

20
28/11/85

Universidad Nacional Autónoma de México.

Facultad de Ingeniería.

ECO. ESTACION CONCENTRADORA

PARA LA RED PLUVIOMETRICA DEL D.D.F.

Tesis Profesional

Que para obtener el Título de

Ingeniero en Computación

Presenta

Francisco de M. Sánchez Cisneros.

Director: Ing. Juan B. Martínez.

Ciudad Universitaria, D. F., noviembre 1985.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

CONTENIDO

SECCION 1 INTRODUCCION.	1
SECCION 2 Antecedentes.	1
SECCION 3 Descripción general de la red.	1
3.1 Puntos Remotos. (PR)	1
3.1.1 Puntos Remotos pasivos.	2
3.1.1.1 Ventajas.	3
3.1.1.2 Desventajas.	3
3.1.2 Puntos Remotos activos.	3
3.1.2.1 Ventajas.	4
3.1.2.2 Desventajas.	4
3.2 Estaciones Concentradoras. (ECO)	5
3.2.1 Funciones de ECO.	5
3.2.2 Objetivos de ECO.	6
3.2.3 Comunicaciones de ECO.	6
3.3 Puesto Central de Registro. (PCR)	7
3.3.1 Tareas del PCR.	8
3.3.2 Equipo del PCR.	9
3.4 Ventajas del diseño escogido.	10
SECCION 4 Descripción general de ECO.	1
4.1 Descripción general del Hardware.	2
4.1.1 Módulo de Diagnóstico.	2
4.1.2 Módulo de Acoplamiento.	3
4.1.3 Modem.	3
4.1.4 Fuente de alimentación.	4
4.1.5 Subsistema PAT85.	4
4.2 Justificación para usar el PAT85.	5
4.2.1 Ventajas.	5
4.3 Descripción general del Software.	6

4.3.1 Tareas del Software.	7
4.3.2 Estructura del Software.	8
4.4 Comunicación con el PCR.	9
4.4.1 Comunicación de ECO a PCR.	9
4.4.2 Comunicación de PCR a ECO.	10
4.5 Descripción física.	10
4.6 Lista de componentes.	11
SECCION 5 Software.	1
5.1 Control del tiempo.	2
5.2 Rutinas constitutivas.	3
5.2.1 Rutina inicial.	4
5.2.2 Rutinas de compensación.	4
5.2.3 Rutinas funcionales.	5
5.2.3.1 PASA_A_VECTOR	6
5.2.3.2 INCTIEMPO	6
5.2.3.3 CHECALINEAS	7
5.2.3.4 LEEPCR	8
5.2.3.5 TRASMIT	8
5.2.3.6 ACTUALIZALEDS	9
5.2.3.7 FOCOYDOG	9
5.2.3.8 SACACUENTA	9
5.2.3.9 MANEJAIO	10
5.2.4 Programa principal.	11
5.3 Algunas otras características.	12
5.3.1 Variables.	12
5.3.2 Tablas.	14
SECCION 6 Hardware.	1
6.1 Subsistema PAT85.	1
6.1.1 Funcionamiento.	3
6.1.2 Direcciones de entrada-salida.	5
6.2 Módulo de Diagnóstico.	5
6.2.1 Funcionamiento.	6
6.2.2 Lista de componentes.	8
6.3 Módulo de Acoplamiento.	9
6.3.1 Descripción física.	10
6.3.1.1 Rectificación de la alimentación.	11

6.3.1.2 Conexión a las líneas telefónicas.	11
6.3.1.3 Adaptación de pulsos.	12
6.3.1.4 Protección externa contra sobrevoltajes.	12
6.3.1.5 Protección interna contra sobrevoltajes.	12
6.3.2 Funcionamiento.	13
6.3.3 Lista de componentes.	17
6.4 Gabinete.	18
6.4.1 Descripción física.	18
6.4.2 Conexiones.	20
6.4.2.1 Alimentación.	20
6.4.2.2 Interconexión de módulos.	21
6.4.2.3 Líneas telefónicas.	21
6.5 Programación del modem.	21
SECCION 7 Pruebas Realizadas.	1
7.1 Pruebas al Software.	1
7.2 Pruebas al Módulo de Diagnóstico.	2
7.3 Pruebas al Módulo de Acoplamiento.	2
7.4 Pruebas comunicación con el PCR.	3
7.5 Pruebas comunicación con el PCR usando modems.	4
7.6 Pruebas de robustez.	4
SECCION 8 CONCLUSIONES.	1
APENDICE A Varistores y circuitos de protección.	1
A.1 Transitorios repetitivos.	2
A.2 Transitorios aleatorios.	2
A.3 Tipos de supresores.	3
A.4 Teoría de varistores de óxido de metal.	9
A.5 Transitorios y protecciones en líneas de telecomunicación.	12
APENDICE B Listado Autodocumentado.	1
APENDICE C Manual de Instalación y operación.	1
C.1 Instalación.	1
C.2 Servicio.	4
APENDICE D Índice de Figuras.	1

SECCION 1

INTRODUCCION.

El presente trabajo describe el diseño y construcción del prototipo de una estación concentradora para la red pluviométrica del Departamento del Distrito Federal, que se desarrolló por el Instituto de Ingeniería de la U.N.A.M. para la Dirección General de Obras y Construcción Hidráulica del D.D.F.

El trabajo consta de 8 secciones (o capítulos) y 4 apéndices. A continuación se da una breve descripción de las siguientes secciones y apéndices.

En la sección 2 se proporcionan los antecedentes que originaron el proyecto del Instituto de Ingeniería de la creación de una red pluviométrica.

En la sección 3 se presenta la descripción general de la red que se diseñó. Se discuten las ventajas y desventajas del diseño y se describe la operación general y las funciones de cada uno de los elementos de la red. Es en esta sección donde ECO (Estación Concentradora para la red pluviométrica del D.D.F.) se introduce, mencionando cuales son sus objetivos y funciones.

La descripción general de ECO es proporcionada en la sección 4. Se analizan en una forma general los componentes del Hardware y Software y se describe físicamente a la estación concentradora.

El Software del sistema se explica en la sección 5. Cada rutina se analiza a la vez que se proporciona su diagrama de flujo. La sección finaliza con una descripción de las características del manejo de tablas y variables dentro del programa.

En la sección 6 se profundiza en el Hardware. Se desglosa el funcionamiento de los circuitos, tanto a nivel individual como de conjunto y se explican los criterios de selección y pasos de diseño. Finalmente, se incluyen diagramas electrónicos, de disposición de componentes y lista de material para cada módulo.

La secuencia de las actividades y pruebas que se realizaron en los diferentes componentes de la estación concentradora para verificar su correcto funcionamiento son explicados en la sección 7.

La sección 8 está dedicada a las conclusiones que se derivan de este trabajo y la forma en que puede ser mejorado. Es de esperarse que basandose en esta sección, futuros proyectos similares puedan resolver fácilmente algunos de los problemas que se presentaron al diseñar ECO.

En el apéndice A se hace una recopilación de los dispositivos utilizados para la protección contra sobrevoltajes, incluyendo a los varistores. De estos últimos se proporciona una descripción detallada que incluye: teoría de operación, propiedades físicas y parámetros asociados.

El listado autodocumentado del software de ECO se encuentra en el apéndice B. Este listado contempla direcciones, etiquetas, nemónicos y comentarios para cada instrucción, así como una pequeña descripción para cada rutina que forma parte del programa.

El apéndice C está dedicado a describir la forma en que ECO debe de instalarse y los procedimientos para realizar pruebas. Este apéndice está orientado para el personal de mantenimiento, por lo que es un extracto de la información de tipo operativo que se incluye en la sección 6.

Por último en el apéndice D se proporciona una lista de las figuras que se incluyen en este trabajo.

SECCION 2

Antecedentes.

Desde la fundación de Tenochtitlan en el año de 1325 por la tribu de los mexicas, el agua ha sido un problema para la ciudad de México. En esos tiempos la capital azteca fue levantada en una isla del lago de Texcoco. Para poder construir un lugar para vivir y cultivar fue necesario secar parte del lago, y en otros casos hubo que utilizar tierras flotantes que fueron sujetadas mediante la siembra de árboles con raíces profundas. A este tipo de tierras flotantes se les dió el nombre de Chinampas. Aún ahora en pleno siglo XX podemos encontrar chinampas en las delegaciones de Xochimilco y Tlahuac. A partir del siglo XVI, durante la colonia, se inician las obras de desagüe del lago, por lo que actualmente el Distrito Federal y su área metropolitana se asientan en la parte de la cuenca de México que hace siglos constituía el lecho del lago. La inestabilidad del suelo, provocada por este hecho, ha traído como consecuencia un progresivo hundimiento de las construcciones.

El drenaje también se ha visto afectado por este hundimiento, de tal forma que hasta hace poco se tenía que bombear el agua del drenaje para que ésta pudiera salir del valle. Para evitar este bombeo innecesario se pensó en la construcción del drenaje profundo de la ciudad, obra que no ha sido terminada en su totalidad. Por otra parte, en 1985 el área metropolitana está formada por 18 millones de habitantes, lo que constituye cerca del 23% de la población total de la República Mexicana. Las grandes concentraciones de personas provocan que los servicios públicos sean problemáticos. En la ciudad de México, los servicios relacionados con el agua no son la excepción a la regla, el abasto de agua potable para la población, así como la eliminación de las aguas negras y de lluvia constituyen un grave problema.

Al sur de la República se presentan precipitaciones que varían entre 1 y 2.5 metros anuales; en el centro, incluyendo la meseta del Anahuac (a la cual pertenece el área metropolitana), se tiene una precipitación anual de cerca de 500 mm, lloviendo en promedio sólo 60 días a lo largo del año, principalmente entre mayo y octubre; al norte la cantidad de lluvia es aún menor, con una precipitación que no alcanza los 400 mm anuales.[1]

1. Información obtenida de la Enciclopedia Salvat Diccionario, 1976 Salvat Editores.

Una precipitación pluvial de 500 mm anuales no constituye por sí misma un problema, los problemas surgen debido a que el drenaje está saturado con la eliminación de aguas negras y se vuelve insuficiente cuando a la demanda diaria se le agrega el desalojo del agua de lluvia. Como resultado de esto, cuando ocurre una lluvia de moderada o gran intensidad, las inundaciones, a lo largo de la ciudad suceden con alarmante frecuencia. Hay leves inundaciones en los pasos a desnivel de las vías rápidas, y aunque leves, son suficientes para desquiciar totalmente el frágil equilibrio que guarda el tránsito de la ciudad; y también inundaciones mayores, como las que afectan a las colonias de escasos recursos, donde el nivel del agua llega a alcanzar fácilmente un metro de altura. Las inundaciones no sólo provocan pérdidas materiales, casi siempre que hay una inundación, ésta no está formada sólo por agua de lluvia, sino que contiene aguas negras que el drenaje devuelve a través de las alcantarillas, provocando que el nivel del agua aumente. Esta última agravante ocasiona problemas de salud muy graves, con peligro de causar brotes epidémicos de enfermedades infecciosas como es la tifoidea.

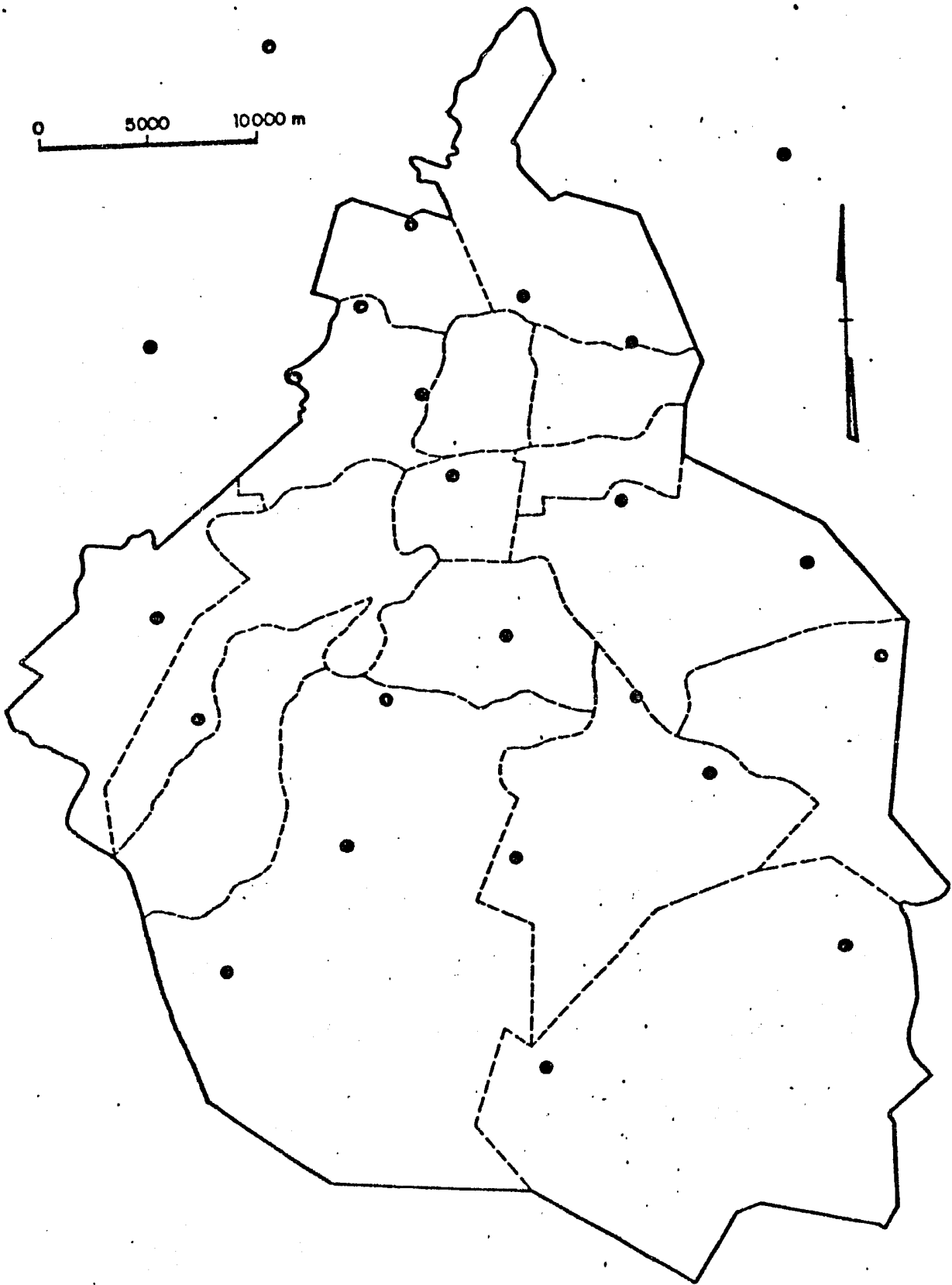
Para evitar este tipo de situaciones que causan desgracias personales y materiales, se necesita aumentar la capacidad de la red instalada y la construcción de nuevos ramales para la red. Si se desea que estas nuevas obras sean realizadas en una forma precisa y eficaz es menester tener conocimiento sobre dónde y cuándo se presenta la mayor cantidad de precipitación pluvial a lo largo del año.

Por esta razón, la Dirección General de Obras y Construcción Hidráulica del Departamento del Distrito Federal que se encarga de la operación, mantenimiento y construcción del drenaje de la Ciudad de México, solicitó al Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México que diseñara y construyera una red automatizada para la adquisición de datos pluviométricos. Por medio de esta red, una vez implantada, se logrará:

1. Proveer un medio para la obtención en tiempo real de la precipitación pluvial en el Distrito Federal y área metropolitana. De esta manera, se podrá planear la operación de la red de drenaje en una forma segura, económica, y con una anticipación adecuada. En la figura 2.1 se muestra la distribución inicial de los pluviómetros.
2. Emplear la información recibida como un sistema de alerta continua por medio del cual se puedan tomar medidas preventivas y/o correctivas con una mayor anticipación, antes de que la capacidad de la red del drenaje sea sobrepasada.

3. La elaboración y calibración de modelos que apoyen con una información precisa y oportuna los planes de ampliación y construcción de la red de drenaje pluvial.

Dentro del diseño elaborado por el Instituto de Ingeniería se contempla el uso de estaciones concentradoras como un subsistema de la red. El diseño y elaboración de un prototipo de una estación concentradora constituyen el motivo de la presente tesis.



Localización de pluviómetros
FIGURA 2.1

SECCION 3

Descripción general de la red.

El diseño lógico realizado por el Instituto de Ingenieria para la implantación de la red pluviométrica del D. D. F. contempla el uso de los siguientes elementos:

1. Puntos remotos. (PR)
2. Estaciones Concentradoras. (ECO)
3. Puesto Central de Registro. (PCR)

Un esquema de la estructura de la red se muestra en la figura 3.1. De la figura se observa que en vez de que el puesto central sea el encargado de manejar a todos los puntos remotos, el PCR se ayuda de estaciones concentradoras, de tal forma que se está utilizando un nivel de concentración (esto es que, las estaciones concentran la información, y la información concentrada se manda al PCR periódicamente) las estaciones concentradoras forman el primer nivel de concentración y pueden recibir información de un máximo de ocho puntos remotos. A su vez, el puesto central maneja un máximo de ocho estaciones concentradoras, las cuales a solicitud del puesto central de registro, mandan la información concentrada al mismo utilizando solo una línea.

De esta forma el puesto central se encarga del almacenamiento en disco y la emisión de reportes de la actividad en la red. A continuación se hace una descripción de la forma en que cada uno de estos componentes funciona en el esquema de la red.

3.1 Puntos Remotos. (PR)

La red contará con un máximo de 64 puntos remotos, en cada uno de ellos se tendrá un pluviómetro de tipo balancín (tipping bucket) con un bulbo de mercurio. Este tipo de pluviómetros tienen un captador en forma de cono por medio del cual se obliga al agua de lluvia a caer en

el balancin, el cual cuando tiene 0.01 pulgadas de lluvia gira sobre un eje, cerrando momentáneamente su interruptor de mercurio (por aproximadamente 150 milisegundos) cada vez que la precipitación acumulada desde el último cierre es de 0.254 mm (0.01 pulgadas).

Un diagrama esquemático de los pluviómetros se muestra en la figura 3.2.

La información es de naturaleza digital[2] desde su origen, pero aunque digital, no garantiza la validez de la información, debido al hecho de que el pluviómetro está en estado normalmente abierto. Una información digital presenta dos estados, el estado "1" y el "0". Siempre que el pluviómetro se encuentra en el estado "1" (circuito cerrado) se está detectando un pulso. El problema se presenta en el estado "0" o de reposo, debido a que no hay forma de saber si la línea telefónica que une al pluviómetro con la estación concentradora está funcionando correctamente. La razón estriba en que no hay manera de distinguir entre cuando la línea está abierta porque se ha perdido el enlace, y cuando la línea está abierta debido a que el pluviómetro se encuentra en su estado normal (abierto). Por lo tanto, la estación concentradora debe tener la capacidad de distinguir entre estos dos importantes estados.

Para solucionar este problema y poder verificar el funcionamiento de la línea, proveyendo a la vez de un medio de detección de los pulsos generados por los PR, se pueden usar dos enfoques mutuamente excluyentes para el diseño de los PR:

1. Puntos Remotos Pasivos.
2. Puntos Remotos Activos.

3.1.1 Puntos Remotos pasivos.

Si se usa este tipo de PR las estaciones concentradoras deben de tener un sistema de detección de pulsos basado en los cambios de impedancia en la línea telefónica, como se muestra en la figura 3.3, donde se observa que se presentan tres diferentes niveles de impedancia:

Alta: Sucede cuando el enlace entre el PR y la estación concentradora se ha perdido (la línea está abierta).

2. A lo largo del trabajo se entenderá por digital un sinónimo de binario, que es como se maneja principalmente en sistemas de este tipo.

Mediana: Cuando el pluviómetro está funcionando normalmente se encuentra abierto, por lo que la impedancia de la línea es la impedancia de la resistencia terminal (2.7 kohms).

Baja: Cuando el pluviómetro se ha cerrado debido a que ha acumulado 0.254 mm de lluvia, se conectan en paralelo la resistencia de continuidad y un corto, así la impedancia de la línea es baja.

3.1.1.1 Ventajas.

- Los PR no requieren mantenimiento periódico.
- No se requiere energía eléctrica en los PR, por lo que su operación no se ve afectada por fallas locales de suministro de energía eléctrica.

3.1.1.2 Desventajas.

- La interfaz[3] entre la estación concentradora y el PR debe de transducir el cambio de impedancia a información digital, esto último complica el diseño y construcción de la misma.
- Al ser la interfaz más complicada el mantenimiento tiende a ser más difícil, elevando los costos iniciales y de operación del sistema.

3.1.2 Puntos Remotos activos.

Si se usa este tipo de PR, la detección de los pulsos es directa debido a que en lugar de tener tres niveles de impedancia, sólo se tienen dos:

Alta: Este estado corresponde a un circuito abierto y sucede cuando el pluviómetro genera un pulso por haber acumulado 0.254 mm de lluvia.

3. Se usa el término interfaz en vez del término interfase, debido a que el circuito de acoplamiento es el que está entre la "cara" de los PR y la "cara" de ECO, y no es propiamente una fase intermedia.

Baja: Este estado corresponde a un circuito cerrado. La mayor parte del tiempo el PR se encontrará en él, debido a que el relevador que se usa (normalmente cerrado) sólo se abre cuando el pluviómetro genera un pulso.

Estos dos niveles de impedancia se ajustan perfectamente a una información digital donde los dos estados están plenamente identificados, y el estado de falla se presenta cuando se tiene una impedancia alta por un tiempo mayor a la duración de los pulsos (150 milisegundos), presentando la ventaja adicional de poder tener un registro local de los eventos. Por medio de este registro local se obtienen las siguientes ventajas:

- Se permite confirmar la correcta operación de la red.
- Se provee de un medio no automatizado que respalda al sistema cuando presenta fallas o se le está haciendo mantenimiento.

Usando una pila de 12 Volts que opera cada vez que el pluviómetro cierra el interruptor, los PR no ven afectada su operación por fallas locales de energía eléctrica y la vida útil de la pila es grande; no así si se utiliza una fuente, la cual, si bien no necesita ser cambiada más que en caso de falla, está sujeta a cortes en el suministro de energía. Un esquema de este tipo de PR se encuentra en la figura 3.4 .

3.1.2.1 Ventajas.

- Los PR pueden presentar un registro local, aprovechando la pila con la que cuentan.
- La interfaz de la estación concentradora es mucho más sencilla.

3.1.2.2 Desventajas.

- Todos los puntos remotos necesitan de una pila de 12 volts o una fuente equivalente (sujeta a fallas de suministro de energía), ya sea que se quiera o no un registro local de eventos.

- Se requiere de mantenimiento periódico, a la fuente o a la batería, y en el caso de ésta, sería necesario cambiarla frecuentemente.
- Esta configuración no permite detectar fallas en el relevador o en la batería, pues éstas no se reflejan en la línea telefónica. Por tanto, cuando un punto remoto deja de transmitir es necesario acudir al sitio de ubicación del PR para diagnosticar la falla.

Después de una evaluación de las dos alternativas se optó por usar puntos remotos activos, porque así las estaciones concentradoras se simplifican y presentan un mantenimiento más sencillo y aunque los PR necesitan mantenimiento, este no es muy complicado; se proporciona un registro local de eventos que permite revisar el funcionamiento de la red, y aunque en un principio se pensó que el costo de la red se elevaría por el uso de este tipo de PR, se concluyó que el gasto es justificable y compensable por la reducción de los costos de mantenimiento y producción que se logran en las estaciones concentradoras.

3.2 Estaciones Concentradoras. (ECO)

Las estaciones concentradoras, ECO, son las encargadas de manejar la información correspondiente de ocho pluviómetros y de detectar la ocurrencia de fallas en las líneas telefónicas de enlace.

Como ya se mencionó anteriormente, la detección de los pulsos es directa debido a la configuración utilizada para los PR. (Ver discusión sobre Puntos Remotos).

3.2.1 Funciones de ECO.

Las funciones que ECO debe realizar son:

1. La detección y preprocesamiento de la información proveniente de un máximo de 8 PR.
2. La transmisión periódica al PCR de la información recolectada.

3.2.2 Objetivos de ECO.

Como objetivos de diseño del ECO se plantearon:

1. Proveer un medio para indicar su buen funcionamiento.
2. Capacidad de autorecuperación después de una pérdida de control sobre el programa.
3. Dar facilidades para realizar pruebas locales sobre el correcto funcionamiento de la estación.
4. Diseño electrónico sencillo para que el mantenimiento sea simple y económico.

3.2.3 Comunicaciones de ECO.

La comunicación de la información en la red se realiza en dos niveles (ver figura 2.1). En el primer nivel se tiene la comunicación entre el PCR y ECO, y en el segundo nivel la que se realiza entre ECO y los PR.

Comunicación PCR-ECO:

La comunicación entre el PCR-ECO se realiza mediante líneas telefónicas dedicadas[4]. Se hace uso de modems[5] de la marca SISCO (modelo 3/12, 300 baud, full duplex[6] con 2 hilos, norma CCITT, modulación FSK, canal A para el PCR y canal B para cada ECO). El modem del PCR se conecta selectivamente a cualquiera de los 8 modems de los ECO utilizando un selector de líneas telefónicas, controlado por la computadora del PCR.

4. Se les llama dedicadas a las líneas que comunican a dos puntos exclusivamente, a diferencia de las conmutadas las cuales pueden conectar a varios puntos entre sí.

5. Se le llama MODEM al dispositivo electrónico que MODula y DEModula una comunicación digital.

6. Se puede enviar y recibir simultáneamente

Comunicación ECO-PR:

En este caso la comunicación entre cada ECO y sus sensores se realiza usando línea telefónica privada, detectando los pulsos cuando se detecta que la línea se encuentra en circuito abierto.

ECO está diseñado utilizando como base el microcontrolador PAT85 desarrollado por el Instituto de Ingeniería de la UNAM.

La descripción del prototipo de la estación concentradora, así como sus detalles de diseño de Soporte Lógico (Software) y Soporte Físico (Hardware) se presentan a mayor detalle en las siguientes secciones.

3.3 Puesto Central de Registro. (PCR)

El PCR es el encargado de la supervisión de la red y sus funciones principales son:

1. Permitir la operación de la red independientemente del número de pluviómetros instalados, con objeto de que la red pueda operar con pocos pluviómetros, o bien que se pueda incorporar o suprimir estaciones concentradoras en cualquier momento, sin necesidad de suspender la operación de la red.
2. Detectar y reportar fallas utilizando avisos audiovisuales para alertar al operador de la red de forma que se tomen las medidas correctivas pertinentes.
3. Producir informes sencillos de los datos recolectados en forma periódica.
4. Proporcionar un sistema que opere en tiempo real.
5. Formar un sistema de archivos en disco flexible para uso posterior.

El PCR tiene capacidad para manejar hasta ocho concentradores los cuales a su vez pueden manejar hasta 8 PR, proporcionando una capacidad total de 64 PR.

La información reunida en cada estación concentradora se envía al PCR a solicitud de éste, mediante el uso de líneas telefónicas dedicadas, usando modems. Para obtener la información recolectada por las

estaciones concentradoras se utiliza un procedimiento de interrogación: cada concentrador envía como respuesta una secuencia de 17 caracteres en código ASCII. Esta cadena contiene 8 parejas de caracteres y un carácter que indica el fin de la transmisión. Cada pareja identifica a un pluviómetro enviándose un carácter indicador del estado operacional (STATUS) en el primer elemento de la pareja, y el número de pulsos acumulados (eventos) en el segundo elemento. Si algún concentrador no responde a la interrogación en un lapso a lo más de un minuto, o si la cadena que recibe el puesto central tiene un número menor o mayor de 17 caracteres, entonces el PCR genera un aviso de falla de esa estación concentradora.

Los datos recibidos por el PCR son desplegados en la pantalla para ayudar al diagnóstico de fallas en caso de que hallan ocurrido. El puesto central también se encarga de convertir la lectura recibida en una medición de la precipitación pluvial (en milímetros).

3.3.1 Tareas del PCR.

Como ya se mencionó una de las funciones principales de ECO es guardar en disco flexible la información colectada para que ésta sea usada posteriormente. Cada minuto obtiene de las estaciones concentradoras el número de pulsos acumulados para cada sensor, por limitaciones de almacenamiento no guarda cada uno de estos estados, sino que suma en contadores temporales la información. De esta forma el número de eventos se va acumulando en variables que contienen la suma de eventos por año, por mes, por semana, por día, por hora, por cada 15 minutos y por cada 5 minutos de cada sensor. Para poder llevar el control preciso del tiempo y poder realizar esta acumulación, el sistema de cómputo del PCR incluye una tarjeta reloj calendario. La forma en que se acumulan los eventos para cada sensor es la siguiente:

- Cada minuto se hace una interrogación a todas las estaciones concentradoras que están dadas de alta. La información que se obtiene de las estaciones es verificada para desechar los errores y es sumada a los acumuladores de 5 minutos.
- Cada 5 minutos los totales acumulados en cada sensor en el lapso de 5 minutos son pasados a un acumulador de periodos de 15 minutos, iniciando un nuevo periodo de acumulación de 5 minutos.
- Cada 15 minutos se realiza una tarea parecida a la anterior, se acumula en periodos de 1 hora los totales de 15 minutos iniciando un nuevo periodo de 15 minutos.
- Cada hora se acumula en los totales del día el acumulado de la hora anterior, iniciando un nuevo periodo de una hora.

- Cada día se acumula en totales de una semana y se inicia la acumulación de un nuevo día.
- Cada semana se pasan los totales de la semana pasada a un acumulador anual, iniciando la acumulación de la nueva semana.
- Cada mes se reflejan los totales del mes en el acumulador anual, iniciando la acumulación para un nuevo mes.
- Cada año se pasan los totales acumulados por cada sensor en el lapso del año anterior a un acumulador que se encarga de totalizar la información desde que se inició la operación de la red y se inicia un nuevo periodo de un año.

Las transferencias de los totales acumulados de un periodo dado al siguiente se realizan al inicio del periodo dado. Sólo en caso de que algún total acumulado sea diferente de cero, que indica que hubo actividad, se genera un informe impreso. Lo anterior es válido para cada uno de los periodos mencionados anteriormente.

3.3.2 Equipo del PCR.

El desarrollo del PCR se realiza utilizando como base un microcomputador APPLE II-PLUS con 48 Kbytes de memoria RAM[7] dinámica, además utiliza:

- Una impresora.
- Tarjeta de lenguajes que proporciona 16 Kbytes de RAM dinámica.
- Tarjeta Reloj/Calendario.
- Un monitor.
- Sistema de Alimentación Ininterrumpible.

7. Random Access Memory, memoria de lectura/escritura de acceso aleatorio.

- Un modem.
- Dos unidades para discos de 5 1/4".
- Un selector de líneas telefónicas.

En la figura 3.5 se muestra en forma esquemática el PCR y sus funciones.

3.4 Ventajas del diseño escogido.

Al haberse escogido para la construcción de la red, un diseño que utiliza un nivel de concentración, se tienen tres ventajas:

1. Al recibir el PCR la información preprocesada, tiene más tiempo para realizar otras tareas.
2. Se logra una reducción significativa de la longitud total de las líneas telefónicas, ya que cada estación concentradora maneja a ocho PR que están cercanos a ella, pero no necesariamente cerca del puesto central.
3. El PCR es más sencillo en su diseño, reduciendo la probabilidad de fallas del PCR. Las fallas en alguna o algunas de las estaciones concentradoras no afectan el funcionamiento de la red.

Estructura General de la RED.

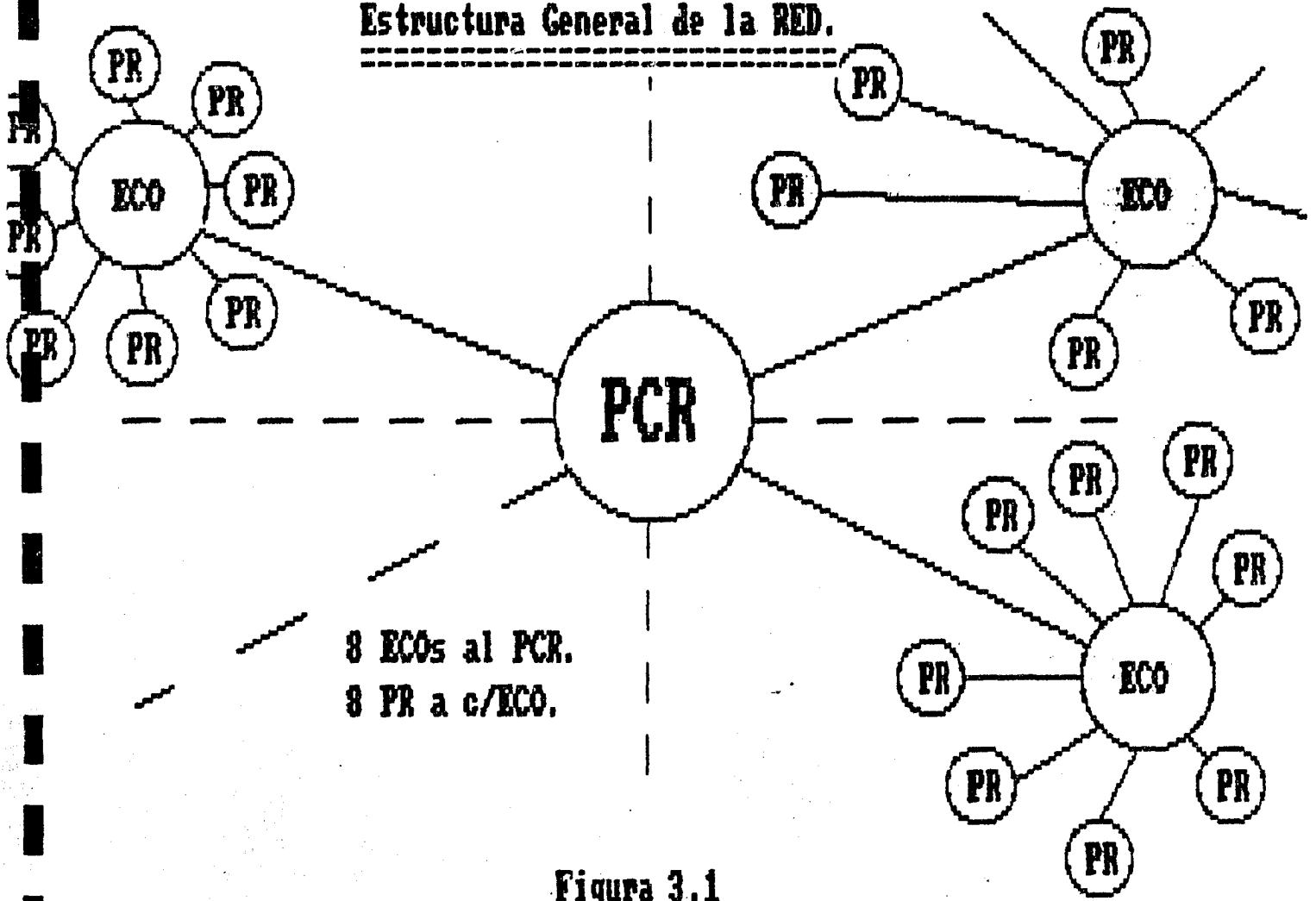


Figura 3.1

Esquema de los
Pluviómetros

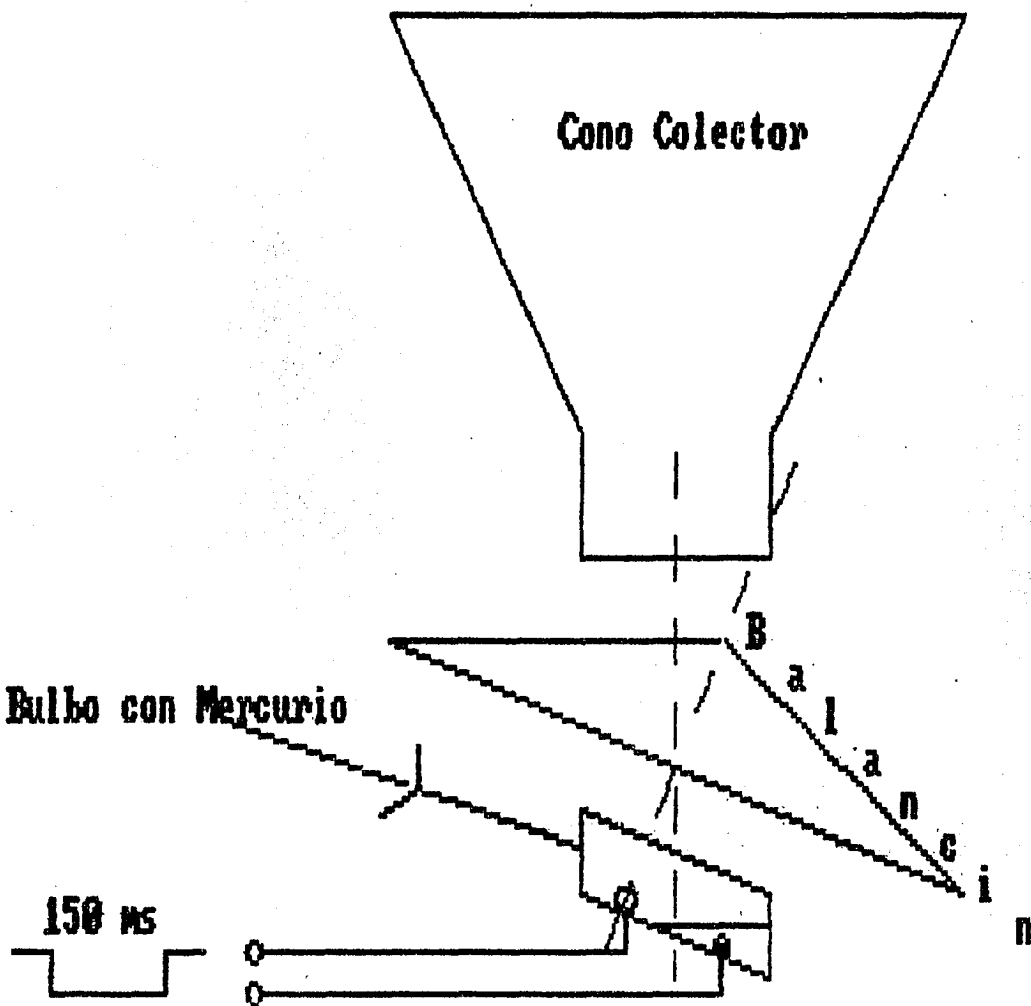


Figura 3.2

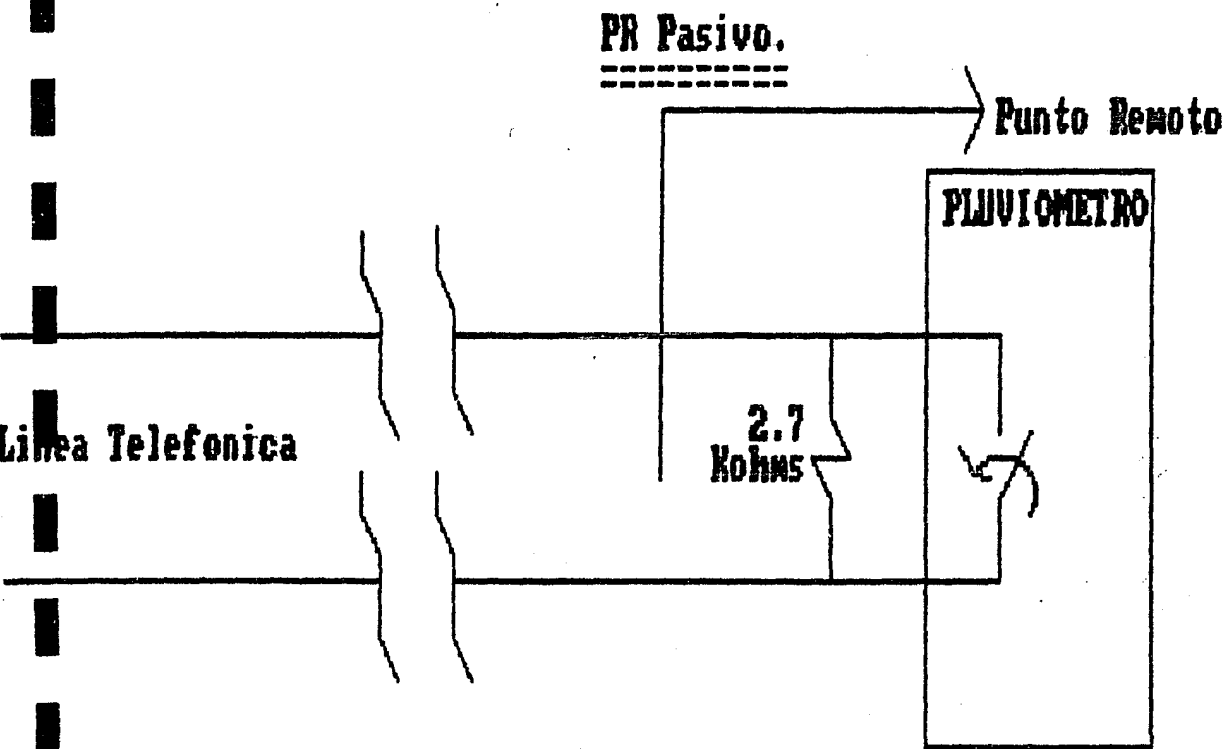


Figura 3.3

PR Activo.

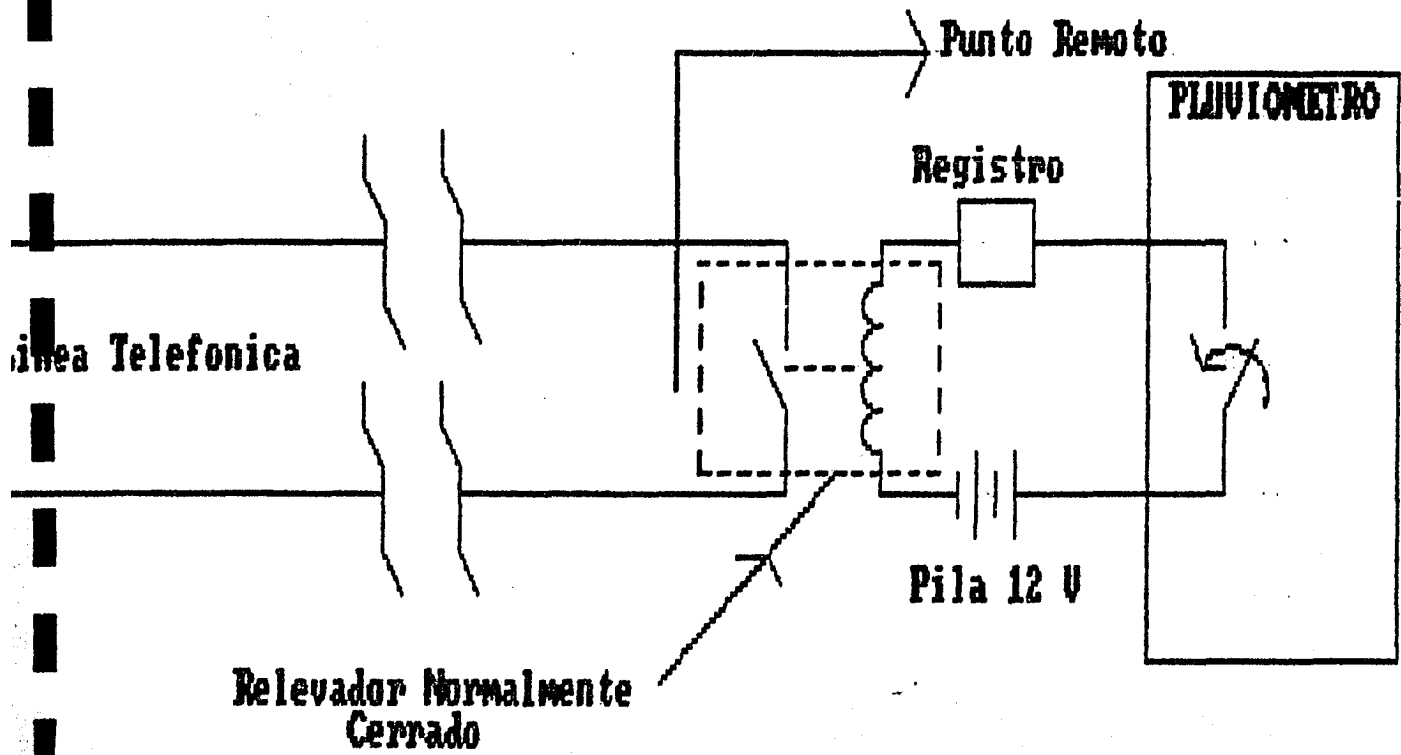
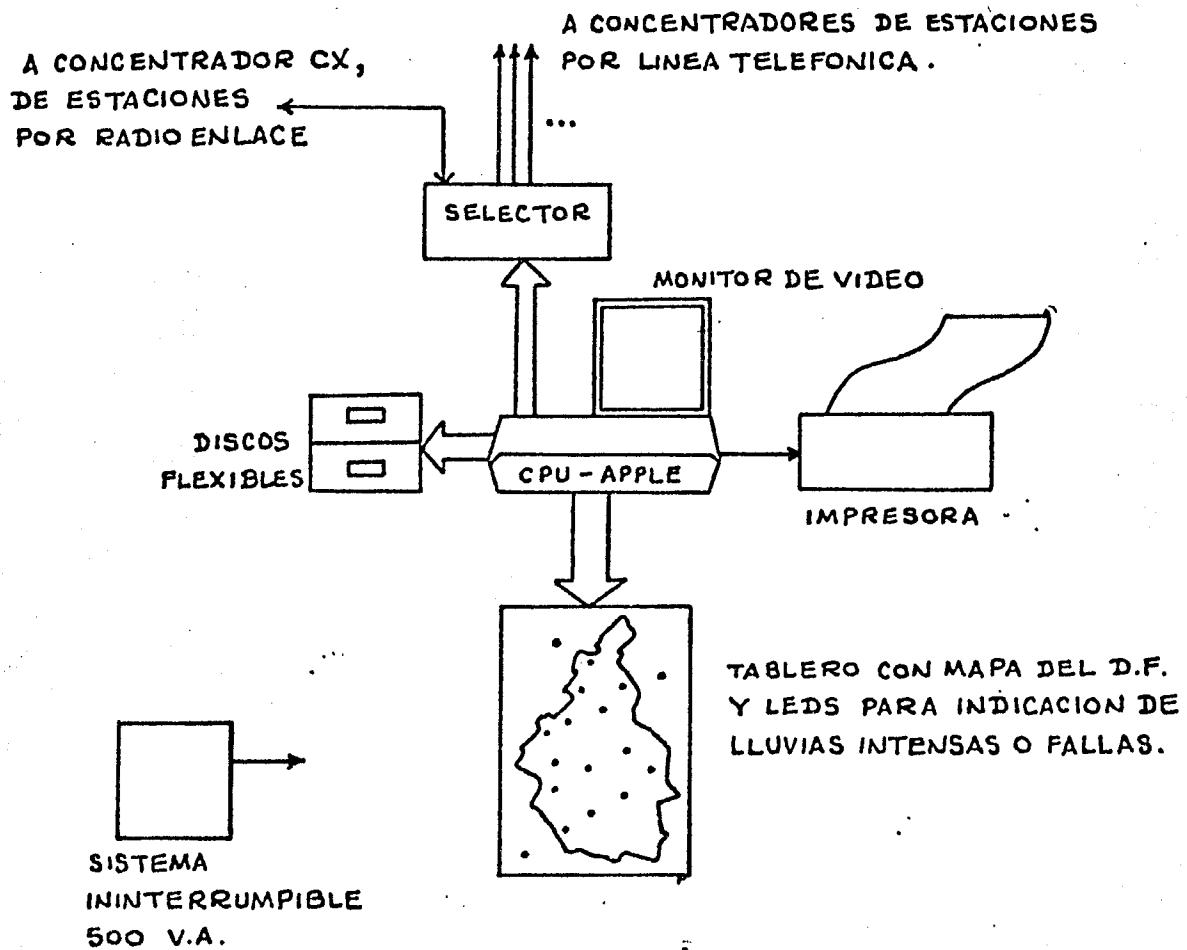


Figura 3.4

- REPORTE INSTANTANEO DE LLUVIAS
- REPORTE DE FALLAS EN LOS ENLACES
- REPORTES IMPRESOS
- FORMACION DE ARCHIVOS EN DISCOS FLEXIBLES



PUESTO CENTRAL DE REGISTRO.

FIGURA 3.5

SECCION 4

Descripción general de ECO.

El diseño de ECO involucró el desarrollo del soporte lógico (Software), así como del soporte electrónico (Hardware). El Software utiliza el lenguaje ensamblador de Z80 puesto que el microcontrolador PAT85 utiliza este microprocesador. En el Hardware se utilizan circuitos de la familia TTL[8] y/o circuitos compatibles con esta familia.

A lo largo de esta sección se presentan las generalidades de ECO, esto incluye:

1. Descripción general del Hardware.
2. Justificación para el uso del PAT85 para desarrollar a ECO.
3. Descripción general del Software.
4. Descripción de la comunicación entre el PCR y ECO.
5. Descripción general de ECO.
6. Lista de componentes que constituyen a ECO.

8. Transistor-Transistor Logic. Lógica de Transistor Transistor, es la familia lógica más popularmente empleada debido a que tiene buena inmunidad al ruido, tiempo de retraso de propagación pequeño y más funciones implementadas.

4.1 Descripción general del Hardware.

En la figura 4.1 se muestra el diagrama a bloques de ECO, de la figura se observan cinco bloques:

1. Módulo de Diagnóstico.
2. Módulo de Acoplamiento.
3. Modem.
4. Fuente de Alimentación.
5. Subsistema PAT85.[9]

4.1.1 Módulo de Diagnóstico.

Este módulo es el encargado de desplegar el estado de ECO. Cuenta con un despliegue de dos dígitos, en el dígito de la derecha se muestra el canal que ha recibido el último pulso y en el de la izquierda se despliega la cuenta de pulsos acumulados por ese canal. Cuando ECO empieza a operar siempre se despliega el canal uno y su cuenta acumulada, sin importar si este canal ha recibido un pulso o no.

El módulo cuenta también con nueve "leds"[10], ocho rojos y uno naranja. Los "leds" rojos son indicadores locales de falla en los canales (el canal 8 es desplegado en el "led" de la extrema izquierda y el canal 1 en el de la extrema derecha), y el "led" naranja es el "led" indicador de funcionamiento que parpadea continuamente, indicando un estado operativo normal.

9. A lo largo de esta sección se hará referencia al subsistema PAT85 en vez de al sistema PAT85 debido a que este ha pasado a formar parte de ECO y ha perdido su carácter de sistema autónomo.

10. Led es la abreviatura para Ligth Emitter Diode (diodo emisor de luz), usado en circuitos digitales como un despliegue binario.

Recibe además, las 24 líneas de Entrada/Salida del circuito PPI[11], pero sólo usa las 16 líneas correspondientes a los puertos B y C que están programados por ECO para manejar los "leds" y los despliegues.

4.1.2 Módulo de Acoplamiento.

Este módulo se encarga de recibir las 16 líneas telefónicas que conectan los PR con ECO (2 hilos para cada canal) y adapta los pulsos generados por los PR a niveles TTL para que sean compatibles al subsistema PAT85 utilizando el puerto A del PPI.

Además de la conversión de niveles, por medio de este módulo se provee protección al subsistema PAT85 y a los otros componentes de ECO contra sobrevoltajes transitorios provenientes de las líneas telefónicas. Para ello se cuenta con varistores de alta capacidad de disipación que se encargan de absorber los sobrevoltajes. La adaptación de voltajes se realiza con fotoacopladores, los que ajustan los voltajes, y desacoplan la tierra del subsistema PAT85 y la tierra de los mismos. Así, los efectos contrarios que provocan las descargas eléctricas reflejadas en las líneas de los canales son mínimas. Una discusión más a fondo sobre estos conceptos se encuentra en el apartado dedicado a este módulo en la sección del Hardware.

4.1.3 Modem.

El modem es marca SISCO, modelo 3/12, y se encarga de recibir las señales generadas por el serializador USART[12] las modula en FSK[13] y las manda al PCR por medio de línea telefónica de 300 baud con formato asíncrono, bajo régimen de operación full duplex con dos hilos.

Asimismo, por medio del modem los comandos que el PCR envía a ECO son demodulados y colocados en el registro de recepción del USART.

El modem del ECO debe ser programado para que opere utilizando el canal B, y del PCR para que opere como canal A. La secuencia de pasos a seguir para llevar a cabo esta operación se describe a detalle en la sección dedicada al Hardware.

11. Programmable Peripheral Interface, Interfaz periférica programable. Circuito con puertos paralelos programables.

12. Universal Synchronous-Asynchronous Receiver-Transmitter, Receptor-trasmisor sincrónico-asíncrono universal. Serializador para comunicaciones de datos en formato sincrónico o asíncrono.

13. Frequency Shift Key, modulación digital en Frecuencia

4.1.4 Fuente de alimentación.

La alimentación de ECO es de 127 volts. Para obtenerlos, se puede utilizar una fuente ininterrumpible, o la alimentación normal de la compañía de luz. La fuente ininterrumpible cuenta con una batería con una capacidad de 40 Ampere/hora, lo que significa que se tiene un respaldo de 120 minutos a carga máxima en caso de falla de la corriente. El diseño de la fuente ininterrumpible fue realizado con anterioridad a este trabajo por el Instituto de Ingeniería, por lo que se remite al lector interesado al reporte que al respecto se elaboró.

La decisión sobre cual de las dos opciones para alimentar ECO se usara depende del D.D.F., y no forma parte del proyecto.

4.1.5 Subsistema PAT85.

El microcontrolador PAT85 es una microcomputadora programable en una sola tarjeta, orientada a diversas aplicaciones que incluyen el control de procesos, sistemas de adquisición de datos, instrumentación, comunicaciones y robótica.

El subsistema PAT85 presenta entre otras características:

- Usa un procesador Z80.
- Tiene un restablecedor (reset) automático.
- Cuenta con un circuito de vigilancia (Watch Dog).
- Tiene un puerto serie que cumple con la norma RS-232-C.
- Cuenta con 24 líneas de entrada/salida programables.
- Su capacidad es de 8 Kbytes de EPROM[14] y 4 Kbytes de RAM.

PAT85 permite dos posibilidades para el soporte de programación:

1. Un programa supervisor en 2K EPROM con capacidad para manejo de memoria, registros y puertos, ejecución de programas e inserción de puntos de ruptura (break points).
2. Un programa intérprete BASIC en 4K EPROM, orientado a aplicaciones de control de procesos.

El desarrollo del Software de ECO empleó el primer tipo de soporte, ya que se requiere un control muy estricto sobre el tiempo de ejecución del programa, lo que resulta difícil de lograr utilizando un intérprete BASIC. Por otra parte, de haberlo utilizado, el tiempo de ejecución del programa hubiera aumentado considerablemente, ya que se utilizaba un intérprete.

La descripción detallada de los Módulos de Acoplamiento y Diagnóstico y del subsistema PAT85 se encuentran en el capítulo dedicado al Hardware.

4.2 Justificación para usar el PAT85.

Se utiliza la microcomputadora programable PAT85 por las varias ventajas que presenta:

4.2.1 Ventajas.

- Sencillez de diseño, ya que sólo utiliza 16 circuitos integrados.
- El sistema es pequeño, y ocupa una sola tarjeta (dos, si se considera la tarjeta de la fuente de alimentación al PAT85).
- Todos los circuitos integrados son asequibles en México. Lo que no podría ser con una de las nuevas microcomputadoras en un solo chip.
- El microcontrolador PAT85 presenta características de diseño que lo hacen muy útil para la estación concentradora:

* Su circuito serializador USART por medio del cual se permite la comunicación con una terminal en la etapa de diseño y que posteriormente puede ser usado para la

comunicación con el PCR, evitando tener que diseñar y alambrear un módulo dedicado a esta función.

* Por medio de las 24 líneas de Entrada/Salida que provee el circuito PPI se pueden satisfacer las necesidades de la estación concentradora. Esto significa que no es necesario agregar más puertos al sistema, con el consiguiente ahorro de diseño y de costo.

* Su circuito de vigilancia permite que si el programa se viera afectado por alguna casusa, se genere una señal restablecedora a la estación concentradora.

- Se cuenta con un sistema operativo que hace más sencillo el desarrollo y pruebas del Software.
- Es un sistema ampliamente probado en el Instituto de Ingeniería, lo que proporciona una mayor confiabilidad a ECO.

4.3 Descripción general del Software.

Uno de las metas del diseño de ECO era que el Hardware fuera sencillo, por tanto el Software debería ser el encargado de realizar la mayoría de las operaciones. ECO debería de ser capaz de atender varias tareas en tiempo real. Para lograrlo, ECO se programó con el concepto básico de la multiprogramación: "Cada tarea es atendida en 'rebanadas de tiempo' muy pequeñas por el procesador." Así, todas las tareas son realizadas en una forma virtualmente simultánea.

La base de tiempo para la medida de duración de ciertos eventos (pulsos, frecuencia de operación del foco indicador) la proporciona el programa. Esto es posible debido a que el programa está diseñado para que, independientemente de las operaciones que realice, su tiempo de ejecución siempre sea constante. Las tareas son siempre las mismas, por lo que el mismo programa es ejecutado permanentemente mientras no suceda una falla en el subsistema PAT85 y no falte el suministro de energía eléctrica. Después de una falla de cualquier tipo, se continuará la ejecución del programa en una forma automática desde su inicio.

Siendo el Software el encargado de la base de tiempo, se elimina la necesidad de usar temporizadores o contadores externos que tendrían que ser atendidos utilizando un esquema de interrupciones o por medio de "polling"[15]. Asimismo, debido a que el Software es suficientemente rápido, no es necesario emplear un esquema de interrupciones para la detección de los pulsos. Todo esto hace que el Hardware se reduzca al mínimo en ECO y que el flujo de control del programa sea totalmente lineal, redundando finalmente en sencillez y facilidad de mantenimiento de ambos.

4.3.1 Tareas del Software.

El Software de ECO debe realizar las siguientes tareas:

1. Vigilar en tiempo real el estado de ocho PR, de acuerdo a las siguientes consideraciones:

Nivel Lógico =====	Duración =====	Significado =====
1	$100 < t < 250 \text{ ms}$	Pulso Trasmitido
1	$t \geq 250 \text{ ms}$	Línea en Falla
0	-----	Línea no activa, estado OK.

2. Vigilar la petición por el PCR de que se realice la transmisión de la información concentrada.
3. Realizar la transmisión de la información concentrada al PCR cuando éste así lo solicite.
4. Mantener actualizado el estado de las líneas, tanto en las tablas internas como en los "leds" indicadores de falla del Módulo de Diagnóstico.
5. Activar y llevar el control sobre el circuito de vigilancia para que éste a su vez vigile que el programa se siga

15. En este tipo de esquema, el procesador muestrea continuamente el estado de los dispositivos para saber si requieren su atención.

ejecutando continuamente, y en caso contrario provoque un restablecimiento del sistema.

6. Llevar el control y realizar el despliegue del "led" indicador de funcionamiento. Este "led" debe de parpadear a una frecuencia de 1.5 Hertz de tal forma que sea visible.
7. Desplegar por medio del Módulo de Diagnóstico el número del último canal que ha recibido un pulso, y la cuenta de eventos acumulados de ese canal.

4.3.2 Estructura del Software.

El Software de ECO se encuentra programado en una memoria EPROM 2716 ocupando las localidades 000H a la 36FH. Para realizar las tareas mencionadas en el punto anterior, se cuenta con las siguientes subrutinas (las mostradas aquí no son todas las rutinas que conforman al programa):

Checalineas Encargada de verificar, de acuerdo a la tabla de tiempos anteriormente dada, el estado de las líneas y según éste, hay que actualizar los contadores de eventos y el estado interno de las líneas.

Leepcr Encargada de vigilar la petición de transmisión por el PCR.

Trasmit Es la rutina que realiza la transmisión de la información cuando el PCR así lo haya indicado.

Actualizaleds Es la rutina que mantiene actualizado el estado de los "leds" indicadores de falla.

Focoydog Activa y lleva el control sobre el circuito de vigilancia. Controla el estado del "led" indicador de funcionamiento.

Sacacuenta Rutina que despliega el número del último canal que ha recibido un pulso y su cuenta. También despliega el "led" indicador de funcionamiento.

En la figura 4.2 se muestra el diagrama de flujo general del Software de ECO.

En la sección dedicada al Software se encuentran una descripción más detallada del Software de ECO, y los diagramas de flujo de cada rutina.

4.4 Comunicación con el PCR.

Como ya se ha dicho anteriormente, la comunicación entre el PCR y ECO se realiza a través de un modem y una línea telefónica. La comunicación con el PCR se puede dividir en dos etapas:

1. Comunicación de ECO a PCR.

2. Comunicación de PCR a ECO.

En seguida se dan las especificaciones y características de cada una de éstas.

4.4.1 Comunicación de ECO a PCR.

Cuando el PCR interroga a ECO, éste debe de mandarle su estado total. El estado total de ECO está formado por un bloque de 17 caracteres; los primeros 16 contienen el estado de los 8 canales asociados al ECO, y el último es un caracter de fin de bloque. El estado de un canal está definido por dos caracteres. El primero indica el estado operacional del PR con los siguientes valores:

- "0" (Cero ASCII, 30H), indica que la línea del PR está funcionando normalmente.
- "1" (Uno ASCII, 31H), indica que ECO detectó una falla en la línea telefónica del enlace al PR.

El segundo caracter de la pareja es la codificación del número de pulsos acumulados a partir de la última interrogación. Al caracter recibido hay que restarle un 30H (posición del cero en el código ASCII) para obtener el número de pulsos efectivos. Esto se hace con el fin de que el número de pulsos tenga una equivalencia con el código ASCII (así una cuenta de 7 pulsos se codifica como el caracter siete ASCII, "7"), esto sólo es posible para cuentas entre 0 y 9.

El PCR considera válidos los caracteres ASCII comprendidos entre el dígito 0 y la letra O inclusive, esto permite manejar 32 valores diferentes con un solo caracter. Si el caracter que el PCR recibe no está dentro de ese rango, el PCR lo marca como falla de estado del PR y no se toma en cuenta para fines de medición.

El decimoseptimo caracter es el caracter con el cual se da por terminada la transmisión y corresponde al caracter NUL del código ASCII (00H).

4.4.2 Comunicación de PCR a ECO.

ECO solamente acepta un comando válido del PCR: TRASMITE/BORRA, para ello el PCR debe mandar un caracter BEL del código ASCII (07H). Cuando este caracter se recibe, ECO debe de transmitir su estado total al PCR; después de transmitir cada estado de los diferentes canales, coloca en cero al contador de pulsos acumulados del canal transmitido; el estado operacional del canal no se ve afectado y conserva su valor.

Si se recibiera un nuevo comando de TRASMITE/BORRA mientras ECO esta transmitiendo su estado total, ECO debe de reiniciar la transmisión inmediatamente. Cuando esto sucede, el PCR es responsable de lo que haya ocurrido con los contadores de los canales que ya habian sido transmitidos, pues ECO los ha borrado y no los tiene disponibles.

4.5 Descripción física.

La estación concentradora ECO se encuentra integrada en un solo gabinete, la disposición de sus componentes dentro del mismo se muestra en la figura 4.3 .

Dentro del gabinete hay una serie de conexiones por medio de las cuales se interconectan algunos de los módulos y se proporciona energía eléctrica a diversos componentes. El diagrama eléctrico del gabinete se muestra en la figura 4.4 .

El gabinete de ECO se encuentra normalmente cerrado con llave. De esta forma, desde el exterior sólo se ven el Panel Frontal (Ver Figura 4.5) que es la parte delantera del Módulo de Diagnóstico, y la entrada de los cables que se realiza por la parte inferior-derecha.

El interruptor general de alimentación del sistema, el fusible general, las conexiones de la terminal de alimentación de los módulos, al igual que las conexiones de ECO al modem, se encuentran en el interior del gabinete, sin posibilidad de ser removidas u operadas si no se tiene la llave del gabinete. Esto proporciona seguridad al

sistema ECO, porque únicamente el personal con llave puede apagar y/o hacer cambios en la configuración.

4.6 Lista de componentes.

A continuación se proporciona la lista de equipo que constituye a ECO:

- 1 Subsistema PAT85.
- 1 Modem SISCO 3/12.
- 1 Módulo de Diagnóstico.
- 1 Módulo de Acoplamiento.
- 1 Transformador 127-12V, 500 mA.
- 1 Interruptor 10A-125V.
- 1 Terminal de 6 tornillos, 5A.
- 1 Terminal de 4 tornillos, 5A.
- 1 Cable Plano de 26 hilos.
- 1 Cable Telefónico de 3 hilos.
- 1 Fusible 5A, 250V.
- 1 Portafusible de abrazadera.
- 9 Montajes para "leds".
- 4 Conectores hembras de cable plano de 26 patas.

- 1 Conector macho RS-232-C.
- 1 Gabinete.

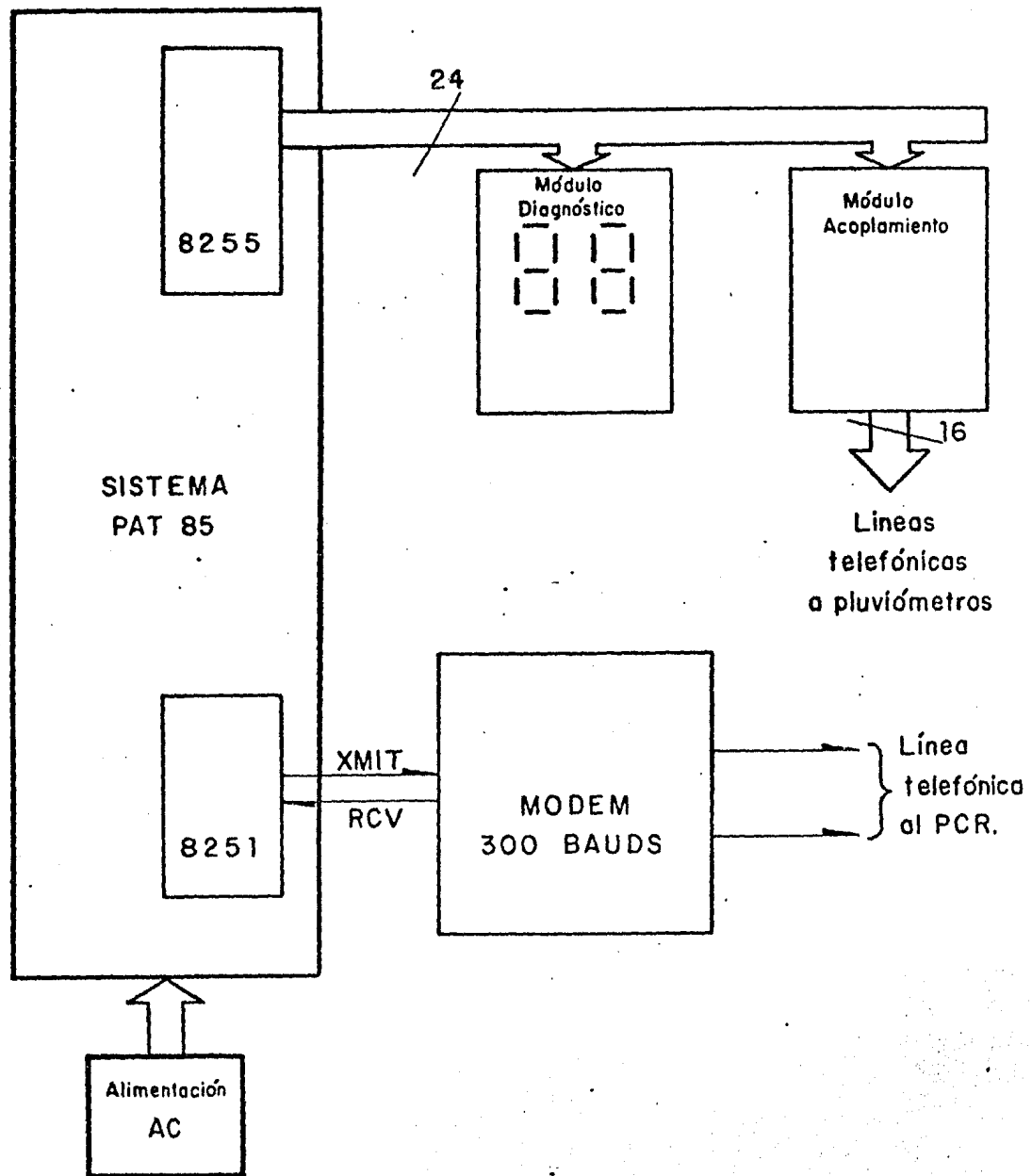
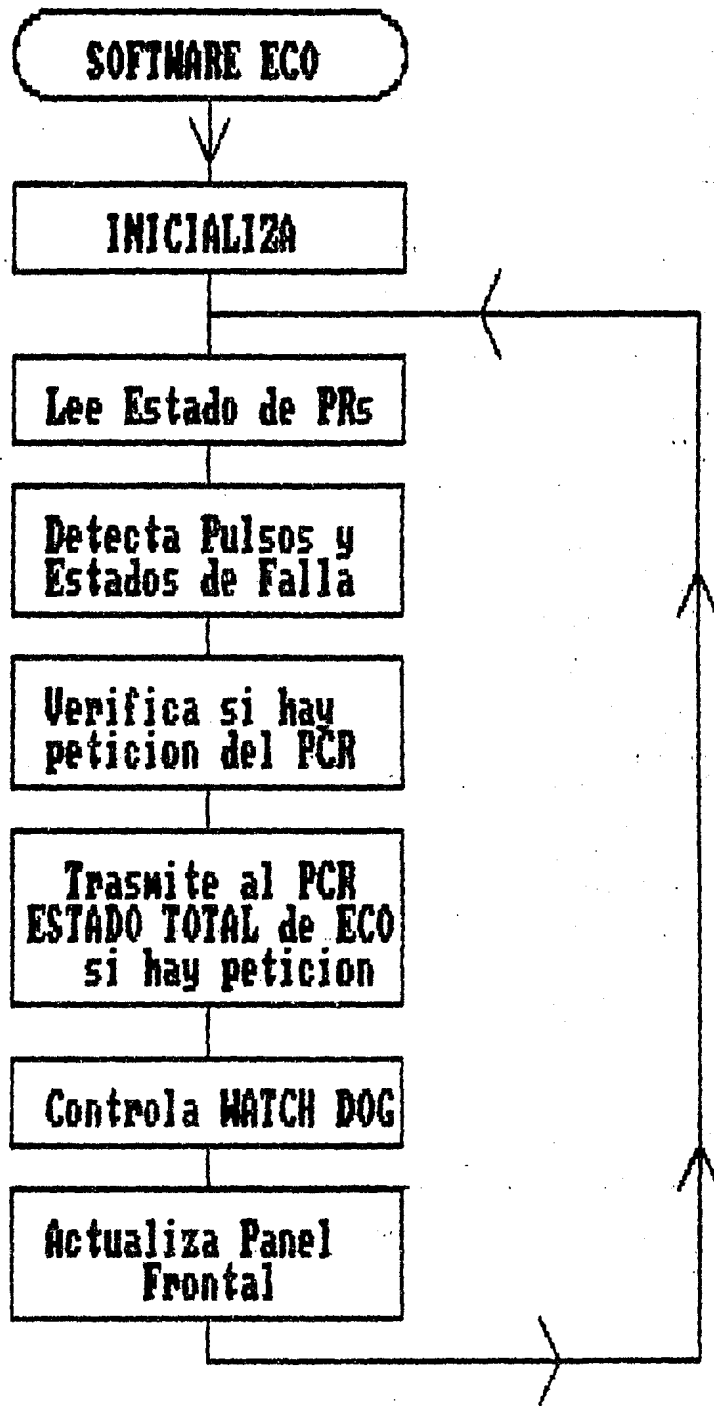


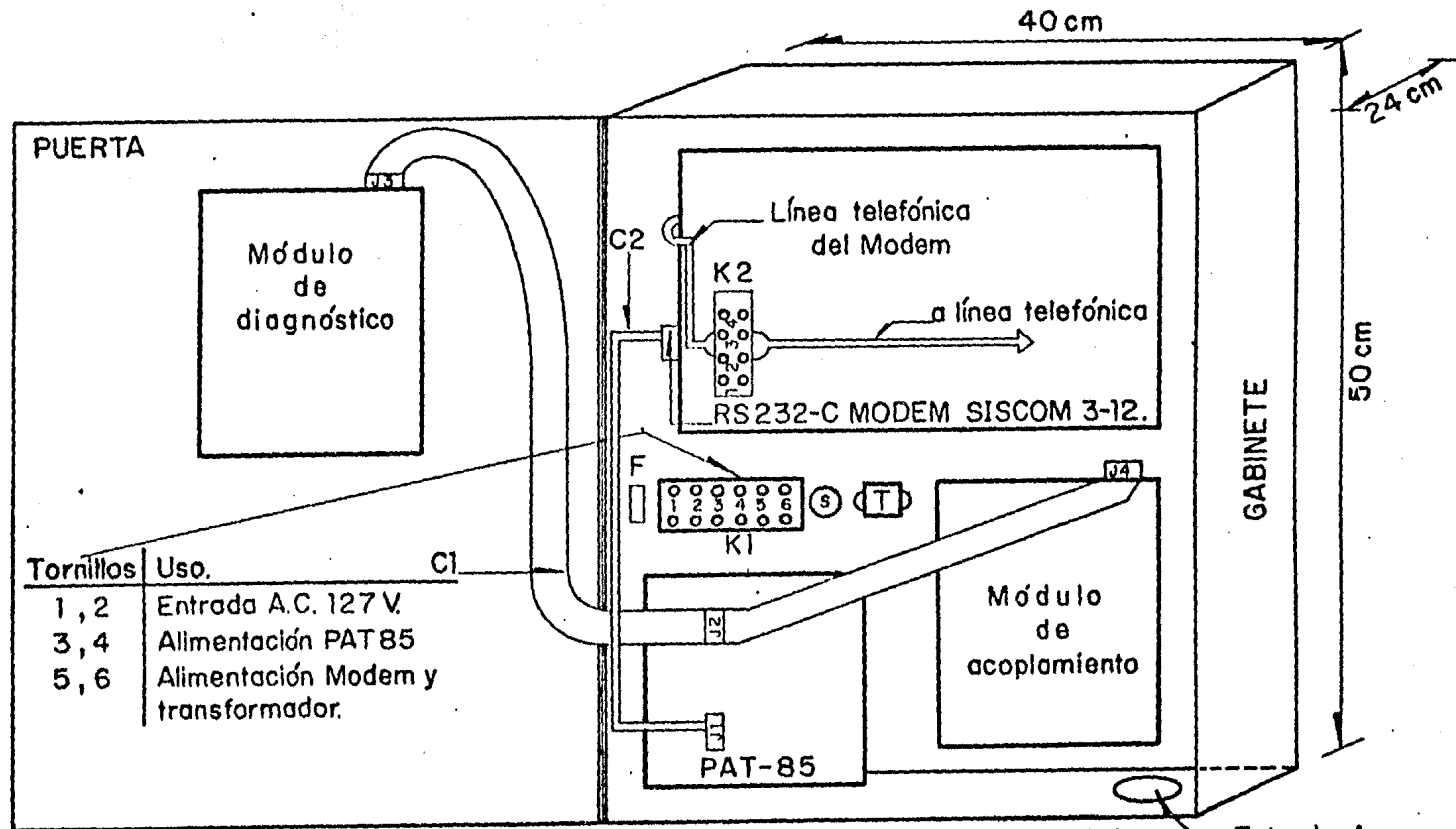
Diagrama a bloques de ECO.

FIGURA 4.1



Software ECO

Figura 4.2



F- Fusible. 5A, 250V.

K1-Terminal de alimentación al sistema

S- Switch general

K2-Terminal línea telefónica

T- Transformador 127V-12V, 1/2A

C1-Cable plano (26 hilos)

C2-Cable telefónico (3 hilos)

Entrada de cableado externo

Disposición de componentes de ECO.

FIGURA 4.3

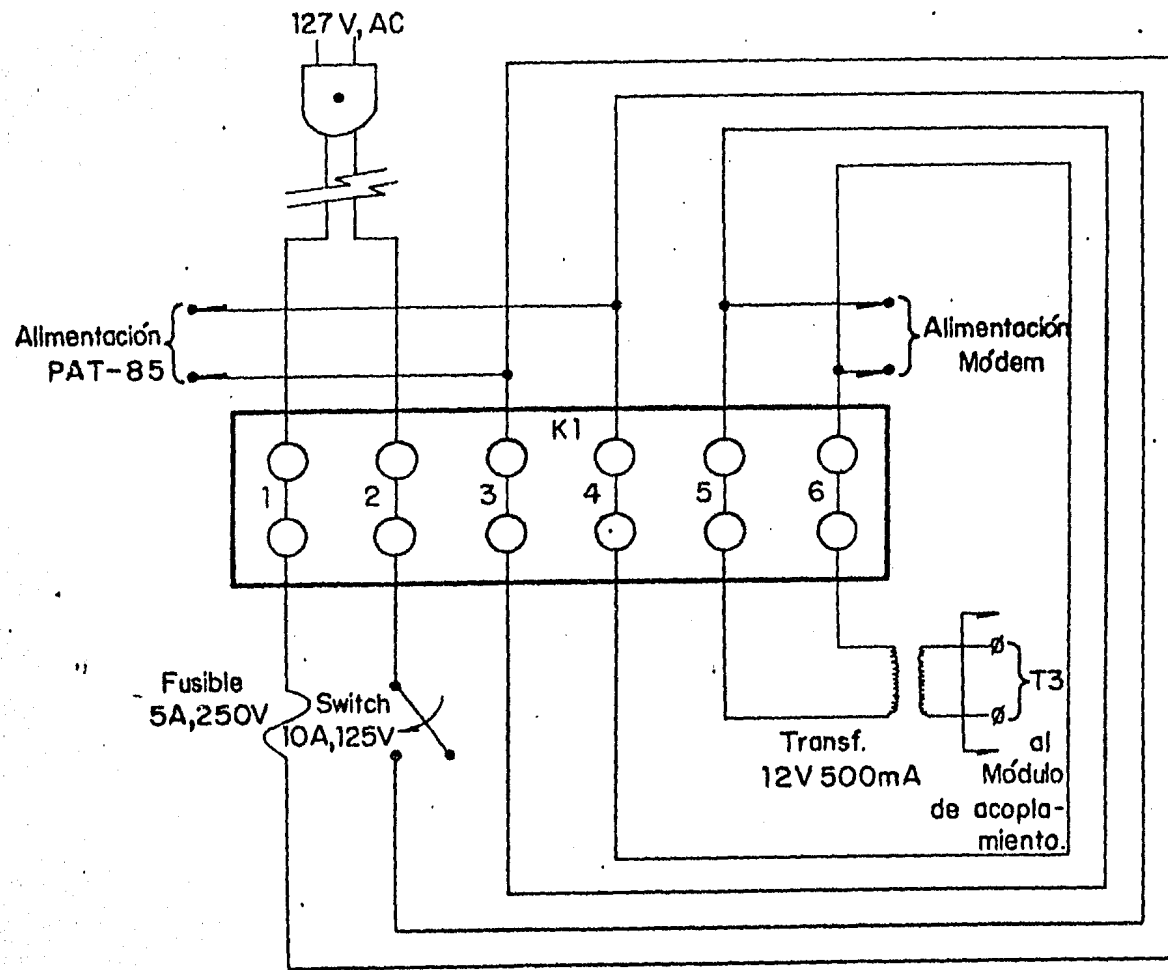
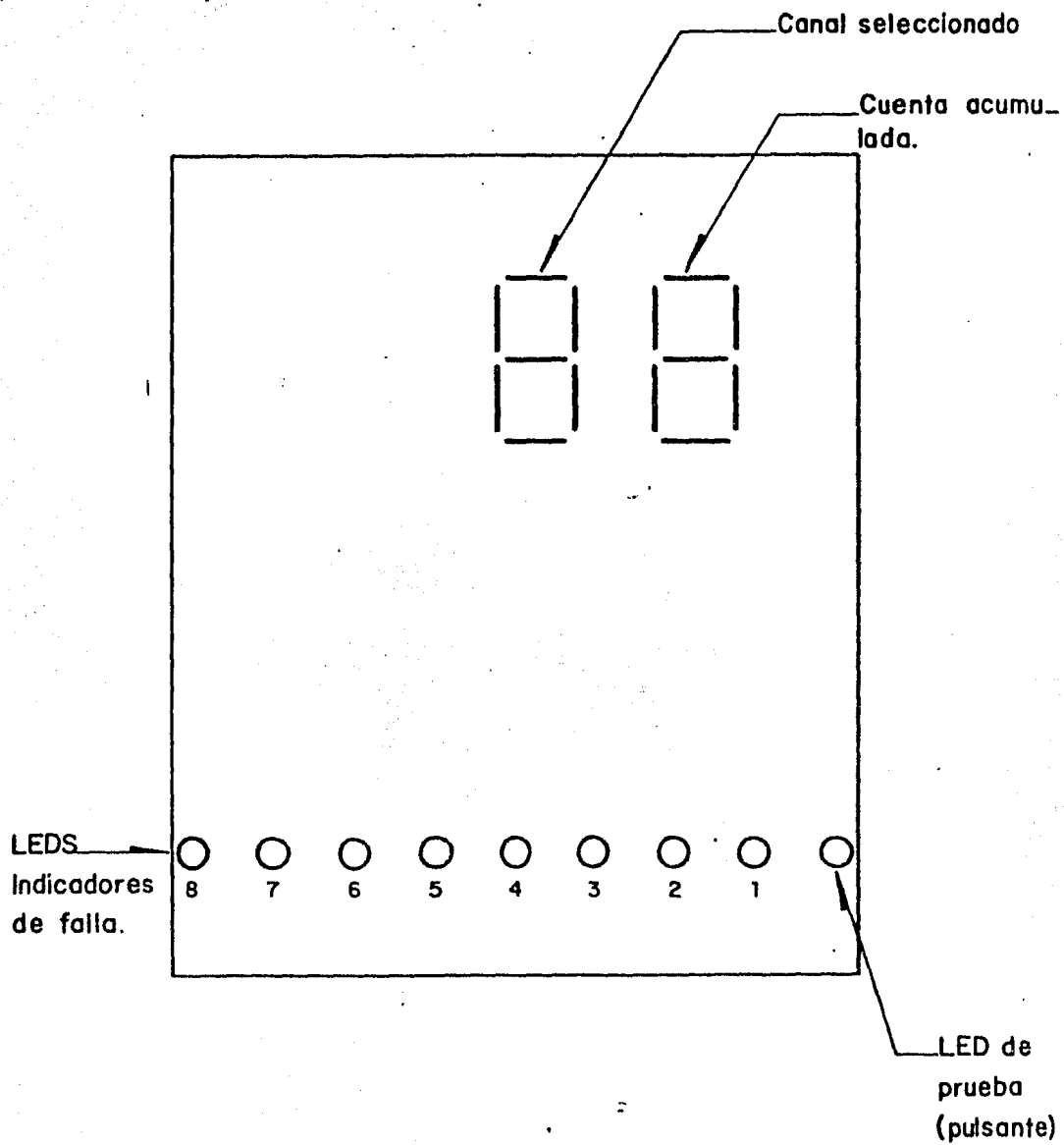


Diagrama eléctrico de ECO.

FIGURA 4.4



Panel frontal.

FIGURA 4.5

SECCION 5

Software.

Una vez finalizado el alambrado del subsistema PAT85 y de haberle realizado pruebas sobre su correcto funcionamiento empezó la fase del diseño de la estación concentradora. La primera fase en el diseño de ECO fue el desarrollo del Software. Para realizarlo se tomaron en cuenta las tareas que el programa debía de realizar, los requerimientos generales del proyecto, así como objetivos propios del Software, como son:

- Seguir los principios de la programación estructurada, utilizando la filosofía de diseño Top-Down[16].
- Respetar, siempre que se pudiera, las figuras lógicas de la programación estructurada:
 - * IF-THEN-ELSE
 - * DO-WHILE
 - * REPEAT-UNTIL
 - * SECUENCIA
- Manejo claro y sencillo de las variables, para facilitar la comprensión del programa.

16. Técnica de diseño de programas que parte de lo abstracto ("top") a lo particular. Existe otra técnica llamada Bottom-Up, que es lo contrario al Top-Down. Ambas técnicas tienen sus méritos, pero para el diseño de programas el método más reconocido es el Top-Down.

Previamente se había optado por el uso del microcontrolador PAT85 debido a las razones expuestas con anterioridad. Por otra parte, se desea mantener el Hardware sencillo, de este forma, el uso de dispositivos externos para llevar el control del tiempo y la recepción de las líneas se descartaba, ya que de utilizarlos, se debería de alambrear nuevas tarjetas y realizar conexiones extras para establecer la comunicación con el subsistema PAT85, lo que se contraponía al objetivo de un Hardware sencillo.

Por lo anterior, el problema del control del tiempo fue una de las partes que más trabajo costó vencer. Si no se puede usar una tarjeta reloj-calendario, ni temporizadores, se obliga al programa a que por sí mismo lleve el control del tiempo, esto no resulta simple si se utiliza un lenguaje de alto nivel como BASIC, por lo que se descartó la posibilidad de utilizarlo, dejando como única salida el uso de su programa supervisor, lo que a su vez obligaba a escribir el programa en lenguaje de máquina del Z80.

Al utilizar el lenguaje de máquina del Z80, el control del tiempo se puede hacer tan exacto como se requiera, y se permite una interacción más rápida con los eventos a controlar. La rapidez del programa también es necesaria, ya que la detección de los eventos debe de ser inmediata a su ocurrencia, y esto no es posible si no se utiliza algún esquema de interrupciones, excepto si el programa es muy rápido, de forma que parezca que la detección es inmediata.

Debido a que en el Instituto de Ingeniería no se cuenta con un ensamblador de Z80, el ensamblado se realizó a mano, utilizando el "Programming Reference Card del Z80".

El listado autodocumentado puede consultarse en el anexo B de este trabajo.

5.1 Control del tiempo.

Al realizar la primera versión, se presentaba con frecuencia estructuras del tipo IF-THEN-NOELSE. Esto provocaba que el tiempo de ejecución del programa no fuera exacto, por lo que no podía ser tomado como base de tiempo pues la variación era grande. En base a condiciones tanto internas como externas, el tiempo de ejecución variaba hasta en 300 nanosegundos como peor caso, lo que significaba un error del 28.3% con respecto al tiempo mínimo de ejecución.

Lo anterior obligó a llevar un control estricto sobre los ciclos de reloj que cada rutina consumía. Todas las estructuras del tipo IF-THEN-NOELSE se reescribieron para que fueran IF-THEN-ELSE. Cuando

se ejecuta el ELSE que no es necesario, se realizan instrucciones que no afectan el estado del programa, y que tardan en ejecutarse el mismo tiempo (lo que implica que el número de ciclos de máquina es el mismo) que las instrucciones necesarias del THEN.

Para lograr un control de tiempo exacto, fue necesario considerar los ciclos de reloj que cada instrucción requiere para su ejecución, sumarlos y acumularlos para cada estructura del programa. Una vez conocido el número de ciclos con los que cada instrucción necesaria contribuía, se buscó en el manual, instrucciones que sin afectar el desempeño del programa, compensaran adecuadamente el tiempo de ejecución.

A todas las instrucciones se les tuvo que sumar un ciclo de reloj; debido a que los ciclos de obtención del código de máquina (ciclos de "fetch") son alargados por el uso de la señal WAIT. Hubo algunas otras a las que se les agregaron dos ciclos de reloj; ya que presentaban dos ciclos de "fetch". Estas instrucciones son distinguibles entre sí porque en su código de operación, el primer byte es FD, DD o CB.

En la mayoría de las ocasiones, se utilizaron cargas, incrementos o pruebas a una variable especial para realizar operaciones que compensan tiempos, en algunas otras se utilizaron NOPs, u cargas y pruebas a registros que no se estaban usando dentro de la rutina.

Finalmente se logró que el tiempo de ejecución de cada ciclo del programa fuera totalmente constante, con una duración de 1.5 milisegundos, sin importar las condiciones internas o externas.

De esta forma la duración de los pulsos y algunos otros eventos que requerían de un control estricto del tiempo se pudieron controlar con toda exactitud sin utilizar temporizadores, contadores o algún otro dispositivo físico. Asimismo, el tiempo de ejecución del programa es suficientemente rápido como para no necesitar interrupciones para detectar el inicio de los pulsos. Como cada 1.5 milisegundos los sensores son leídos, el error máximo no puede ser mayor a este tiempo (lo que significa un error menor al 0.1%, que es totalmente despreciable), y dado que la duración promedio del pulso es de 175 milisegundos, se toman un promedio de 116 muestras para cada pulso, bastando con que una de esas muestras sea negativa para que el pulso no sea tomado en cuenta. De esta forma se garantiza que los pulsos detectados sean en verdad generados por el PR y no se deban a ruido en la línea.

5.2 Rutinas constitutivas.

El Software está dividido en 16 rutinas y un programa principal. De las 16 rutinas, una se encarga de establecer las condiciones iniciales, seis son de compensación de tiempos y las nueve restantes son operativas.

A continuación se hace un breve comentario sobre cada una de éstas.

5.2.1 Rutina inicial.

Esta rutina es la encargada de dar valores iniciales a todas las variables que se usan dentro del programa y establecer los parámetros necesarios para el correcto funcionamiento del programa. Dentro de sus funciones principales tenemos:

- Programar el circuito de puertos paralelos, 8255 (PPI) para que el puerto A sea de entrada y los puertos B y C sean de salida.
- Programar el circuito serializador 8251 (USART) para que transmita en una forma asíncrona, con dos bits de paro, sin utilizar paridad con 8 bits por byte.
- Iniciar el apuntador a variables.
- Dar los valores a las constantes de ciclos mínimo y máximo para los pulsos provenientes de los PR.
- Colocar en estado inicial todas las variables y tablas.

El tiempo de ejecución de esta rutina no es importante ya que sólo se ejecuta, en condiciones normales, cuando ECO se enciende después de haber estado apagado o después de que el circuito de vigilancia ha provocado un autoestablecimiento.

El diagrama de flujo de esta rutina se encuentra en las figuras 5.1.1 y 5.1.2 .

5.2.2 Rutinas de compensación.

Las seis rutinas de compensación se llaman XXCICLOS, donde XX indica el número de ciclos de reloj; que tarda en ejecutarse la rutina, éstas son:

1. 73CICLOS
2. 74CICLOS

3. 125CICLOS
4. 200CICLOS
5. 66CICLOS
6. 141CICLOS

Todas tienen por objeto provocar un retraso de un número XX de ciclos de reloj. Debido a que la cantidad de ciclos es pequeña, y que no están relacionadas entre sí, no se pudo desarrollar una rutina única de retraso, que pudiera recibir como parámetro el número de ciclos que se debe de tardar.

En la mayoría de ellas se altera el registro B del banco alterno del Z80 o la localidad especial usada para realizar operaciones de desperdicio y el registro de banderas.

La explicación detallada de las operaciones que realizan estas rutinas se encuentra en el listado autodocumentado que se encuentra en el anexo B. Los diagramas de flujo de cada una (que son idénticos, debido a que los diagramas son generales y no muestran cada operación que se realiza) están incluidos de la siguiente manera[17]:

Rutina	Figura
=====	=====
73CICLOS	5.4
74CICLOS	5.6
125CICLOS	5.7
200CICLOS	5.9
66CICLOS	5.12
141CICLOS	5.16

5.2.3 Rutinas funcionales.

Los nueve subprogramas encargados de la operación de ECO son:

- PASA_A_VECTOR

17. Los números de las figuras no están numeradas consecutivamente, ya que la numeración de los diagramas de flujo está de acuerdo a el orden físico del programa y el listado del mismo.

- INCTIEMPO
- CHECALINEAS
- LEEPCR
- TRASMIT
- ACTUALIZALEDS
- FOCOYDOG
- SACACUENTA
- MANEJAIO

Algunas de estas rutinas ya fueron mencionadas en la descripción general del Software ya que se encargan de tareas específicas de ECO. En los párrafos siguientes se da una explicación más amplia de las mismas.

5.2.3.1 PASA_A_VECTOR

Esta rutina es la encargada de transformar el byte del puerto A del 8255 que representa el estado de las ocho PR (un bit por cada PR) en una tabla en RAM. Analiza bit a bit el byte leído del puerto A, y va colocando en la TABLA DE LINEAS un valor de FFH si es que la línea presenta un "0" binario (línea en estado de reposo) o un 00H si es que la línea presenta un "1" binario (línea activa o en falla).

El diagrama de flujo de la rutina se muestra en la figura 5.2. La diferencia del número de ciclos de reloj; si no se compensaba era de 64 (842 vs. 778). Una vez compensada la rutina siempre tarda 842 ciclos.

5.2.3.2 INCTIEMPO

Esta rutina es usada por la rutina CHECALINEAS para incrementar el contador de tiempo de una línea en caso de que ésta se encuentre en estado activo. También se encarga de colocar el estado operativo (status) de la línea en falla

(en caso de que el contador de tiempo sobrepase el número máximo de ciclos), e invalidar la cuenta del contador de tiempo, en este último caso, colocando a ceros la máscara del contador.

El diagrama de flujo de la rutina se muestra en la figura 5.3. La diferencia de ciclos sin compensar era de 29 (153 vs. 124). Una vez compensada la rutina se ejecuta en 171 ciclos.

5.2.3.3 CHECALINEAS

Esta rutina analiza la TABLA DE LINEAS generada por la rutina PASA_A_VECTOR y actúa en consecuencia:

- Si la línea está activada (valor de OOH), se llama a la rutina de incremento de tiempo (INCTIEMPO).
- Si la línea no está activada (valor de FFH), se presentan cuatro posibilidades:
 - * La línea no ha estado activada y su contador de tiempo está en cero. En este caso no se toma ninguna acción.
 - * La línea estuvo activada y ahora acaba de desactivarse, pero su contador de tiempo no alcanzó el tiempo mínimo requerido, en este caso se considera que se detectó ruido y no se toma ninguna acción.
 - * La línea estuvo activada y acaba de desactivarse, su contador de tiempo se encuentra dentro de los límites (100 milisegundos a 250 milisegundos), por lo que se incrementa el contador de eventos de la línea y su número se guarda en la variable CANAL SELECCIONADO, que usará posteriormente la rutina SACACUENTA.
 - * La línea tuvo una falla debido a que estuvo activada por un tiempo mayor al máximo permitido y ha regresado a la normalidad, por lo que no se toma ninguna acción.

Independientemente de las condiciones anteriores, cuando la línea no está en estado activo:

- * Se coloca el estado de la línea en OK.

- * Se coloca un valor de cero milisegundos en el contador de tiempo de la línea.

En la figura 5.5 se dá el diagrama de flujo correspondiente. En el caso de esta rutina la diferencia entre el número de ciclos mínimo y máximo era de 496 (2102 vs. 1606), y una vez realizada la compensación, se ejecuta en 2422 ciclos.

5.2.3.4 LEEPCR

Esta rutina revisa si el Puesto Central de Registro requiere que se trasmita el estado total de ECO. La rutina realiza una lectura sobre el registro de banderas del serializador 8251, cuando la bandera de "RECEIVER READY" se encuentra encendida, se lee el caracter del buffer de recepción del serializador; se compara con el comando de TRASMITTE/BORRA. Si el comando recibido no es éste, sólo se compensan tiempos. Si el comando es el adecuado se inicializan valores necesarios para la rutina de TRASMIT y se prende la bandera TRASMISION EN MARCHA.

En la figura 5.8 se presenta el diagrama de flujo de la rutina. Antes de la compensación presentaba una diferencia máxima de 117 ciclos (161 vs. 44); una vez compensada tiene un total de 187.

5.2.3.5 TRASMIT

TRASMIT ejecuta la transmisión caracter por caracter del estado total de ECO al PCR cuando la bandera de TRASMISION EN MARCHA está activa. Si la bandera no está prendida no se realiza ninguna acción.

Una vez que se sabe que hay que transmitir, es necesario revisar si la bandera de "TRANSMITTER READY" del 8251 está encendida, debido a que la transmisión se realiza a una velocidad muy baja para el programa (300 baud). En caso de que la bandera no esté prendida no se puede realizar la transmisión del siguiente caracter, ya que el serializador todavía está ocupado con la transmisión del anterior y se realiza una compensación de tiempos. En caso contrario se transmite el caracter correspondiente y se verifica si el caracter transmitido es el caracter que marca el fin de la transmisión (caracter OOH ASCII), en cuyo caso la rutina apaga la bandera de "TRASMISION EN MARCHA".

En la figura 5.10 se muestra el diagrama de flujo de la rutina. Esta rutina tenía una diferencia de 169 ciclos de reloj (234 vs 65) antes de ser compensada, actualmente tiene 283 ciclos totales.

5.2.3.6 ACTUALIZALEDS

ACTUALIZALEDS se encarga de que los "leds" indicadores de falla del Módulo de Diagnóstico reflejen el estado operativo de las líneas. Recorre la tabla de "status" de las líneas, y cuando encuentra un línea en falla, prende el bit del puerto B del 8255 que corresponde a esa línea. Una vez recorridas las ocho líneas, actualiza los "leds" indicadores de falla del Módulo de Diagnóstico.

Su diagrama de flujo se encuentra en la figura 5.11. La diferencia de ciclos de reloj; antes de la compensación era de 40 (714 vs. 674). Una vez compensada tarda 818.

5.2.3.7 FOCOYDOG

Por medio de esta rutina se realizan dos funciones:

1. Se lleva el control sobre el estado del foco indicador de funcionamiento y escribe en el circuito de vigilancia. Para realizar la primera tarea, se encarga de incrementar el contador de tiempo del foco y cuando éste alcanza el valor de cambio, actualiza el estado interno de la variable ESTADO FOCO. La actualización física se realiza por la rutina SACACUENTA en base al estado de esta variable.
2. Escribe en el circuito de vigilancia cada vez que se ejecuta la rutina, ya que no le importa la frecuencia de disparo a este circuito (sólo que sea antes de 1 segundo), evitando el uso de otro contador.

En la figura 5.13 se muestra el diagrama de flujo de esta rutina. 71 ciclos de reloj (175 vs. 104) eran la diferencia de FOCOYDOG antes de la compensación. Una vez realizada, el número total de ciclos aumenta a 188.

5.2.3.8 SACACUENTA

Es SACACUENTA la encargada de:

- Encontrar la cuenta de eventos del canal que ha recibido el último pulso (dado por la variable CANAL SELECCIONADO), buscándola en la tabla de contadores.
- Realizar el formateo del puerto C del 8255, mandando la información al Módulo de Diagnóstico sobre:
 - * El número del canal que ha recibido el último pulso.
 - * El estado del foco indicador de funcionamiento, representado por la variable ESTADO FOCO.
 - * La cuenta de eventos acumulados por el canal que recibió el último pulso.

El diagrama de flujo de la rutina se encuentra en la figura 5.14. Antes de realizar la compensación de tiempos, la diferencia entre el número máximo y mínimo de ciclos de reloj era de 192 (829 vs. 637), una vez corregida tiene un total de 933.

5.2.3.9 MANEJAI0

Esta rutina no realiza ninguna operación por sí misma, simplemente se encarga de llamar a las rutinas que realizan las funciones de entrada/salida de la estación concentradora, como son:

- LEEPCR: Se encarga de recibir la comunicación del PCR.
- TRASMIT: Transmite el estado total de ECO al PCR.
- ACTUALIZALEDS: Mantiene los "leds" indicadores de falla del Módulo de Diagnóstico actualizados al estado operativo real de las líneas.
- FOCOYDOG: Rutina que lleva el control lógico sobre el foco indicador de funcionamiento y escribe sobre el WATCH DOG.

ación Concentradora.

- SACACUENTA: Encuentra la cuenta de eventos del canal que ha recibido el último pulso y despliega, a través del Módulo de Diagnóstico, la cuenta, el número del canal y el estado interno del foco.

El diagrama de flujo de la rutina se encuentra en la figura 5.15. Esta rutina acumula todos los errores de las otras rutinas, por lo que 789 ciclos era su diferencia (2131 vs. 1542), con la compensación tarda 2427.

5.2.4 Programa principal.

El programa principal que recibe el nombre de CADA1.5MS reparte las tareas a realizar entre las otras rutinas, llama a:

- PASA_A_VECTOR, lee el estado de las líneas y coloca en la tabla de LINEAS una representación de ese estado.
- CHECALINEAS, revisa la tabla de LINEAS, considerando el tiempo de activación de las líneas e incrementa los contadores de eventos de las líneas en las que se detecta un pulso y coloca en falla las líneas que hayan estado activas por un tiempo mayor al permitido.
- MANEJAI0, maneja la comunicación con el PCR y el Módulo de Diagnóstico, incluyendo:
 - * Revisar el envío de comandos por parte del PCR a ECO.
 - * Trasmitir al PCR los datos almacenados.
 - * Mantener los "leds" indicadores de falla actualizados.
 - * Llevar el control lógico sobre el foco indicador de funcionamiento y escribir en el WATCH DOG.
 - * Encontrar la cuenta de eventos del canal seleccionado y desplegar, utilizando el Módulo de Diagnóstico, la cuenta del canal y número del canal, así como el estado del foco indicador de funcionamiento.

Su diagrama de flujo se encuentra en la figura 5.17 . Si el programa no estuviera compensado la diferencia entre el número de ciclos de reloj máximo y mínimo sería de 1156 (5228 vs 4072), lo que significa una variación del 28.29% con respecto al número de ciclos mínimo. Una vez compensadas las rutinas, se ajustó el programa principal para que el número total de ciclos fuera de 6000. De esta manera el tiempo de ejecución del programa en su totalidad es de 1.5 milisegundos fijos, por lo que no se tiene ningún error en la base de tiempo.

5.3 Algunas otras características.

Para facilitar el entendimiento y mantenimiento del Software, la programación de ECO se elaboró siguiendo un diseño Top-Down, y basándose en los principios de la programación estructurada. De esta manera, aunque se trabajó en lenguaje ensamblador, se logró un programa estructurado. El flujo de control dentro del programa siempre es lineal debido a que no se utilizan rutinas de servicio para interrupciones.

Se evitó el uso de transferencias de control confusas, y el manejo de los registros y variables se hizo lo más claro posible. El manejo de las variables y las tablas se explica en forma amplia a continuación:

5.3.1 Variables.

Todas las variables (que no son tablas) se manejan utilizando el registro IY del Z80 y un desplazamiento fijo (debido a que IY nunca se mueve), por tanto se provee de un "nombre" para cada variable, de la siguiente forma:

"NOMBRE"	NOMBRE REAL - DESCRIPCION
=====	=====
IY+00H	Bandera TRASMISION EN MARCHA.
IY+01H	Indicador STATUS CONTADOR

"NOMBRE"	NOMBRE REAL - DESCRIPCION
=====	=====
IY+02H	Byte Más Significativo del inicio de la tabla de TRASMISION y tabla de STATUS-CONTADOR[18].
IY+03H	Byte Menos Significativo del inicio de la tabla de TRASMISION y tabla de STATUS-CONTADOR.
IY+04H	Número del Canal que recibió el último pulso. CANAL SELECCIONADO.
IY+05H	Contador de número de ciclos de programa que lleva el foco indicador de funcionamiento en el estado actual.
IY+06H	ESTADO FOCO. Variable indicadora del estado actual del foco indicador de funcionamiento.
IY+07H	Byte Menos Significativo del fin de la tabla de TRASMISION.
IY+08H	Variable DUMMY, para operaciones de igualación de tiempos.
IY+09H	Número máximo de ciclos de programa que puede estar activada una línea, después del cual se considera que está en falla.
IY+0AH	Número mínimo de ciclos de programa que debe estar activada una línea para considerar que se detectó un pulso.

18. Las tabla TRASMISION y la tabla de STATUS-CONTADOR son prácticamente iguales, como se explica posteriormente.

"NOMBRE"	NOMBRE REAL - DESCRIPCION
=====	=====
IY+OBH	Número de ciclos de programa que se deben alcanzar para cambiar el estado del foco indicador de funcionamiento.

Al incluir dentro de las variables la dirección de la tabla de transmisión se permite realizar una relocalización fácilmente. Asimismo, los tiempos de activación de las líneas pueden ser fácilmente alterados, pues basta con cambiarlos en la rutina INICIALIZA.

La disposición física de las variables dentro de la memoria disponible se muestra en la figura 5.18 .

5.3.2 Tablas.

Se cuenta con cuatro tablas lógicas que corresponden a solo tres tablas físicas. Las tablas lógicas son:

1. Tabla de LINEAS.
2. Tabla de CONTADORES DE TIEMPO Y MASCARAS de los mismos.
3. Tabla de TRASMISION.
4. Tabla de STATUS-CONTADOR.

Son sólo tres tablas físicas porque la tabla de TRASMISION y la tabla de STATUS-CONTADOR son las mismas con la excepción de que la primera tiene 17 elementos, 16 que corresponden a la segunda tabla y un caracter de fin de transmisión, este caracter es el NUL ASCII (00H). La representación física de lo anterior y la localización física de la tabla en memoria se muestran en la figura 5.19.

En la tabla de LINEAS se guarda una representación vectorial del estado de las líneas de los PR que se usa para verificar en una forma directa su estado. La distribución de las líneas dentro de la tabla se muestra en la figura 5.20 .

La tabla de CONTADORES DE TIEMPO Y MASCARAS se utiliza para llevar el control sobre el tiempo que cada línea ha estado activada. Cuando el tiempo de activación sobrepasa el límite superior, la máscara del contador se coloca en cero para que invalide la cuenta de tiempo. En caso de una operación normal la máscara del contador será FFH. La asignación de la tabla en memoria se muestra en la figura 5.21 .

La tabla STATUS-CONTADOR y la de TRASMISION guardan el estado operativo y el contador de eventos para cada línea. Al estar unidas, no es necesaria la actualización por separado de la información.

Al manejar estas tres tablas se hace uso del registro IX del Z80, de tal forma que en IX+00H se encuentra la tabla de LINEAS, en IX+10H la tabla de CONTADORES DE TIEMPO Y MASCARAS y en IX+20H la de STATUS-CONTADOR. De esta manera, al ir moviendo IX, se actualizan los tres índices de las tablas, ya que éstas presentan una correspondencia uno a uno.

En el anexo B se encuentra el listado autodocumentado del Software de ECO, y al final de éste se incluye un vaciado de la memoria EPROM que lo contiene, listado obtenido utilizando el programa supervisor del PAT85.

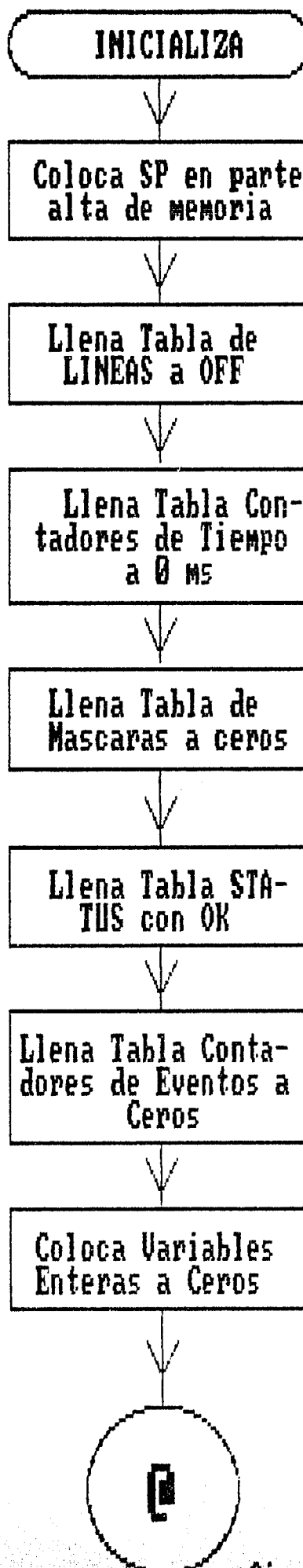
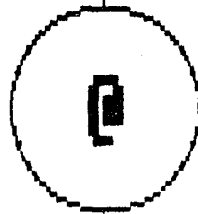


figura 5.1.1



Coloca Variables
Logicas a FALSE

Programa 8255:
-Puerto A, ENT.
-Puerto B, SAL.
-Puerto C, SAL.

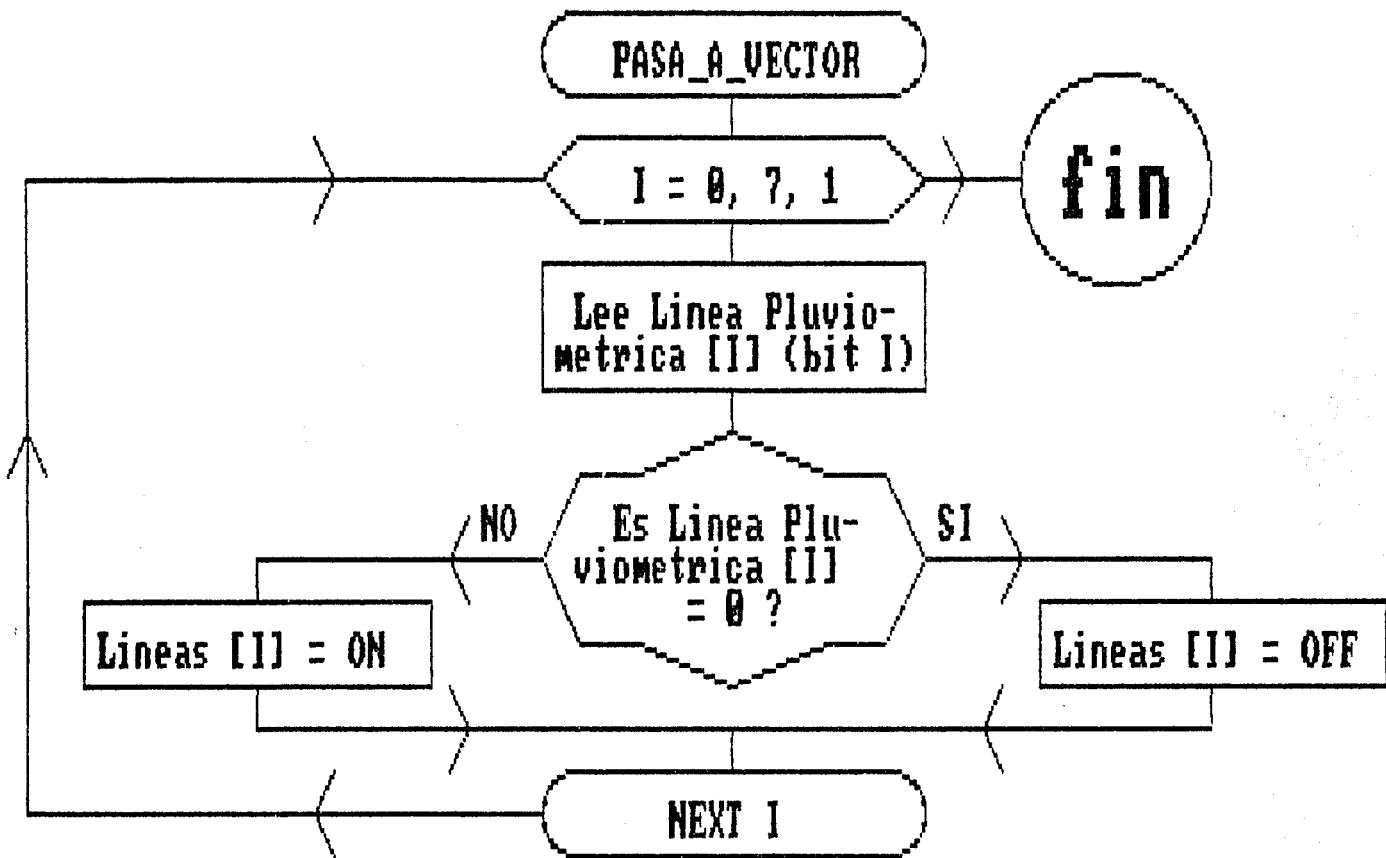
Programa 8251:
-Trasm. Asincrona
-2 bits de paro
-8 bits/byte
-Sin Paridad

Da valores inicia-
les a:
+ Bytes LS y MS
del inicio de Ta-
bla de Trasmision
+ Byte LS del fin
de Tabla de Tras-
mision.
+ Tiempo Minimo
de duracion de
los pulsos
+ Tiempo Maximo
de duracion de
los pulsos
+ Frecuencia de
parpadeo del foco
de operacion

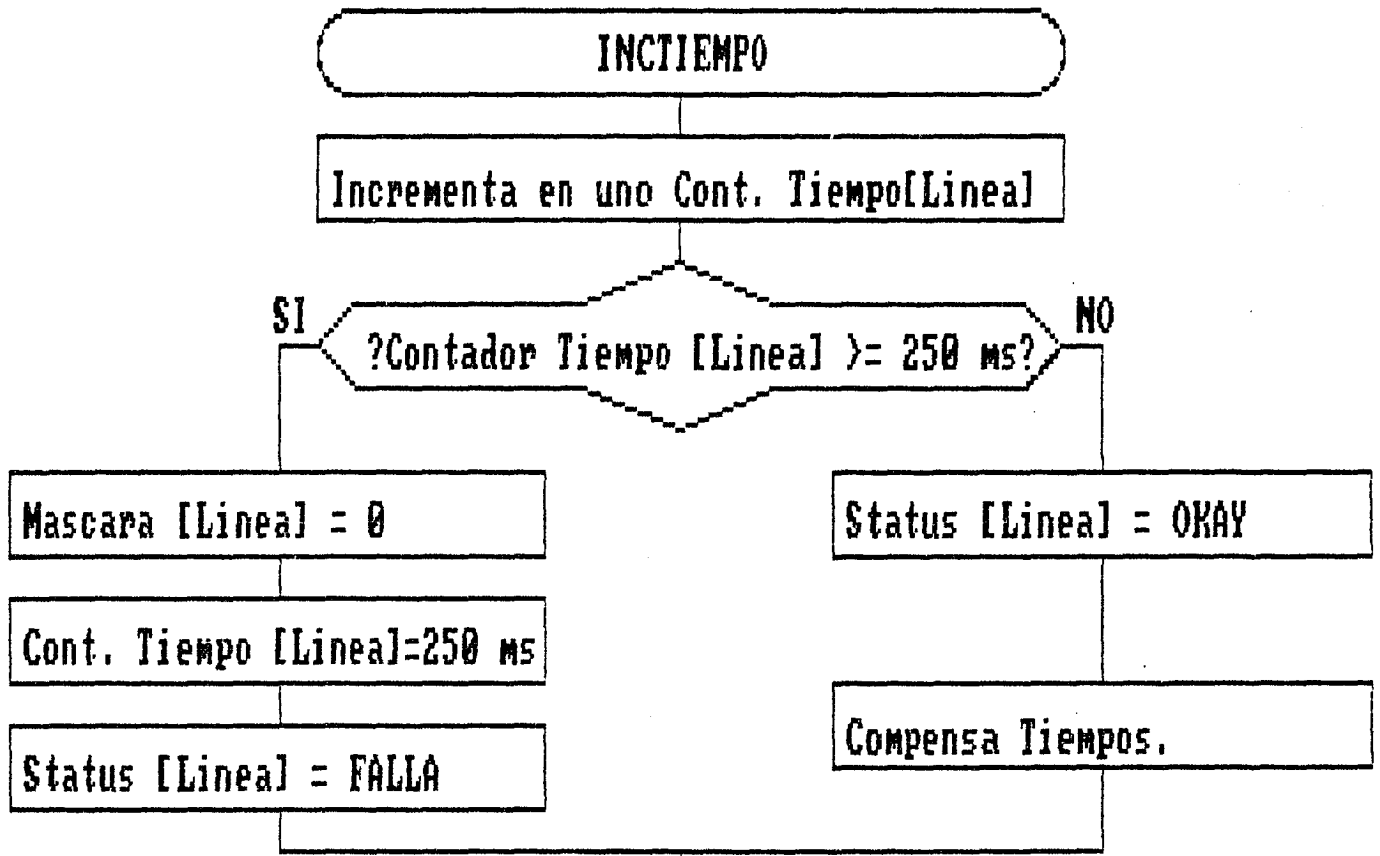
GOTO a CADA 1.5MS

figura 5.1.2

INICIALIZA



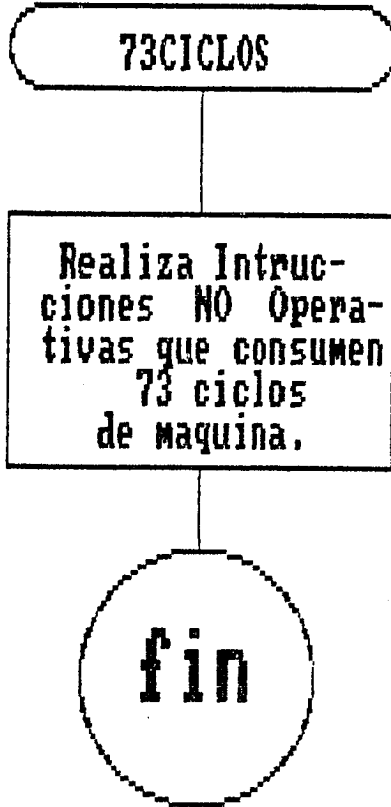
PASA_A_VECTOR figura 5.2



fin

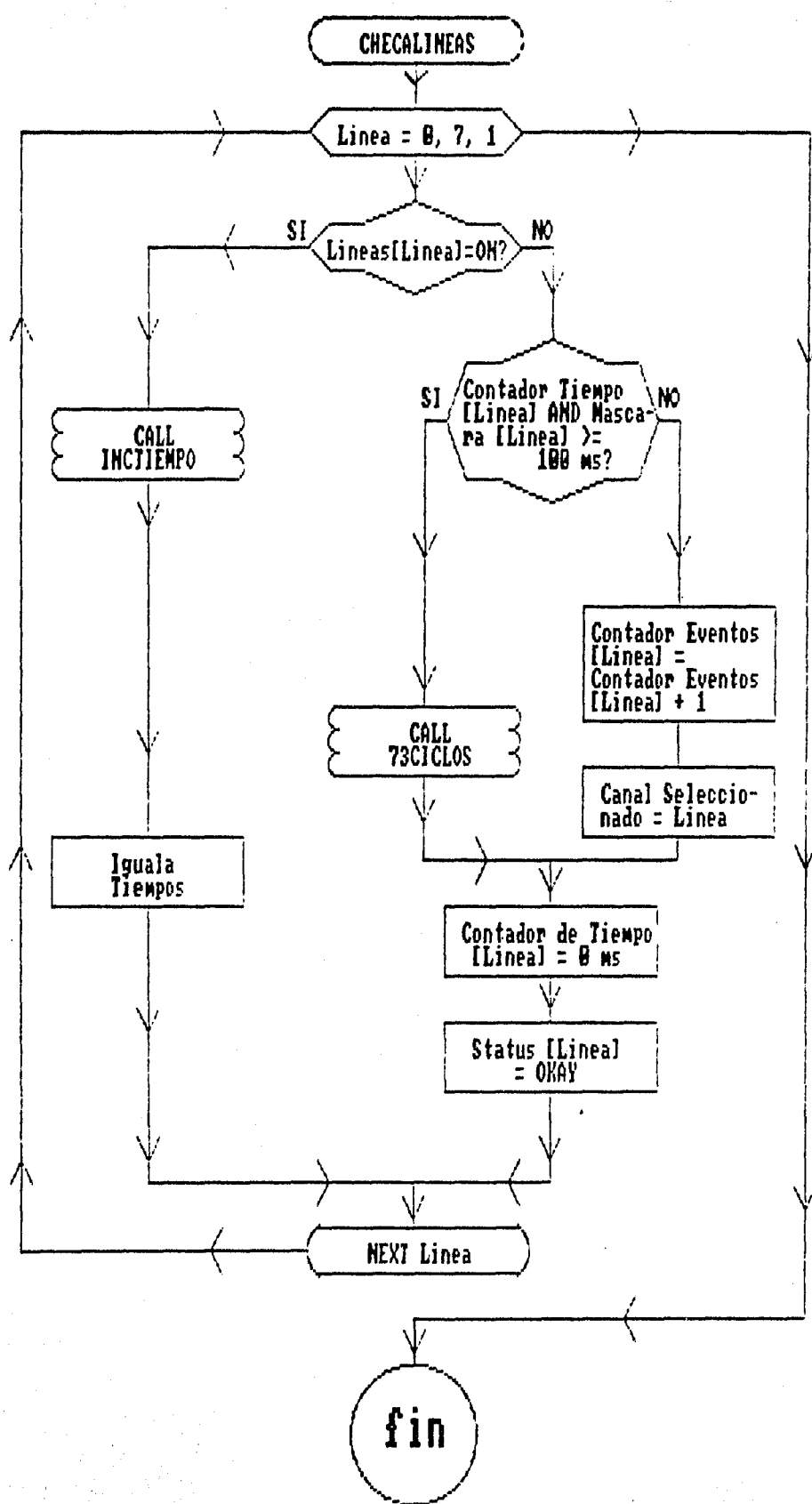
figura 5.3

INCTIEMPO



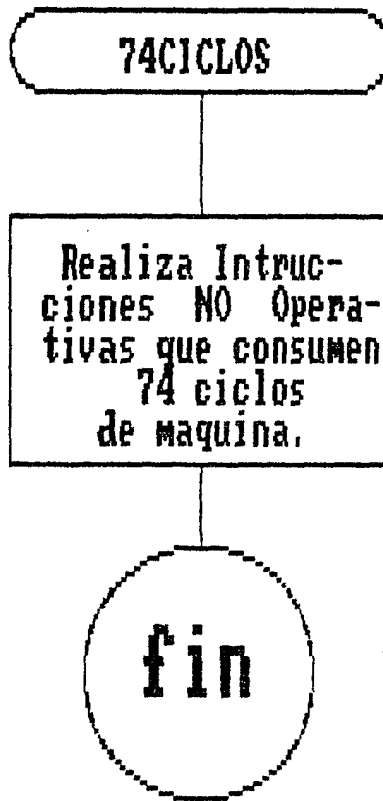
73CICLOS

figura 5.4

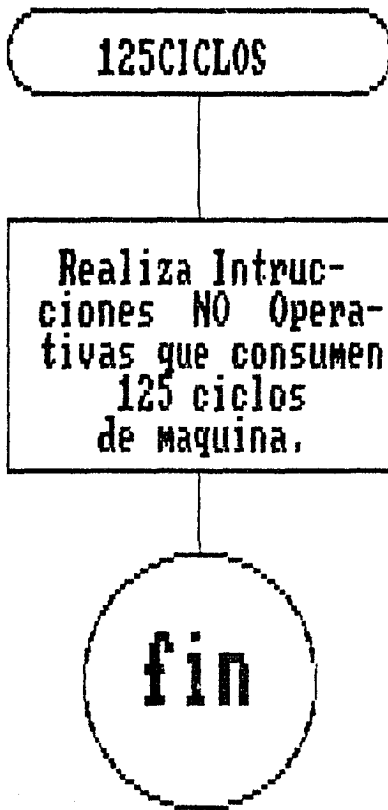


CHECALINEAS

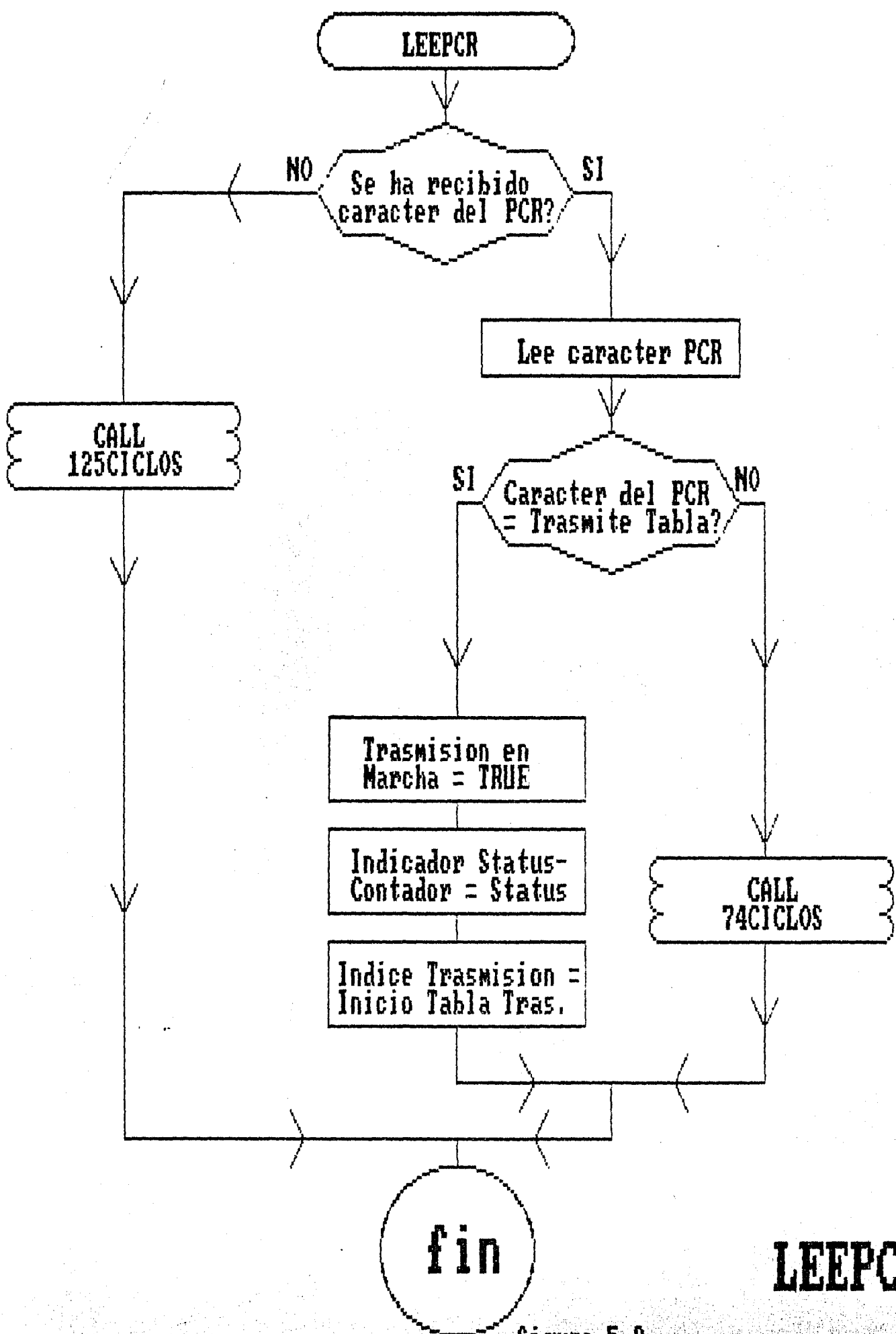
figura 5.5



74CICLOS figura 5.6

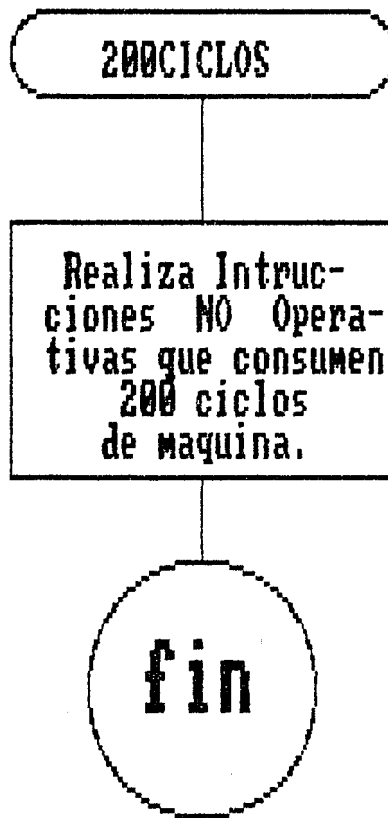


125CICLOS figura 5.7



LEEPCR

figura 5.8



200CICLOS figura 5.9

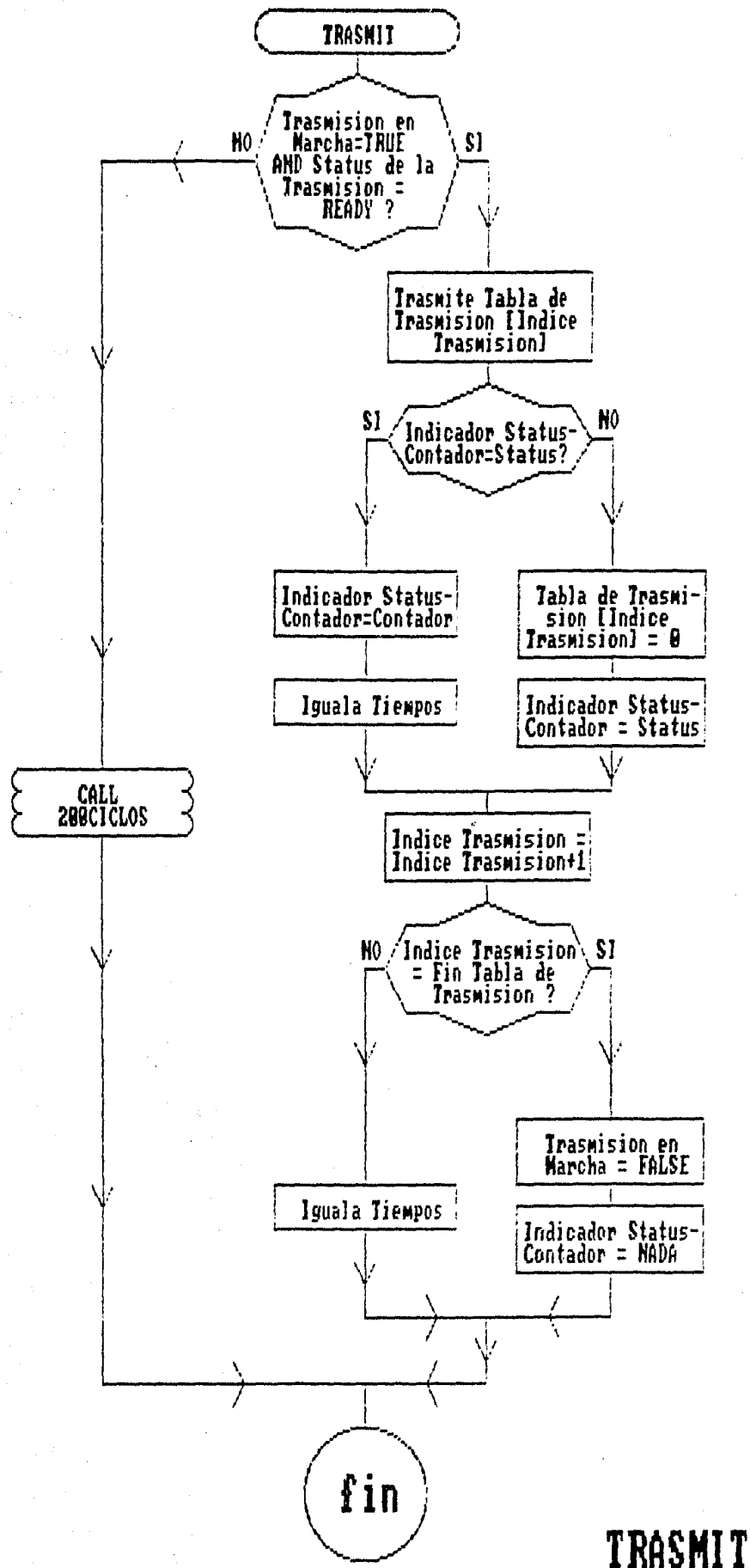


figura 5.10

TRASMIT

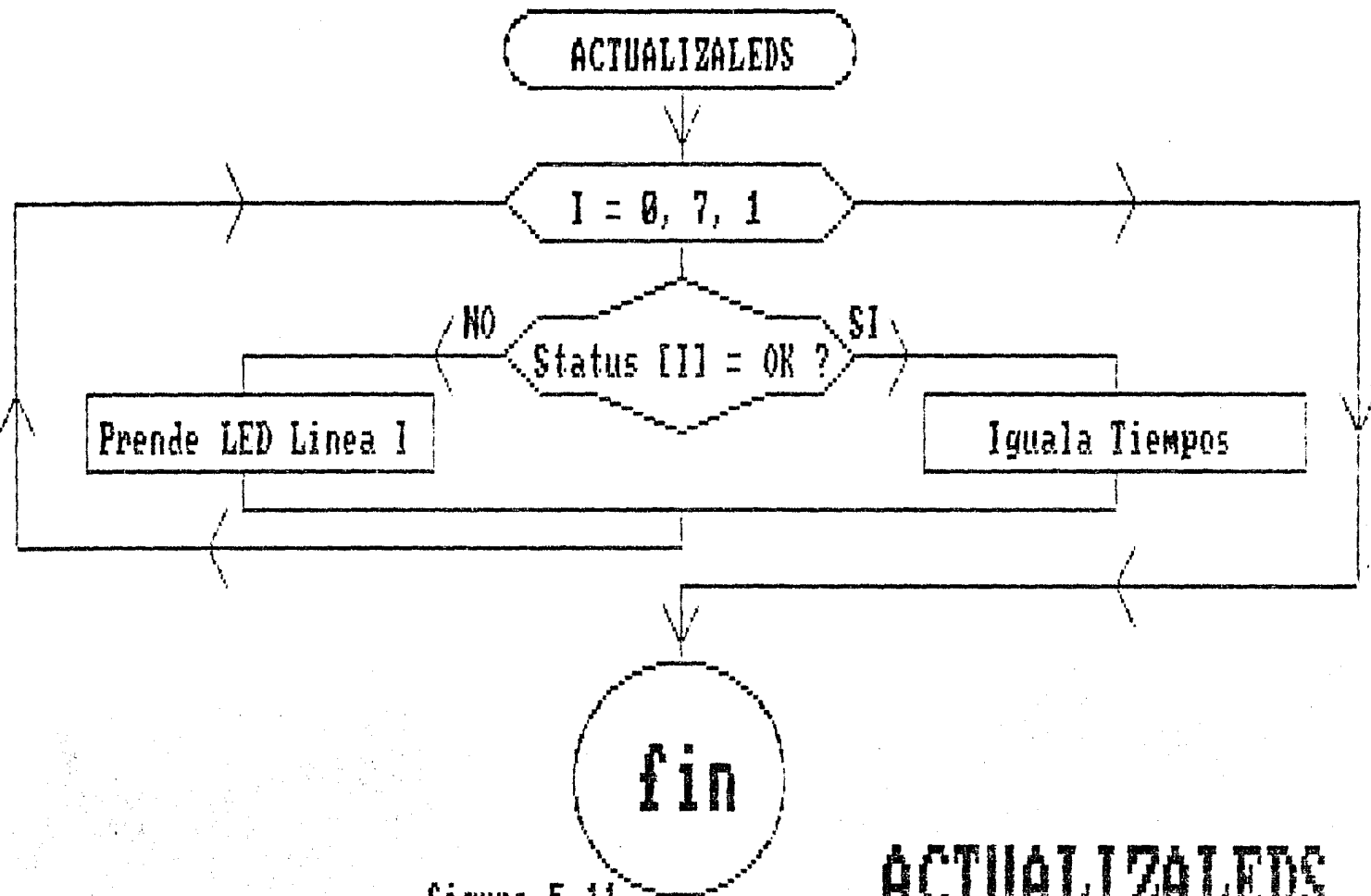
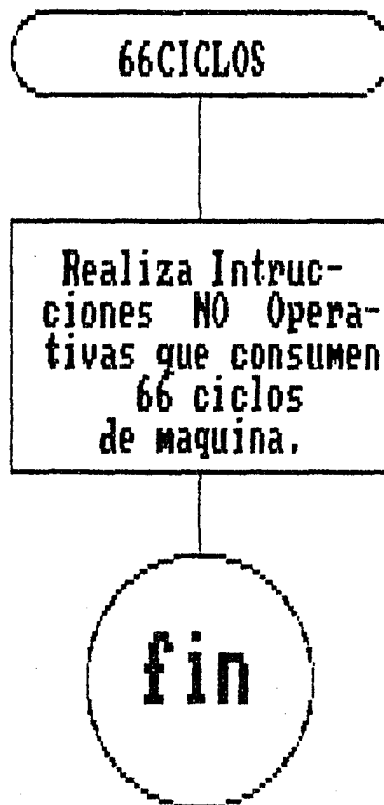


figura 5.11

ACTUALIZALED S



66CICLOS figura 5.12

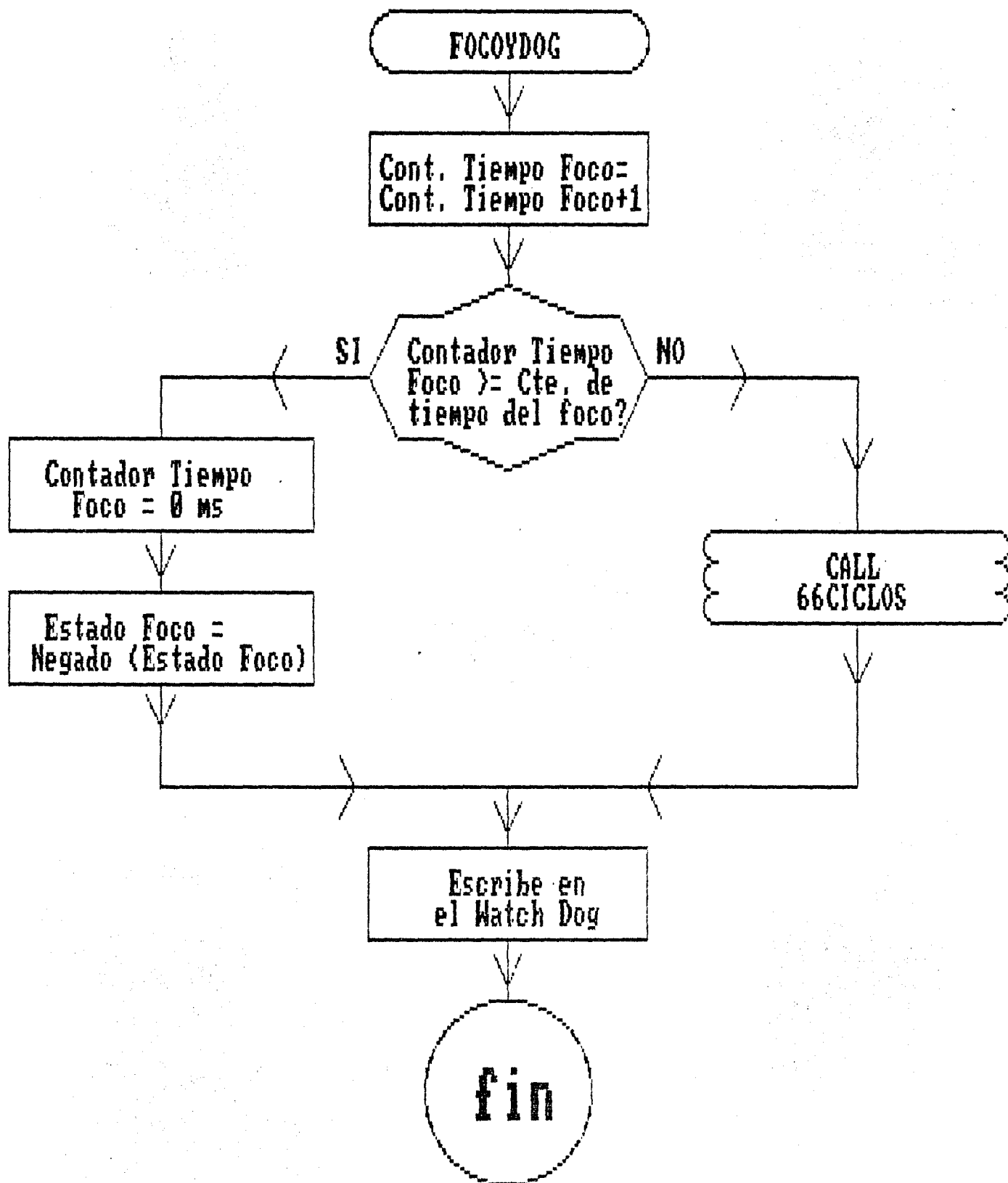
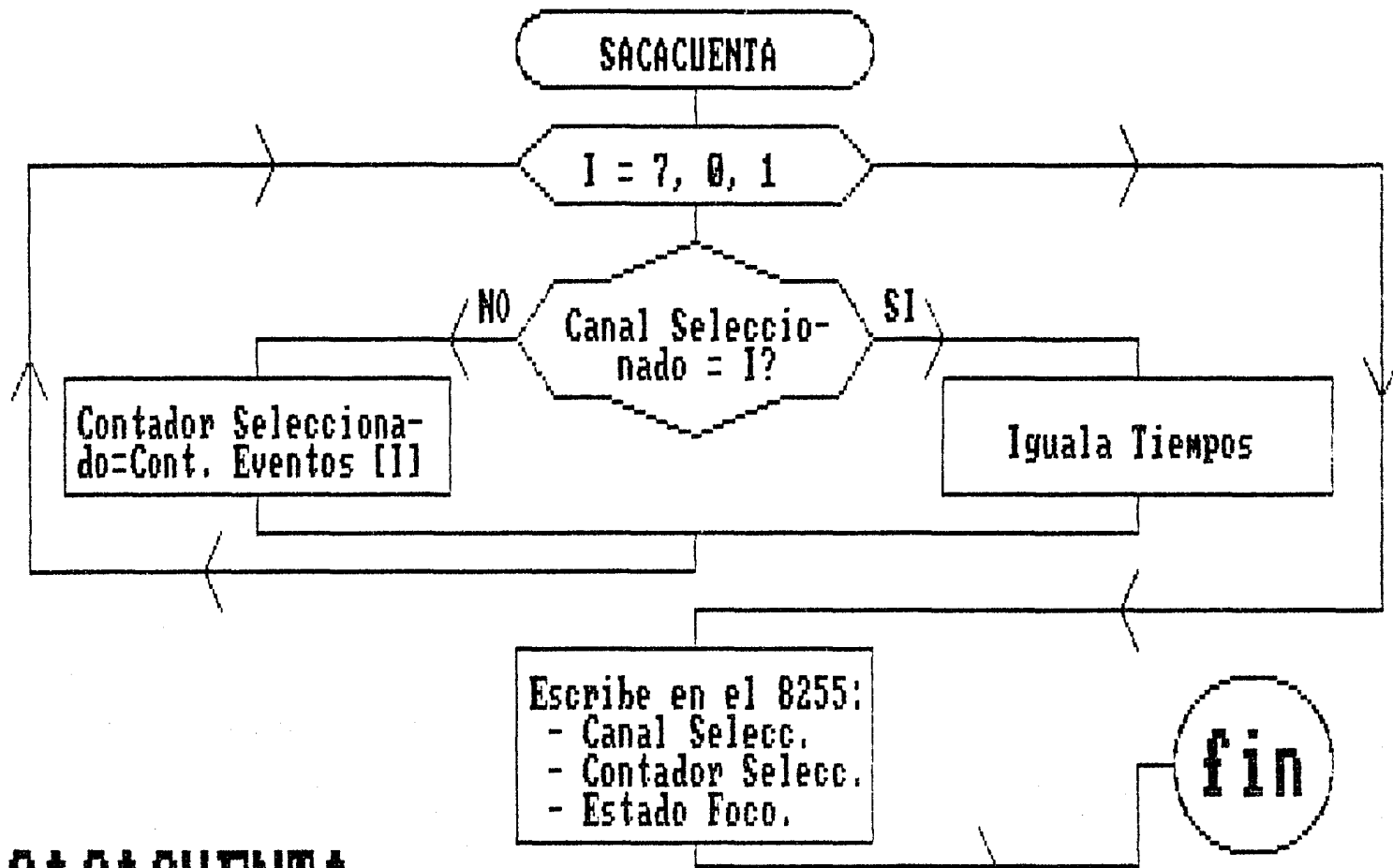


figura 5.13

FOCOYDOG



SACACUENTA

figura 5.14

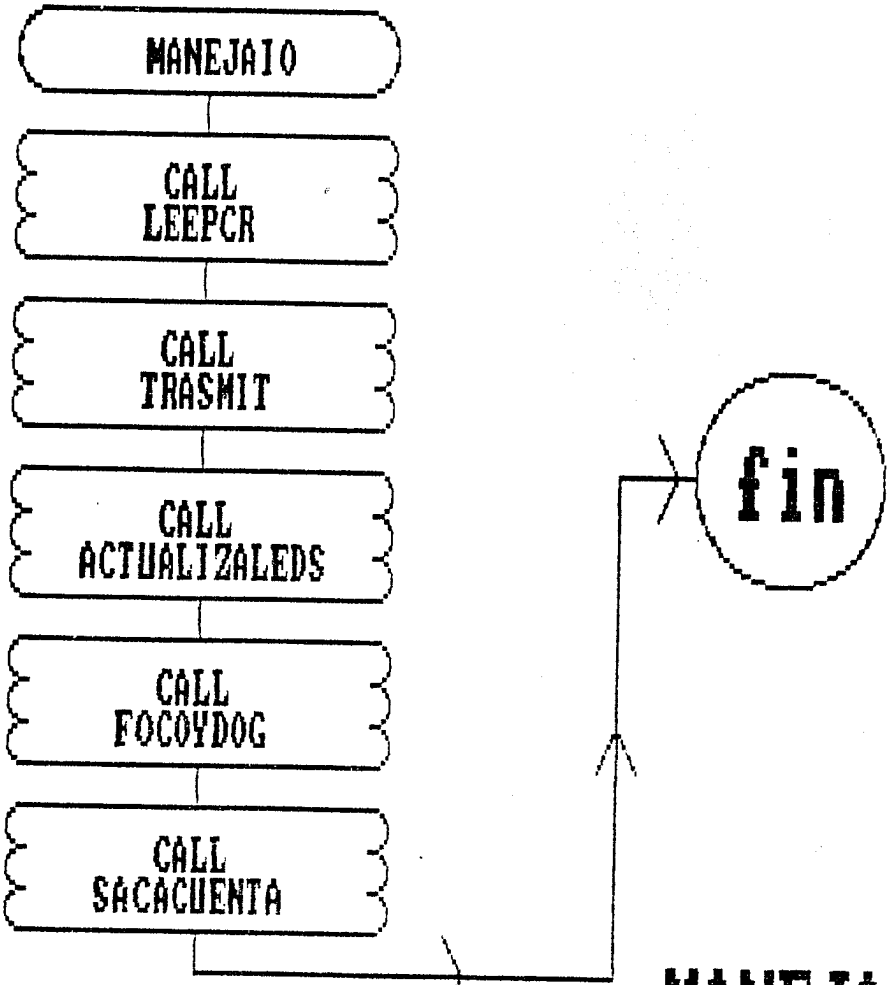
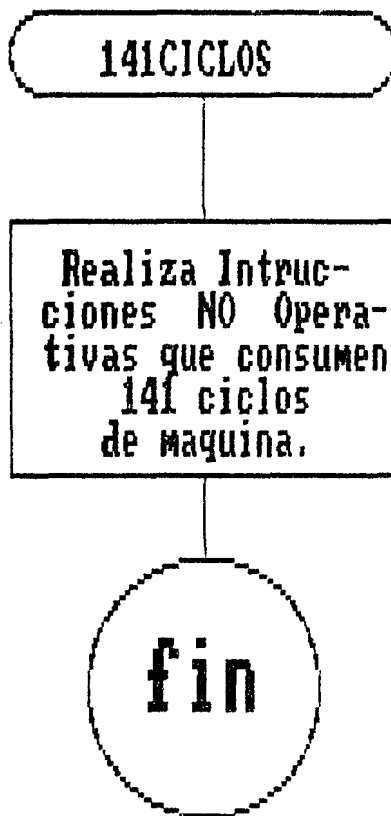


figura 5.15

MANEJAI0



141 CICLOS figura 5.16

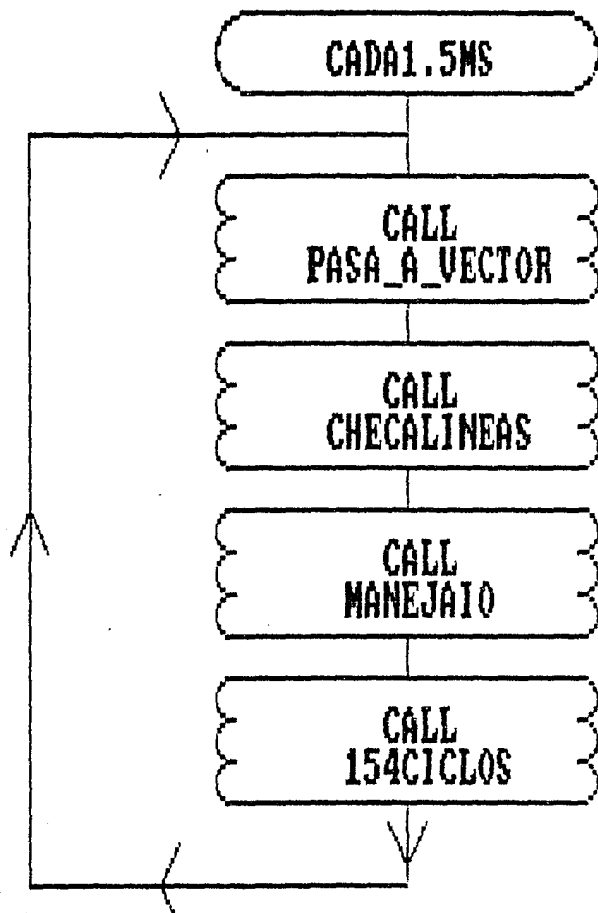


figura 5.17

CADA1.5MS

```

*****
*
*   M a n e j o   d e   m e m o r i a
*   V   A   R   I   A   B   L   E   S
*
*****

```

B a n d e r a s y v a r i a b l e s

```

=====
2750H  !   Bandera "TRASMISION EN MARCHA"   !
      !                               !
=====
2751H  !   Indicador STATUS-CONTADOR       !
      !                               !
=====
2752H  !Byte más significativo del inicio de la!
      ! tabla de TRASMISION y STATUS-CONTADOR !
=====
2753H  !Byte menos significativo del inicio de !
      ! la tabla de TRASMISION y STATUS-CONTADOR!
=====
2754H  !Número del canal que recibió el último !
      ! pulso.   CANAL SELECCIONADO     !
=====
2755H  ! Contador de ciclos que lleva el foco !
      ! de funcionamiento en el estado actual.!
=====
2756H  ! Indicador del estado actual del foco !
      ! de funcionamiento.  ESTADO FOCO  !
=====
2757H  !   Byte menos significativo del fin   !
      ! de la tabla de TRASMISION.     !
=====
2758H  !   Variable para realizar operaciones !
      ! de igualación de tiempos.      !
=====
2759H  !Número máximo de ciclos que puede estar!
      ! activa una línea, despues sera falla. !
=====
275AH  ! Número mínimo de ciclos que debe estar!
      ! activa una línea para que sea un pulso.!
=====
275BH  !   Número de ciclos que el foco de fun- !
      ! cionamiento debe estar en un estado. !
=====

```

FIGURA 5.18

```

*****
*
*           M a n e j o   d e   m e m o r i a           *
*           T   A   B   L   A   S                       *
*
*****
T a b l a   d e   T R A S M I S I O N   ( T T )
y   T a b l a   S T A T U S   --   C O N T A D O R

```

```

=====
2720H  !   Estado operativo del canal 0   !
      !   STATUS [0]                   !
      =====
2721H  !   Contador de eventos del canal 0 !
      !   CONTADOR EVENTOS [0]        !
      =====
2722H  !   Estado operativo del canal 1   !
      !   STATUS [1]                   !
      =====
2723H  !   Contador de eventos del canal 1 !
      !   CONTADOR EVENTOS [1]        !
      =====
2724H  !   Estado operativo del canal 2   !
      !   STATUS [2]                   !
      =====
2725H  !   Contador de eventos del canal 2 !
      !   CONTADOR EVENTOS [2]        !
      =====
2726H  !   Estado operativo del canal 3   !
      !   STATUS [3]                   !
      =====
2727H  !   Contador de eventos del canal 3 !
      !   CONTADOR EVENTOS [3]        !
      =====
2728H  !   Estado operativo del canal 4   !
      !   STATUS [4]                   !
      =====
2729H  !   Contador de eventos del canal 4 !
      !   CONTADOR EVENTOS [4]        !
      =====
272AH  !   Estado operativo del canal 5   !
      !   STATUS [5]                   !
      =====
272BH  !   Contador de eventos del canal 5 !
      !   CONTADOR EVENTOS [5]        !
      =====
272CH  !   Estado operativo del canal 6   !
      !   STATUS [6]                   !
      =====
272DH  !   Contador de eventos del canal 6 !
      !   CONTADOR EVENTOS [6]        !
      =====
272EH  !   Estado operativo del canal 7   !
      !   STATUS [7]                   !
      =====
272FH  !   Contador de eventos del canal 7 !
      !   CONTADOR EVENTOS [7]        !
      =====
2730H  !   Caracter de fin de datos: 00H  !
      !   FIN TRASMISION              !
      =====

```

FIGURA 5.19

```

*****
*
*   M a n e j o   d e   m e m o r i a
*   T   A   R   L   A   S
*
*****

```

T a b l a d e L I N E A S

```

=====
2700H  !      Estado de la línea (canal) 0      !
        !      LINEAS [0]                      !
=====
2701H  !                                          !
        !                                          !
=====
2702H  !      Estado de la línea (canal) 1      !
        !      LINEAS [1]                      !
=====
2703H  !                                          !
        !                                          !
=====
2704H  !      Estado de la línea (canal) 2      !
        !      LINEAS [2]                      !
=====
2705H  !                                          !
        !                                          !
=====
2706H  !      Estado de la línea (canal) 3      !
        !      LINEAS [3]                      !
=====
2707H  !                                          !
        !                                          !
=====
2708H  !      Estado de la línea (canal) 4      !
        !      LINEAS [4]                      !
=====
2709H  !                                          !
        !                                          !
=====
270AH  !      Estado de la línea (canal) 5      !
        !      LINEAS [5]                      !
=====
270BH  !                                          !
        !                                          !
=====
270CH  !      Estado de la línea (canal) 6      !
        !      LINEAS [6]                      !
=====
270DH  !                                          !
        !                                          !
=====
270EH  !      Estado de la línea (canal) 7      !
        !      LINEAS [7]                      !
=====
270FH  !                                          !
        !                                          !
=====

```

FIGURA 5.20

 *
 * M a n e j o d e m e m o r i a *
 * T A B L A S *
 *

T a b l a d e C O N T A D O R E S D E
 T I E M P O y M A S C A R A S

```

=====
2710H ! Máscara contador de tiempo canal 0 !
      ! MASCARA TIEMPO [0] !
=====
2711H ! Contador de tiempo del canal 0 !
      ! CONTADOR TIEMPO [0] !
=====
2712H ! Máscara contador de tiempo canal 1 !
      ! MASCARA TIEMPO [1] !
=====
2713H ! Contador de tiempo del canal 1 !
      ! CONTADOR TIEMPO [1] !
=====
2714H ! Máscara contador de tiempo canal 2 !
      ! MASCARA TIEMPO [2] !
=====
2715H ! Contador de tiempo del canal 2 !
      ! CONTADOR TIEMPO [2] !
=====
2716H ! Máscara contador de tiempo canal 3 !
      ! MASCARA TIEMPO [3] !
=====
2717H ! Contador de tiempo del canal 3 !
      ! CONTADOR TIEMPO [3] !
=====
2718H ! Máscara contador de tiempo canal 4 !
      ! MASCARA TIEMPO [4] !
=====
2719H ! Contador de tiempo del canal 4 !
      ! CONTADOR TIEMPO [4] !
=====
271AH ! Máscara contador de tiempo canal 5 !
      ! MASCARA TIEMPO [5] !
=====
271BH ! Contador de tiempo del canal 5 !
      ! CONTADOR TIEMPO [5] !
=====
271CH ! Máscara contador de tiempo canal 6 !
      ! MASCARA TIEMPO [6] !
=====
271DH ! Contador de tiempo del canal 6 !
      ! CONTADOR TIEMPO [6] !
=====
271EH ! Máscara contador de tiempo canal 7 !
      ! MASCARA TIEMPO [7] !
=====
271FH ! Contador de tiempo del canal 7 !
      ! CONTADOR TIEMPO [7] !
=====

```

FIGURA 5.21

SECCION 6

Hardware.

El diseño electrónico de la estación concentradora ECO se realizó tomando como base al microcontrolador PAT85 desarrollado por el Instituto de Ingeniería de la UNAM en Febrero de 1985.

Al usar como un subsistema al PAT85 se redujó considerablemente el Hardware necesario para ECO de tal forma que sólo se tuvieron que alambra cuatro componentes y programar el modem. Los módulos alambraos fueron:

1. El subsistema PAT85.
2. El módulo de Diagnóstico.
3. El módulo de Acoplamiento.
4. El gabinete.

A continuación se describen en forma amplia cada uno de estos componentes.

6.1 Subsistema PAT85.

Dado que este subsistema no es propio del proyecto, sólo fue necesario alambra en base a las especificaciones del microcontrolador un subsistema PAT85 para ECO, ahorrando de ésta manera la etapa del diseño.

El diagrama electrónico del microcontrolador se muestra en la figura 6.1 . En el reporte sobre ésta microcomputadora se proporcionan la disposición de componentes, diagrama de la fuente, así como especificaciones técnicas de los circuitos integrados que utiliza. Se remite al lector interesado en estos detalles a dicho reporte.

De la figura notamos que PAT85 cuenta con cuatro circuitos LSI básicos y tres opcionales:

- Circuitos básicos:

- Z80 Procesador central funcionando a 4 Megahertz.

- 8251 Serializador (USART) programable. Puede ser ocupado para el acoplamiento con una terminal de video, algún otro dispositivo de salida (teletipo) o para la comunicación remota. Permite transmisiones a velocidades de 300, 1200 y 19200 bits por segundo.

- 8255 Es un circuito de puertos paralelos programables. El circuito cuenta con 24 líneas de entrada/salida programables.

- TMS 2516 Memoria EPROM de capacidad de 2K x 8 bits; en esta memoria se encuentra el programa supervisor con funciones que facilitan el desarrollo de aplicaciones. Alternativamente se puede tener una memoria TMS 2532 (EPROM de 4K x 8) que contenga un sistema operativo con el lenguaje BASIC. Una vez finalizado el desarrollo, la memoria del programa supervisor puede o no ser reemplazada por una memoria donde se encuentre el programa de aplicación desarrollado.

- Circuitos Opcionales.

- TMS 2516 Memoria EPROM similar a la anterior, donde se encuentra el programa de aplicación. Cuando la memoria del programa supervisor es reemplazada por el programa de aplicación este lugar queda disponible.

- 6116 Dos memorias RAM estáticas con capacidad de 2K x 8 bits. Si no se requiere esta capacidad de memoria entonces solo se utiliza un circuito. En ellas se almacenan los programas de prueba durante la etapa de desarrollo y posteriormente son usadas por el programa de aplicación para guardar datos temporales y el stack de llamadas.

6.1.1 Funcionamiento.

El oscilador central se forma utilizando dos inversores 74LS04 conectados a un cristal de 8 MHz; la señal de salida del cristal es dividida entre dos por medio de un flip-flop (biestable) 74LS74, obteniéndose una señal de 4 MHz que alimenta al procesador Z80.

Como las memorias TMS 2532 presentan un tiempo de acceso mucho mayor que el del procesador, se necesita introducir un ciclo de WAIT durante los ciclos "fetch" (ciclo en el cual el procesador obtiene de la memoria el código de operación de la instrucción a ejecutar.) del procesador. Para obtener esta señal, la señal M1 que genera el Z80 durante los ciclos de "fetch" se conecta a la pata 10 del circuito 74LS76. La señal de salida de este circuito se conecta a la pata correspondiente del procesador Z80. De esta forma se alarga el ciclo de "fetch" correspondiente, permitiendo el acoplamiento con las memorias TMS 2532 que tienen un tiempo de acceso de 450 nseg.

El circuito 74LS139 (decodificador de 2 a 4 líneas), decodifica las líneas de dirección A12 y A13, dividiendo la memoria en 4 secciones de 4 Kbytes. Las primeras 2 líneas (en las patas 4 y 5) habilitan directamente a las dos memorias TMS 2532. La salida de la pata 6 habilita un segundo decodificador 74LS139, y por medio de A11 divide en 2 secciones de 2 Kbytes al tercer bloque de memoria de 4K. Así, las señales de las patas 11 y 12 del circuito habilitan entonces al par de memorias 6116.

El mapa memoria queda entonces como sigue:

2800 H	2 K	RAM	Almacenamiento temporal de programas y el stack.
2000 H	2 K	RAM	
1000 H	4 K	ROM	Programa de Aplicación.
0000 H	4 K	ROM	Programa Supervisor.

Por otra parte, el circuito 74LS138 decodifica las líneas A4, A5 y A6 que divide el sistema de entrada/salida en 8 secciones de 16 direcciones cada una.

Las salidas CE1 y CE2 del decodificador habilitan a los circuitos 8255 y 8251 respectivamente. La salida CE3 habilita el circuito de vigilancia que se describe posteriormente. El resto de las salidas CE4, CE5 y CE6 se emplean para posibles expansiones futuras.

El circuito de vigilancia está formado por dos circuitos monoestables 74LS123. La señal CE3 dispara al primer monoestable (pata 2); la salida en la pata 4 pasa por tanto de "1" a "0". Este cambio de nivel no dispara el segundo monoestable (pata 10) porque se requiere de un flanco ascendente para dispararlo. Como el primer monoestable es redisparable, si la frecuencia de la señal CE3 es mayor a 1 HZ, la señal presente en la pata 4 permanecerá en estado bajo. Sin embargo, si en algún momento deja de activarse CE3, entonces la salida de la pata 4 pasará de un nivel bajo a un nivel alto, por lo que el segundo monoestable se disparará, al dispararse este último, se genera un pulso que se alimenta a la pata de RESET del Z80. El objetivo del circuito es, por tanto, generar el RESET al procesador si este pierde el control del programa, ya sea por causas internas o externas.

Por medio de los circuitos 74LS93 y XR2240 se forma un divisor de frecuencia. El contador 74LS93 de 4 bits hace la división de 4 MHz entre 16. La salida (pata 11) es por tanto de 250 kHz. El circuito XR2240 es un divisor de frecuencia programado para hacer la división entre 13. De esta manera la frecuencia de salida del circuito es de 19,230 HZ (250 kHz/13). Esta señal se alimenta al circuito serializador 8251, que a su vez tiene un divisor interno programable entre 16 o entre 64, por lo que se tiene posibilidad de obtener velocidades de 19,200, 1,200 o 300 bps de transmisión y recepción.

El circuito 8251 utiliza para su sincronía interna una señal de 2 MHz (CLK). Esta señal se genera a la salida del primer flip-flop del contador 74LS93 (pata 1).

Las señales de transmisión (XMIT) y de recepción (RCV) del circuito serializador 8251 se conectan a los circuitos MC 1488 y MC 1489, que hacen las señales compatibles con la norma RS-232-C. Estas dos señales al igual que el nivel de referencia se conectan a las patas 2, 3 y 7 del conector de cable plano J1, de donde pueden ser tomadas para conectarse a un terminal de video, un teletipo o ser usadas para comunicación de datos.

Finalmente el circuito 8255 tiene capacidad de manejar hasta 24 líneas de entrada/salida. El circuito es programable de tal forma que se pueden programar en 4 grupos de bits: dos grupos de 8 y dos de 4. Cada grupo puede ser de entrada, de salida o bidireccional. Las 24 líneas de E/S se conectan directamente al conector J2 para cable plano.

6.1.2 Direcciones de entrada-salida.

Las direcciones de entrada/salida de la tarjeta son:

Dirección =====	Lectura o Escritura =====	- - - - Función - - - - =====	Circuito =====
00 H	Lectura	Lee puerto A	8255
00 H	Escritura	Escribe en puerto A	8255
01 H	Lectura	Lee puerto B	8255
01 H	Escritura	Escribe en puerto B	8255
01 H	Lectura	Lee puerto C	8255
01 H	Escritura	Escribe en puerto C	8255
10 H	Lectura	Lee registro Recepción	8251
10 H	Escritura	Escribe reg. Trasmisión	8251
11 H	Lectura	Lee registro de Status	8251
11 H	Escritura	Escribe reg. de Control	8251
20 H	Escritura	Escribe en "Watch Dog"	74LS123
30H a 3FH	Disponibles		
40H a 4FH	para		
50H a 5FH	futuras		
60H a 6FH	expansiones		
70H a 7FH			

6.2 Módulo de Diagnóstico.

Por medio de este módulo se provee un medio para la comunicación de ECO con los operadores de mantenimiento, ya que el módulo proporciona información sobre:

- Ultimo canal que recibió un pulso.
- Cuenta acumulada en ese canal.

- Estado de los ocho canales.

Los datos generados en el subsistema PAT85 para el Software se reciben en el módulo utilizando el cable plano de 26 patas que sirve de "bus"[19] a ECO. A este cable se conectan los tres puertos del PPI de la PAT85.

Los componentes principales del módulo son:

- Dos despliegues de siete segmentos integrados en un solo encapsulado.
- Nueve "leds".
- Dos circuitos decodificadores de BCD a 7 segmentos.
- Un circuito inversor.
- Un circuito "Buffer-Driver"[20].

6.2.1 Funcionamiento.

Por medio del despliegue de la izquierda se muestra al operador el número del último canal que ha recibido un pulso, el canal a desplegar es controlado por el Software y sólo puede tomar valores entre 1 y 8 por lo que se necesitan 4 bits para su codificación interna. Estos 4 bits son tomados de los bits menos significativos del puerto C del 8255, correspondiendo a las líneas 21, 7, 20 y 22 del cable plano; las líneas pasan a un circuito decodificador 7447 (entrando en las patas 7, 1, 2 y 6 respectivamente).

19. Se llama bus a un conjunto de líneas que son agrupadas en base a su función lógica.

20. Circuito integrado que proporciona gran cantidad de corriente a las señales que recibe de entrada.

Las salidas del decodificador (patas 13, 12, 11, 10, 9, 15 y 14 que corresponden a los segmentos a, b, c, d, e, f y g del despliegue) son conectados a las patas 18, 17, 4, 3, 2, 9 y 16 del despliegue[21], utilizando resistencias de 390 ohms a 250 mW, de esta manera la corriente en cada segmento es:

$$I_s = (5V - 1V) / 390 \text{ Ohms} = 11.02 \text{ mA}$$

y la corriente total para el despliegue es: 77.17 mA .

El despliegue de la derecha es utilizado para desplegar la cuenta de eventos acumulados del último canal que recibió un pulso. Por limitaciones en la disponibilidad de las líneas se decidió recortar la cuenta a solo 3 bits, de esta forma en este despliegue solo pueden aparecer valores entre 0 y 7. Internamente la cuenta de eventos sí puede ser mayor (solo se despliegan los tres bits menos significativos de la cuenta).

Se utilizan los bits 4 a 6 del puerto C, que corresponden a las líneas 6, 19, 5 de cable plano. Estas líneas se conectan a un segundo decodificador 7447, que presenta las mismas características que el anterior. Como solo se usan 3 bits (patas de entrada 7, 1 y 2 del 7447), el cuarto bit de entrada es aterrizado (pata 6).

Al igual que en el caso anterior, las salidas del decodificador (patas 13, 12, 11, 10, 9, 15 y 14) se conectan al despliegue por medio de resistencias de 390 ohms. Estas salidas se conectan al despliegue, respectivamente para los segmentos a, b, c, d, e, f, y g, a las patas: 13, 11, 8, 6, 5, 14 y 10.

El circuito inversor 74LS04 se usa para desplegar la señal del "led" indicador de funcionamiento, esta señal se toma del bit 7 del puerto C del 8255 (línea 18 del cable plano) y se pasa por el inversor (entrada por la pata 5).

Se utiliza este circuito debido a que se necesita drenar una cantidad considerable de corriente, cantidad que no puede proporcionar el 8255.

Como esta es la única función del circuito se escogió uno de los circuitos más económicos de la línea TTL. Aunque casi la totalidad del circuito se desperdicia, debido a que sólo se usa uno de los 6 inversores que contiene el chip, se prefiere

21. Nota: La numeración de las patas del despliegue se hace considerando que la pata 1 es la que se encuentra localizada en la contraesquina a la marcada como 1 en el despliegue, continuando con la numeración en la forma acostumbrada para numerar las patas de los circuitos integrados.

utilizar un circuito integrado en vez de transistores. El uso de los últimos no permite su fácil cambio en caso de falla, por que es muy difícil conseguir bases para ellos. Al utilizar el 74LS04 que es uno de los más comunes de la línea TTL, este problema no se presenta, además de se permite su uso para posibles modificaciones posteriores.

La salida del inversor (pata 6) se conecta al "led" indicador de funcionamiento por medio de una resistencia de 270 ohms utilizando una configuración inversora, de esta forma el estado de la señal es reflejado fielmente por el "led". El "led" indicador de funcionamiento esta colocado en la extrema derecha del módulo y es de color naranja. Esta última característica lo hace fácilmente distinguible de los "leds" indicadores de falla que son rojos.

Las señales indicadoras del estado de los 8 canales se envían usando el puerto B del 8255 (líneas 8, 9, 10, 11, 12, 25, 24 y 23 del cable plano, donde la línea 8 es el bit más significativo) y se reciben por el circuito "driver" 74LS241 (Octal Buffer-Driver) por medio de los patas 11, 13, 15, 17, 8, 6, 4 y 2 respectivamente. El 74LS241 puede proporcionar hasta 15 mA para cada "led" como corriente de fuente. Los "leds" están conectados al circuito utilizando resistencias de 270 ohms a 250 mW (patas de salida: 9, 7, 5, 3, 12, 14, 16 y 18), que limitan la corriente a:

$$I_s = (5V - 1V) / 270 \text{ Ohms} = 16.81 \text{ mA}$$

Las variaciones de alta frecuencia del voltaje de la fuente, que son recibidas por el módulo en las líneas 13 y 26 del cable plano, son filtradas usando un capacitor de 1 microfarad, protegiendo a los circuitos integrados contra estas variaciones.

El diagrama electrónico del módulo se muestra en la figura 6.2 y la disposición de componentes en la figura 6.3 .

6.2.2 Lista de componentes.

- Circuitos Integrados:

Dos 7447	Decodificador BCD a 7 segmentos. Salidas activas bajas con colector abierto para despliegue de ánodo común.
----------	---

Un 74LS241 Octal Bus/Driver de línea/ Receptor de
Línea. Salida 3 estados y disparador
Schmitt.

Un 74LS04 Hex Inverter, seis inversores.

- Otros Componentes:

- * 9 resistencias 270 Ohms, 250 mW.
- * 14 resistencias 390 Ohms, 250 mW.
- * 1 despliegue doble.
- * 1 capacitor 1 microfarad, 63 volts.
- * 2 bases para CI de 16 patas.
- * 1 base para CI de 14 patas.
- * 1 base para CI de 20 patas.
- * 8 "leds" rojos de 20 mA.
- * 1 "led" naranja de 20 mA.
- * 1 conector de cable plano de 26 patas.
- * 1 tarjeta de alambrado.

6.3 Módulo de Acoplamiento.

Este módulo constituye la interfaz entre ECO y los FR. Además de adaptar las señales provenientes de los FR para que el subsistema PAT85 las procese, el módulo proporciona protección contra

sobrevoltajes transitorios que pueden dañar al PAT85 y otros componentes de ECO. Los sobrevoltajes provienen de las líneas telefónicas, que se generan al recibir descargas de rayos en algún punto cercano a ellas. Así, de no contarse con esta protección, ECO pudiera verse seriamente dañado, principalmente el microcontrolador PAT85 y su fuente, el primero por recibir a las líneas telefónicas y el segundo por suministrar alimentación a las líneas. Dado que el subsistema PAT85 es el corazón de ECO y es el componente más costoso, es necesario contar con elementos que aseguren su funcionamiento y larga vida, para hacer costeable el proyecto.

La protección contra sobrevoltajes es lograda de dos formas:

1. Se cuenta con dos varistores para cada línea, uno de ellos es capaz de manejar 15 Joules[22] a 100 Volts y el otro, más pequeño es capaz de manejar 1 Joule a 22 Volts. Una explicación más amplia de la configuración así como de la forma en que trabajan se dan posteriormente. La descripción de la forma específica en que trabajan los varistores, sus principios de operación y características se dan en el apéndice A de este trabajo, junto con una breve discusión sobre las protecciones contra sobrevoltajes.
2. Se utiliza una alimentación independiente para los fotodiodos que están conectados a las líneas telefónicas, de tal forma que las tierras de los circuitos (Módulo de Acoplamiento y PAT85) quedan desacopladas

6.3.1 Descripción física.

En la figura 6.4 se muestra la disposición de componentes del módulo, distinguiéndose cinco bloques principales:

1. De rectificación de la alimentación del módulo.
2. De conexiones a las líneas telefónicas.
3. De adaptación de los pulsos.

22. La energía transitoria se mide en Joules=Watts*segundo. Por medio de este parámetro se indica la energía máxima permitida para un impulso sencillo con una forma de onda de corriente de 10×1000 microsegundos, a un voltaje constante.

4. De protección externa para otros componentes de ECO contra sobrevoltajes.
5. De protección interna al módulo contra sobrevoltajes.

A continuación, una breve descripción de cada uno de estos bloques.

6.3.1.1 Rectificación de la alimentación.

Este bloque está situado en la parte superior de la tarjeta. Para no utilizar la fuente del PAT85, el módulo emplea una fuente de energía independiente para sus líneas telefónicas. Se usa una alimentación de 12 volts de corriente alterna que proviene de un transformador que se encuentra empotrado en el gabinete. Las terminales del lado de baja del transformador se conectan a la terminal de tornillos que se encuentra en la esquina superior izquierda (tornillos 1 y 2, indistintamente debido a que se trata de voltaje de alterna).

De la terminal de tornillos el voltaje se toma y se pasa por un puente rectificador de onda completa (constituido por 4 diodos), conectando la salida del puente a un capacitor de 1000 microfarads para que atenue el rizo de la señal. No es necesario utilizar un regulador de voltaje ya que no se requiere que la señal de salida sea totalmente pura (sin rizo). En paralelo con el capacitor se encuentra un diodo de 3 Amperes colocado en inversa con objeto de que los sobrevoltajes transitorios negativos no hagan explotar al capacitor electrolítico.

Después de la rectificación y el filtrado se obtiene un voltaje de 18 volts de corriente directa como salida del bloque, que se utilizará para alimentar a las líneas telefónicas.

6.3.1.2 Conexión a las líneas telefónicas.

Las líneas telefónicas (dos hilos por canal) se conectan a ECO, mediante dos terminales de 8 tornillos cada una, situadas en la parte inferior de la tarjeta. De esta manera la terminal inferior recibe a los canales 1 al 4 (de izquierda a derecha) y la superior a los canales 5 al 8 (de izquierda a derecha).

6.3.1.3 Adaptación de pulsos.

Este bloque está constituido por ocho fotoacopladores 4N26, localizados en la parte media de la tarjeta de alambrado. Para hacer más sencillo su entendimiento se decidió colocar los fotoacopladores de una manera similar a la de las terminales de tornillos. De esta forma, los 8 fotoacopladores están divididos en dos renglones de 4; el renglón inferior es el que adapta a los canales 1 a 4 (de izquierda a derecha) y el superior se encarga de los canales 5 a 8 (izquierda a derecha).

6.3.1.4 Protección externa contra sobrevoltajes.

Este bloque está constituido por 16 varistores y 16 resistencias, cada fotoacoplador cuenta con dos varistores y dos resistencias. Las resistencias cumplen una doble función ya que sirven tanto de protección interna como de protección externa. Los varistores, al igual que las resistencias se encuentran situados a la izquierda de los fotoacopladores. Uno de los varistores es más grande (V100ZA15) que el otro, debido a que es éste el que absorbe la mayor parte de la energía cuando un sobrevoltaje se presenta; pudiendo manejar hasta 15 Joules a un voltaje de 100 Volts. El segundo varistor (V22ZA1) sirve para disipar los sobrevoltajes mayores de 22 Volts y menores de 100, pero de una energía menor (1 Joule). Las resistencias de 100 Ohms permiten que los dos varistores trabajen en forma equilibrada. De no estar presentes las resistencias, el varistor de menor capacidad sería el que llevara la mayor parte del trabajo, con peligro de quemarse.

El bloque está situado en la parte media, entremezclado con el bloque anterior.

6.3.1.5 Protección interna contra sobrevoltajes.

Este bloque se encuentra distribuido a lo largo de la tarjeta, sin una ubicación determinada.

Como ya se mencionó anteriormente, el bloque de alimentación cuenta con un diodo en inversa de 3 amperes que protege al capacitor electrolítico que filtra el rizo de la alimentación, además de esto, cada fotoacoplador cuenta con un diodo colocado en inversa con respecto al fotodiodo, con objeto de que cuando el sobrevoltaje sea negativo el fotodiodo no presente ruptura y se queme el fotoacoplador.

También, como ya se mencionó en el apartado anterior, cada fotoacoplador cuenta con 2 resistencias de 100 Ohms, que

aparte de la función descrita, proporcionan una protección contra cortos en las terminales causadas por el operador en el momento de conectar los canales. Las características de operación del 4N26 permiten una corriente máxima en el fotodiodo de 80 mA, por lo que al colocar las resistencias de 100 Ohms estamos limitando la corriente del corto y evitando que el fotodiodo se quemé. Las resistencias cumplen dos funciones de protección: reparten la carga de trabajo entre los dos varistores en caso de sobrevoltaje, y limitan la corriente que circula por el fotodiodo en caso de corto circuitos momentáneos.

6.3.2 Funcionamiento.

En la figura 6.5 se muestran las conexiones detalladas de un canal, y en la figura 6.6 se encuentra el diagrama electrónico del módulo. En base a estos dos diagramas, se realiza la descripción operativa, con la aclaración de que sólo se explica el funcionamiento de un canal dado que todos los canales operan idénticamente.

El elemento fundamental de la interfaz es un fotoacoplador. Un fotoacoplador consta de un fotodiodo y un fototransistor. El fotodiodo toma la función de la base para el fototransistor, y el fototransistor se comporta como cualquier otro transistor bipolar, con la característica de que la ganancia entre la corriente de colector y la de base (corriente en el fotodiodo) es muy pequeña (o sea su β es muy pequeña, mientras que los transistores bipolares "normales" presentan una β grande). De esta manera, cuando en el fotodiodo haya corriente, en el colector del fototransistor también habrá.

La alimentación independiente de 18 volts es utilizada para dar energía a la línea de envío de los canales. En el PR se intercala en la línea un relevador normalmente cerrado que es controlado por el interruptor de mercurio. El relevador de la línea se abre cuando el interruptor del pluviómetro se cierra por la acumulación de 0.254 mm de agua[23]. Después del relevador, la línea regresa a ECO. Quedando de esta manera conectado en serie el pluviómetro. De regreso en la terminal de tornillos, la línea de recepción se conecta al fotodiodo (pata 1 del 4N26), acabando de cerrar el circuito al conectar el cátodo del fotodiodo (pata 2 del 4N26) a la referencia de la alimentación de 18 volts.

La impedancia de la línea es muy alta, por lo que la suma de dos resistencias de 100 Ohms no afectan en nada su funcionamiento, y por medio de ellas se limita la corriente en el fotodiodo en caso

23. Para mayores detalles, consultar sección 2, apartado de los PR.

24. Ver descripción de las protecciones.

de cortos[24]. Los 200 Ohms con los que contribuyen las resistencias son prácticamente despreciables, ya que la impedancia de la línea telefónica varía típicamente entre 1 y 5.6 kohms. La corriente en el fotodiodo varía entre 11.1 y 1.6 mA respectivamente cuando la línea está en estado cerrado (operación normal) y es cero cuando la línea está en estado abierto (pulso o estado de falla).

Los varistores están conectados en paralelo al pluviómetro, por lo que no interfieren con la operación normal, debido a que presentan una impedancia muy grande bajo condiciones normales. Cuando entre la línea de envío y la de recepción de un canal, aparece un voltaje mayor a los valores de disparo de los varistores (22 volts para el pequeño y 100 volts para el grande), éstos se comportan como un corto, desviando toda la corriente. Además de los varistores para proteger al fotoacoplador en caso de transitorios negativos se cuenta con un diodo BY4001 conectado en inversa en paralelo con el fotodiodo.

El fototransistor está conectado a la fuente de 5 volts del PAT85 por medio de una resistencia de 10 kohms, de esta forma, la salida del fotoacoplador se toma del colector del fototransistor. Como se está tomando la salida en el colector, el fototransistor actúa como inversor, por lo que, cuando en el fotodiodo se encuentra circulando corriente, en el colector se tiene un voltaje cercano a los 0 volts (el transistor se encuentra saturado), suficiente para un "0" lógico. Por el contrario, cuando en el fotodiodo no se encuentra circulando corriente, el fototransistor está en corte, por lo que el voltaje en el colector es cercano a 5 volts, suficiente para un "1" lógico.

La resistencia de 10kohms del colector del fototransistor fué obtenida de la siguiente manera:

Se debe calcular R_c en el circuito, de tal forma que mientras la impedancia de la línea varíe entre 1 y 5.6 kohms, el fototransistor deberá encontrarse en saturación (Voltaje de salida cercano a 0 volts), y cuando la línea esté abierta, el fototransistor deberá pasar a corte (Voltaje de salida cercano a 5 volts).

Para realizar el cálculo se hicieron las siguientes pruebas:

1. Se midió la corriente en el fotodiodo cuando la impedancia de la línea es de 1kohm, obteniendo un valor de 11.1 mA.

2. Se midió la corriente en el fotodiodo cuando la impedancia de la línea es de 5.6 kohm, obteniendo un valor de 1.6 mA.

3. Utilizando el circuito de prueba sugerido por el fabricante, se obtuvo el parámetro β del 4N26, considerando que la corriente de la base del fototransistor es la corriente en el fotodiodo, se obtuvo que β tenía un valor aproximado de 0.666

Cuando el fototransistor está en saturación se cumple que:

$$\beta I_b \gg I_c \quad \text{y} \quad V_{ce} = V_{cesat} = 0.25 \text{ Volts}$$

Analizando el peor de los casos (5.6 kohms en la línea), tenemos que:

$$5V - R_c I_c = 0.25 \text{ Volts}$$

$$R_c I_c = 4.75 \text{ Volts}$$

La corriente de colector en el límite:

$$I_c = \beta I_b = 0.666 (1.6) = 1.06 \text{ mA}$$

Pero 1.06 mA no es mucho mayor que $\beta(I_b)$, así, haciendo "mucho mayor" por lo menos 2 veces:

$$1.06 = 2 I_c \Rightarrow I_c = 0.53 \text{ mA} \quad \text{y}$$

$$R_c = 4.75 \text{ Volts} / 0.53 \text{ mA} = 8.96 \text{ kohms}$$

Tomando el valor inmediato superior comercial disponible en las casas de electrónica, tenemos:

$$R_c = 10 \text{ kohms}$$

Para comprobar, veamos que sucede cuando la impedancia de la línea es de 1 kohm:

Si esta saturado:

$$I_c = (5V - 0.25) / (10,000) = 0.475 \text{ mA}$$

$$0.666 (11.1) \gg 0.475$$

$$7.4 \gg 0.475$$

De esta forma, queda comprobado teóricamente que R_c debe de ser de 10kohms.

Con el valor teórico de R_c se realizaron pruebas experimentales que comprobaron los cálculos.

El voltaje de 5 volts del PAT85, así como su referencia son tomados de las líneas 13 y 26 del cable plano que conecta al PAT85, el Módulo de Diagnóstico y a este módulo. Llamando T1 a la terminal de 8 tornillos inferior y T2 a la superior, los puntos remotos deben de conectarse de la siguiente manera:

# de Canal =====	Terminal =====	Tornillos =====
1	T1	1 y 2
2	T1	3 y 4
3	T1	5 y 6
4	T1	7 y 8
5	T2	1 y 2
6	T2	3 y 4
7	T2	5 y 6
8	T2	7 y 8

Las salidas de los fotoacopladores (pata 5) se conectan al cable plano del "bus" común de la siguiente forma:

# Fotoacoplador =====	Línea del Cable Plano =====
1	4
2	17
3	3
4	16
5	14
6	15
7	1
8	2

Estas líneas corresponden al puerto A del 8255. El puerto A está programado por ECO para ser de entrada. El módulo no hace uso de los otros dos puertos del 8255 debido a que su función se limita a proporcionar la entrada de las líneas al sistema y proteger al mismo contra sobrevoltajes.

6.3.3 Lista de componentes.

A continuación se da la lista de las piezas que integran al módulo de acoplamiento:

- Dispositivos Electrónicos:

- * 8 Fotoacopladores 4N26.
- * 8 Varistores de 100 Volts, 15 Joules, V100ZA15.
- * 8 Varistores de 22 Volts, 1 Joule, V22ZA1.
- * 12 Diodos rectificadores de 1 Ampere, BY4001.
- * 1 Diodo rectificador de 3 Amperes, MR501.

- Otros componentes:

- * 1 Capacitor de 1000 microfarads a 25 volts.
- * 16 Resistencias de 100 ohms, 500 mW.

- * 8 Resistencias de 10 kohms, 250 mW.
- * 8 Bases para circuito integrado de 8 patas.
- * 2 Terminales de 8 tornillos, 5 Amperes.
- * 1 Terminal de 3 tornillos, 5 Amperes.
- * 1 Conector de cable plano de 26 patas.
- * 1 Tarjeta de alambrado.

6.4 Gabinete.

Se deseaba que todos los componentes de la estación concentradora estuvieran dentro de un gabinete, el cual tuviera características tales que permitieran su uso para otro tipo de proyectos del Instituto de Ingeniería. En base a lo anterior se diseñó un gabinete prototipo y se mandó a que se realizara su construcción. Las medidas del gabinete y la forma en que los diferentes componentes de ECO fueron colocados dentro de él se muestran en la figura 4.3 que forma parte de las figuras de la sección "Descripción General".

Todos los componentes de ECO se encuentran dentro del gabinete diseñado, y como se deseaba que se tuviera una alimentación única al sistema, fue necesario realizar un cableado general para ECO. Asimismo se le dotó de un interruptor general para facilitar el mantenimiento y de un fusible.

6.4.1 Descripción física.

Como se muestra en la figura 4.3, encontramos nueve elementos:

Módulo de Diagnóstico

Situado en la puerta del gabinete, recibe sus señales a través del cable plano de 26 hilos. Queda sujeto a la puerta por medio de 4 tornillos.

Subsistema PAT85

Situado en la esquina inferior izquierda, se conecta al modem usando un cable telefónico de 3 hilos y con sus módulos por medio del cable plano de 26 hilos. Su alimentación proviene de la terminal de tornillos denotada K1 en el diagrama. Se mantiene en su lugar por medio de unas aletas de su chasis, las que están sujetas por las barras verticales interiores del gabinete.

Módulo de Acoplamiento

Situado en la parte inferior derecha, a un lado del PAT85, recibe su alimentación usando el cable plano de 26 hilos. Recibe también las líneas telefónicas que entran por la parte inferior derecha del gabinete. Se encuentra firmemente colocado por medio de dos barras horizontales a las cuales se sujeta por medio de 4 tornillos.

Modem

Situado en la parte superior del gabinete, y fijado por medio de dos barras horizontales las que están sujetas al chasis del modem por medio de 2 tornillos por cada barra.

Transformador

Es el que da energía a las líneas telefónicas del Módulo de Acoplamiento, es un transformador de 12 Volts a 500 mA. Se encuentra sujeto a la misma barra que sujeta la parte superior del módulo de acoplamiento por medio de 2 tornillos.

Interruptor General

Localizado a un lado del transformador, y sobre la misma barra del transformador, por medio de este interruptor de un tiro dos polos se da energía a toda la estación concentradora.

Terminal del Sistema

Situada a un lado del interruptor general sobre la barra común. En sus diferentes tornillos se realizan todas las conexiones para dar energía a los diferentes componentes. De esta forma solo se necesita una entrada de voltaje.

Fusible Protección contra corto circuitos internos. Comprende a dos partes: una abrazadera para el fusible y al fusible en sí. La abrazadera se encuentra sujeta a la barra por medio de un tornillo.

Terminal del Modem

Esta terminal es usada para conectar la línea telefónica de enlace entre ECO y el FCR con el modem. Se encuentra sujeta a la cubierta del modem por medio de tornillos.

6.4.2 Conexiones.

Dentro del gabinete se presentan tres tipos de conexiones:

1. Alimentación.
2. Interconexión de módulos.
3. Líneas telefónicas.

6.4.2.1 Alimentación.

El diagrama eléctrico de las conexiones se encuentra en la figura 4.4, en base a él se hace la siguiente descripción:

El operador de mantenimiento debe conectar la línea de alimentación a ECO en la terminal del sistema en los tornillos 1 y 2 en la parte superior.

La línea que entra al tornillo 1 se conecta en serie al fusible, conectándose después de pasar por él en la parte superior del tornillo 3. La línea conectada al tornillo 2 se hace pasar por el interruptor general, y la salida de éste se conecta al tornillo 4 en la parte superior.

De los tornillos 3 y 4 se toma la alimentación para el subsistema PAT85 (en la parte superior), y se conecta directamente a los tornillos 5 y 6 respectivamente, utilizando los tornillos inferiores.

El modem toma su alimentación de los tornillos 5 y 6 en la parte superior, conectándose en los tornillos inferiores al transformador.

6.4.2.2 Interconexión de módulos.

Los dos módulos y el subsistema FAT85 se interconectan usando un solo cable plano con 3 conectores hembras de 26 patas. Es necesario tener precaución al conectar este cable, ya que las patas están numeradas, de tal forma que las flechas de los conectores hembras deben coincidir con las flechas de los machos, de no hacerse así, los módulos o el mismo FAT85 pueden sufrir daños graves.

Para conectar el serializador (USART) y el modem se utiliza un cable telefónico de 3 hilos que en un extremo presenta una hembra de 26 patas y en el otro extremo un conector macho RS-232-C. El extremo con el conector hembra de 26 patas se une al conector macho que posee el FAT85 (localizado en la parte inferior del mismo), tomando en cuenta la misma advertencia que se hizo para la conexión del "bus" común. El macho RS-232-C se conecta al modem en la parte posterior que está del lado izquierdo del gabinete.

6.4.2.3 Líneas telefónicas.

La estación concentradora recibe un máximo de 9 pares de hilos, 8 de ellos corresponden a los PR y uno al Puesto Central de Registro. La forma en que deben conectarse los pares de los PR se mencionó con anterioridad[25]. La línea telefónica proveniente del modem debe conectarse en la terminal de tornillos del modem en los dos tornillos que se encuentran al centro (tornillos 2 y 3).

Todas las líneas telefónicas, así como del cable de la alimentación del sistema deben entrar utilizando el agujero que se encuentra en la esquina inferior derecha diseñado con ese propósito.

6.5 Programación del modem.

El modem que utiliza la estación concentradora es un modelo comercial, por lo que no se necesitó realizar alambrado alguno. Sin embargo,

25. Ver apartado sobre el funcionamiento.

debido a que se utiliza una transmisión full duplex utilizando solo dos hilos, fue necesario programar al modem para que funcionara utilizando el canal B. Posteriormente en la etapa de pruebas, se programó un modem para el PCR como canal A. El procedimiento que hay que seguir para programar los modems es el siguiente:

1. Remover la cubierta del modem.
2. Localizar en la tarjeta principal los interruptores marcados como SW3, SW4, SW5 y SW6.
3. Colocar el interruptor SW3 de la siguiente manera:

# de interruptor =====	Colocación =====
#1, 2 o 4 hilos	Abierto, 2 hilos
#2, Nivel Tx	Abierto, 0 DBm
#3, Nivel Tx	Abierto, 0 DBm
#4, Nivel Tx	Abierto, 0 DBm
#5, Resp. Auto.	Cerrado, En operación
#6, DTR	Abierto, Control manual
#7, No se usa	-----

4. Colocar el interruptor SW4 de la siguiente manera:

# de interruptor =====	Colocación =====
#1, Tierra de Prot. y señal	Cerrado, Conectadas
#2, Desco. Auto.	Abierto, Fuera de op.
#3, DTR	Cerrado, Fijo a (+)
#4, RTS	Cerrado, Fijo a (+)
#5, Cont. de Con.	Cerrado, Conex. Perma.
#6, Modo Operac.	Cerrado, 300 baud
#7, Vel. Datos.	Cerrado, Manual

5. Colocar el interruptor SW5 de la siguiente manera:

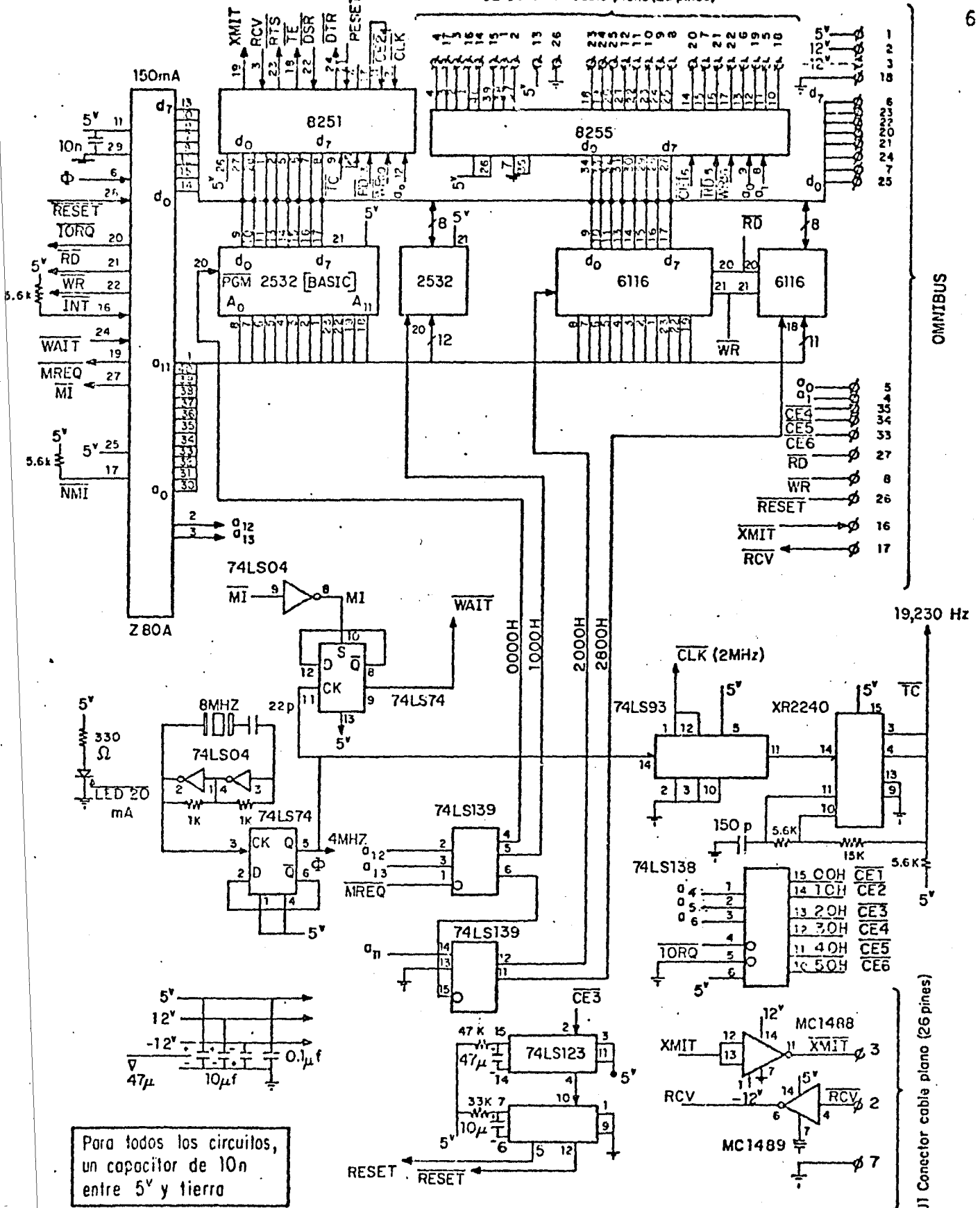
# de interruptor =====	Colocación =====
#1, Fijar Datos	Cerrado, Fijo
#2, Portadora	Abierto, Fija
#3, No se usa	-----
#4, Canal	Abierto, Canal B (ECO) Cerrado, Canal A (PCR)
#5, Nivel Recep.	Abierto, -43 DBm
#6, Igual. Amp.	Abierto, No compensa
#7, Duplex o Semiduplex	Abierto, Duplex

6. Colocar el interruptor SW6 de la siguiente manera:

# de interruptor =====	Colocación =====
#1, CTS	Abierto, Corto
#2, CTS	Cerrado, Largo
#3, No se usa	-----
#4, No se usa	-----
#5, Detec. Port.	Cerrado, Corto
#6, Detec. Port.	Cerrado, V23
#7, Silencia.	Cerrado, Corto

7. Colocar la cubierta del modem.

Información adicional sobre estos interruptores, la forma en que el modem opera y diagramas del mismo se encuentran en el manual de operación, al cual es remitido el lector interesado.



Para todos los circuitos, un capacitor de 10n entre 5V y tierra

1 sistema PAT 85-ECO

FIGURA 6.1

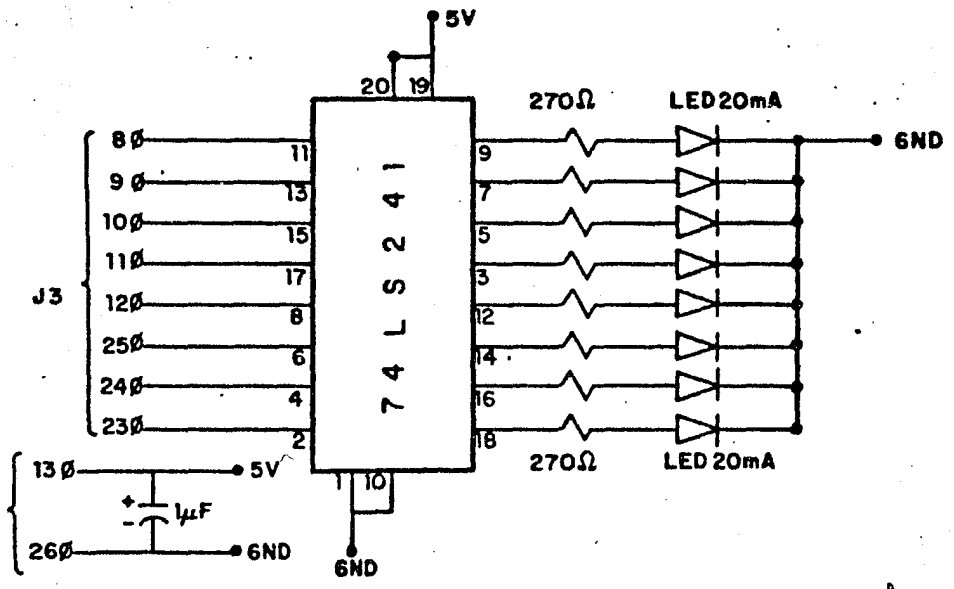
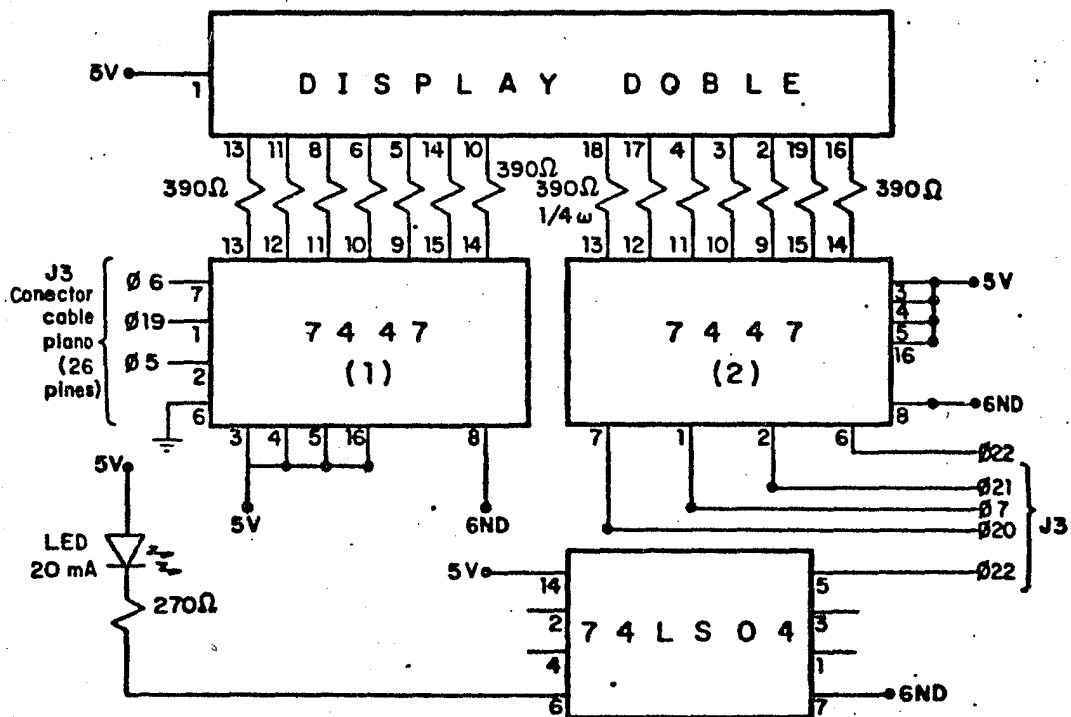
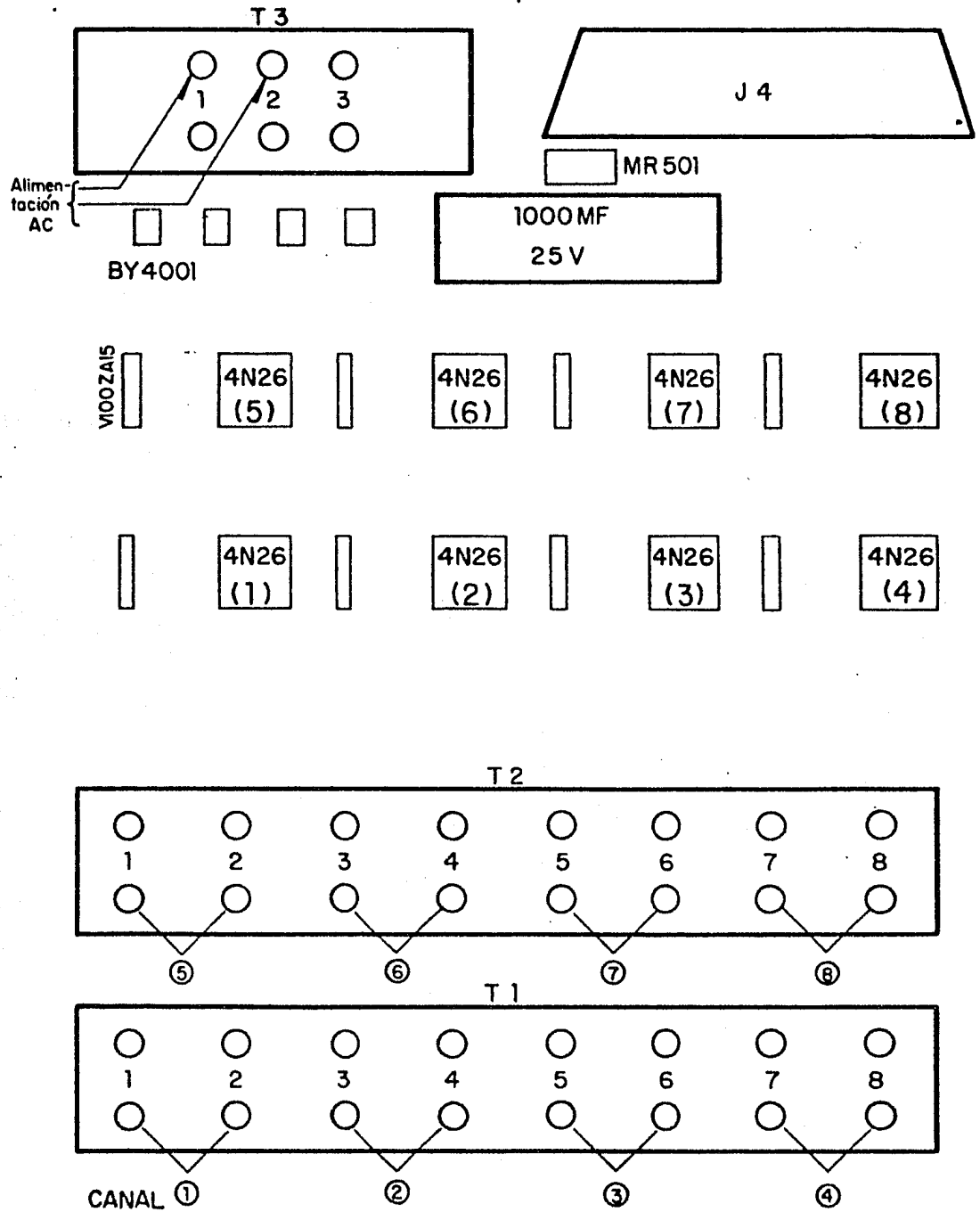


Diagrama electrónico del Módulo de Diagnóstico.

Módulo de acoplamiento.



Disposición de componentes del Módulo de Acoplamiento.

Diagrama Electronico de la conexion de un canal.

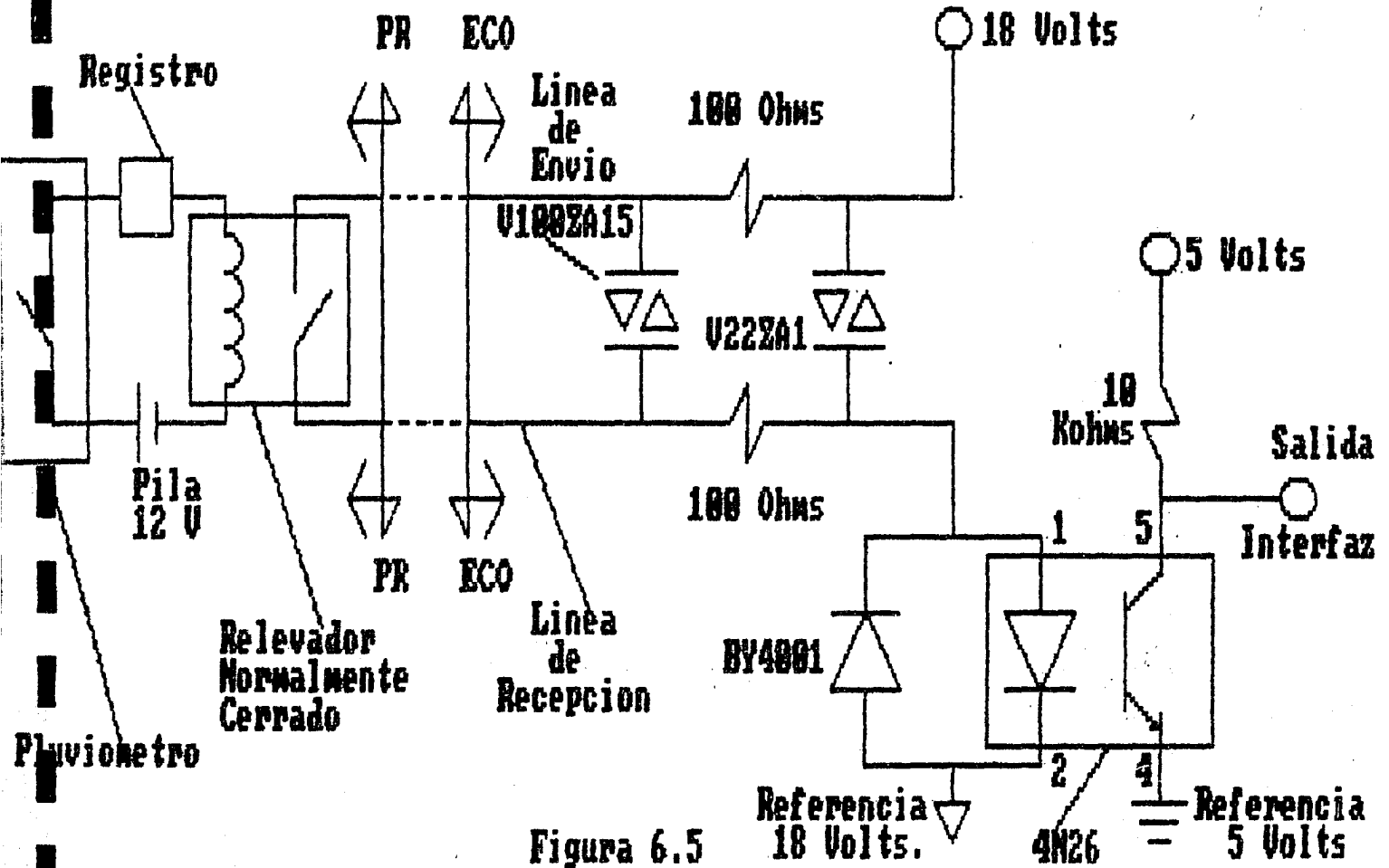


Figura 6.5

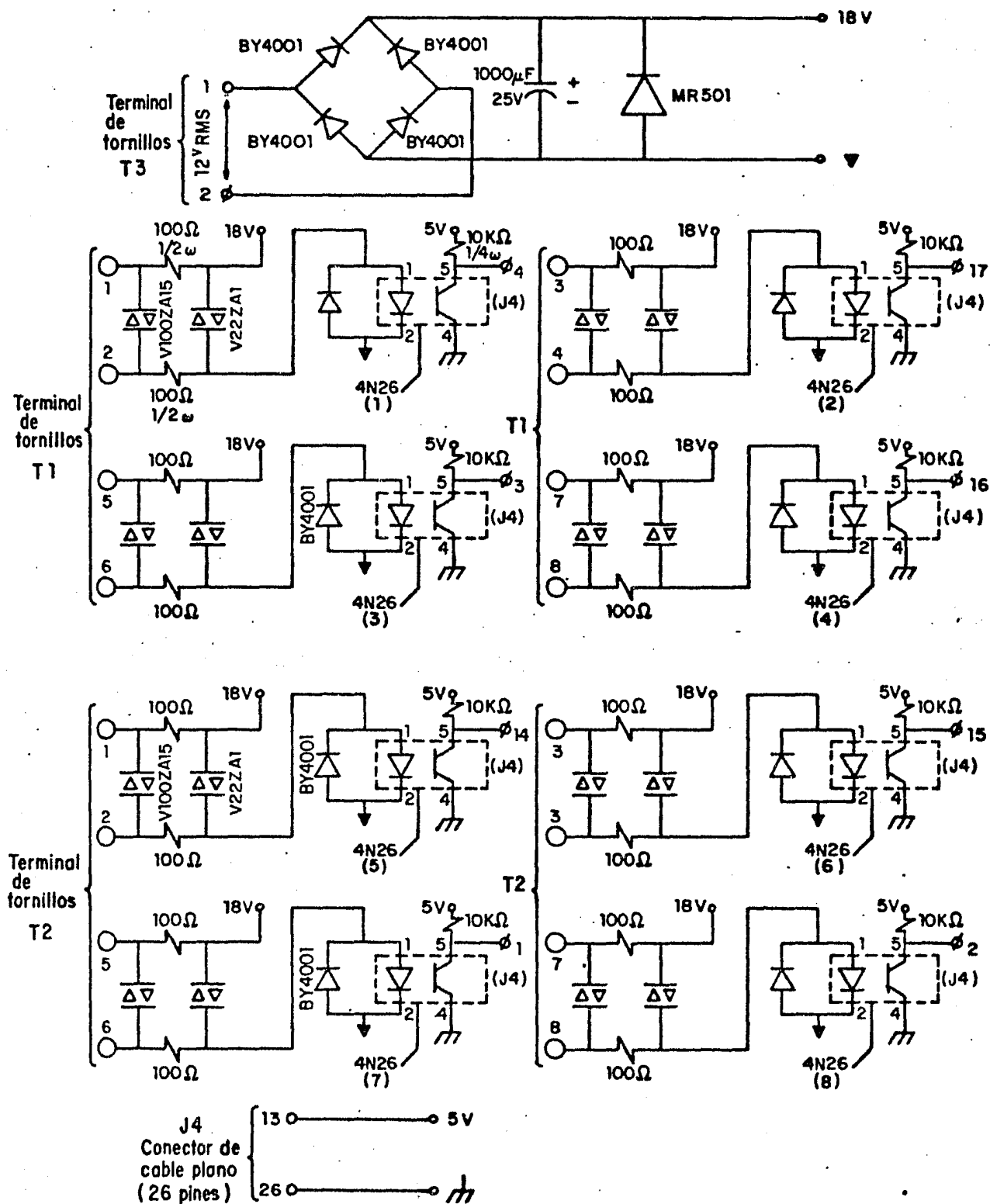


Diagrama electrónico del Módulo de Acoplamiento.

FIGURA 6.6

SECCION 7

Pruebas Realizadas.

Se realizaron diferentes tipos de pruebas a ECO las cuales resultaron exitosas. La única parte que no se pudo probar fue la de las protecciones, debido a que la simulación o la generación de rayos no es posible.

El funcionamiento general de ECO se probó realizando las siguientes pruebas:

1. Pruebas al Software.
2. Pruebas al Módulo de Diagnóstico.
3. Pruebas al Módulo de Acoplamiento.
4. Pruebas comunicación con el PCR.
5. Pruebas comunicación con el PCR utilizando modems.
6. Pruebas de robustez.

7.1 Pruebas al Software.

Como ya se mencionó con anterioridad una vez alambrado el subsistema PAT85, se diseñó el Software, y junto con el PAT85, también fue el primero en probarse. Para ello se utilizó al programa supervisor y una tarjeta con tres 74LS241 conectados por medio del cable plano al 8255. Por medio de esta tarjeta se simulaban el Módulo de Diagnóstico y el Módulo de Acoplamiento, ya que cada 74LS241 funcionaba como un puerto de 8 bits, el cual dependiendo de la programación del 8255 podía ser de entrada o de salida. Cada puerto presenta 8 "leds" los cuales sirven de salida y una base de 8 patas para colocar en ella un microinterruptor.

Conforme cada módulo del Software se escribía, se le realizaban pruebas utilizando el programa supervisor y esta tarjeta, así el programa se completaba por partes totalmente probadas. La simulación del PCR se llevaba a cabo por medio de la terminal: al oprimir <CTL>G el programa debía mandar a la terminal su estado total.

Cuando se necesitaron, se utilizaron las facilidades de depuración que provee el programa supervisor como son el uso de puntos de ruptura y vaciado de los registros.

Una vez que todas las rutinas fueron probadas e integradas al programa principal y que se había comprobado exhaustivamente el desempeño del PAT85, se procedió a grabar dos EPROMs (una de ellas como respaldo) y se empezó el alambrado de las otras tarjetas del Hardware.

7.2 Pruebas al Módulo de Diagnóstico.

El desarrollo de Hardware de ECO también fue modular. Cada módulo podía ser probado aparte e integrado, una vez depurado, al diseño total. Terminado el Software se construyó el Módulo de Diagnóstico, el módulo hace uso de dos puertos del 8255, ambos de salida, así que el uso de la tarjeta de pruebas todavía fue necesario para simular la entrada de datos de las líneas.

Los ocho "leds" indicadores de falla, los dos despliegues y el "led" indicador de funcionamiento funcionaron como se esperaba. Sólo se necesitó cortar algunas conexiones cuando el módulo fue integrado al gabinete, ya que los tornillos por medio de los cuales se sujeta al gabinete podían provocar cortos de no tomar esta precaución.

Con la incorporación de este módulo al gabinete se dió por finalizada su construcción y sus pruebas.

7.3 Pruebas al Módulo de Acoplamiento.

Una vez finalizado el Módulo de Diagnóstico se procedió al diseño y construcción del Módulo de Acoplamiento. Antes de colocar los fotoacopladores en el módulo, se probaron uno a uno, para estar seguros de su buen funcionamiento.

Al finalizar la construcción del módulo, se realizaron pruebas utilizando los componentes anteriormente probados (PAT85, Software y Módulo de Diagnóstico), verificando para cada canal su correcto funcionamiento. En un principio para simular al pluviómetro se utilizaba un cable y una resistencia, de tal forma que cuando se abría

el circuito por el tiempo correcto, se detectaba un pulso. Este esquema presentaba muchos problemas ya que muchas veces no se podía volver a cerrar el circuito con la suficiente rapidez, lo que provocaba que el canal no detectara un pulso, sino una condición de falla.

Por lo anterior se pensó en la necesidad de utilizar otro método para la simulación de los pluviómetros, que aunque basándose en el mismo principio, fuera más sencillo de usar. Se decidió utilizar un interruptor normalmente cerrado conectado en serie con una resistencia (ver figura 7.1). Este método resultó ser correcto, puesto que la generación de los pulsos es más sencilla. Para generarlos no se necesita apretar el interruptor con mucha precisión. Una velocidad normal siempre generará un pulso, sólo en caso de mantener oprimido el interruptor por mucho tiempo se generará una condición de falla. Se construyeron dos de estos "pluviómetros" y por medio de ellos se comprobó el funcionamiento de todos los canales del módulo.

Los emuladores o "pluviómetros" permitirán a los operadores de la estación, probar de una forma sencilla el funcionamiento de cualquier canal en caso de duda.

Antes de finalizar las pruebas a éste módulo, se logró conseguir un pluviómetro como los que se encuentran en los PR, lo que permitió realizar una simulación de las condiciones reales de operación. Se utilizó una batería de 12 Volts, un relevador normalmente cerrado, el pluviómetro y una resistencia para simular la impedancia de la línea. La detección de los pulsos no presentó ningún problema.

7.4 Pruebas comunicación con el PCR.

Con la construcción del Módulo de Acoplamiento, su integración al gabinete, el alambrado general del mismo, la programación y colocación del modem así como la conexión de los diversos módulos, se dió por terminada la construcción de ECD.

La comunicación con el PCR se había simulado con anterioridad utilizando una terminal, ahora era necesario verificar si un PCR real (en una APPLE II PLUS) también podía comunicarse. Debido a que en paralelo al desarrollo de la estación concentradora se realizaba el desarrollo de un puesto central de registro, se pudo hacer esta prueba, que permitió comprobar el buen funcionamiento de ambos.

7.5 Pruebas comunicación con el PCR usando modems.

Si bien se había realizado la prueba de comunicación con el PCR, ésta se había efectuado sin utilizar modems, por lo que se repitió la prueba utilizando estos dispositivos. Para la realización de la prueba fue necesario programar el modem que utilizó el PCR inconcluso, ya que el modem del PCR debe de ser Canal A mientras que el modem de ECO es canal B. Una vez más esta prueba resultó exitosa.

7.6 Pruebas de robustez.

Sólo restaba ver si el armado del gabinete soportaría el maltrato, para desechar posibles falsos contactos o piezas sueltas. Una vez realizadas pruebas subjetivas de vibración y resistencia a golpes por manejo y maltrato, se dejó a ECO operando por varias semanas sin parar, usando para alimentarlo una fuente ininterrumpible.

Dado que no se presentaron ningún tipo de problemas en todas estas pruebas, se dieron por finalizadas las etapas de construcción y de pruebas de la estación concentradora, faltando sólo la etapa de instalación dentro de la red pluviométrica del DDF.

Se pensaba que para noviembre de 1985, ECO debería de estar trabajando en el campo, pero debido al sismo ocurrido en septiembre del mismo año, esto no fue posible, aplazándose su instalación para fechas posteriores, por lo que no es posible comentar su desempeño en condiciones reales.

Switch Emulador.

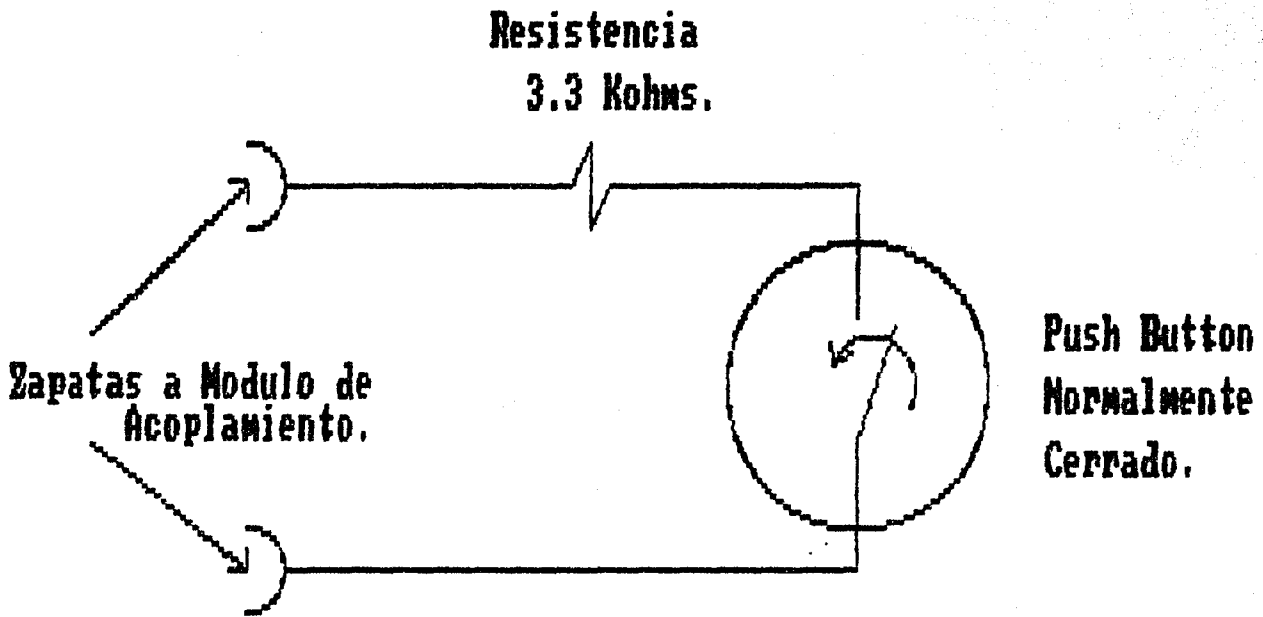


Figura 7.1

SECCION 8

CONCLUSIONES.

Para presentar las conclusiones, se tomarán dos puntos de vista:

- Desde un punto de vista personal como estudiante de la carrera de ingeniería en computación.
- Desde el punto de vista del Instituto de Ingeniería.

Esta separación es necesaria, ya que yo como persona presento diferentes intereses y opiniones de las que el Instituto tiene.

Desde un punto de vista personal, con el diseño y construcción de la estación concentradora logré aplicar mis conocimientos tanto de Software como de Hardware para la construcción de un prototipo semi-industrial que controla procesos en tiempo real.

En el renglón del Software por primera vez programé en lenguaje ensamblador para controlar un proceso en tiempo real, y me enfrenté al problema del control del tiempo sin hacer uso de contadores o relojes, descubriendo que podía utilizar al programa como base de tiempo.

Debido a que la sucesión de eventos es de muy corta duración el control tuvo que ser muy estricto. Sin embargo, en una aplicación de otro tipo se pueden dar márgenes de error más grandes en la medición del tiempo, de tal forma que esta técnica puede ser aplicada para otros programas que requieran llevar una base de tiempo pero que por los requerimientos del diseño no puedan usar algún circuito que la maneje.

En el renglón de Hardware, apliqué mis conocimientos de electrónica: tanto de electrónica básica (transistores), como de diseño lógico (compuertas) y microprocesadores (P8085).

Por lo anterior considero que el proyecto es muy completo, ya que no está enfocado solamente a una área, sino que abarca de una u otra forma, todos los conocimientos que se me dieron a lo largo de la carrera.

Además, este prototipo será usado y probado en el campo por el Departamento del Distrito Federal. Esto es de especial significancia para mí, ya que uno de mis propósitos personales al finalizar mi carrera era que el trabajo que realizara para mi tesis tuviera alguna aplicación real, y que no sólo fuera un medio para cubrir un requisito más para la obtención del título.

Desde el punto de vista del Instituto, se logró la construcción de una estación concentradora de diseño electrónico sencillo con poco costo. Esta sencillez redundaba a la vez en un costo inicial bajo, como en un mantenimiento simple y barato. La relación de costos de la estación concentradora es la siguiente:

CONCEPTO	COSTO
Modem	\$ 150,000.00
PAT85	\$ 100,000.00
Gabinete	\$ 20,000.00
Otros Módulos	\$ 60,000.00
Amortización de Equipo[26]	\$ 100,000.00
Indirectos[27]	\$ 170,000.00
T O T A L	\$ 600,000.00

Una estación concentradora programable importada tiene un costo aproximado de 3,000 dolares, que equivalen a 1,500,000 pesos[28], por lo que el ahorro que se logra con este prototipo es considerable. Por otra parte, al utilizar un diseño propio, se pueden realizar mejoras fácilmente dado que se tienen todas las especificaciones y no se está sujeto a cambios del fabricante extranjero. Las partes usadas, aunque de importación, son fácilmente asequibles en México, por lo que las reparaciones serán rápidas. El diseño contempló características que facilitan su uso y mantenimiento:

- Se permite un diagnostico de fallas en forma local, tanto del

26. Esta amortización está calculada partiendo de la suposición que se fabricarán 30 equipos en línea, considerando que el costo total del diseño es de \$3,000,000.00

27. Aproximadamente el 40% de la suma de los otros costos.

28. Redondeando a 500 pesos por dólar, cotización aproximada a fines de noviembre.

funcionamiento general como del funcionamiento de la interfaz con los PR.

- Las líneas telefónicas que conectan a los PR tienen una alta probabilidad de recibir descargas atmosféricas, por ello la protección contra sobrevoltajes provocados por rayos de ECO, es una característica única que permite pensar que ECO proporcionará una larga vida de servicio. De no tener estas protecciones las fallas pudieran sucederse continuamente, lo que no es costeable ni deseable.

En general, dado que se utiliza un "custom design"[29] sólo se está pagando por las características que se necesitan, lo que provoca que sea un equipo de propósito específico. De comprar un equipo prefabricado, éste presentaría características totalmente generales, muchas de las cuales no son necesarias para ECO, por lo que se estaría pagando por cosas que no se utilizarían. Esto representa un ahorro considerable en los costos.

Una mejora posible a la estación concentradora sería la sustitución del modem que se utiliza para la comunicación con el FCR por uno de diseño propio. Esto no se realizó, debido a que el diseño y construcción de un modem es por sí mismo un tema completo de tesis y estaba fuera de los alcances de este trabajo.

Una vez que se haya instalado la red pluviométrica en el Distrito Federal y que ésta haya sido probada y mejorada, redes similares pueden ser instaladas en ciudades importantes de la República como Guadalajara y Monterrey.

Por último pero no por ello menos importante, la construcción de la estación concentradora y de la red pluviométrica son símbolos de que poco a poco se está logrando romper la dependencia tecnológica del extranjero, y que la ingeniería mexicana sí es capaz de resolver los problemas a los que México se enfrenta, como país en vías de desarrollo.

29. Diseño hecho a la medida de las necesidades del cliente (customer).

APENDICE A

Varistores y circuitos de protección.

En este apéndice se describe la forma en que funcionan los varistores y se da una explicación completa de los dispositivos de protección empleados para prevenir desperfectos causados por voltajes transitorios. El objetivo de esta explicación es proporcionar una vista general de los problemas que ocasionan los sobrevoltajes, la forma en que normalmente se resuelven y fundamentar la decisión de utilizar varistores para el diseño de ECO.

Los sobrevoltajes transitorios que ocurren en los circuitos eléctricos son el resultado de una repentina liberación de energía almacenada previamente. Esta energía puede estar guardada dentro del circuito y ser liberada por una acción voluntaria o de "switched". También puede estar almacenada exteriormente y ser inyectada o acoplada al circuito de interés por alguna acción más allá del control del diseñador del circuito, como sucede en los casos de los rayos o cortos en las líneas.

Los transitorios ocurren ya sea es una forma repetitiva o en una forma aleatoria, los primeros son más fáciles de estudiar, como son las chispas de conmutación de voltaje, "switched" de una carga inductiva, etc. Los transitorios aleatorios son más elusivos, ocurren en localidades remotas, en tiempos no predecibles y requieren instalación de instrumentos de monitoreo para detectar su ocurrencia. De hecho, un corolario directo de la ley de Murphy indica que el mejor supresor de un transitorio es un monitor transitorio. Sin embargo, suficiente experiencia ha sido acumulada para proveer razonables guías para la supresión de transitorios en líneas de telecomunicaciones, sistemas eléctricos de automóviles y circuitos de bajo voltaje de corriente alterna.

Una protección efectiva de un sobrevoltaje transitorio requiere que la energía impulsiva sea disipada en el supresor a un voltaje lo suficientemente bajo para asegurar la supervivencia del circuito que se protege.

A.1 Transitorios repetitivos.

Un cambio repentino de las condiciones eléctricas de cualquier circuito provoca un voltaje transitorio que se genera de la energía almacenada en las capacitancias e inductancias del mismo. Estos tipos de transitorios son repetitivos debido a que la operación de "switching" puede ocurrir varias veces, y puede ser que su efecto acumulativo sea significativo.

Dentro de las principales causas de este tipo de transitorios encontramos:

1. Se dá energía al primario de un transformador.
2. Se quita la energía al primario de un transformador.
3. Suspensión de la energía debido a fallas en circuitos con carga inductiva.
4. Rebote de interruptores.

Está más allá del objetivo de este apéndice describir en detalle las características de los transitorios que son generados por estas condiciones, se refiere al lector interesado al libro "Transient Voltage Suppression Manual" que forma parte de la bibliografía de esta tesis para una mayor explicación.

A.2 Transitorios aleatorios.

Frecuentemente, los problemas de transitorios surgen de la fuente de poder que alimenta al circuito. Este tipo de transitorio es generalmente causado por el "switching" de una carga paralela que está conectada al mismo ramal del sistema de distribución, aunque también pueden ser causados por rayos. Lo peor de ellos, es que es difícil definir su amplitud, duración y el contenido de energía.

Las líneas de comunicación, las alarmas y el sistema de teléfonos, son afectadas tanto por rayos como por fallas del sistema de potencia.

Para tratar con los transitorios aleatorios, un acercamiento estadístico ha sido tomado para identificar la naturaleza de los sobrevoltajes de las líneas. El diseñador puede decir que tal o cual sistema tiene una probabilidad X de encontrar un transitorio de amplitud Y. Por lo tanto sólo se debe de bloquear una situación

promedio, mientras que se mantiene en mente que desviaciones grandes de este promedio pueden ocurrir, dependiendo de la naturaleza del sistema.

Transitorios en líneas de telecomunicación.

Los sobrevoltajes transitorios que ocurren en las líneas telefónicas provienen de dos fuentes principales:

1. Rayos.
2. Líneas de potencia de 50/60 HZ

Los sobrevoltajes causados por rayos son debidos a que el rayo toca al conductor de un sistema de cableado al aire libre o al blindaje de un cable telefónico subterráneo. La mayoría de las líneas telefónicas se encuentran contenidas en cables blindados. Cuando un rayo u otras corrientes fluyen en el blindaje, se inducen voltajes entre el conductor interno y el blindaje. La magnitud de los voltajes inducidos dependen de la resistencia del material del blindaje, aberturas en la construcción del mismo, y de las características dieléctricas y resistivas del cable.

Se tienen datos limitados sobre los voltajes en cables telefónicos debido a la dificultad de obtenerlos sin interferir con la operación del sistema. La mayoría de las instalaciones que usan componentes electromecánicos utilizan protectores de bloque de carbón o de arco con buenos resultados.

La proximidad de los cables telefónicos y los sistemas de distribución de potencia, donde es común que se compartan polos o cables de tierra, es una fuente de sobrevoltajes transitorios en los sistemas telefónicos. Los sobrevoltajes surgen del contacto físico entre los cables, inducción electromagnética o elevación en el potencial de la línea de referencia.

A.3 Tipos de supresores.

Hay dos principales categorías de supresores: los que bloquean el transitorio, previniendo su propagación hacia el circuito, y los que desvían el transitorio lejos de la carga sensible, limitando el sobrevoltaje a un valor residual.

El bloqueo se logra usando filtros conectados en serie con el circuito. El filtro es generalmente de tipo paso bajas que bloquea el transitorio de alta frecuencia y permite a la señal de potencia (de

baja frecuencia) fluir libremente.

Para desviar un transitorio se pueden utilizar dispositivos recortadores o de tipo de "palanca de hierro" (CROWBAR).

Un recortador es un dispositivo que tiene una impedancia variable dependiendo de la corriente que fluye o el voltaje entre sus terminales. Estos dispositivos presentan una característica no lineal. La variación de la impedancia es monotónica, esto es, no contiene discontinuidades en contraste con los de palanca que exhiben una acción de encendido. La característica voltaje-corriente de estos dispositivos depende un poco del tiempo, pero no involucra retrasos de tiempo como la ruptura de un gas o el disparo de un tiristor.

Con un recortador, el circuito no es afectado por la presencia del mismo mientras el voltaje no sobrepase al de recorte. La acción de recorte resulta del incremento de flujo de corriente a través del dispositivo según el voltaje se incrementa. Si el aumento de corriente es más rápido que el de voltaje, la impedancia del dispositivo es no lineal. El recorte aparente de voltaje resulta del aumento de la caída en la impedancia de la fuente del transitorio debido al aumento de la corriente. Debe de quedar claramente entendido que el dispositivo depende de la impedancia de la fuente del sobrevoltaje para realizar su recorte. Se tiene un divisor de voltaje donde la relación no es constante. Sin embargo, si la impedancia de la fuente es pequeña, entonces la relación es baja. El supresor no puede trabajar cuando la impedancia de la fuente es cercana a cero.

En contraste, un dispositivo de palanca involucra una acción de "switched", ya sea la ruptura de un gas entre unos electrodos o el encendido de un tiristor. Después del encendido, ofrecen una impedancia muy baja la cual desvía el transitorio lejos de la carga conectada en paralelo.

A continuación se describe en mayor detalle cada tipo de protección.

Filtros.

Los componentes de frecuencia de un transitorio son de un orden varias veces mayor sobre la frecuencia de la potencia de un circuito de CA y de CD. Por lo tanto, una solución obvia es instalar un filtro paso bajas entre la fuente de los transitorios y la carga sensitiva.

La forma más simple de un filtro es un capacitor colocado a través de la línea. La impedancia del capacitor forma un divisor de voltaje con la impedancia de la fuente, lo que resulta en una atenuación del transitorio a altas frecuencias. Este acercamiento sencillo puede tener efectos laterales indeseables, como:

- Resonancias no deseadas con componentes inductivos localizados en algún lugar del circuito, que provocan picos de voltajes grandes.
- Altas corrientes durante el "switchéo".
- Excesiva carga reactiva en la línea de alimentación.

Estos efectos indeseables pueden ser reducidos si se coloca una resistencia en serie. Sin embargo, el precio de añadir la resistencia es un menor recorte efectivo.

Más allá de la simple red RC, filtros convencionales que utilizan inductores y capacitores se usan ampliamente para protección contra interferencias. Adicionalmente estos filtros ofrecen una protección efectiva contra los transitorios, siempre y cuando los componentes de entrada del filtro puedan soportar el alto voltaje asociado con el transitorio.

Un problema de los filtros es que si no se conoce la fuente de los transitorios no pueden ser usados. Otro problema es que la respuesta del capacitor es no lineal a la frecuencia, pero si es lineal con respecto a la corriente.

Para diseñar un esquema de protección, ciertas consideraciones deben de hacerse sobre la impedancia de la fuente o el voltaje de circuito abierto. Con una variación de 10 a 1 en estas consideraciones sólo se provoca un error de 20% con respecto al nivel de protección en caso de usar supresores no lineales, mientras que se tiene un error de 450% en el nivel de protección si se utilizan filtros. Este hecho es la clave para que en la mayoría de las ocasiones se prefiera un supresor no lineal en lugar de los capacitores para protección contra sobrevoltajes transitorios.

Dispositivos de "palanca".

Esta categoría de supresores, principalmente tubos de gas o protectores de bloques de carbón son ampliamente utilizados en el campo de las comunicaciones. Otra forma de estos supresores es el circuito híbrido el cual usa dispositivos de estado sólido o iónicos, donde un circuito de control causa el encendido de un componente activo.

Un dispositivo de palanca conecta el alto voltaje a tierra. Este corto continua hasta que la corriente es llevada a un nivel bajo. Un dispositivo recortador nunca reducirá el voltaje a un valor menor que el voltaje de estado estable, pero uno de palanca normalmente si lo hará. En el momento de la descarga (salto del

arco) el voltaje se mantiene a un valor bajo, por lo que cantidades considerables de corriente pueden ser manejadas por el supresor sin tener que disipar una energía grande. Esta habilidad es la principal ventaja de estos supresores. Tres limitaciones son el precio de esta ventaja:

1. Respuesta en el tiempo. Cuando el voltaje se eleva en las terminales, no hay conducción hasta que el arco salta, debido a la ruptura del dieléctrico entre los electrodos. Este tiempo de retraso, típicamente de microsegundos, deja a la carga desprotegida durante la elevación inicial.
2. Se presenta una considerable variación dentro del voltaje de ruptura después de operaciones sucesivas. Para algunos dispositivos, este voltaje de ruptura puede ser considerablemente mayor después de un tiempo de descanso, con respecto al obtenido después de una sucesión de descargas. Por otra parte, es difícil producir voltajes de ruptura constantes para voltajes nominales bajos, debido a la naturaleza física del proceso y a la limitación en la distancia entre electrodos que se puede construir. Una forma de resolver este problema es llenar el tubo con un gas que presente un voltaje de ruptura menor que el del aire, al hacer esta sustitución se crean problemas de confiabilidad si la envoltura del gas se pierde y éste es reemplazado con aire.
3. La tercera limitación es que una corriente grande deberá ser proporcionada por la fuente de estado estable una vez que la descarga pico haya pasado; a esta corriente se le llama corriente de seguimiento, y tiene efectos no deseables tanto en circuitos de CA como de CD. Sólo en circuitos de comunicaciones esta corriente no es tan problemática, de ahí el uso extendido de estos supresores en esos sistemas.

Dispositivos recortadores.

Para realizar la función de limitar el voltaje, los dispositivos recortadores dependen de su impedancia no lineal unida a la impedancia de la fuente del transitorio. Tres tipos de recortadores son los más usados: Rectificadores inversos de selenio, diodos zeners y varistores de diferentes materiales como el silicio y óxido de zinc. A continuación se explica cada uno de ellos.

Celdas de selenio.

Los supresores de selenio aplican la tecnología que se utiliza para los rectificadores en unión con un proceso especial que permite corrientes de ruptura en inversa a altos niveles sin daño a la estructura policristalina. Para su construcción, se utiliza una placa de metal como sustrato, sobre la cual el rectificador es construido. Esta placa le da al rectificador una buena masa térmica y una correcta disipación de energía. Algunas celdas presentan características que les permiten sobrevivir a descargas de energía que sobrepasan sus valores nominales por un número limitado de veces. Esto es muy útil en algunas aplicaciones.

Las celdas de selenio no tienen la habilidad recortadora de los diodos zeners o los varistores de óxido de metal, por lo que su campo de aplicación se ha visto considerablemente disminuido.

Diodos zeners.

El avance en la tecnología de construcción en estos diodos ha permitido que los zeners puedan ser usados como supresores de picos, a la vez que se siguen usando como reguladores. Las mayores ventajas de estos diodos son su efectivo recorte que se acerca a una constante ideal de recorte, y que se pueden encontrar a valores nominales bajos.

Por otra parte, debido a que el diodo mantiene un voltaje de avalancha fijo a través de su juntura durante la máxima descarga, una cantidad considerable de calor se genera, teniendo muy poco volumen para disiparlo. Por lo que la mayor limitación de los zeners es su capacidad de disipación de energía.

Varistores.

Un varistor es un nombre genérico que se aplica para describir una resistencia variable. La relación entre la corriente en el dispositivo y el voltaje en sus terminales es típicamente descrito por una ley de potencia:

$$I = k V^{\beta} \quad [30]$$

El término β en la ecuación representa la no linealidad de la conducción. Una resistencia presenta una β de 1, por lo que mientras mayor sea β , mejor será el recorte. De ahí que β sea usada para distinguir que tan bueno es un varistor con respecto a otro.

Hasta fechas recientes, el varistor más común era el de silicio. Este material ha sido y es aplicado exitosamente en alta potencia. Sin embargo, su β es baja, lo que provoca dos resultados:

1. El nivel de protección es muy alto para un dispositivo capaz de soportar el voltaje de línea.
2. Un dispositivo con un nivel aceptable de protección presenta demasiada corriente de "stand-by" (estado de espera) a voltaje nominal, si este es conectado a través de la línea. Por lo tanto se requieren tubos de gas en serie que bloqueen el voltaje normal.

En circuitos que manejan voltajes pequeños, no se usan los varistores de silicio debido a la necesidad de usar un tubo de gas bloqueador, lo que incrementa el costo total y reproduce alguno de los efectos mencionados para estos dispositivos. Sin embargo, estos varistores han sido usados como limitadores de corriente para evitar la corriente de seguimiento.

Los más nuevos varistores están contruidos usando óxido de zinc con aditivos. Estos varistores presentan β s considerablemente mayores que los de silicio, típicamente entre 15 y 30. Unos de ellos son los movistores (de General Electric.). La forma en que funciona este tipo de varistor será explicada en el próximo apartado. Su uso principal es para circuitos cuyo voltaje es menor de 1000 Volts, con energía de pico menor de 1000 Joules. Mayores voltajes pueden ser obtenidos conectado los dispositivos en serie. Valores mayores de corriente se logran al conectarlos en

30. Ecuaciones más completas del comportamiento pueden ser derivadas para representar el comportamiento del dispositivo, pero, para la presente explicación, esta ecuación es suficiente.

paralelo pero teniendo cuidado de que los dispositivos sean compatibles. Los varistores de óxido de zinc permiten como límite mínimo 10 volts.

Las características estructurales de los varistores de óxido de metal provocan inevitablemente una capacitancia entre las terminales del dispositivo. Para la mayoría de las aplicaciones esta capacitancia no es significativa. En aplicaciones de alta frecuencia, este efecto debe tomarse en cuenta para el diseño global del sistema.

A.4 Teoría de varistores de óxido de metal.

En las siguientes líneas se presenta una descripción general de lo que son los varistores de óxido de metal y sus propiedades, finalizando con su teoría de operación y parámetros típicos.

Qué son los varistores.

Los varistores de este tipo son dependientes del voltaje, presentan una resistencia no lineal y tienen un comportamiento muy similar al de dos diodos zeners puestos espalda con espalda. Presentan una característica I-V simétrica. Cuando son expuestos a un sobrevoltaje, la impedancia del varistor cambia en varios órdenes de magnitud, desde un circuito abierto hasta un nivel conductivo alto, recortando el transitorio a un nivel seguro. La energía potencialmente destructiva del transitorio es absorbida por el varistor, protegiendo los componentes vulnerables del sistema.

La composición del varistor consiste principalmente de óxido de zinc con pequeñas adiciones de óxidos de metal selectos. Estos materiales son sintetizados a altas temperaturas para producir un cuerpo de cerámica policristalina. La estructura de este cuerpo es una matriz de granos de óxido de zinc conductivo separados por una frontera intergranular altamente resistiva. La naturaleza física de esta frontera está todavía en investigación, aunque se ha demostrado que es la fuente del comportamiento eléctrico no lineal.

Debido a que la conducción eléctrica ocurre entre granos de óxido de zinc distribuidos a lo largo del cuerpo del dispositivo, los varistores son inherentemente menos lisos que los dispositivos de una sola juntura, como los diodos zeners. En el varistor, la energía es absorbida uniformemente a través del cuerpo del dispositivo, con la resultante repartición uniforme del calor a disipar. Las propiedades eléctricas son controladas principalmente por las dimensiones físicas del cuerpo del varistor el cual normalmente se encapsula en un disco. La

capacidad de energía queda determinada por el volumen del varistor, su voltaje nominal por su grueso, y la capacidad de corriente por su área.

Los varistores de este tipo están disponibles en voltajes de 10 a 1000 Volts. Los voltajes más altos están limitados sólo por la habilidad de empaquetado. La corriente de pico máximo excede a los 25,000 Amperes, con una capacidad de energía más allá de los 600 Joules.

Propiedades físicas.

Introducción.

Una propiedad atractiva de los varistores de óxido de metal, fabricados a partir del óxido de zinc es que sus características eléctricas están relacionadas con la masa del dispositivo. Cada gránulo de óxido de zinc actúa como una junta en la superficie de la frontera del grano. Dado que el comportamiento no lineal ocurre en la frontera de cada grano, el varistor puede ser considerado como un dispositivo de multijuntura, compuesto de muchas conexiones en serie y en paralelo. El comportamiento del dispositivo puede ser analizado con respecto a los detalles de la microestructura de la cerámica. El promedio del tamaño del grano y la distribución de los mismos juega un importante papel en el comportamiento eléctrico.

Microestructura del varistor.

Los varistores son construidos por la compresión y sintetización de polvo de óxido de zinc a discos de cerámica. A estos discos se les conectan electrodos utilizando una película fina de plata para proveer un área de soldado. El volumen del varistor está comprendido entre los contactos. Todos los granos entre los electrodos tendrán un tamaño promedio fijo.

El diseño de un varistor de disco para un voltaje nominal consiste en seleccionar el grueso del disco para que el número apropiado de granos se encuentre entre los electrodos. En la práctica, el material del varistor está caracterizado por un gradiente de voltaje medido a través de su grueso con un valor específico de volts/mm. Controlando la composición y las condiciones de fabricación, el gradiente se mantiene fijo. Debido a que hay límites prácticos para el rango de grosor de un disco, más de un gradiente de voltaje es obtenido. Para lograr estas diferencias, se varía la composición de los aditivos del óxido de metal, con lo que se cambia el tamaño promedio del grano.

Una propiedad fundamental de los varistores de óxido de zinc es que la caída de voltaje en una sola juntura es casi constante. Observaciones realizadas han mostrado que se tiene una caída de 3 volts por juntura, lo que no varía con el tamaño de los diferentes granos.

De lo anterior se sigue que el voltaje nominal del varistor [31] está determinado por el grueso del material y el tamaño del grano de óxido de zinc.

Teoría de operación.

Debido a la naturaleza policristalina del varistor, la operación física del dispositivo es mucho más compleja que la de los semiconductores convencionales, como son los transistores.

La clave para la operación de los varistores es la juntura en la frontera entre granos. El mecanismo físico se piensa que está centralizado alrededor de la juntura cuando se alcanzan los valores de ruptura. Esto es lo que permite su rápido "switching", del orden de nanosegundos, alta no linealidad, e insensibilidad a variaciones en la temperatura.

Parámetros de los varistores.

Se proporciona a continuación una lista de los parámetros más importantes con los cuales se selecciona un varistor:

Voltaje Nominal

Voltaje a través del varistor medido cuando la corriente que circula por él es la corriente de directa nominal, durante un periodo de tiempo especificado.

Voltaje Nominal de Pico

Igual que la anterior, excepto que se mide cuando la corriente que circula es una corriente de pico de alterna.

Voltaje de Recorte

Voltaje de pico a través del varistor medido bajo condiciones de un impulso de corriente pico de una forma de onda especificada.

31. El voltaje nominal del varistor se ha definido como el punto en la curva V-I en donde la transición de la región lineal a la no lineal es completa.

Voltaje RMS	Máximo voltaje RMS sinusoidal que le puede ser aplicado.
Voltaje CD	Máximo voltaje continuo de directa que se le puede aplicar al dispositivo.
Energía	Máxima energía eléctrica de un impulso o una serie de impulsos. El valor es dependiente de la forma de onda de corriente de los pulsos y su número. Se mide en Joules.
Corriente de Pico Máxima	Máxima corriente de pico que puede circular por el varistor con el voltaje de línea aplicado. Su valor es una función de la forma de los pulsos, ciclo de trabajo de los mismos y el número total de pulsos.
Capacitancia	Valor típico medido en un rango de frecuencias desde 0.1 hasta 1 MHz.

A.5 Transitorios y protecciones en líneas de telecomunicación.

Actualmente los sistemas de telecomunicaciones son rápidos, eficientes y complejos. Se han logrado grandes avances en el equipo que se utiliza usando dispositivos de estado sólido. Desgraciadamente este tipo de dispositivos son más susceptibles a desperfectos ocasionados por sobrevoltajes transitorios que los antiguos bulbos, o relevadores y bobinas.

Tradicionalmente los sistemas de telecomunicación han usado tubos de gas para protegerse, pero éstos no son adecuados para la protección de dispositivos de estado sólido. Los cables de las líneas de comunicación están suspendidos en el aire por medio de postes (que comparten con líneas de potencia) o enterrados en la tierra. Aún estos últimos son capaces de absorber energía de descargas eléctricas provenientes de rayos. Voltajes de las líneas de potencia son atrapados por los cables ya sea por conexión directa o por inducción.

Sin embargo, los rayos son la fuente más común de sobrevoltajes en los sistemas de comunicación. Las corrientes de los rayos pueden entrar al blindaje conductor de un cable suspendido por toque indirecto o directo, o entrar a un cable enterrado por las corrientes de tierra.

En el caso de cables suspendidos, la corriente del rayo que entra al cable busca una tierra, y viaja hacia ambos lados del cable. Parte de la corriente deja el blindaje en cada poste que esté aterrizado a lo largo de su trayectoria. Estudios han demostrado que después de 10 postes la corriente del rayo ha dejado el blindaje si están enterrados en suelo de alta conductividad o 20 postes si el suelo es de alta resistividad.

Las corrientes dentro de los cables enterrados dejan el blindaje en una manera similar, pero usando un mecanismo diferente; dado que el blindaje del cable tiene una resistencia eléctrica finita, la corriente que pasa a través de él producirá un gradiente de potencial a lo largo de su longitud, lo que provoca que aparezca una diferencia de potencial entre el cable y el suelo. En algún punto, la diferencia de potencial entre el blindaje y la tierra excederá la fuerza dieléctrica de la envoltura, causando una abertura. Parte de la corriente del rayo se irá a tierra a través de la abertura al suelo, igualando el potencial en ese punto. El resto de la corriente continúa a lo largo del blindaje hasta que otra abertura ocurra.

Las corrientes de los rayos usualmente no son dañinas para el blindaje, pero inducen voltajes en los conductores del cable que sí son dañinos al equipo de recepción. El pico de voltaje que aparece en el extremo del cable depende de la distancia de la perturbación, el tipo de cable, el tipo de material del blindaje, grosor y aislamiento del cable, así como de la amplitud de onda del rayo.

Protectores contra sobrevoltajes.

El dispositivo más viejo y más comúnmente usado como protector primario para las líneas de telecomunicación es el bloque de carbón de arco. Este dispositivo está hecho de 2 electrodos de carbón separados por un brecha de aire de 0.003 a 0.004 pulgadas. Un electrodo se conecta a la línea telefónica y el otro a la referencia. Cuando un sobrevoltaje aparece, la brecha se rompe desviando al transitorio y disipando la energía en el arco y la impedancia de la fuente del transitorio. Es de muy bajo costo, tiene una vida corta y variaciones en el voltaje de ruptura. Se encuentran en voltajes nominales desde 300 hasta 1000 volts.

Otro supresor común es el tubo de gas. Consiste de dos brechas metálicas separadas por una distancia de 0.010 a 0.015 pulgadas. Los electrodos están encapsulados y sellados por una envoltura de vidrio que contiene una combinación de gases a baja presión. Estos tubos de gas proporcionan una mayor capacidad de corriente y una más larga vida que los anteriores. Sin embargo, la posibilidad de goteo y la consecuente pérdida de protección limitan el uso de estos dispositivos.

Los varistores ofrecen propiedades que los hacen excelentes protectores de líneas telefónicas. Estas características incluyen estrecha tolerancia, alta confiabilidad, alta capacidad de energía y buenas características de recorte.

La circuitería de estado sólido puede ser dañada inclusive si la protección primaria funciona normalmente, por lo que es aconsejable colocar una protección secundaria al sistema para reducir los transitorios aún más.

En la mayoría de las instalaciones la longitud del conductor entre la protección y la tarjeta a proteger es mayor a 25 pies, la impedancia resultante de la longitud del cable es suficiente para que la mayoría de los transitorios inducidos por rayos hagan que el protector primario opere en primera instancia, y que el secundarios no este expuesto a la máxima descarga. En los casos en que el varistor falle, se protegerá a la tarjeta, pues al fallar se comporta como un corto circuito y funde el fusible del sistema. Además de que la probabilidad de esta falla es pequeña, es más conveniente reemplazar un varistor a una tarjeta.

APENDICE B

Listado Autodocumentado.

A continuación se presenta el listado del programa que opera a la estación concentradora ECO. Cada rutina ha sido separada para una mayor comprensión de la documentación. Antes del listado de la rutina, se encuentra un cuadro que da una descripción general de las operaciones que realiza la rutina y presenta una relación sobre las variables de entrada, salida, entrada/salida e internas de cada rutina.

Después de este cuadro, se presenta el listado de la rutina. Para cada instrucción se proporciona:

- Dirección hexadecimal absoluta de la instrucción.
- Etiqueta de la instrucción (en caso de que tenga).
- Nemónico de la instrucción.
- Código objeto en base hexadecimal.
- Ciclos de máquina que tarda en ejecutarse la instrucción. Cuando el número de ciclos está precedido por un asterisco ("*"), significa que la instrucción presenta dos ciclos "fetch". Las que no presenten esta característica solo tienen un ciclo de "fetch".
- Comentarios sobre lo que representa cada instrucción. Cuando el comentario está precedido por un gato ("#"), significa que la instrucción es una instrucción no operativa que ha sido incluida para igualar los tiempos de ejecución.

Elaborado por:

Francisco de Montserrat Sánchez Cisneros.

Fecha de elaboración:

26 de agosto de 1985.

Fecha de revisión:

29 de octubre de 1985.

Computador:

Microcomputadora en una tarjeta FAT85-ECO.

Lenguaje de Programación:

Ensamblador Z-80.

```
*****
*
*   F U T I N A   I N I C I A L I Z A
*
*****
```

ESTA RUTINA ES LA ENCARGADA DE DAR VALORES INICIALES A TODAS LAS VARIABLES QUE SE USAN DENTRO DEL PROGRAMA Y ESTABLECE LOS PARAMETROS NECESARIOS PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL PROGRAMA:

- * INICIALIZA EL STACK PUNTER A LA PARTE ALTA DE LA MEMORIA PARA QUE NO AFECTE A LAS VARIABLES.
- * LLENA LA TABLA DE LINEAS A ESTADO NO ACTIVO (OFF).
- * LLENA LA TABLA DE CONTADORES DE TIEMPO DE LAS LINEAS A 0 NO.
- * LLENA LA TABLA DE MARCHAS DE LAS LINEAS A CEROS.
- * LLENA LA TABLA DE CONTADORES DE EVENTOS DE LAS LINEAS A CEROS.
- * LLENA LA TABLA DE STATUS DE LAS LINEAS A ESTADO OPERATIVO (ON).
- * INICIALIZA EL APUNTAOR DE LAS VARIABLES.
- * PROGRAMA EL CIRCUITO PIA 8085 PARA QUE SU PUERTO A SEA DE ENTRADA Y LOS PUERTOS B Y C SEAN DE SALIDA.
- * PROGRAMA EL CIRCUITO USART 8251 PARA TRANSMISION ASINCRONA, CON DOS BITS DE PARO, SIN PARIDAD Y 8 BITS/BYTE.
- * DA EL VALOR A LA CONSTANTE DE TIEMPO DE DURACION MINIMA DE LOS PULSOS.
- * DA EL VALOR A LA CONSTANTE DE TIEMPO DE DURACION MAXIMA DE LOS PULSOS.
- * DA EL VALOR A LA CONSTANTE DEL PERIODO DEL PICO INDICADOR DE FUNCIONAMIENTO.
- * DA EL VALOR A EL BYTE HEXO SIGNIFICATIVO DEL INICIO DE LA TABLA DE TRANSMISION.
- * DA EL VALOR A EL BYTE HEXO SIGNIFICATIVO DEL INICIO DE LA TABLA DE TRANSMISION.
- * DA EL VALOR A EL BYTE HEXO SIGNIFICATIVO DEL FIN DE LA TABLA DE TRANSMISION.
- * COLOCA EN MARCHA A LA RAMPA DE TRANSMISION EN MARCHA.
- * ASIGNA UN VALOR DE 'MARCHA' AL INDICADOR DE STATUS-CONTADOR.
- * INICIALIZA CON UN VALOR DE CERO EL CONTADOR DE TIEMPO DEL PICO INDICADOR DE FUNCIONAMIENTO.
- * COLOCA EN 'PICO APAGADO' LA VARIABLE QUE PROPORCIONA EL ESTADO DEL PICO INDICADOR DE FUNCIONAMIENTO.
- * SE SELECCIONA EL CANAL 1 EN LA VARIABLE DE CANAL SELECCIONADO.

VARIABLES DE ENTRADA (ENTRAN CON UN VALOR Y ESTE VALOR ES USADO COMO REFERENCIA PERO NO ES ALTERADO):
* NUNQUA.

VARIABLES DE SALIDA (NO IMPORTA SU VALOR DE ENTRADA, LA RUTINA COLOCA UN NUEVO VALOR PARA QUE SEA USADO POSTERIORMENTE):

- * STACK POINTER (SP)
- * PUNTERO A LAS VARIABLES (REGISTRO R1)
- * CONSTANTE DE TIEMPO DE DURACION MINIMA DE LOS PULSOS. (IY40BH)
- * CONSTANTE DE TIEMPO DE DURACION MAXIMA DE LOS PULSOS. (IY409H)
- * PERIODO DE OPERACION DEL PICO DE FUNCIONAMIENTO. (IY40BH)
- * DIRECCION DE INICIO DE LA TABLA DE TRANSMISION. (IY407H E IY408H)
- * DIRECCION DE FIN/STATUS DE LA TABLA DE TRANSMISION. (IY406H E IY405H)
- * MARCHA DE TRANSMISION EN MARCHA. (IY404H)
- * INDICADOR DE STATUS-CONTADOR. (IY403H)
- * VARIABLE DE CANAL SELECCIONADO. (IY402H)
- * CONSTANTE DE TIEMPO DEL PICO INDICADOR DE FUNCIONAMIENTO. (IY401H)

VARIABLES INTERMEDIAS (NO IMPORTA SU VALOR DE ENTRADA Y SU VALOR DE SALIDA NO DEBE SER UTILIZADO POR OTRAS RUTINAS)

- * REGISTRO B.
- * REGISTRO C.
- * REGISTRO D.
- * REGISTRO E.

VARIABLES DE ENTRADA/SALIDA (ENTRAN CON UN VALOR EL CUAL ES USADO EN LA RUTINA Y DESPUES ES MODIFICADO PARA QUE SEA USADO POSTERIORMENTE):

- * NUNQUA.

ENTRAN A LAS QUE HACE REFERENCIA
NUNQUA

PARAMETROS QUE SON MANDADOS POR LA RUTINA
NUNQUA

Estacion Concentradora

```

*****
*                               *
*      E U T I N A I N I C I A L I Z A      *
*                               *
*****

```

DIRECC.	ETIQUETA	INDICADORES	CONDICION	OBJETO	CIC. T	COMENTARIO
0000H	INICIALIZA	:	LD 9F,27FH	31 FF 27	10	SE INICIALIZA EL SE A LA PARTE MAS ALTA DE MEMORIA.
0003H			LD R,60H	0E 60	8	SE HARA UN CICLO DE 60H USANDO R COMO CONTROL.
0005H			LD IX,2700H	DD 21 00 27	*16	SE INICIALIZA EL APUNTAOR A LA TABLA.
0009H	LOOP	:	LD (IX+00H),00H	DD 36 00 00	*21	SE CARGA EN EL ELEMENTO APUNTADO POR IX UN 00H.
000BH			INC IX	DD 23	*12	SE INCREMENTA IX PARA BARRER LAS 60H LOCALIDADES.
000FH			RJMP LOOP	10 F8	9 14	FIN DEL CICLO DECREMENTANDO R HASTA QUE SEA CERO.
0011H			LD IX,2720H	DD 21 20 27	*16	SE INICIALIZA EL APUNTAOR A LA TABLA DE TRANSICION.
0015H			LD R,10H	0E 10	8	SE INICIALIZA EL CONTROLADOR DEL CICLO PARA QUE LO REPITA 10H VECES.
0017H	LOOP2	:	LD (IX+00H),30H	DD 36 00 30	*21	SE CARGA EN EL ELEMENTO DE LA TABLA DE TRANSICION APUNTADO POR IX UN 30H (CERO ASCII).
001BH			INC IX	DD 23	*12	SE INCREMENTA IX PARA BARRER LOS 10H LOCALIDADES.
001FH			RJMP LOOP2	10 F8	9 14	FIN DEL CICLO DECREMENTANDO R HASTA QUE SEA CERO.
0021H			LD A,90H	3E 90	8	SE CARGA EL APLICATIVO CON EL VALOR DE PROGRAMACION DEL 90H.
0023H			OUT (03H),A	DD 03	10	SE ESCRIBE EN LA PALABRA DE PROMOCION HACIENDO QUE QUEDA PROGRAMADO: CAUSA A DE ENTRADA Y CAUSAS E Y C DE SALIDA.
0025H			LD A,97H	3E 97	8	SE CARGA EL APLICATIVO CON UN ARGUMENTO DIFERENTE PARA ESCRIBIR EN EL 97H.
0027H			OUT (11H),A	DD 11	10	SE ESCRIBE EN LA PALABRA DE CONTROL DEL 90H EL VALOR DIFERENTE QUE LE OBLIGA A PASAR A ESCRIBIR EN LA BARRA DE CONTROL. (SE LO PROGRAMADO QUE SE HARA CUANDO SE ESTE USANDO EL SUPERVISOR DEL PAT 90H.
0029H			LD A,40H	3E 40	8	SE CARGA EN EL APLICATIVO ARGUMENTO DE PROGRAMACION PARA EL 90H.
002BH			OUT (11H),A	DD 11	10	SE ESCRIBE EN LA PALABRA DE CONTROL DEL 90H EL VALOR DIFERENTE QUE OBLIGA A PASAR A ESCRIBIR EN LA BARRA DE CONTROL.
002DH			LD A,0FH	3E 0F	8	SE CARGA EN EL APLICATIVO ARGUMENTO DE PROGRAMACION PARA EL 90H.

ECO
Estacion Concentrador

```
*****
*
*   F U T I P A   I N I C I A L I Z A
*
*****
```

ETIQUETA	HEXADECIMAL	CODIGO OBJETO	DIG. 7	COMENTARIOS
0010H	OUT (11H),A	D3 11	12	SE ESCRIBE EN LA PALABRA DE CONTROL DEL 8251 EL MODO EN QUE FUNCIONARA: ASERCIÓN, CON DOS BITS DE PARO, SIN PARIDAD Y UTILIZANDO BYTES DE 8 BITS.
002FH	LD A,17H	3E 17	8	SE CARGA EN EL ACUMULADOR ARGUMENTO DE PROGRAMACION PARA EL 8251.
0031H	OUT (11H),A	D3 11	12	SE ESCRIBE EN LA PALABRA DE CONTROL DEL 8251 UN COMANDO PARA QUE LA TRANSMISION ESTE HABILITADA, LA RECEPCION ESTE HABILITADA Y SE LE DA UN RESET A LAS BANDERAS DE ERRORES INTERNOS.
0038H	LD IY,2750H	FD 21 50 27	*16	SE CARGA EN EL ACUMULADOR DE VECTORES EL VALOR QUE TENDRA DURANTE TODO EL PROGRAMA.
0037H	LD (IY+03H),27	FB 36 03 27	*21	SE CARGA EL BYTE DE DE LA TABLA DE TRANSMISION.
0038H	LD (IY+03H),20	FB 36 03 20	*21	SE CARGA EL BYTE LS DE LA TABLA DE TRANSMISION.
003FH	LD (IY+07H),31H	FD 36 07 31	*21	SE CARGA EL BYTE LS DEL FIN DE LA TABLA DE TRANSMISION.
0048H	LD (IY+09H),A7H	FD 36 09 A7	*21	SE CARGA CONSTANTE DE TIEMPO SUPERIOR PARA LOS CONTADORES DE TIEMPO DE LAS LINEAS, SI SE EXCEDE ESTE VALOR EN ESTE CONTADOR LA LINEA SE CONSIDERARA EN FALLA. EN ESTE CASO SE TIENE QUE: A7H = 147 DECIMALES LO QUE EQUIVALE A 200.5 US. SIENDO ESTE EL LIMITE DEL PULSO.
0047H	LD (IY+06H),40H	FD 36 06 40	*21	SE CARGA CONSTANTE DE TIEMPO INFERIOR PARA LOS CONTADORES DE TIEMPO DE LAS LINEAS, SI EL TIEMPO QUE PERMANECE ACTIVA UNA LINEA ES MENOR A ESTO CUALQUIER SE CONSIDERA EN FALLA. 40H = 64 DECIMALES LO QUE EQUIVALE A 90 US.
0048H	LD (IY+08H),DEH	FD 36 08 DE	*21	SE CARGA CONSTANTE DE TIEMPO QUE ESTABLECE LOS CAMBIOS DE ESTADO EN EL ESTADO DE FUNCIONAMIENTO, EN ESTE CASO SE ESTA PROGRAMANDO PARA DEH = 222 DECIMALES LO QUE PROPORCIONA UNA FRECUENCIA DE OPERACION DE 1.5000.
004FH	JR CANAL,END	03 60 03	11	SE HACE LA TRANSFERENCIA DE CONTROL AL PROGRAMA PRINCIPAL.

```
*****
*
*   R U T I N A   P A S A   A   U E C T O R   *
*
*****
```

ESTA RUTINA ES LA ENCARGADA DE TRANSFORMAR EL ESTE DEL PUERTO A DEL 8005 QUE REPRESENTA EL ESTADO DE LAS 8 LINEAS PLUNIO-
METRICA A UNA TABLA. ASI COMO ANALIZA BIT A BIT EL BYTE QUE SE LEE DEL PUERTO A Y VA COLOCANDO EN LA TABLA DE LINEAS EN MEMO-
RIA UN VALOR DE FFH SI SE QUE LA LINEA PRESENTA UN 0 ESTADIO (LINEA NO ACTIVA) O UN 00H SI ES QUE LA LINEA PRESENTA UN 1 BINA-
RIO (LINEA ACTIVA).

VARIABLES DE ENTRADA (ENTRAN CON UN VALOR Y ESTE VALOR ES USADO COMO REFERENCIA PERO NO ES ALTERADO):

* NINGUNA.

VARIABLES DE SALIDA (NO IMPORTA SU VALOR DE ENTRADA, LA RUTINA COLOCA UN NUEVO VALOR PARA QUE SEA USADO POSTERIORMENTE):

* TABLA DE LINEAS (DADA POR IX100H)

VARIABLES INTERNAS (NO IMPORTA SU VALOR DE ENTRADA Y SU VALOR DE SALIDA NO DEBE SER UTILIZADO POR OTRAS RUTINAS):

* REGISTRO IX.

* REGISTRO B.

* REGISTRO D.

* REGISTRO A.

* REGISTRO C.

VARIABLES DE ENTRADA/SALIDA (ENTRAN CON UN VALOR EL CUAL ES USADO EN LA RUTINA Y DESPUES ES MODIFICADO PARA QUE SEA USADO
POSTERIORMENTE):

* NINGUNA.

RUTINAS A LAS QUE HACE REFERENCIA

PARAMETROS QUE SON MANDADOS POR LA RUTINA

=====

=====

- NINGUNA

*
* RUTINA PASA A VECTOP *
*

BIBEC.	ETIQUETA	MEMORIAS	CODIGO OBJETO	CIC. T	COMENTARIO
0060H	PASALA VECTOP :	LD IX,2700H	DD 21 00 27	*16	SE CARGA EL APUNTAOR A LAS TABLAS CON SU VALOR INICIAL.
0064H		IN A,(00H)	DD 00	12	SE LEE EL PUEBTO A DEL 8055, SE LEEN LAS LINEAS TELEFONICAS.
0066H		LD B,08H	06 08	8	SE HARA UN CICLO DE 08H, USANDO A B COMO VARIABLE DE CONTROL, DEBIDO A QUE SON 8 LINEAS.
0068H	LOOP :	BIT 0,A	CB 47	*10	SE PRUEBA EL BIT 0 DEL ACUMULADOR, O SEA LA LINEA TELEFONICA B-5.
006AH		JR NZ,ESUNO	20 06	8 17	SI NO ES CERO HAY QUE CARGAR UN 08H EN LA TABLA.
006CH		LD (IX+00H),FFH	DD 36 00 FF	*21	DEBIDO A QUE FUE CERO, SE HACE LA NEGACION DE LA LINEA, COLOCANDO UN FFH EN LA ENTRADA CORRESPONDIENTE EN LA TABLA DE LINEAS, ESTO INDICA QUE LA LINEA ESTA EN FALLA O SE ESTA DETECTANDO EL INICIO DE UN PULSO DEL PLUNIONSTRO.
0070H		JR CONTINUA	18 06	12	SE HACE EL SALTO AL FIN DEL IF-THEN-ELSE DE LA LINEA TELEFONICA.
0072H	ESUNO :	LD (IX+00H),00H	DD 36 00 00	*21	DEBIDO A QUE FUE UNO, SE HACE LA NEGACION DE LA LINEA, COLOCANDO UN 00H EN LA ENTRADA CORRESPONDIENTE EN LA TABLA DE LINEAS, ESTO INDICA QUE LA LINEA NO ESTA EN FALLA NI ESTA SIENDO ATENDIDA.
0076H		LD B,00H	16 00	8	* COMPENSACION DE TIEMPOS, INSTRUCCION NO OPERATIVA
0078H	CONTINUA:	SRLA	CB 3F	*10	FIN DEL IF-THEN-ELSE DE LA LINEA TELEFONICA, SE COLOCA EN EL BIT 0 DEL ACUMULADOR LA SIGUIENTE LINEA, HACIENDO UN CORRECTIVO A LA INSTRUCCION.
007AH		INC IX	DD 03	*10	SE INCREMENTA EL APUNTAOR A LA TABLA DE LINEAS.
007CH		INC IX	DD 03	*10	SE INCREMENTA EL APUNTAOR A LA TABLA DE LINEAS EN DOS UNIDADES PARA QUE APUNTE A LA SIGUIENTE ENTRADA DE LA TABLA QUE CORRESPONDE A LA SIGUIENTE LINEA.
007EH		B.WZ LOOP	10 E8	9 16	FIN DEL CICLO, COMPENSANDOMO E HASTA QUE SEA CERO.
0080H		RET	09	11	FIN DE LA RUTINA DE PASA A VECTOP.

CICLOS T = 47 + 8(44) + 7(14) + 9 + 8(42) = 842

* R U T I N A I N I C I A L *
* *****

DIRECC. - -	ETIQUETA - -	--- NOMBRES ---	CODIGO OBJETO	CIC. T	----- C O M E N T A R I O S -----
00A0H	INTIEMPO	LD C,(IX+09H)	FD 4F 09	*21	SE COLOCA EN EL REGISTRO C EL VALOR DE TIEMPO SUPERIOR PARA LOS CONTADORES DE TIEMPO.
00A3H		LD A,(IX+11H)	DB 7E 11	*21	SE COLOCA EN EL ACUMULADOR EL CONTADOR DE TIEMPO DE LA LINEA QUE ES AFUNTADA POR IX+11H.
00A5H		ADD A,01H	C6 01	8	SE INCREMENTA EN UNO EL ACUMULADOR.
00A8H		LD (IX+11H),A	DD 77 11	*21	SE COLOCA EN LA LOCALIDAD DEL CONTADOR DE TIEMPO DE LA LINEA SU VALOR INCREMENTADO EN UNA UNIDAD.
00ABH		CP C	B9	5	SE COMPARA CON EL VALOR DE LIMITE SUPERIOR (EN EL REGISTRO C, QUE EN TIEMPO ES DE 250.5 MS)
00ACH		JR C,OKAY	38 00	8 17	SI EL VALOR DEL CONTADOR (EN EL ACUMULADOR) NO EXCEDE ESE LIMITE NO HAY ERROR, TODO ESTA CORRECTO.
00AEH		LD (IX+20H),31H	DD 36 20 31	*21	COMO EL CONTADOR HA EXCEDIDO EL LIMITE SUPERIOR, LA LINEA SE ENCUENTRA EN FALLA Y SE PROCEDE A MODIFICAR EL STATUS DE LA LINEA (SE COLOCA VALOR DE FALLA).
00B0H		LD (IX+11H),C	DD 71 11	*21	SIN IMPORTAR EL VALOR DEL CONTADOR SE OBLIGA A QUE ESTE PERMANEZCA EN EL LIMITE SUPERIOR MIENTRA ESTE EN FALLA.
00B3H		LD (IX+10H),00H	DD 36 10 00	*21	SE COLOCA LA MARCADA DEL CONTADOR EN 00H DE TAL FORMA QUE AL HACER EL AND ENTRE EL CONTADOR Y LA MARCADA SE OBTENGA 00H.
00B5H		JP FIN	18 0E	13	SE HACE LA TRANSFERENCIA AL FIN DEL IF-THEN-ELSE DE CONTADOR TIENE MENOS QUE LIMITE DE TIEMPO MAXIMO.
00B7H	OKAY	LD (IX+20H),30H	DD 36 20 30	*21	COMO EL CONTADOR NO HA EXCEDIDO EL LIMITE SUPERIOR, LA LINEA NO SE ENCUENTRA EN FALLA Y SE PROCEDE A COLOCAR EN EL STATUS DE LA LINEA EL VALOR QUE INDICA QUE NO HA FALLA.
00B9H		LD (IX+20H),30H	DD 36 20 30	*21	COMPARACION DE TIEMPO - INSTRUCCION NO OPERATIVA.
00BBH		LD (IX+10H),FFH	DD 36 10 FF	*21	SE COLOCA LA MARCADA DEL CONTADOR EN FFH, DE TAL FORMA QUE AL HACER EL AND ENTRE EL CONTADOR Y LA MARCADA SE OBTENGA EL VALOR DEL CONTADOR.
00BDH		LD B,00H	18 00	8	COMPARACION DE TIEMPO - INSTRUCCION NO OPERATIVA.

```
*****  
*                               *  
*   RUTINA INICIO TIEMPO     *  
*                               *  
*****
```

DIRECC.	ETIQUETA	MEMORIAS	CODIGO OBJETO	CIC. T	COMENTARIOS
0000H	FIN	RET	09	11	FIN DEL IF-THEN-ELSE DE CONTADOR TIEMPO MENOR QUE LIMITE DE TIEMPO MAXIMO. FIN DE LA RUTINA DE INICIO TIEMPO.

$CICLOS T = 76 + 84 + 11 = 171$

*
* RUTINA 73 CICLOS *
*

+++++
ESTA RUTINA IGUALA TIEMPOS PARA LA RUTINA DE CHOCALINEAS. REALIZA SOLAMENTE INSTRUCCIONES NO OPERATIVAS DE FORMA QUE EL
RETARDO TOTAL SEA DE 73 CICLOS. ES LLAMADA EN CASO DE QUE LA LINEA NO HAYA ESTADO ACTIVADA POR EL TIEMPO MINIMO REQUERIDO.

VARIABLES DE ENTRADA (ENTRAN CON UN VALOR Y ESTE VALOR ES USADO COMO REFERENCIA PERO NO ES ALTERADO):

* APUNTAADOR A VARIABLES. (REGISTRO IY)

VARIABLES DE SALIDA (NO IMPORTA SU VALOR DE ENTRADA, LA RUTINA COLOCA UN NUEVO VALOR PARA QUE SEA USADO POSTERIORMENTE):

* NINGUNA.

VARIABLES INTERNAS (NO IMPORTA SU VALOR DE ENTRADA Y SU VALOR DE SALIDA NO DEBE SER UTILIZADO POR OTRAS RUTINAS):

* REGISTRO D.

* VARIABLE DUMMY. (IY+OSH)

* REGISTRO F.

VARIABLES DE ENTRADA/SALIDA (ENTRAN CON UN VALOR EL CUAL ES USADO EN LA RUTINA Y DESPUES ES MODIFICADO PARA QUE SEA USADO
POSTERIORMENTE):

* NINGUNA

RUTINAS A LAS QUE HACE REFERENCIA

PARAMETROS QUE SON MANDADOS POR LA RUTINA

- NINGUNA

ECO,
Estacion Concentradora

```

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
*
*          R U T I N A  7 3  C Y C L O S
*
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
  
```

DIRECC.	ETIQUETA	INSTRUCCION	MODULO	OBJETO	CIC. T	COMENTARIOS
0000H	73CICLOS	BIT 0-E	CB	42	10	* COMPENSACION DE TIEMPOS, INSTRUCCION NO OPERATIVA
0002H		BIT 0-D	CB	42	10	* COMPENSACION DE TIEMPOS, INSTRUCCION NO OPERATIVA
0004H		LD (IY+08H),00H	FD	36 08 00	21	* COMPENSACION DE TIEMPOS, INSTRUCCION NO OPERATIVA
0006H		LD (IY+08H),00H	FD	36 08 00	21	* COMPENSACION DE TIEMPOS, INSTRUCCION NO OPERATIVA
0008H		RET	09		11	* FIN DE LA RUTINA DE RETRASO DE 73CICLOS.

CICLOS T = 2(10) + 2(21) + 11 = 73

*
* RUTINA CHECALINEAS *
*

+++++

ESTA RUTINA ES LA ENCARGADA DE RECORRER LA TABLA DE LINEAS GENERADA POR LA RUTINA PASA A VECTOR TOMANDO LAS ACCIONES CORRESPONDIENTES A CADA ESTADO DE LOS VALORES DE ESTA TABLA:

- SI LA LINEA ESTA ACTIVADA (TIENE UN VALOR DE 00H), SE DEBE DE INCREMENTAR EL CONTADOR DE TIEMPO DE LA LINEA, Y EN CASO DE QUE ESTE SOBREPASE EL TIEMPO MAXIMO PERMISIBLE, SE DEBERA COLOCAR A LA LINEA EN ESTADO DE FALLA.
 - SI LA LINEA NO ESTA ACTIVADA (TIENE UN VALOR DE FFH), PUEDE SER QUE ESTE EN ESE ESTADO POR 4 RAZONES:
 - * LA LINEA NO HA ESTADO ACTIVADA Y SU CONTADOR DE TIEMPO ESTA EN CERO, EN ESTE CASO NO SE TOMA NINGUNA ACCION.
 - * LA LINEA ESTUVO ACTIVADA Y AHORA ACABA DE DESACTIVARSE, PERO SU CONTADOR DE TIEMPO NO ALCANZO EL TIEMPO MINIMO REQUERIDO, EN ESTE CASO SE CONSIDERA QUE SE RECIBIO RUIDO, NO SE TOMA NINGUNA ACCION.
 - * LA LINEA ESTUVO ACTIVADA Y AHORA ACABA DE DESACTIVARSE, SU CONTADOR DE TIEMPO SE ENCUENTRA DENTRO DE LOS LIMITES ESTABLECIDOS, DE ESTA FORMA HAY QUE INCREMENTAR EL CONTADOR DE EVENTOS DE LA LINEA Y EL NUMERO DE LA LINEA SE GUARDA EN LA VARIABLE DE "CANAL SELECCIONADO", ESTA VARIABLE SERA USADA POR LA RUTINA DE SACACHENTA POSTERIORMENTE.
 - * LA LINEA CAYO EN FALLA DEBIDO A QUE ESTUVO ACTIVADA POR UN TIEMPO MAYOR AL PERMISIBLE, AHORA HA REGRESADO A LA NORMALIDAD, EN ESTE CASO NO SE TOMA NINGUNA ACCION.
- EN CUALQUIERA DE ESTOS 4 CASOS DADO QUE LA LINEA SE ENCUENTRA EN ESTADO INACTIVO, SE REALIZAN LO SIGUIENTE:
- * SE COLOCA EL ESTADO DE LA LINEA EN 0H.
 - * SE COLOCA UN VALOR DE 0 NS EN EL CONTADOR DE LA LINEA.

VARIABLES DE ENTRADA (ENTRAN CON UN VALOR Y ESTE VALOR ES USADO COMO REFERENCIA PERO NO ES ALTERADO):

- * APUNTAPO A VARIABLES. (REGISTRO IY)
- * TABLA DE LINEAS. (DADA POR IX400H)
- * TABLA DE MASCARAS DE CONTADORES DE TIEMPO. (DADA POR IX410H)
- * CONSTANTE DE TIEMPO DE DURACION MINIMA DE LOS PULSOS. (IY+0AH)

VARIABLES DE SALIDA (NO IMPORTA SU VALOR DE ENTRADA, LA RUTINA COLOCA UN NUEVO VALOR PARA QUE SEA USADO POSTERIORMENTE):

- * VARIABLE DE LINEA SELECCIONADA. (IY+04H)
- * TABLA DE STATUS DE LAS LINEAS. (DADA POR IX420H)

VARIABLES INTERNAS (NO IMPORTA SU VALOR DE ENTRADA Y SU VALOR DE SALIDA NO DEBE SER UTILIZADO POR OTRAS RUTINAS):

- * REGISTRO A.
- * REGISTRO B.
- * REGISTRO D.
- * REGISTRO E.
- * REGISTRO IX (APUNTAPO A LAS TABLAS)
- * REGISTRO F.

VARIABLES DE ENTRADA/SALIDA (ENTRAN CON UN VALOR EL CUAL ES USADO EN LA RUTINA Y DESPUES ES MODIFICADO PARA QUE SEA USADO POSTERIORMENTE):

- * TABLA DE CONTADORES DE TIEMPO DE LAS LINEAS. (DADA POR IX4110H)
- * TABLA DE CONTADORES DE EVENTOS DE LAS LINEAS. (DADA POR IX4210H)

RUTINAS A LAS QUE HACE REFERENCIA

PARAMETROS QUE SON MANDADOS POR LA RUTINA

- INCIENPO

- REGISTRO IX QUE APUNTA AL CONTADOR DE TIEMPO DE LA LINEA.

- ZCICLOS

+++++

*
* R U T I N A C H E C A L I N E A S *
*

DIRECC. -- ETIQUETA --	MEMORICOS --	CODIGO OBJETO	CIC. T	COMENTARIOS --
00E0H CHECALINEAS :	LD IX,2100H	DD 21 00 27	*16	SE INICIALIZA APUNTADEOR A LAS TABLAS, SIEMPRE SE TENDRA QUE EN IX ESTARA EL VALOR DE LA LINEA (COLGADO POR PASA LA VECTOR), EN IX+10H SE ENCONTRARA LA MASCARA PARA EL CONTADOR DE TIEMPO DE LA LINEA, EN IX+11H SE ENCONTRARA EL CONTADOR DE TIEMPO DE LA LINEA, EN IX+20H EL STATUS DE LA LINEA Y EN IX+21H EL CONTADOR DE EVENTOS DE LA LINEA.
00E4H	LD R,09H	06 08	8	SE HARA UN CICLO DE 09H, USANDO A B COMO VARIABLE DE CONTROL, DEBIDO A QUE SON 8 LINEAS.
00E8H FOR :	LD A,(IX+00H)	DE 7E 00	*21	SE COLOCA EN EL ACUMULADOR EL VALOR DE LA LINEA.
00ESH	CP 00H	FE 00	8	SE COMPARA CON 00H EL VALOR DE LA LINEA.
00EBH	JR NZ,DIF0	20 09	8 13	SI LA LINEA TIENE UN VALOR DIFERENTE DE 00H NO ES NECESARIO INCREMENTAR EL TIEMPO QUE HA ESTADO ACTIVA, RESTA CHECAR EN QUE CONDICION SE ENCUENTRA.
00EDH	CALL INCTIEMPO	CD A0 00	18 + 171	COMO LA LINEA ESTA TIENE UN VALOR DE 00H, ESO INDICA QUE LA LINEA ESTA EN ALTO, LO QUE SIGNIFICA A SU VEZ QUE EL CIRCUITO ESTA ABIERTO Y SE ESTA DETECTANDO UN PULSO O UNA FALLA POR LO QUE SE LLAMA A LA Rutina que INCREMENTA EL CONTADOR DE TIEMPO DE LA LINEA (ESTA SE DARA CUENTA SI SE ESTA EN FALLA CUANDO SE EXCEDE EL TIEMPO MAXIMO DE DURACION DEL PULSO).
00F0H	BIT 0,(HL)	CB 46	14	* CORRECCION DE TIEMPOS, INSTRUCCION NO OPERATIVA.
00F2H	LD D,00H	16 00	8	* CORRECCION DE TIEMPOS, INSTRUCCION NO OPERATIVA.
00F4H	JR NEXT	18 25	17	SE HACE UNA TRANSFERENCIA AL FIN DEL 15-TIEMPO DEL DE LINEA EN ESTADO ACTIVO.
00F8H DIF0 :	LD A,(IX+10H)	DD 7E 11	*21	DEBIDO A QUE LA LINEA ESTA EN UNO O PAZO (CIRCUITO CERRADO) FUERTE SER QUE SEA QUE HAYA REGRESADO A SU ESTADO NORMAL DESPUES DE UN PULSO DEL PLUNIOCTRO O BIEN QUE HAYA RECIBIDO PULSO EN EL ESTADO NORMAL O RETORNO A ESTADO NORMAL DESPUES DE UNA FALLA, SE PROCESAN EVENTOS Y DETERMINAN LA CONDICION ACTUAL.
0100H	AND (IX+10H)	DD A6 10	*20	PRIMERO SE DEBITA UN BIT CON LA MASCARA DEL CONTADOR DE TIEMPO PARA DETERMINAR SI DE ESTA MASCARA DE UN ESTADO DE FALLA, UN CASO DE SER SOLO DIFECTO LA MASCARA INDICARA A QUE DE 00H Y DE SE TOMA EN CUENTA LA CUESTA DE TIEMPO QUE ES DIFERENTE DE 00H.

ECO,
Estacion Concentradora

```

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
*
*   R U T I N A   C H E C A L I N E A S   *
*
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
  
```

DIRECC.	ETIQUETA	MEMORICOD	CODIGO OBJETO	CIC. T	COMENTARIO
		CP (IX+65H)	FB 8C 0A	*21	SE COMPARA CON EL VALOR DE TIEMPO MINIMO PARA QUE SE CONSIDERE QUE HA HABIDO UN PULSO. EN CASO DE QUE SEA MENOR EL RESULTADO DEL CONTADOR Y SU MASCARA NO HAY PULSO.
		JR C+E1	38 00	9 13	SI NO HAY PULSO SE REALIZA UNA TRANSFERENCIA A UNA PARTE DE LA RUTINA QUE COMPENSA TIEMPOS.
		INC (IX+21H)	DD 34 21	*25	COMO EL CONTADOR DE TIEMPO SUPERO EL LIMITE INFERIOR SE INCREMENTA EL CONTADOR DE PULSOS DE LA LINEA.
		PUSH IX	DD E5	*17	SE GUARDA EN EL STACK LA DIRECCION DE LA LINEA QUE SE HA INCREMENTADO.
		POP DE	D1	10	SE REGRESA ESTA DIRECCION EN LOS REGISTROS D Y E. EN EL REGISTRO E SE ENCONTRABA LA PARTE LS DE LA DIRECCION LA CUAL NOS DABA EL NUMERO DE LINEA DE LA CUAL SE TRATA.
		SHL E	CP 3E	*10	SE HACE UN DOBLAMIENTO A LA DERECHA PARA QUE LA DIRECCION LS DE LA LINEA SE DIVIDA ENTRE 2. OBTENIENDO ASI EL NUMERO DE LINEA EFECTIVO QUE FUE INCREMENTADA.
		LD (IX+64H),E	FB 73 04	*21	SE GUARDA EL NUMERO DE LINEA QUE FUE INCREMENTADA EN LA VARIABLE "LINEA INCREMENTADA" PARA SER USADA POR LA RUTINA SACACUENTA.
		JF E2	18 03	13	SALTO AL FIN DEL IF-THEN-ELSE DE TIEMPO DE LINEA ACTIVADA MAYOR A LIMITE INFERIOR.
	E1:	CALL 73C1C08	DD 00 00	19472	* SE LLAMA A LA RUTINA DE TRUCIOS PARA QUE COMPROBE QUE LA LINEA NO ESTUVO ACTIVADA POR EL TIEMPO MINIMO.
	E2 :	LD (IX+11H),00H	DD 36 11 00	*21	FIN DEL IF-THEN-ELSE DE LINEA NO ACTIVADA POR TIEMPO MINIMO. DENOTA QUE CUANDO LA LINEA SE ENCUENTRA EN ESTADO NO ACTIVADO SIGNIFICA QUE ESTA OPERANDO CORRECTAMENTE, SIN TROCAR LO QUE LA TRAJIO A ESTE ESTADO. SE INICIALIZA CON EL CONTADOR DE TIEMPO DE LA LINEA.
		LD (IX+30H),30H	DD 36 20 30	*21	SE CARGA EL VALOR UNITARIO PARA DENOTAR QUE LA LINEA ESTA FUNCIONANDO CORRECTAMENTE EN EL STATUS DE LA LINEA.
		BIT 0,D	CP 42	*10	* COMPENSACION DE TIEMPOS. INSTRUCCION NO OPERATIVA.

```

*****
*
*   RUTINA DE CHECK LINEAS
*
*****

```

DIRECC.	ETIQUETA	HEADING	CODIGO OBJETO	CIC. T	COMENTARIOS
011BH	NEXT :	INC IX	DD 23	*12	FIN DEL IF-THEN-ELSE DE LINEA ACTIVADA. SE INCREMENTA EL APUNTADE A LA LINEA.
011DH		INC IX	DD 23	*12	SE INCREMENTA EL APUNTADE A LA LINEA EN DOS UNIDADES PARA QUE APUNTE A LA SIGUIENTE LINEA.
011FH		DJNZ FOR	10 C5	9 14	FIN DEL CICLO. DECREMENTANDO E HASTA QUE SEA CERO.
0121H		RET	C9	11	FIN DE LA RUTINA DE CHECK LINEAS.

CICLOS T = 35 + 7(14) + 9 + 6(53+232) = 2422

```
*****
*
*           R U T I N A   7 4 0 0 0 5
*
*****
```

ESTE RUTINA IGUALA TIEMPOS PARA LA RUTINA DE LEER. REALIZA SOLAMENTE INSTRUCCIONES NO OPERATIVAS DE FORMA QUE EL RETAR-
DO TOTAL SEA DE 74 CICLOS. ES USADA CUANDO EL CARACTER TRANSMITIDO POR EL POR NO ES EL CARACTER DE PETICION DE TRANSMISION.

VARIABLES DE ENTRADA (ENTRAN CON UN VALOR Y ESTE VALOR ES USADO COMO REFERENCIA PERO NO ES ALTERADO):

* NINGUNA.

VARIABLES DE SALIDA (NO IMPORTA SU VALOR DE ENTRADA. LA RUTINA COLOCA UN NUEVO VALOR PARA QUE SEA USADO POSTERIORMENTE):

* NINGUNA.

VARIABLES INTERNAS (NO IMPORTA SU VALOR DE ENTRADA Y SU VALOR DE SALIDA NO DEBE SER UTILIZADO POR OTRAS RUTINAS):

* REGISTRO B. (DEL BANCO ALTERNO DE REGISTROS REL 2-80)

* REGISTRO F.

VARIABLES DE ENTRADA/SALIDA (ENTRAN CON UN VALOR EL CUAL ES USADO EN LA RUTINA Y DESPUES ES MODIFICADO PARA QUE SEA USADO
POSTERIORMENTE):

* NINGUNA.

RUTINAS A LAS QUE HACE REFERENCIA

PARAMETROS QUE SON MANDADOS POR LA RUTINA

- NINGUNA

- - - - -

```

*****
*
*           R U T I N A   7 4 0 1 0 0 S
*
*****

```

BIBECG.	ETIQUETA	OPERACIONES	CODIGO OBJETO	CIC. T	COMENTARIOS
0140H	740CICLOS	EXX	09	5	↓ INTERCAMBIA BANCO DE REGISTROS PARA QUE LAS OPERACIONES QUE SE REALIZAN NO AFECTEN EL DESEMPEÑO DE LAS OTRAS RUTINAS.
0141H		LD B+03H	06 03	8	↓ SE HARA UN CICLO DE OCH, USANDO A B COMO VARIABLE DE CONTROL, DE TAL FORMA QUE SE LOGRE EL RETRASO DE 74 CICLOS QUE ES NECESARIO PARA COMPENSAR TIEMPO.
0143H		LD B+03H	06 03	8	↓ SE REPITE LA CARGA ANTERIOR PARA ALCANZAR EL NUMERO DE CICLOS NECESARIOS.
0145H	L0	DJNC L0	1 FE	9 14	↓ SE REALIZA UN SALTO A LA MISMA ETIQUETA HASTA QUE LA VARIABLE DE CONTROL B SEA CERO.
0147H		EXX	09	5	↓ REPONE EL BANCO DE REGISTRO ORIGINAL.
0148H		RET	09	11	↓ FIN DE LA RUTINA DE RETRASO DE 74CICLOS.

$CICLOS\ T = 37 + 2(04) + 9 = 74$

ECD.
Estacion Concentradora

```
*****  
*  
*      R U T I N A   1 3 5 0 1 0 9      *  
*  
*****
```

EST. RUTINA IGUALA TIEMPO PARA LA RUTINA DE LEESEC. REALIZA SOLAMENTE INSTRUCCIONES NO OPERATIVAS DE FORMA QUE EL PETAPE-
DE TOTAL SEA DE 125 CICLOS. ES USADA EN EL CASO DE QUE EL PCE NO HAYA HAMPADO NINGUN CARACTER PARA LA ESTACION CONCENTRADORA.

- VARIABLES DE ENTRADA (ENTRAN CON UN VALOR Y ESTE VALOR ES USADO COMO REFERENCIA PERO NO ES ALTERADO):
 - * NINGUNA.
- VARIABLES DE SALIDA (NO IMPORTA SU VALOR DE ENTRADA, LA RUTINA COMO OCA UN NUEVO VALOR PARA QUE SEA USADO POSTERIORMENTE):
 - * NINGUNA.
- VARIABLES INTERNAS (NO IMPORTA SU VALOR DE ENTRADA Y SU VALOR DE SALIDA NO DEBE SER UTILIZADO POR OTRAS RUTINAS):
 - * REGISTRO B. (DEL BANCO ALTERNO DE REGISTROS DEL 7-80)
 - * REGISTRO F.
- VARIABLES DE ENTRADA/SALIDA (ENTRAN CON UN VALOR EL CUAL ES USADO EN LA RUTINA Y DESPUES ES MODIFICADO PARA QUE SEA USADO POSTERIORMENTE):
 - * NINGUNA.

RUTINAS A LAS QUE HACE REFERENCIA	PARAMETROS QUE SON MANDADOS POR LA RUTINA
=====	=====
- NINGUNA	- - - - -

```

*****
*
*           R U T I N A   1 2 5   C I C L O S
*
*
*****
  
```

INSECC.	ETIQUETA	MEMORIOS	CODIGO OBJETO	CIC. T	COMENTARIOS
0160H	125CICLOS	EXX	09	5	* INTERCAMBIA BANCO DE REGISTROS PARA QUE LAS OPERACIONES QUE SE REALIZAN NO AFECTEN EL RESENCIO DE LAS OTRAS RUTINAS.
0161H		NOP	00	5	* INSTRUCCION NO OPERATIVA PARA ALCANZAR LOS CICLOS DE MAQUINA DESEADOS.
0162H		LD P:04H	06 04	8	* SE HARA UN CICLO DE 04H, USANDO A P COMO VARIANTE DE CONTROL, DE TAL FORMA QUE SE LOGRE EL RETRASO DE 125 CICLOS QUE ES NECESARIO PARA COMENZAR TIEMPO.
0164H	LO	NOP	00	5	* INSTRUCCION NO OPERATIVA PARA ALCANZAR LOS CICLOS DE MAQUINA DESEADOS.
0165H		NOP	00	5	* INSTRUCCION NO OPERATIVA PARA ALCANZAR LOS CICLOS DE MAQUINA DESEADOS.
0166H		DMZ LO	10 FD	9 14	* FIN DEL CICLO, DECREMENTANDO B HASTA QUE SEA CERO
0168H		EXX	09	5	* REPONE EL BANCO DE REGISTRO ORIGINAL.
0169H		RET	09	11	* FIN DE LA RUTINA DE RETRASO DE 125CICLOS.

CICLOS T = 34 + 4(10) + 3(14) + 9 = 125

*
* P U T I N A L F E P C R *
*

ESTA RUTINA ES LA ENCARGADA DE ESTAR REVISANDO SI EL PUESTO CENTRAL DE REGISTRO (PCR) ESTA REQUIRIENDO QUE SE TRASHITE LA INFORMACION CONCENTRADA. PARA ELLO REALIZA UNA LECTURA SOBRE EL REGISTRO DE BANDERAS DEL 8251, CUANDO LA BANDERA DE "RECEIVER READY" SE ENCUENTRA PRENDIDA. SE LEE EL CARACTER RECIBIDO, COMPARANDOLO CONTRA EL CARACTER DE "PETICION DE TRASHISION" (CARACTER 07H). EN CASO DE QUE SEA EL ULTIMO, INICIALIZA LOS VALORES QUE SON NECESARIOS PARA LA RUTINA DE TRASHIT Y PRENDE LA BANDERA DE "TRASHISION EN MARCHA". EN CASO DE QUE LA BANDERA DE "RECEIVER READY" ESTE APAGADA O QUE EL CARACTER RECIBIDO NO SEA EL ESPERADO, NO SE REALIZA NINGUNA OTRA ACCION.

VARIABLES DE ENTRADA (ENTRAN CON UN VALOR Y ESTE VALOR ES USADO COMO REFERENCIA PERO NO ES ALTERADO):

- * DIRECCION DE INICIO DE LA TABLA DE TRASHISION. (IY+03H E IY+02H)
- * APUNTADE A VARIABLES. (REGISTRO IY)

VARIABLES DE SALIDA (NO IMPORTA SU VALOR DE ENTRADA, LA RUTINA COLOCA UN NUEVO VALOR PARA QUE SEA USADO POSTERIORMENTE):

- * APUNTADE A LA TABLA DE TRASHISION. (REGISTRO DOBLE HL)
- * BANDERA DE TRASHISION EN MARCHA. (IY+00H)
- * VARIABLE INDICADORA DE STATUS-CONTADOR. (IY+01H)

VARIABLES INTERNAS (NO IMPORTA SU VALOR DE ENTRADA Y SU VALOR DE SALIDA NO DEBE SER UTILIZADO POR OTRAS RUTINAS):

- * REGISTRO A.
- * REGISTRO F.

VARIABLES DE ENTRADA/SALIDA (ENTRAN CON UN VALOR EL CUAL ES USADO EN LA RUTINA Y DESPUES ES MODIFICADO PARA QUE SEA USADO POSTERIORMENTE):

- * NINGUNA.

RUTINAS A LAS QUE HACE REFERENCIA

PARAMETROS QUE SON MANDADOS POR LA RUTINA

RUTINAS A LAS QUE HACE REFERENCIA	PARAMETROS QUE SON MANDADOS POR LA RUTINA
- 74CICLOS	- - - - -
- 125CICLOS	- - - - -

*
* R U T I N A L E E P C R *
*

DESCR. -- ETIQUETA --	-- NERONICOS --	CODIGO OBJETO	CIC. T	-----COMENTARIO-----	
0180H	LEEPCR :	IN A:(11H)	DB 11	12	SE LEE EL STATUS DEL CIRCUITO 8251, DEPOSITANDOLO EN EL ACUMULADOR.
0182H		AND 02H	E6 02	8	SE HACE UN AND DEL ACUMULADOR Y UN 02H PARA SOLO DEJAR EL BIT NUMERO 1 DEL STATUS (RECEIVER READY), ESTA SEÑAL ESTA PRENDIDA CUANDO EL 8251 TIENE EN SU BUFFER UN CARACTER PARA EL SISTEMA, UNA VEZ QUE SE LEE ESTE CARACTER, LA SEÑAL SE APAGA.
0184H		JR Z,NOPE	28 10	8 13	SI ESTE BIT ES CERO SIGNIFICA QUE EL PCR NO HA TRANSMITIDO NINGUN CARACTER QUE ESTE CONTENIDO EN EL BUFFER DE RECEPCION DEL 8251 Y SOLO ES NECESARIO COMPENSAR TIEMPOS
0186H		IN A:(10H)	DB 10	12	COMO LA BANDERA DE RECEIVER READY ESTA PRENDIDA SIGNIFICA QUE EL PCR HA MANDADO ALGUN CARACTER AL SISTEMA, SIENDO NECESARIO LEERLO, EL CARACTER MANDADO ES DEPOSITADO EN EL ACUMULADOR, AL REALIZAR ESTO LA BANDERA SE APAGARA AUTOMATICAMENTE, Y NO SE PRENDERA HASTA QUE EL PCR MANDE OTRO CARACTER.
0188H		SET Z+A	CB FF	*10	DEBIDO A QUE NO SE MANEJA PARIDAD EL CARACTER MANDADO PUEDE SER QUE TRAIGA EL BIT DE PARIDAD APAGADO O PRENDIDO, PARA EVITAR PROBLEMAS POR MEDIO DE ESTA INSTRUCCION SE PRENDE SIEMPRE EL BIT DE PARIDAD DEL CARACTER.
018AH		CP 87H	FE 87	8	SE PREGUNTA SI EL CARACTER RECIBIDO ES EL CARACTER ASIGNADO COMO CARACTER DE PETICION DE TRANSMISION DE LA TABLA DE TRANSMISION.
018CH		JR NZ,FE	20 10	8 13	SI NO ES EL CARACTER RECIBIDO EL CARACTER DE PETICION DE TRANSMISION, NO ESTE MAS QUE COMPENSAR TIEMPOS.
018EH		LD (1Y+00H),FFH	FD 36 00 FF	*21	COMO EL CARACTER RECIBIDO ES EL CARACTER DE PETICION DE TRANSMISION, SE INICIALIZAN LAS VARIABLES NECESARIAS. LA BANDERA DE "TRANSMISION EN MARCHA" ES PRENDIDA.
0190H		LD (1Y+01H),AAH	FD 36 01 AA	*21	SE COLOCA EN EL INDICADOR DE STATUS-CONTADOR UNA SEÑAL ALTERNADA DE UNOS Y CEROS, LOS CEROS INDICARAN QUE SE ESTA TRANSMITIENDO UN STATUS, Y LOS UNOS QUE SE ESTAN TRANSMITIENDO UN CONTADOR. SE COLOCA UNA SEÑAL ALTERNADA PORQUE DE ESTA FORMA AL REALIZAR LAS ROTACIONES CIRCULARES SIEMPRE TERMINAN LOS UNOS Y CEROS ALTERNANTES, Y EN EL BIT 0 DE ESTE INDICADOR SIEMPRE APARECERA UN CERO, DESPUES UN UNO, DESPUES UN CERO, ETC.

ECO,
Estacion Concentradora

```

*****
*
*           R U T I N A   L E E P C R
*
*****
  
```

DIRECC.	ETIQUETA	MEMORICODS	CODIGO OBJETO	CIC. T	COMENTARIOS
0196H		LD H,(IY+00H)	FD 66 02	*21	SE CARGA EN EL REGISTRO H EL BYTE HS DEL INICIO DE LA TABLA DE TRANSMISION.
0199H		LD L,(IY+03H)	FD 6E 03	*21	SE CARGA EN EL REGISTRO L EL BYTE LS DEL INICIO DE LA TABLA DE TRANSMISION; CON ESTO EL REGISTRO DOBLE HL APUNTA AL INICIO DE LA TABLA DE TRANSMISION Y PODRA SER USADO PARA RECORRERIA.
019CH		JR E3	18 03	13	TRANSFERENCIA DE CONTROL AL FIN DEL IF-THEN-ELSE DE LA COMPARACION CON CARACTER DE INICIO DE TRANSMISION.
019EH	E2	: CALL 74CICLOS	CD 40 01	18 + 74	* SE LLAMA A LA Rutina de 74 Ciclos para que compense que el caracter recibido no fue el caracter de peticion de transmision.
01A1H	E3	: JR FIN	18 03	13	FIN DEL IF-THEN-ELSE DE LA COMPARACION CON CARACTER DE INICIO DE TRANSMISION. SALTO AL FIN DEL IF-THEN-ELSE DE CARACTER MANDADO POR EL PCR.
01A3H	NOPET	: CALL 125CICLOS	CD 60 01	18 + 125	* SE LLAMA A LA Rutina de 125 Ciclos para que compense el hecho de que no hubo peticion por parte del PCR.
01A5H	FIN	: RET	C9	11	FIN DEL IF-THEN-ELSE DE CARACTER MANDADO POR EL PCR; ASIMISMO ESTE ES EL FIN DE LA Rutina LESEPC.

CICLOS = 31 + 13 + 18 + 125 = 187

```
*****
*
*   R U T I N A   3 0 0  C I C L O S
*
*****
```

```
+++++
ESTA RUTINA IGUALA TIEMPOS PARA LA RUTINA DE TRASHIT. REALIZA SOLAMENTE INSTRUCCIONES NO OPERATIVAS DE FORMA QUE EL RE-
TARDO TOTAL SEA DE 200 CICLOS. ES USADA EN EL CASO DE QUE NO SE ESTE TRASHITIENDO, O EN CASO DE QUE SE ESTE TRASHITIENDO, EL
CIRCUITO 8251 TODAVIA NO ACABA DE TRASHITIR EL CARACTER ANTERIOR.
```

VARIABLES DE ENTRADA (ENTRAN CON UN VALOR Y ESTE VALOR ES USADO COMO REFERENCIA PERO NO ES ALTERADO):

* NINGUNA.

VARIABLES DE SALIDA (NO IMPORTA SU VALOR DE ENTRADA, LA RUTINA COLOCA UN NUEVO VALOR PARA QUE SEA USADO POSTERIORMENTE):

* NINGUNA.

VARIABLES INTERNAS (NO IMPORTA SU VALOR DE ENTRADA Y SU VALOR DE SALIDA NO DEBE SER UTILIZADO POR OTRAS RUTINAS):

* REGISTRO B. (DEL BANCO ALTERNO DE REGISTROS DEL 7-80)

* REGISTRO F.

VARIABLES DE ENTRADA/SALIDA (ENTRAN CON UN VALOR EL CUAL ES USADO EN LA RUTINA Y DESPUES ES MODIFICADO PARA QUE SEA USADO POSTERIORMENTE):

* NINGUNA.

RUTINAS A LAS QUE HACE REFERENCIA

PARAMETROS QUE SON MANDADOS POR LA RUTINA

=====

=====

- NINGUNA

- - - - -

ECO,
Estacion Concentradora

```

*****
*
*      R U T I N A   2 0 0  C I C L O S
*
*****
  
```

DIRECC. -- ETIQUETA --	-- MEMORICOS --	COBIGO OBJETO	CIC. T	-- C O M E N T A R I O S --
01C0H 200CICLOS	EXX	D9	5	‡ INTERCAMBIA BANCO DE REGISTROS PARA QUE LAS OPERACIONES QUE SE REALIZAN NO AFECTEN EL DESEMPEÑO DE LAS OTRAS RUTINAS.
01C1H	LD B,0CH	06 0C	8	‡ SE HARA UN CICLO DE 0CH, USANDO A B COMO VARIABLE DE CONTROL, DE TAL FORMA QUE SE LOGRE EL RETRASO DE 200 CICLOS QUE ES NECESARIO PARA COMPENSAR TIEMPO.
01C3H	LD B,0CH	06 0C	8	‡ SE REPITE LA CARGA ANTERIOR PARA ALCANZAR EL NUMERO DE CICLOS NECESARIOS.
01C5H LC	DJNZ LO	10 FE	9 14	‡ SE REALIZA UN SALTO A LA MISMA ETIQUETA HASTA QUE LA VARIABLE DE CONTROL B SEA CERO.
01C7H	EXX	D9	5	‡ REPONE EL BANCO DE REGISTRO ORIGINAL.
01C9H	RET	C9	11	‡ FIN DE LA RUTINA DE RETRASO DE 200CICLOS.

CICLOS T = 37 + 11(14) + 9 = 200

```
*****
*
*           F U T I N A   T R A S M I T
*
*****
```

```
+++++
ESTA RUTINA ES LA ENCARGADA DE REALIZAR LA TRASMISION DE LA INFORMACION CONCENTRADA AL PUESTO CENTRAL DE REGISTRO (PCR)
CUANDO LA BANDERA DE 'TRASMISION EN MARCHA' ESTA PRENDIDA, EN CASO CONTRARIO NO TOMA NINGUNA OTRA ACCION. DEBIDO A QUE LA
TRASMISION SE REALIZA A UNA MUY BAJA VELOCIDAD (300 BAUDS), ES NECESARIO CHECAR LA BANDERA DE 'TRASHITTER READY' DEL 8251, YA
QUE SI ESTA BANDERA NO ESTA PRENDIDA, SIGNIFICA QUE EL ULTIMO CARACTER QUE SE DESEABA MANDAR AL PCR TODAVIA NO HA SIDO MANDADO
Y POR LO TANTO NO SE PUEDE TRANSMITIR EL SIGUIENTE, DE ESTA FORMA SOLO SE IGUALAN TIEMPOS. EN CASO DE QUE LA BANDERA DE 'TRAS-
MITTER READY' ESTE PRENDIDA SE REALIZA EL ENVIO DEL SIGUIENTE CARACTER DE LA TABLA DE TRASMISION. UNA VEZ QUE ESTA RUTINA HA
MANDADO AL PCR EL ULTIMO CARACTER (UN NULO, CARACTER OCH ASCII), LA RUTINA SE ENCARGA DE APAGAR LA BANDERA DE 'TRASMISION EN
MARCHA'; EN CASO CONTRARIO NO TOMA NINGUNA OTRA ACCION.
```

```
VARIABLES DE ENTRADA (ENTRAN CON UN VALOR Y ESTE VALOR ES USADO COMO REFERENCIA PERO NO ES ALTERADO):
* DIRECCION DE FINALIZACION DE LA TABLA DE TRASMISION. (IY+02H E IY+07H)
* APUNTADE A VARIABLES. (REGISTRO IY)
```

```
VARIABLES DE SALIDA (NO IMPORTA SU VALOR DE ENTRADA, LA RUTINA COLOCA UN NUEVO VALOR PARA QUE SEA USADO POSTERIORMENTE):
* NINGUNA.
```

```
VARIABLES INTERNAS (NO IMPORTA SU VALOR DE ENTRADA Y SU VALOR DE SALIDA NO DEBE SER UTILIZADO POR OTRAS RUTINAS):
* REGISTRO A.
* REGISTRO D.
* VARIABLE DUMMY. (IY+08H)
* REGISTRO F.
```

```
VARIABLES DE ENTRADA/SALIDA (ENTRAN CON UN VALOR EL CUAL ES USADO EN LA RUTINA Y DESPUES ES MODIFICADO PARA QUE SEA USADO
POSTERIORMENTE):
* BANDERA DE TRASMISION EN MARCHA. (IY+00H)
* VARIABLE INDICADORA DE STATUS-CONTADOR. (IY+01H)
* APUNTADE A LA TABLA DE TRASMISION. (REGISTRO DOBLE H)
```

```
RUTINAS A LAS QUE HACE REFERENCIA          PARAMETROS QUE SON MANDADOS POR LA RUTINA
-----
- 200210109
```

ECO
Estacion Concentradora

* RUTINA TRANSMIT *
* * * * *

DIRECC. -- ETIQUETA --	MEMONICOS --	CODIGO OBJETO	CIC. T	COMENTARIOS
01E0H	TRANSMIT :	IN A,(11H)	DE 11	12 SE LEE EL STATUS DEL CIRCUITO 8251, DEPOSITANDOLO EN EL ACUMULADOR.
01E2H		AND 01H	E6 01	8 SE HACE UN AND DEL ACUMULADOR Y UN 01H PARA SOLO DEJAR EL BIT NUMERO 0 DEL STATUS (TRANSMITTER READY) YA QUE ESTA SEÑAL SE ENCONTRARA APAGADA (EN 0) DESDE QUE SE ESCRIBIO EL CARACTER A MANDAR HASTA QUE EL CIRCUITO COMPLETE SU TRANSMISION, PRENDIENDO SE CUANDO EL CARACTER HA SIDO MANDADO Y SE PUEDE ESCRIBIR EL SIGUIENTE CARACTER A TRANSMITIR.
01E4H		AND (1Y+00H)	FD A6 00	*21 SE HACE EL AND CON LA BANDERA DE 'TRANSMISION EN MARCHA' PARA QUE SE OBTENGA UN RESULTADO DIFERENTE DE 00H SI Y SOLO SI, LA BANDERA ESTA PRENDIDA Y LA BANDERA DE TRANSMITTER READY ESTA PRENDIDA.
01E7H		JR Z,E1	28 34	8 13 SI EL RESULTADO ES IGUAL A CERO SIGNIFICA QUE NO SE ESTA TRANSMITIENDO ACTUALMENTE O BIEN SE ESTA TRANSMITIENDO PERO EL TRANSMISOR NO ESTA LISTO PARA MANDAR UN NUEVO CARACTER, DE ESTA FORMA SOLO SERA NECESARIO COMPENSAR TIEMPOS.
01E9H		LD A,(HL)	7E	8 COMO SE ESTA TRANSMITIENDO Y EL TRANSMISOR ESTA LISTO SE CARGA EN EL ACUMULADOR EL VALOR DE LA TABLA DE TRANSMISION EL CUAL ES APUNTADO POR EL REGISTRO NO-EE H'.
01EAH		OUT (10H),A	D5 10	12 SE MANDA AL POR (A TRAVES DEL 8251) EL CONTENIDO DEL ACUMULADOR.
01ECH		LD A,(1Y+03H)	FD 7E 01	*21 SE CARGA EN EL ACUMULADOR EL INDICADOR DE STATUS-CONTADOR.
01E7H		BIT 0,A	CB 47	*10 SE PRUEBA EL VALOR DEL BIT 0 DEL INDICADOR DE E-C.
01F1H		JL Z,CONT	28 05	8 13 EN CASO DE SER CERO SIGNIFICA QUE SE HA TRANSMITIDO UN STATUS, POR LO QUE NO SE DEBE DE REALIZAR ALGUNA OTRA OPERACION.
01F2H		RRF	00	5 EN EL CASO DE HABER TRANSMITIDO UN CONTADOR DE EVENTOS ES NECESARIO RESETEARLO A 20H (0 EN ASCII). 4 COMPENSACION DE TIEMPOS. INSTRUCCION NO OPERATIVA.
01F4H		LD (HL),30H	36 30	11 SE RESETEA EL CONTADOR DE EVENTOS A 20H (0 EN ASCII) UNA VEZ QUE SE HA TRANSMITIDO LA CUENTA.
01F6H		JR E2	1B 04	13 SALTO AL FIN DEL IF-THEN-ELSE DE STATUS TRANSMITIDO.

ECO,
Estacion Concentradora

*
* P U T I N A T R A S M I T *
*

DIRACC.	ETIQUETA	MEMORIOS	CODIGO OBJETO	CIC. T	COMENTARIO
01F8H	CONT :	BIT 0 (HL)	CF 46	*14	COMPENSACION DE TIEMPOS, INSTRUCCION NO OPERATIVA
01FAH		NOF	00	5	COMPENSACION DE TIEMPOS, INSTRUCCION NO OPERATIVA
01FBH		NOF	00	5	COMPENSACION DE TIEMPOS, INSTRUCCION NO OPERATIVA
01FDH	E2 :	RRCA	0F	5	FIN DEL IF-THEN-ELSE DEL STATUS TRANSMITIDO. SE HACE UNA ROTACION CIRCULAR EN EL ACUMULADOR (EL CUAL CONTIENE EL INDICADOR DE S-C) PARA QUE QUEDE EN EL BIT 0 EL SIGUIENTE BIT, Y DADO QUE SE TIENE UNA SECUENCIA ALTERNADA DE UNOS Y CEROS, QUEDARA EL NEGADO DEL BIT ACTUAL.
01FDH		LD (IY+01H),A	FD 77 01	*31	UNA VEZ ACTUALIZADO EL INDICADOR DE S-C, SE CARGA SU NUEVO VALOR.
0200H		INC HL	23	7	SE AVANZA EL APUNTAOR A LA TABLA DE TRANSMISION PARA QUE APUNTE AL SIGUIENTE ELEMENTO A TRANSMITIR.
0201H		LD A,L	7B	5	UNA VEZ ACTUALIZADO EL APUNTAOR, SE CARGA EN EL ACUMULADOR EL BYTE LS DE ESTE.
0202H		CF (IY+07H)	FD BE 07	*31	SE COMPARA SI EL BYTE LS DEL APUNTAOR ES IGUAL AL BYTE LS QUE INDICA EL FIN DE LA TABLA DE TRANSMISION
0205H		JR NZ,E3	20 0A	3 13	EN CASO DE QUE NO SEA CERO SIGNIFICA QUE TODAVIA HAY MAS INFORMACION QUE TRANSMITIR.
0209H		LD (IY+00H),00H	FD 36 00 00	*31	EN CASO CONTRARIO COMO YA SE TERMINO DE TRANSMITIR, SE APAGA LA BANDERA DE 'TRANSMISION EN MARCHA'.
020CH		LD (IY+01H),00H	FD 36 01 00	*31	Y SE BORRA EL INDICADOR S-C.
020FH		JR E4	18 0A	13	SALTO AL FIN DEL IF-THEN-ELSE DE TRANSMISION FINALIZADA.
0211H	E3 :	LD (IY+08H),00H	FD 36 08 00	*31	COMPENSACION DE TIEMPOS, INSTRUCCION NO OPERATIVA
0215H		LD (IY+08H),00H	FD 36 09 00	*31	COMPENSACION DE TIEMPOS, INSTRUCCION NO OPERATIVA
0217H		LD B,00H	16 00	9	COMPENSACION DE TIEMPOS, INSTRUCCION NO OPERATIVA
0218H	E4 :	JR FB	18 03	13	FIN DEL IF-THEN-ELSE DE TRANSMISION FINALIZADA. SALTO AL FIN DEL IF-THEN-ELSE DE TRANSMISION EN SU.
0219H	E5 :	CALL 200CICLOS	CD 00 01	16 + 200	4 DADO QUE NO SE PUEDE TRANSMITIR POR QUE EL PCB TODAVIA NO RECIBE EL BYTE ANTERIOR O PORQUE NO HAY QUE HACERLO, SE COMPENSAN TIEMPOS.

```
*****  
*                               *  
*           RUTINA DE TRASNIT   *  
*                               *  
*****
```

DIRECC. -- ETIQUETA --	-- NENONICOS --	CONJUNTO OBJETO	CIC. T	-- C O M E N T A R I O S --
0220H	FIN :	RET	09	11

FIN DEL IF-THEN-ELSE DE TRASNITIR O NO.
FIN DE LA RUTINA DE TRASNIT.

CICLOS T = 41 + 13 + 18 + 200 + 11 = 283

```
*****
*
*   R U T I N A   A C T U A L I Z A L E D S   *
*
*****
```

+++++
ESTA RUTINA SE ENCARGA DE MANTENER ACTUALIZADO A LOS LEDES INDICADORES DE FALLA DEL MODULO DE DIAGNOSTICO, PARA LOGAR ESTO RECORRE LA TABLA DE STATUS DE LAS LINEAS Y EN CASO DE QUE ESTEN EN FALLA, PRENTE EL LED DE FALLA CORRESPONDIENTE.

VARIABLES DE ENTRADA (ENTRAN CON UN VALOR Y ESTE VALOR ES USADO COMO REFERENCIA PERO NO ES ALTERADO):

* TABLA DE STATUS-CONTADOR, (DADA EN ESTA RUTINA POR IX100H)

VARIABLES DE SALIDA (NO IMPORTA SU VALOR DE ENTRADA, LA RUTINA COLOCA UN NUEVO VALOR PARA QUE SEA USADO POSTERIORMENTE):

* NINGUNA.

VARIABLES INTERNAS (NO IMPORTA SU VALOR DE ENTRADA Y SU VALOR DE SALIDA NO DEBE SER UTILIZADO POR OTRAS RUTINAS):

* REGISTRO A.

* REGISTRO B.

* REGISTRO D.

* REGISTRO IX. (PARA RECORRER LA TABLA DE STATUS-CONTADOR)

* REGISTRO F.

VARIABLES DE ENTRADA/SALIDA (ENTRAN CON UN VALOR EL CUAL ES USADO EN LA RUTINA Y DESPUES ES MODIFICADO PARA QUE SEA USADO POSTERIORMENTE):

* NINGUNA.

RUTINAS A LAS QUE HACE REFERENCIA

PARAMETROS QUE SON MANDADOS POR LA RUTINA

- NINGUNA

ECO,
Estacion Concentradora

*
* RUTINA ACTUALIZALEDS *
*

DIRECC.	ETIQUETA	MEMORICOS	CODIGO OBJETO	CIC. T	COMENTARIOS
0240H	ACTUALIZALEDS :	LD A,00H	3E 00	8	EN ESTA RUTINA EL CONTENIDO DEL ACUMULADOR REFLEJARA EL STATUS DE LAS 8 LINEAS, CADA BIT REPRESENTANDO UNA LINEA, EL BIT DE LA LINEA ESTARA APAGADO CUANDO LA LINEA ESTE FUNCIONANDO CORRECTAMENTE (SU STATUS SEA 30H), Y ESTARA PRENDIDO CUANDO NO ESTE BIEN (SU STATUS SEA 31H). ASI AL PRINCIPIO DE LA RUTINA SUPONEMOS QUE TODAS LAS LINEAS ESTAN FUNCIONANDO BIEN Y QUE SOLO PRENDEREMOS AQUELLAS QUE ESTEN MAL, DE AHI QUE SE CARGE UN 00H AL ACUMULADOR.
0242H		LD B,09H	06 08	8	SE HARA UN CICLO DE 09H, USANDO A B COMO VARIABLE DE CONTROL, DEBIDO A QUE SON 8 LINEAS.
0244H		LD IX,2720H	DD 21 20 27	*16	SE COLOCA EL APUNTADE IX AL INICIO DE LA TABLA DE STATUS-CONTADOR.
0246H	LOOP :	BIT 0,(IX+00H)	DD CB 00 46	*22	SE PRUEBA EL BIT 0 DEL STATUS APUNTADO POR IX (QUE CORRESPONDE A LA LINEA B-B).
0248H		JR Z,E1	28 04	8 13	SI ESTE BIT ES 0 SIGNIFICA QUE EL STATUS TIENE UN VALOR DE 30H Y QUE NO HAY QUE HACER NADA MAS.
024EH		SET 0,A	DB C7	*10	EN CASO CONTRARIO SIGNIFICA QUE EL STATUS TIENE UN VALOR DE 31H Y HAY QUE PRENDER EL BIT CORRESPONDIENTE DEL ACUMULADOR, ESTE BIT SIEMPRE ESTA EN EL BIT 0.
0250H		JR E2	18 04	13	SALTO AL FIN DEL IF-THEN-ELSE DE STATUS CORRECTO.
0252H	E1 :	LD D,00H	16 00	8	! COMPENSACION DE TIEMPO, INSTRUCCION NO OPERATIVA
0254H		BIT 0,D	CF 42	*10	! COMPENSACION DE TIEMPO, INSTRUCCION NO OPERATIVA
0256H	E2 :	RRCA	0F	5	FIN DEL IF-THEN-ELSE DE STATUS CORRECTO. SE BOTA SISTEMATICAMENTE EL ACUMULADOR A LA DERECHA DE TAL FORMA QUE EL SIGUIENTE BIT REPRESENTARA DE LA SIGUIENTE LINEA BIEN O SI EL BIT 0 DEL ACUMULADOR.
0257H		INC IX	DD 23	*12	SE INCREMENTA EL APUNTADE A LA TABLA DE STATUS-CONTADOR.
0259H		INC IX	DD 23	*12	SE INCREMENTA EL APUNTADE A LA TABLA DE STATUS-CONTADOR DOS VECES PARA QUE APUNTE AL SIGUIENTE STATUS.
025PH		LOOP	10 01	9 14	FIN DEL CICLO, DECREMENTANDO B HASTA QUE SEA CERO.

ECO
Estacion Concentradora

```

*****
*
*   R U T I N A   A C T U A L I Z A L E D S   *
*
*****
  
```

DIR. C	ETIQUETA	MEMORICOS	CODIGO DE JEITO	CIC. T	COMENTARIOS
0200H		OUT (01H),A	D3 01	12	UNA VEZ QUE SE HA COMPLETADO EL CICLO, EN EL ACUMULADOR TENEMOS EN CADA BIT LA REPRESENTACION DEL STATUS DE CADA LINEA Y LO MANDAMOS ESCRIBIR AL PUERTO B DEL PIA.
020FH		RET	C9	11	FIN DE LA Rutina DE ACTUALIZAEDES.

CICLOS T = 55 + 7(14) + 9 + 8(51) + 8(31) = 818

ECO,
Estacion Concentradora

```

*****
*
*   R U T I N A   6   6   C I C L O S
*
*****

```

BISECC.	ETIQUETA	MEMONICOS	CODIGO OBJETO	CIC. T	COMENTARIOS
0276H	56CICLOS	LD (IY+08H),00H	FD 36 08 00	*21	↓ COMPENSACION DE TIEMPOS, INSTRUCCION NO OPERATIVA
0274H		LD (IY+08H),00H	FD 36 08 00	*21	↓ COMPENSACION DE TIEMPOS, INSTRUCCION NO OPERATIVA
0278H		NOF	00	5	↓ COMPENSACION DE TIEMPOS, INSTRUCCION NO OPERATIVA
0279H		LD D,00H	16 00	8	↓ COMPENSACION DE TIEMPOS, INSTRUCCION NO OPERATIVA
027BH		RET	09	11	↓ FIN DE LA Rutina DE RETRASO DE 66CICLOS.

$$\text{CICLOS T} = 21 + 21 + 5 + 8 + 11 = 66$$

```
*****
*
*           R U T I N A   F O C O   Y   D O G
*
*****
```

ESTA RUTINA REALIZA DOS FUNCIONES:

- LLEVAR UN CONTROL SOBRE EL ESTADO DEL FOCO INDICADOR DE FUNCIONAMIENTO, PARA ELLO SE ENCARGA DE INCREMENTAR EL CONTADOR DE TIEMPO DEL FOCO DE FUNCIONAMIENTO, Y CUANDO ESTE ALCANZA EL VALOR DE CAMBIO, REALIZA EL CAMBIO DE ESTADO. ESTA RUTINA NO SE ENCARGA DE REALIZAR EL CAMBIO FISICO DEL FOCO YA QUE ESTO ES REALIZADO POR LA RUTINA SACACUENTA.
- ESCRIBIR SOBRE EL CIRCUITO DE WATCH DOG. ESTE CIRCUITO ES UNA CARACTERISTICA DE LA MICROCOMPUTADORA PATOS POR MEDIO DE LA CUAL SE LOGRA QUE SI EL PROGRAMA QUEDA FUERA DE CONTROL O SI POR UNA FUERZA EXTERNA EL PROGRAMA SE SALE DE OPERACION, LA MICROCOMPUTADORA PATOS SE DE UN AUTO-RESET DESPUES DE 1 SEGUNDO. ASI PARA NO TENER QUE LLEVAR UN CONTADOR ESPECIAL PARA EL WATCH DOG, SE ESCRIBE EN EL CADA VEZ.

VARIABLES DE ENTRADA (ENTRAN CON UN VALOR Y ESTE VALOR ES USADO COMO REFERENCIA PERO NO ES ALTERADO):

- * APUNTAJOR A VARIABLES, (REGISTRO IY)
- * PERIODO DE OPERACION DEL FOCO DE FUNCIONAMIENTO, (IY+06H)

VARIABLES DE SALIDA (NO IMPORTA SU VALOR DE ENTRADA, LA RUTINA COLOCA UN NUEVO VALOR PARA QUE SEA USADO POSTERIORMENTE):

- * RETORNO.

VARIABLES INTERNAS (NO IMPORTA SU VALOR DE ENTRADA Y SU VALOR DE SALIDA NO DEBE SER UTILIZADO POR OTRAS RUTINAS):

- * REGISTRO A.
- * REGISTRO F.

VARIABLES DE ENTRADA/SALIDA (ENTRAN CON UN VALOR EL CUAL ES USADO EN LA RUTINA Y DESPUES ES MODIFICADO PARA QUE SEA USADO POSTERIORMENTE):

- * CONTADOR DE TIEMPO DEL FOCO INDICADOR DE FUNCIONAMIENTO, (IY+05H)
- * VARIABLE QUE PROPORCIONA EL ESTADO DEL FOCO INDICADOR DE FUNCIONAMIENTO, (IY+06H)

RUTINAS A LAS QUE HACE REFERENCIA

PARAMETROS QUE SON MANDADOS POR LA RUTINA

- CICLOS

ECO,
Estacion Concentradora

```

*****
*
*           R U T I N A   F O C O Y D O G
*
*****
  
```

DIRECC. - - ETIQUETA - -	- - NENCRUCIOS - -	COMIGO OBJETO	CIC. T. - - - - -	- - C O M E N T A R I O S - - - - -
0293H FOCYDOG	LD A,(IY+05H)	FD 7E 05	*21	SE CARGA EN EL ACUMULADOR EL VALOR DEL CONTADOR DE TIEMPO DEL FOCO INDICADOR DE FUNCIONAMIENTO.
0293H	INC A	3C	5	SE INCREMENTA EL ACUMULADOR.
0294H	LD (IY+05H),A	FD 77 05	*21	SE ALMACENA EL VALOR DEL CONTADOR DE TIEMPO DEL FOCO INDICADOR DE FUNCIONAMIENTO UNA VEZ QUE HA SIDO INCREMENTADO.
0297H	CP (IY+0BH)	FD BE 0B	*21	SE COMPARA SI EL CONTADOR DE TIEMPO DEL FOCO INDICADOR DE FUNCIONAMIENTO HA ALCANZADO EL VALOR DE CAMBIO DE ESTADO.
029AH	JR C,E1	38 0F	8 13	EN CASO DE QUE EL CONTADOR DE TIEMPO DEL FOCO NO HAYA ALCANZADO ESTE VALOR, SOLO SE COMPLETAN TIEMPOS.
029CH	LD (IY+05H),00H	FB 36 05 00	*21	COMO EL CONTADOR HA SUPERADO EL VALOR MARCADO COMO VALOR DE CAMBIO, SE HACE CAMBIO DE ESTADO Y SE RESETEA EL CONTADOR DE TIEMPO.
02A0H	LD A,(IY+06H)	FD 7E 06	*21	SE CARGA EN EL ACUMULADOR LA VARIABLE INDICADORA DEL ESTADO DEL FOCO.
02A3H	CPL	2F	5	SE COMPLETANTA EL VALOR DE LA VARIABLE.
02A6H	AND 80H	E6 80	8	SE DEJA SOLO EL BIT 7 PRENDIDO O APAGADO DEPENDIENDO DE LA VARIABLE INDICADORA DEL ESTADO DEL FOCO. ESTO SE HACE PARA QUE EL BIT 3 DEL PUERTO C SEVA COMO FOCO DE FUNCIONAMIENTO Y EL VALOR ASI ALMACENADO EN ESTA VARIABLE SEA SONADO SIN AFFECTAR EL CONTENIDO DE LOS OTROS BITS POR LA RUTINA SACACUENTA QUE ES LA ENCARGADA DE FORABIR EN EL PUERTO C.
02A8H	LD (IY+06H),A	FD 77 06	*21	SE CARGA EL NUEVO VALOR A LA VARIABLE INDICADORA DEL ESTADO DEL FOCO.
02A9H	JR E2	18 03	13	SALTA AL FIN DEL TIEMPO-CLASE DE CONTADOR DE TIEMPO DEL FOCO HAYOR A VALOR DE CAMBIO DEL FOCO.
02ACH E1	CALL 66C100E	CD 70 02	18 + 66	* DADO QUE NO SE HA LLEGADO AL VALOR DE CAMBIO, SOLO SE COMPLETAN TIEMPOS.

ECO,
Estacion Concentradora

```

*****
*
*   RUTINA FOCODOG
*
*****

```

----- ETIQUETA ----- NEMONICOS ----- CODIGO OBJETO CIC. T ----- COMENTARIOS -----

ETIQUETA	NEMONICOS	CODIGO OBJETO	CIC. T	COMENTARIOS
02B6H	E2 ; OUT (20H),A	D3 20	12	SE ESCRIBE EN EL WATCH DOG EL CUAL PERMITE AL SISTEMA QUE SI EN UN SEGUNDO NO SE ESCRIBE EN EL, SE PROVOQUE UN RESET AUTOMATICO, ESTO CON OBJETO DE EVITAR QUE EL PROGRAMA SE PIERDA. COMO ES REDISPACHABLE, CADA VEZ QUE SE DA UNA VUELTA AL PROGRAMA (CADA 1,5 MILLISEGUNDOS) SE ACTUALIZA PARA EVITAR TENER QUE LLEVAR UN CONTADOR DE TIEMPO PARA ESTA SEÑAL. DADO QUE EL WATCH DOG NO ES UN PUERTO, EL VALOR DEL ACUMULADOR CARECE DE INTERES EN ESTE CASO.
02B6H	RET	C9	11	FIN DE LA RUTINA DE FOCODOG.

CICLOS T = 68 + 97 + 23 = 188

```
*****S*****  
*  
*      R U T I N A   S A C A   C U E N T A      *  
*  
*****
```

ESTA RUTINA REALIZA 2 FUNCIONES:

- ENCUENTRA LA CUENTA DEL CANAL SELECCIONADO HACIENDO UNA BUSQUEDA EN LA TABLA DE CONTADORES DE EVENTOS DE LAS LINEAS.
- HACE EL "FRAMING" DEL PUERTO C DEL S255 PARA POR MEDIO DE ESTE DESPLEGAR:
 - * CANAL SELECCIONADO (DADO POR LA VARIABLE CANAL SELECCIONADO).
 - * ESTADO DEL FOCO INDICADOR DE FUNCIONAMIENTO (DADO POR LA VARIABLE DE ESTADO FOCO).
 - * CUENTA DE EVENTOS DEL CANAL SELECCIONADO.

VARIABLES DE ENTRADA (ENTRAN CON UN VALOR Y ESTE VALOR ES USADO COMO REFERENCIA PERO NO ES ALTERADO):

- * DIRECCION DE FINALIZACION DE LA TABLA DE TRANSMISION. (IY+03H E IY+07H)
- * VARIABLE DE LINEA SELECCIONADA. (IY+04H)
- * APUNTAOR A LAS VARIABLES. (REGISTRO IY)
- * VARIABLE QUE PROPORCIONA EL ESTADO DEL FOCO INDICADOR DE FUNCIONAMIENTO. (IY+06H)
- * TABLA DE CONTADORES DE EVENTOS DE LAS LINEAS. (DADA POR IX+00H; SOLO SE USA EL VALOR DEL CANAL SELECCIONADO)

VARIABLES DE SALIDA (NO IMPORTA SU VALOR DE ENTRADA; LA RUTINA COLOCA UN NUEVO VALOR PARA QUE SEA USADO POSTERIORMENTE):

- * NINGUNA.

VARIABLES INTERNAS (NO IMPORTA SU VALOR DE ENTRADA Y SU VALOR DE SALIDA NO DEBE SER UTILIZADO POR OTRAS RUTINAS):

- * REGISTRO A.
- * REGISTRO B.
- * REGISTRO D.
- * REGISTRO E.
- * REGISTRO IX. (PARA TOMAR EL VALOR DEL CONTADOR DE EVENTOS DEL CANAL SELECCIONADO)
- * VARIABLE DUMMY. (IY+08H)
- * REGISTRO F.

VARIABLES DE ENTRADA/SALIDA (ENTRAN CON UN VALOR EL CUAL ES USADO EN LA RUTINA Y DESPUES ES MODIFICADO PARA QUE SEA USADO POSTERIORMENTE):

- * NINGUNA.

RUTINAS A LAS QUE HACE REFERENCIA

PARAMETROS QUE SON MANDADOS POR LA RUTINA

- NINGUNA

ECO,
Estacion Concentradora

```

*****
*
*   R U T I N A   S A C A C U E N T A
*
*****
  
```

DIRECC. -- ETIQUETA --	-- MEMORICOS --	COPIGO OBJETO	CIC. T	-- C O M E N T A R I O S --
02E0H SACACUENTA :	LD A,(IY+04H)	FD 7E 04	*21	SE CARGA EN EL ACUMULADOR LA VARIABLE 'CANAL SELECCIONADO' CUYO VALOR FUE COLOCADO POR LA Rutina CHECALINEAS.
02E3H	INC A	3C	5	SE OBLIGA A QUE EL CANAL SELECCIONADO ESTE ENTRE 1 Y 8, PARA PODER COMPARARLO CON EL REGISTRO B.
02E4H	LD D,(IY+02H)	FD 56 02	*21	SE CARGA EN EL REGISTRO D EL BYTE MS DEL FIN DE LA TABLA DE TRASMISION.
02E7H	LD E,(IY+07H)	FD 5E 07	*21	SE CARGA EN EL REGISTRO E EL BYTE LS DEL FIN DE LA TABLA DE TRASMISION. CON ESTO EN EL REGISTRO DOBLE DE SE TIENE EL APUNTAOR AL FIN DE LA TABLA DE TRASMISION.
02EAH	LD B,08H	06 08	8	SE HARA UN CICLO DE 08H, USANDO A B COMO VARIABLE DE CONTROL, DEBIDO A QUE SON 8 LINEAS.
02ECH L1 :	DEC DE	1B	7	SE DECREENTA EL APUNTAOR A LA TABLA DE TRASMISION
02EIH	DEC DE	1B	7	SE DECREENTA EL APUNTAOR A LA TABLA DE TRASMISION EN DOS UNIDADES PARA QUE APUNTE AL CONTADOR DE EVENTOS SIGUIENTE.
02EEH	CP B	8B	5	SE COMPARA EL CANAL SELECCIONADO (EN EL ACUMULADOR) CON EL VALOR DE LA VARIABLE DE CONTROL DEL CICLO, DEBIDO A QUE ESTE ULTIMO VARIA ENTRE 8 Y 1 Y EL CONTADOR TIENE UN VALOR ENTRE 8 Y 1, CUANDO ESTOS VALORES SEAN IGUALES SIGNIFICA QUE ESE CONTADOR ES EL QUE SE BUSCA.
02EFH	JR NZ,E1	20 05	8 13	SI NO SON IGUALES EL CANAL SELECCIONADO Y LA VARIABLE DE CONTROL DEPENDS DE COMPENSAR TIEMPOS.
02F1H	PUSH DE	05	12	DEBIDO A QUE SE ENCONTRA EL CONTADOR DE LA LINEA SELECCIONADA SE GUARDA SU DIRECCION EN EL STACK PARA QUE DE ESTA FORMA EL APUNTAOR IX PUEDA TOMAR ESTE VALOR.
02F2H	POP IX	00 E1	117	SE COLOCA EN EL APUNTAOR IX LA DIRECCION DEL CONTADOR A DESPLEGAR.
02F4H	JR E2	18 0E	13	SALTO AL FIN DE IF-THEN-ELSE DE VARIABLE DE CONTROL IGUAL A CANAL SELECCIONADO.

ECO,
Estacion Concentradora

```

*****
*
*   R U T I N A   S A C A   C U E N T A   *
*
*****
  
```

DEFEC.	ETIQUETA	MEMORICOD	CODIGO OBJETO	CIC. T	COMENTARIOS
02F6H	E1	LD (IY+09H),00H	FD 36 03 00	*21	↓ COMPENSACION DE TIEMPOS, INSTRUCCION NO OPERATIVA
02FAH		CF 00H	FE 00	8	↓ COMPENSACION DE TIEMPOS, INSTRUCCION NO OPERATIVA
02FCH		CF 00H	FE 00	8	↓ COMPENSACION DE TIEMPOS, INSTRUCCION NO OPERATIVA
02FEH	E2	DJNZ L1	10 EC	9 14	FIN DEL IF-THEN-ELSE DE VARIABLE DE CONTROL IGUAL A CANAL SELECCIONADO. FIN DEL CICLO, DECREMENTANDO B HASTA QUE SEA CERO.
0300H		LD A,(IX+00H)	DD 7E 00	*21	SE CARGA EN EL ACUMULADOR EL VALOR DEL CONTADOR DEL CANAL SELECCIONADO.
0303H		LD B,04H	06 04	8	SE HARA UN CICLO DE 03H, USANDO A B COMO VARIABLE DE CONTROL, DEBIDO A QUE SE REALIZARAN 4 CORRIENTOS SOBRE EL VALOR DEL ACUMULADOR.
0305H	L2	SLA A	CB 27	*10	SE HACE UN CORRIENTO DEL ACUMULADOR HACIA LA DERECHA, INTRODUCIENDO CEROS POR LA DERECHA.
0307H		DJNZ L2	10 FC	9 14	FIN DEL CICLO, DECREMENTANDO B HASTA QUE SEA CERO.
0309H		AND 70H	Ea 70	8	SE OBLIGA A A QUE LOS BITS 7 Y 3-0 SEAN CEROS PARA QUE AL REALIZAR LAS SUMAS SIGUIENTES NO AFECTEN EL CONTENIDO DE LA CUENTA.
030BH		ADD A,(IY+04H)	FD 86 04	*21	SE SUMA AL VALOR DE LA CUENTA, QUE SE ENCUENTRA EN LOS BITS 4 A 0 DEL ACUMULADOR, LA VARIABLE "CANAL SELECCIONADO" LA CUAL TOMA VALORES ENTRE 0 Y 7 COMPLETANDO LOS 3 BITS MENOS SIGNIFICATIVOS.
030EH		INC A	3C	5	SE INCREMENTA EL ACUMULADOR PARA QUE EL "CANAL SELECCIONADO" TOMA VALORES ENTRE 1 Y 8, COMPLETANDO ANDA LOS 4 BITS MENOS SIGNIFICATIVOS.
030FH		ADD A,(IY+06H)	FD 86 06	*21	SE SUMA AL VALOR DE LA CUENTA Y EL CANAL, EL ESTADO DEL PUNTO DE FUNCIONAMIENTO, ESTA VARIABLE ES DE UN SOLO BIT Y ES EL BIT 7 DEL ACUMULADOR POR LO QUE NO AFECTA LOS CONTENIDOS DE LA CUENTA Y EL CANAL QUE SE ENCONTRABAN PREVIAMENTE.
0310H		OUT (02H),A	D3 02	12	UNA VEZ QUE EL ACUMULADOR TIENE TODA LA INFORMACION QUE SE DEBE LEGAR USANDO EL CANAL C DEL 0200, SE MANDA A ESCRIBIR.
0311H		RET	C9	11	FIN DE LA Rutina de SACACUENTA.

$$\text{CICLOS T} = 76 + 7(14) + 9 + 8(69) + 29 + 3(14) + 9 + 4(10) + 78 = 933$$

```
*****  
*  
*          R U T I N A   M A N E J A I D  
*  
*****
```

ESTA RUTINA NO REALIZA NINGUNA OPERACION POR SI MISMA, SINO QUE ES LA ENCARGADA DE LLAMAR A LAS RUTINAS QUE SE ENCARGAN DE LAS FUNCIONES DE ENTRADA Y SALIDA DE LA ESTACION CONCENTRADORA, COMO SON:

- LEEPCF: RUTINA QUE SE ENCARGA DE CHECAR LA COMUNICACION CON EL PUESTO CENTRAL DE REGISTRO (PCR).
- TRASHIT: RUTINA QUE SE ENCARGA DE TRASHITIR LOS DATOS ALMACENADOS AL PCR.
- ACTUALIZALEDS: RUTINA QUE MANTIENE LOS LEDS INDICADORES DE FALLA DEL MODULO DE DIAGNOSTICO ACTUALIZADOS.
- FOCOYDOS: RUTINA QUE LLEVA EL CONTROL LOGICO SOBRE EL FOCO INDICADOR DE FUNCIONAMIENTO Y ESCRIBE EN EL WATCH DOG.
- SACACUENTA: RUTINA QUE ENCUENTRA LA CUENTA DE EVENTOS DEL CANAL SELECCIONADO Y DESPLIEGA A TRAVEZ DEL MODULO DE DIAGNOSTICO LA CUENTA, EL CANAL Y EL ESTADO DEL FOCO.

VARIABLES DE ENTRADA (ENTRAN CON UN VALOR Y ESTE VALOR ES USADO COMO REFERENCIA PERO NO ES ALTERADO):
* NINGUNA.

VARIABLES DE SALIDA (NO IMPORTA SU VALOR DE ENTRADA, LA RUTINA COLOCA UN NUEVO VALOR PARA QUE SEA USADO POSTERIORMENTE):
* NINGUNA.

VARIABLES INTERNAS (NO IMPORTA SU VALOR DE ENTRADA Y SU VALOR DE SALIDA NO DEBE SER UTILIZADO POR OTRAS RUTINAS):
* NINGUNA.

VARIABLES DE ENTRADA/SALIDA (ENTRAN CON UN VALOR EL CUAL ES USADO EN LA RUTINA Y DESPUES ES MODIFICADO PARA QUE SEA USADO POSTERIORMENTE):
* NINGUNA.

RUTINAS A LAS QUE HACE REFERENCIA	PARAMETROS QUE SON MANDADOS POR LA RUTINA
=====	=====
- LEEPCF	- - - - -
- TRASHIT	- - - - -
- ACTUALIZALEDS	- - - - -
- FOCOYDOS	- - - - -
- SACACUENTA	- - - - -

```
*****  
*  
*          R U T I N A    1 4 1  C I C L O S          *  
*  
*****
```

+++++
ESTA RUTINA ES UTILIZADA POR EL PROGRAMA PRINCIPAL (CADA 1.5MS) PARA QUE EL TIEMPO TOTAL DE EJECUCION DE UN CICLO DEL PROGRAMA PRINCIPAL SEA UN NUMERO EXACTO Y REDONDEADO DE CICLOS, PARA ELLO REALIZA OPERACIONES NO OPERATIVAS QUE LOGRAN UN RETARDO TOTAL DE 141 CICLOS.

VARIABLES DE ENTRADA (ENTRAN CON UN VALOR Y ESTE VALOR ES USADO COMO REFERENCIA PERO NO ES ALTERADO):

* NINGUNA.

VARIABLES DE SALIDA (NO IMPORTA SU VALOR DE ENTRADA, LA RUTINA COLOCA UN NUEVO VALOR PARA QUE SEA USADO POSTERIORMENTE):

* NINGUNA.

VARIABLES INTERNAS (NO IMPORTA SU VALOR DE ENTRADA Y SU VALOR DE SALIDA NO DEBE SER UTILIZADO POR OTRAS RUTINAS):

* REGISTRO B, (DEL BANCO ALTERNO DE REGISTROS DEL Z-80)

* REGISTRO F,

VARIABLES DE ENTRADA/SALIDA (ENTRAN CON UN VALOR EL CUAL ES USADO EN LA RUTINA Y DESPUES ES MODIFICADO PARA QUE SEA USADO POSTERIORMENTE):

* NINGUNA.

RUTINAS A LAS QUE HACE REFERENCIA

PARAMETROS QUE SON MANDADOS POR LA RUTINA

- NINGUNA

*
* R U T I N A 1 4 1 C I C L O S *
*

DIPECO. -- ETIQUETA --	-- MEMORICOS --	CODIGO OBJETO	CIC. T	-- C O M E N T A R I O S --
0340H 141CICLOS	: EXX	D9	5	‡ INTERCAMBIA BANCO DE REGISTROS PARA QUE LAS OPERACIONES QUE SE REALIZAN NO AFECTEN EL DESEMPEÑO DE LAS OTRAS RUTINAS.
0341H	LD B,0BH	06 08	8	‡ SE REPITE LA CARGA ANTERIOR PARA ALCANZAR EL NUMERO DE CICLOS NECESARIOS.
0343H L0	: DJNZ L0	10 FE	9 14	‡ SE REALIZA UN SALTO A LA MISMA ETIQUETA HASTA QUE LA VARIABLE DE CONTROL B SEA CERO.
0345H	NOF	00	5	‡ COMPENSACION DE TIEMPOS, INSTRUCCION NO OPERATIVA
0346H	EXX	D9	5	‡ REPONE EL BANCO DE REGISTRO ORIGINAL.
0347H	RET	C9	11	‡ FIN DE LA RUTINA DE RETRASO DE 141CICLOS.

CICLOS T = 34 + 7(14) + 9 = 141

```
*****
*
*           R U T I N A   C A D A 1 . 5 M S
*
*****
```

+++++
ESTA RUTINA NO REALIZA NINGUNA OPERACION POR SI MISMA, SINO QUE SIGUIENDO LAS TECNICAS DE DISEÑO TOP-DOWN Y LA PROGRAMACION MODULAR SOLO LLAMA A LAS 3 RUTINAS PRINCIPALES QUE COMPONEN AL PROGRAMA (Y UNA CUARTA DE RELLENO). ESTAS TRES RUTINAS SON:

- PASALA_VECTOR: COLOCA EN LA TABLA DE LINEAS EN MEMORIA EL BYTE DE LINEAS PLUVIOMETRICAS.
- CHECALINEAS: REvisa LA TABLA DE LINEAS; CHECA EL TIEMPO DE ACTIVACION DE LA LINEAS; INCREMENTA LOS CONTADORES DE VENTOS DE LAS LINEAS A LAS QUE SE LES DETECTA UN PULSO Y ESTABLECE LA VARIABLE DE CANAL SELECCIONADO.
- MANEJAJD: SE ENCARGA DE LAS FUNCIONES DE ENTRADA-SALIDA CON EL MUNDO EXTERIOR. QUE INCLUYEN:
 - * CHECAR LA COMUNICACION CON EL PUESTO CENTRAL DE REGISTRO (PCR).
 - * TRANSMITIR LOS DATOS ALMACENADOS AL PCR.
 - * MANTIENE LOS LEDS INDICADORES DE FALLA DEL MODULO DE DIAGNOSTICO ACTUALIZADOS.
 - * LLEVA EL CONTROL LOGICO SOBRE EL FOCO INDICADOR DE FUNCIONAMIENTO Y ESCRIBE EN EL WATCH DOG.
 - * ENCUENTRA LA CUENTA DE EVENTOS DEL CANAL SELECCIONADO Y DESPLIEGA A TRAVEZ DEL MODULO DE DIAGNOSTICO LA CUENTA, EL CANAL Y EL ESTADO DEL FOCO.

LA OTRA RUTINA ES UNA RUTINA DE RETARDO LA CUAL HACE QUE TODO EL PROGRAMA EN CONJUNTO SE TARDE UNA CANTIDAD REDONDA DE CICLOS DE MAQUINA LO CUAL HACE QUE EL MANEJO DE LOS CONTADORES DE TIEMPO SEA MAS SENCILLO.

VARIABLES DE ENTRADA (CENTRAN CON UN VALOR Y ESTE VALOR ES USADO COMO REFERENCIA PERO NO ES ALTERADO):

* NINGUNA.

VARIABLES DE SALIDA (NO IMPORTA SU VALOR DE ENTRADA, LA RUTINA COLOCA UN NUEVO VALOR PARA QUE SEA USADO POSTERIORMENTE):

* NINGUNA.

VARIABLES INTERNAS (NO IMPORTA SU VALOR DE ENTRADA Y SU VALOR DE SALIDA NO DEBE SER UTILIZADO POR OTRAS RUTINAS):

* NINGUNA.

VARIABLES DE ENTRADA/SALIDA (CENTRAN CON UN VALOR EL CUAL ES USADO EN LA RUTINA Y DESPUES ES MODIFICADO PARA QUE SEA USADO POSTERIORMENTE):

* NINGUNA.

RUTINAS A LAS QUE HACE REFERENCIA

PARAMETROS QUE SON MANDADOS POR LA RUTINA

RUTINAS A LAS QUE HACE REFERENCIA	PARAMETROS QUE SON MANDADOS POR LA RUTINA
- PASALA_VECTOR	- - - - -
- CHECALINEAS	- - - - -
- MANEJAJD	- - - - -
- 141CICLOS	- - - - -

ECO,
Estacion Concentradora

```
*****
*
*   R U T I N A   C A D A 1 . 5 M S
*
*
*****
```

DIRECC. - - ETIQUETA - -	- - NEMONICOS - -	CODIGO OBJETO	CIC. T	- - - - - C O M E N T A R I O S - - - - -
0360H	CADA1.4MS	CALL PASA.A.VECTOR	CD 60 00	18 + 842 SE LLAMA A LA RUTINA QUE SE ENCARGA DE LEER EL BYTE DE LAS LINEAS PLUVIOMETRICAS Y COLOCA LOS VALORES LEIDOS EN UNA TABLA.
0363H		CALL CHECALINEAS	CD E0 00	18 + 2422 SE LLAMA A LA RUTINA QUE LLEVA EL CONTROL SOBRE CADA UNA DE LAS LINEAS, INCREMENTANDO SUS CONTADORES DE TIEMPO Y LOS DE EVENTOS EN CASO DE QUE ASI LO AMERITEN, ACTUALIZANDO EL STATUS DE LA LINEAS Y COLOCANDO EN LA VARIABLE DE CANAL SELECCIONADO AL ULTIMO CANAL CUYO CONTADOR DE EVENTOS HAYA SIDO INCREMENTADO.
0366H		CALL MANEJAO	CD 20 03	18 + 2510 SE LLAMA A LA RUTINA QUE SE ENCARGA DE MANTENER LAS RELACIONES CON EL MUNDO EXTERIOR, SE ENCARGA DE VERIFICAR AL PCR, DE TRANSMITIR EL SIGUIENTE BYTE EN CASO NECESARIO, DE ACTUALIZAR EL DESPLIEGUE DE LA CUENTA Y EL CANAL, ACTUALIZAR EL ESTADO DE LOS LEDS, LLEVAR CONTROL SOBRE EL WATCH DOG, SOBRE EL ESTADO DEL FOCO INDICADOR DE FUNCIONAMIENTO Y DESPLEGAR ESTE ULTIMO.
0369H		CALL 141CICLOS	CD 40 03	18 + 141 SE LLAMA A LA RUTINA QUE AJUSTA LOS CICLOS DE MAQUINA PARA QUE SEA UN NUMERO EXACTO REDONDEADO DE CICLOS, DE TAL FORMA QUE LOS CONTADORES SEAN MAS FACILES DE MANEJAR.
036DH		JR CADA1.5MS	18 F2	13 SALTO AL PRINCIPIO DEL PROGRAMA EN UN LOOP INDEFINITO.

CICLOS T = 4(18) + 13 + 842 + 2422 + 2510 + 141 = 6000

ECO,
Estación Concentradora.

Vaciado de la EPROM de ECO.

DM1000 1370

1000:	31	FF	27	06	60	DD	21	00	27	DD	36	00	00	DD	23	10
1010:	F8	DD	21	20	27	06	10	DD	36	00	30	DD	23	10	F8	3E
1020:	90	D3	03	3E	97	D3	11	3E	40	D3	11	3E	CF	D3	11	3E
1030:	17	D3	11	FD	21	50	27	FD	36	02	27	FD	36	03	20	FD
1040:	36	07	31	FD	36	09	A7	FD	36	0A	42	FD	36	0B	DE	C3
1050:	60	03	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
1060:	DD	21	00	27	DB	00	06	08	CB	47	20	06	DD	36	00	FF
1070:	18	06	DD	36	00	00	16	00	CB	3F	DD	23	DD	23	10	EB
1080:	C9	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
1090:	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
10A0:	FD	4E	09	DD	7E	11	C6	01	DD	77	11	B9	38	0D	DD	36
10B0:	20	31	DD	71	11	DD	36	10	00	18	0E	DD	36	20	30	DD
10C0:	36	20	30	DD	36	10	FF	16	00	C9	FF	FF	FF	FF	FF	FF
10D0:	CB	42	CB	42	FD	36	08	00	FD	36	08	00	C9	FF	FF	FF
10E0:	DD	21	00	27	06	08	DD	7E	00	FE	00	20	09	CD	A0	00
10F0:	CB	46	16	00	18	25	DD	7E	11	DD	A6	10	FD	BE	0A	38
1100:	0D	DD	34	21	DD	E5	D1	CB	3B	FD	73	04	18	03	CD	D0
1110:	00	DD	36	11	00	DD	36	20	30	CB	42	DD	23	DD	23	10
1120:	C5	C9	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
1130:	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
1140:	D9	06	03	06	03	10	FE	D9	C9	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
1150:	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
1160:	D9	00	06	04	00	00	10	FC	D9	C9	FF	FF	FF	FF	FF	FF
1170:	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
1180:	DB	11	E6	02	2B	1D	DB	10	CB	FF	FE	87	20	10	FD	36
1190:	00	FF	FD	36	01	AA	FD	66	02	FD	6E	03	18	03	CD	40
11A0:	01	18	03	CD	60	01	C9	FF	FF	FF	FF	FF	5F	FF	FF	FF
11B0:	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
11C0:	D9	06	0C	06	0C	10	FE	D9	C9	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
11D0:	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
11E0:	DB	11	E6	01	FD	A6	00	2B	34	7E	D3	10	FD	7E	01	CB
11F0:	47	28	05	00	36	30	18	04	CB	46	00	00	0F	FD	77	01
1200:	23	7D	FD	BE	07	20	0A	FD	36	00	00	FD	36	01	00	18
1210:	0A	FD	36	08	00	FD	36	08	00	16	00	18	03	CD	C0	01
1220:	C9	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
1230:	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
1240:	3E	00	06	08	DD	21	20	27	DD	CB	00	46	2B	04	CB	C7
1250:	18	04	16	00	CB	42	0F	DD	23	DD	23	10	EB	D3	01	C9
1260:	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
1270:	FD	36	08	00	FD	36	08	00	00	16	00	C9	FF	FF	FF	FF
1280:	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF

ECO,
Estación Concentradora.

1290:	FD 7E 05 3C	FD 77 05 FD	BE 0B 38 0F	FD 36 05 00
12A0:	FD 7E 06 2F	E6 80 FD 77	06 18 03 CD	70 02 D3 20
12B0:	C9 FF FF FF	FF FF FF FF	FF FF FF FF	FF FF FF FF
12C0:	FF FF FF FF	FF FF FF FF	FF FF FF FF	FF FF FF FF
12D0:	FF FF FF FF	FF FF FF FF	FF FF FF FF	FF FF FF FF
12E0:	FD 7E 04 3C	FD 56 02 FD	5E 07 06 0B	1B 1B B8 20
12F0:	05 D5 DD E1	1B 08 FD 36	08 00 FE 00	FE 00 10 EC
1300:	DD 7E 00 06	04 CB 27 10	FC E6 70 FD	86 04 3C FD
1310:	86 06 D3 02	C9 FF FF FF	FF FF FF FF	FF FF FF FF
1320:	CD 80 01 CD	E0 01 CD 40	02 CD 90 02	CD E0 02 C9
1330:	FF FF FF FF	FF FF FF FF	FF FF FF FF	FF FF FF FF
1340:	D9 06 08 10	FE 00 D9 C9	FF FF FF FF	FF FF FF FF
1350:	FF FF FF FF	FF FF FF FF	FF FF FF FF	FF FF FF FF
1360:	CD 60 00 CD	E0 00 CD 20	03 CD 40 03	1B F2 FF FF
1370:	FF			

APENDICE C

Manual de Instalación y operación.

En el presente apéndice se explica en una forma breve la manera en que ECO debe instalarse, la forma de detectar fallas en su funcionamiento por medio de pruebas sencillas, y una explicación de las ayudas que ECO provee para facilitar el servicio de mantenimiento.

C.1 Instalación.

La estación concentradora debe instalarse en un lugar cerrado y no expuesto a altas temperaturas, de preferencia en un lugar alto, de tal forma que el panel frontal quede a la altura de los ojos. Para ello cuenta con perforaciones en la parte trasera, donde se pueden colocar ganchos para su sujeción.

La entrada de todo los cables debe realizarse por la parte inferior de la estación, utilizando la abertura que para ese propósito se encuentra en la parte derecha.

La instalación de ECO requiere de varios pasos, para que la siguiente descripción sea más clara, se sugiere se tengan a la mano las figuras 4.3, 4.5 y 6.4 .

1. Sujete firmemente la estación concentradora a la pared.
2. Verifique que el interruptor general se encuentre apagado (apuntando hacia la derecha).
3. Conecte la alimentación de CA a la terminal del sistema (denotada K1 en la figura 4.3) en los tornillos 1 y 2. Una vez realizada se puede mover a la posición de encendido (hacia la izquierda) el interruptor general, lo que debe provocar que el "led" indicador de funcionamiento empiece a parpadear. En caso de que esto no suceda, no continúe con la instalación hasta averiguar la causa. En caso de persistir la falla, apague la estación y repórtela como dañada. De no hacerlo así, se puede provocar un daño severo y/o permanente a la estación.

4. Apague el interruptor general para realizar las siguientes conexiones.
5. Conecte los dos hilos del cable telefónico provenientes del PCR a la terminal de tornillos que se encuentra sobre el modem (marcada en la figura 4.3 como K2) a las terminales 2 y 3, sin importar el orden en que la conexión se .
6. Conecte las líneas telefónicas provenientes de los PR que se vayan a usar. Para cada línea se debe seguir el siguiente procedimiento:
 1. Se conecta el interruptor emulador[32] a las terminales de tornillos que le correspondan a ese punto remoto, localizadas en el Módulo de Acoplamiento (ver figura 4.3). El número de terminal que le corresponde (se considera que la terminal número 1 es la inferior y la número 2 la superior, ver figura 6.4), así como el número de los tornillos (numerados de izquierda a derecha) en los que se deben de conectar, están de acuerdo a la siguiente tabla:

# de PR =====	Terminal =====	Tornillos =====
1	T1	1 y 2
2	T1	3 y 4
3	T1	5 y 6
4	T1	7 y 8
5	T2	1 y 2
6	T2	3 y 4
7	T2	5 y 6
8	T2	7 y 8

2. Prender el interruptor general, inmediatamente el "led" indicador de falla del punto remoto que se está conectando se debe apagar (ver figura 4.5). En caso contrario revise las conexiones. De persistir la falla, no continúe, reporte la estación para que sea reparada.
3. Para probar el correcto funcionamiento del canal se

32. El interruptor emulador está constituido por un "push-button" normalmente cerrado y una resistencia, por medio de los cuales se simula un pluviómetro.

aprieta el botón del emulador, la estación concentradora debe recibir un pulso incrementando en uno el contador de eventos del canal y mostrar por medio del despliegue del panel frontal lo siguiente:

- En el despliegue de la izquierda el número del canal
 - En el despliegue de la derecha la cuenta acumulada
 - El "led" indicador de falla en estado correcto (apagado). Sólo en caso de que el botón del emulador se deje presionado por mucho tiempo, el "led" indicador de falla del canal debe prenderse, en cuyo caso la cuenta del canal no será modificada.
4. Una vez más, de no suceder lo descrito, debe reportarse para que sea reparada.
 5. Cuando se ha probado el canal a satisfacción, se debe apagar el interruptor general.
 6. Realizar la desconexión del emulador.
 7. Conectar la línea telefónica. La conexión de los dos hilos de la línea telefónica debe hacerse en los mismos tornillos que hace poco ocupaban las terminales del emulador.
 8. Estos pasos deben repetirse para cada punto remoto que se vaya a conectar.
7. Coloque el interruptor general en la posición de encendido.
 8. Cierre el gabinete con llave.

Cuando se deseen agregar nuevos puntos remotos se debe seguir exactamente el mismo procedimiento descrito para la conexión de los PR.

C.2 Servicio.

Normalmente ECO debe funcionar continuamente. Si se está utilizando una fuente ininterrumpible, aún en los cortes de energía eléctrica. El funcionamiento de ECO puede ser observado por medio de su "led" indicador de funcionamiento, el cual debe parpadear en una forma constante. En caso que esto no suceda, es sintoma de un desperfecto, por lo que debe ser reparada.

En cualquier momento que se tenga duda sobre la correcta operación de algún canal, se puede conectar el emulador en vez de la línea telefónica para comprobar si su funcionamiento es correcto. El procedimiento para realizar la prueba es el siguiente:

1. Colocar el interruptor de encendido en la posición de apagado (apuntando hacia la izquierda).
2. Desconectar la línea telefónica del canal a probar, y conectar el interruptor emulador a las terminales de tornillos del Módulo de Acoplamiento (ver figura 4.3) que antes ocupaba la línea.
3. Prender el interruptor general. En este caso el "led" indicador de falla del punto remoto que se prueba se debe apagar (ver figura 4.5). En caso contrario revise las conexiones. De persistir la falla, **no continúe**, significa que el canal no está funcionando, por lo que ECO debe ser reparada.
4. Para probar la detección de pulsos de este canal se aprieta el botón del emulador, la estación concentradora debe recibir un pulso, incrementando en uno el contador de eventos del canal y mostrar, por medio del despliegue del panel frontal, lo siguiente:
 - En el despliegue de la izquierda el número del canal que se está probando.
 - En el despliegue de la derecha la cuenta acumulada
 - El "led" indicador de falla en estado correcto (apagado). Sólo en caso que el botón del emulador se deje presionado por mucho tiempo, el "led" indicador de falla del canal debe prenderse, en cuyo caso la cuenta del canal no será

modificada.

5. De no suceder lo descrito, debe reportarse que este canal no funciona.
6. Cuando se ha probado el canal a satisfacción, se debe apagar el interruptor general.
7. Realizar la desconexión del emulador.
8. Conectar la línea telefónica. La conexión de los dos hilos de la línea telefónica debe hacerse en los mismos tornillos que ocupaban las terminales del emulador.

El panel frontal (ver figura 4.5) siempre proporciona información sobre el último canal que ha recibido un pulso, y la cuenta de eventos acumulados para el mismo. Los "leds" indicadores de falla proporcionan información sobre el estado operativo de los canales. El foco indicador de funcionamiento permite que se compruebe la operación de la estación concentradora, por medio de su parpadeo constante y uniforme.

Cualquier anomalía en el funcionamiento de ECO debe reportarse a personal calificado para que sea corregida, de no proceder así, se pueden provocar mayores daños.

APENDICE D

Indice de Figuras.

- 2.1 Localización de los pluviómetros.
- 3.1 Estructura general de la red.
- 3.2 Esquema de los pluviómetros.
- 3.3 PR pasivo.
- 3.4 PR activo.
- 3.5 Puesto Central de Registro.
- 4.1 Diagrama a bloques ECO.
- 4.2 Diagrama de flujo general.
- 4.3 Disposición de componentes ECO.
- 4.4 Diagrama eléctrico ECO.
- 4.5 Panel frontal.
- 5.1.1 Diagrama de flujo de INICIALIZA, primera parte.
- 5.1.2 Diagrama de flujo de INICIALIZA, segunda parte.
- 5.2 Diagrama de flujo de FASA_A_VECTOR.

5.3	Diagrama de flujo de INCTIEMPO.
5.4	Diagrama de flujo de 73CICLOS.
5.5	Diagrama de flujo de CHECALINEAS.
5.6	Diagrama de flujo de 74CICLOS.
5.7	Diagrama de flujo de 125CICLOS.
5.8	Diagrama de flujo de LEEPCR.
5.9	Diagrama de flujo de 200CICLOS.
5.10	Diagrama de flujo de TRAMSIT.
5.11	Diagrama de flujo de ACTUALIZALEDS.
5.12	Diagrama de flujo de 66CICLOS.
5.13	Diagrama de flujo de FOCOYDOG.
5.14	Diagrama de flujo de SACACUENTA.
5.15	Diagrama de flujo de MANEJAIO.
5.16	Diagrama de flujo de 141CICLOS.
5.17	Diagrama de flujo de CADA1.5MS
5.18	Tabla de variables.
5.19	Tabla de trasmisión.
5.20	Tabla de líneas.

- 5.21 Tabla de contadores de línea.
- 6.1 PAT 85-ECO.
- 6.2 Diagrama electrónico del Módulo de Diagnóstico.
- 6.3 Disposición de componentes del Módulo de Diagnóstico.
- 6.4 Disposición de componentes del Módulo de Acoplamiento.
- 6.5 Dibujo de la conexión de un pluviómetro y su fotoacoplador incluyendo sus protecciones.
- 6.6 Diagrama electrónico del Módulo de Acoplamiento.
- 7.1 Simulación de pluviómetros.

Bibliografía.

Manual de Operación. Modem SISCO 3/12.
Sistemas y Componentes, S. A.

Signetics Logic-TTL Data Manual
Signetics Corporation 1978.

The Optoelectronics Data Book for Design Engineers.
Primera Edición. Texas Instrument Incorporated.

Transient Voltage Suppression Manual.
Segunda Edición. General Electric Company, USA, 1978.

Z80 Programming Reference Card.
Zilog.

Enciclopedia Salvat Diccionario. Tomo B.
Salvat Editores de México. México, 1976.

Bolaños M. Raul. "Historia Patria."
Editorial Kapelusz Mexicana SA de CV. México, 1974.

Martínez G. Juan. "Microcontrolador FAT 85."
Instituto de Ingeniería. México, 1985.

Millman Jacob. "Microelectronics."
Mc Graw Hill. USA, 1979.

Grogono Peter. "Programming in Pascal."
Addison Wesley. USA, 1980.