```

PROCEDURE HI;

VAR

X,i,l,y: integer;

C : char;

BEGIN

clrscr;

MARCON;

window(22,10,59,15);

textbackground(1);

clrscr;

window(1,1,80,25);

textcolor(15);

gotoxy(26,12);

write('COORDINACION DE PROTECCIONES');

gotoxy(31,13);

write('DE LINEA A TIERRA');

textcolor(15);

textbackground(15);

gotoXY(23,9);

for i: = 1 to 36 do

begin

write(' ');

end;

for y: = 9 to 16 do

begin

gotoXY(21,y);

write(' ');

gotoXY(57,y);

write(' ');

end;

gotoXY(23,16);

for i: = 1 to 36 do

begin

write(' ');

end;

textcolor(1);

for y: = 10 to 17 do

begin

gotoxy(59,y);

write(#219#219);

end;

gotoxy(25,17);

for i: = 1 to 36 do

begin

write(#219);

end;

gotoXY(68,25);

BANDA;

END;

```

BEGIN
textbackground(0);
HI;
textbackground(0);
SIGUE;
textbackground(0);
PRINCIPIO;
DIASSEM[1] = 'LUNES';
DIASSEM[2] = 'MARTES';
DIASSEM[3] = 'MIERCOLES';
DIASSEM[4] = 'JUEVES';
DIASSEM[5] = 'VIERNES';
DIASSEM[6] = 'SABADO';
DIASSEM[0] = 'DOMINGO';
assign(reporte,'reporte.dat'); rewrite(reporte);
GETDATE(ANO, MES, DIA, DIASEM);
GETTIME(HORA, MINUTO, SEGUNDO, CENTESIMA);
WRITELN(REPORTE, 'DATOS EMPLEADOS EN EL PROGRAMA. ');
WRITELN(REPORTE, 'FECHA ', DIASSEM[DIASEM], ' ', DIA, '/', MES, '/', ANO,
', HORA, ':', MINUTO, ':', SEGUNDO);
WRITELN(REPORTE); WRITELN(REPORTE);
WRITELN(REPORTE, '*****');
WRITELN(REPORTE);
textbackground(0);
INICIO;
WRITELN(REPORTE);
WRITELN(REPORTE, '*****');
WRITELN(REPORTE, 'FIN DEL REPORTE. ');
CLOSE(REPORTE);
END.

```