

Universidad Nacional de Ingeniería
Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica



**Diseño de un Sistema de Supervisión Centralizada
Para Centrales Pentaconta**

TESIS

Para Optar el Título Profesional de

INGENIERO ELECTRÓNICO

JUAN CARLOS BOY ALARCÓN

Promoción 1983 - 1

LIMA - PERU

1986

INDICE GENERAL

	Pág.
INTRODUCCION	1
CAPITULO I: ESTUDIOS PRELIMINARES	3
1.1 Objetivos y Alcances del Proyecto	3
1.2 Factores Técnico-Económicos que hacen factible el Proyecto	4
CAPITULO II: DESCRIPCION GENERAL	7
2.1 Análisis de la red telefónica CPTSA. Infraestructura actual	7
2.2 Filosofía y Estructura del Sistema de Conmutación Pentaconta	11
- Conformación básica	12
- Red de Conexión	14
- Unidad de Control	21
2.3 Aspectos de Ingeniería del Diseño	28
- Alarmas de Fusible Fundido	31
- Alarmas de falla en el equipo de fuerza	31
- Lámparas de ocupación	33
CAPITULO III: DISEÑO DEL SISTEMA	34
3.1 Diseño de la parte lógica del Sistema	34
3.1.1 Diseño del reductor de voltajes	44

	Pág.
3.1.2 Diseño del analizador de fallas ocurridas en la central	47
3.1.3 Diseño de la interface a Modem	73
3.1.4 Diseño del Circuito del Tablero de Supervisión	77
3.2 Selección de Equipos de Transmisiones	90
3.3 Elaboración del Software del Sistema. Funcionamiento	97
3.3.1 Elaboración del Programa 1	98
3.3.2 Elaboración del Programa 2	116
3.4 Estimación de Parámetros y Características del Sistema	120
3.5 Aspectos Administrativos y Económicos	125
3.5.1 Administración y Operación del Sistema	125
3.5.2 Cálculo de Costos	128
3.5.3 Ventajas del Sistema diseñado	133
CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	135
BIBLIOGRAFIA	138
ANEXOS	139

INTRODUCCION

Una de las ramas más importantes de las telecomunicaciones, por su carácter de servicio social, la constituye la telefonía. Y dentro de ésta tienen especial relieve las centrales telefónicas o lo que se ha dado en llamar "planta interna".

Las primeras centrales que aparecieron fueron las de máquinas rotatorias y luego las de barras cruzadas, ambas de tecnología electromecánica. Sin embargo, durante los últimos años el avance de la electrónica ha sido vertiginoso, lo que ha traído como principal consecuencia la aparición de centrales de tecnología digital.

Esta transición de tecnología ha sido progresiva y se da el caso de países en los cuales coexisten diversos tipos de centrales. Este es el caso del Perú y de manera más específica, el de Lima. La zona de Lima se encuentra actualmente atendida por la Compañía Peruana de Teléfonos, la cual cuenta con centrales Rotary, Pentaconta y Neax.

La presente tesis muestra el diseño de un sistema de supervisión centralizada para centrales Pentaconta, cuya finalidad es modernizar algunos aspectos de su man-

tenimiento. Esta modernización se hace necesaria en el caso de centrales electromecánicas, para que puedan adecuarse a los nuevos criterios de administración de planta interna surgidos ante la aparición de centrales digitales.

En el sistema a diseñar, básicamente se toman las principales señales de alarma e información de cada central Pentaconta (en este caso de la red de Lima), las cuales son analizadas según su importancia y luego transmitidas hacia un solo centro, donde son visualizadas para su respectiva supervisión.

En el Capítulo I, se analizan los objetivos, alcances y factibilidad del proyecto.

En el Capítulo II, se hace un análisis de la red telefónica de CPTSA, su infraestructura actual y se enfocan los aspectos de ingeniería del proyecto.

Posteriormente, el Capítulo III detalla el diseño del sistema. Finalmente, en el Capítulo IV se dan algunas conclusiones y recomendaciones.

Asimismo, el autor agradece la ayuda brindada por el Ing. Percy Fernández Pilco, que en calidad de Asesor del presente trabajo de tesis, prestó valiosa colaboración.

CAPITULO I
ESTUDIOS PRELIMINARES

1.1 Objetivos y Alcances del Proyecto

El presente trabajo tiene como objetivo el dotar a la Compañía Peruana de Teléfonos de un sistema de supervisión centralizada para centrales Pentaconta. La inclusión de este sistema en la red telefónica de Lima, presentaría las siguientes ventajas con respecto al modo de operación actual en los items a continuación.

- Requerimiento de personal, pues actualmente cada central es atendida por 4 técnicos en promedio en horario nocturno, lo cual ya no sería necesario con el nuevo sistema.

Facilidad de supervisión, por el mismo hecho de obtener en un solo lugar y en tiempo real, información del estado en que se encuentran todas las centrales de la red.

- Adición de elementos de tecnología digital en centrales de barras cruzadas, lo cual facilitaría su integración, con centrales de nueva tecnología, las cuales presentan nuevos criterios en este sentido. En el caso específico de las centrales Neax 61 se llega al llamado Centro de Operación y Mantenimiento (COM), en el cual ambas actividades de centrales son realizadas de manera remota.

Cabe anotar que la aplicación del sistema a diseñar, debe ser acompañada de una modificación de las costumbres actuales en materia de mantenimiento de planta interna. En el presente predominan el mantenimiento preventivo y el correctivo, los cuales deben ser reemplazados por el mantenimiento cualitativo o de análisis en prioridad.

Este diseño es aplicable a cualquier red telefónica que posea centrales Pentaconta. Sin embargo, en este caso se trata específicamente de la red CPTSA. Asimismo, no se incluye en el proyecto a las centrales Rotary, pues sus costos y métodos de mantenimiento, así como su relativo grado de obsolescencia, traen una serie de problemas que dificultan su integración al sistema.

1.2 Factores Técnico-Económicos que hacen factible el Proyecto

La Compañía Peruana de Teléfonos ha ido evolucionando de acuerdo a los avances tecnológicos desde las centrales del tipo rotatorio (actualmente 50,000 líneas Rotary 7A, 10,000 líneas Rotary 7E) pasando por las del tipo de barras cruzadas (181,000 líneas Pentaconta), hasta llegar a las centrales digitales a través del presente plan de expansión de 150,000 líneas digitales del tipo Neax 61 (30,000 líneas en servicios).

Según se verá al detalle en el acápite 2.1, la CPT cuenta con 15 centrales Pentaconta que representan el 66% del total de líneas al iniciarse el plan de expansión y

que serán el 46% a su finalización. Teniendo en cuenta que las centrales de barras cruzadas tienen un promedio de antigüedad de 15 años y estimando una vida útil de 20 años más, se puede concluir la importancia de este tipo de centrales en la red telefónica de Lima, lo que justifica el contar con el sistema de supervisión mencionado.

Por otra parte, la expansión referida ha considerado el uso de nuevos soportes de transmisión tales como cables de fibra óptica y enlaces digitales de radio que en un momento posterior podrían ser utilizados en el sistema a diseñar.

Asimismo, las centrales Pentaconta cuentan cada una de ellas con alarmas y lámparas de ocupación que muestran fallas críticas y funcionamiento de sus órganos, las que serán aprovechadas en el sistema proyectado.

En cuanto a los elementos a utilizar, se tendrán en cuenta circuitos digitales y elementos de transmisión disponibles en mercado.

Desde el punto de vista económico, existe una clara ventaja en relación a gastos de operación y mantenimiento con respecto al sistema actual, en el cual cada central Pentaconta es atendida en horario nocturno por unos 4 técnicos en promedio, lo que da en total unas 60 personas por toda la red. En el sistema a diseñar, esta cantidad se reduce a 1 ó 2 personas (que se ubicarían en el

centro de supervisión) por toda la red. Todo el personal excedente puede ser aprovechado en horarios diurno y vespertino, con las consiguientes ventajas de mejores condiciones de trabajo y mayor cantidad de técnicos disponibles para una serie de trabajos de mantenimiento en su misma central. Este personal, en el caso específico de CPTSA puede solucionar el requerimiento de técnicos en las centrales de nueva tecnología (20 centrales Neax 61 proyectadas), las cuales ya están siendo atendidas progresivamente por personas que se encontraban en centrales de barras cruzadas.

Las ventajas del sistema proyectado en comparación con el sistema actual en los aspectos de operación, mantenimiento y costos de inversión son analizados con mayor detalle en el acápite 3.5, en el cual se realiza una evaluación del sistema diseñado.

CAPITULO II

DESCRIPCION GENERAL

2.1 Análisis de la red telefónica CPTSA. Infraestructura actual

La Compañía Peruana de Teléfonos S.A. tiene como área de servicio y responsabilidad, la Provincia del Callao y la Provincia de Lima dentro de una extensión que por el Norte llega hasta Ancón, por el Sur hasta Conchán y por el Este hasta Ricardo Palma. Esta área es atendida por 271,000 líneas telefónicas. El resto del país lo atiende Entel Perú.

En la figura 2.1 pueden observarse las centrales con que cuenta actualmente la CPT, y su interconexión. En el cuadro 2.1 se tiene una relación de la cantidad de líneas que son servidas por cada central y su sistema de equipo de conmutación. Como puede verse, la Compañía cuenta con centrales de tipo rotatorio (10,000 líneas Rotary 7E y 50,000 líneas Rotary 7A2), centrales de barras cruzadas (131,000 líneas Pentaconta 1000C, 50,000 PC1000B y 2 centrales PC1000A) y centrales de tecnología digital (30,000 líneas Neax 61); es decir, el 66% de líneas actuales son atendidas por centrales Pentaconta.

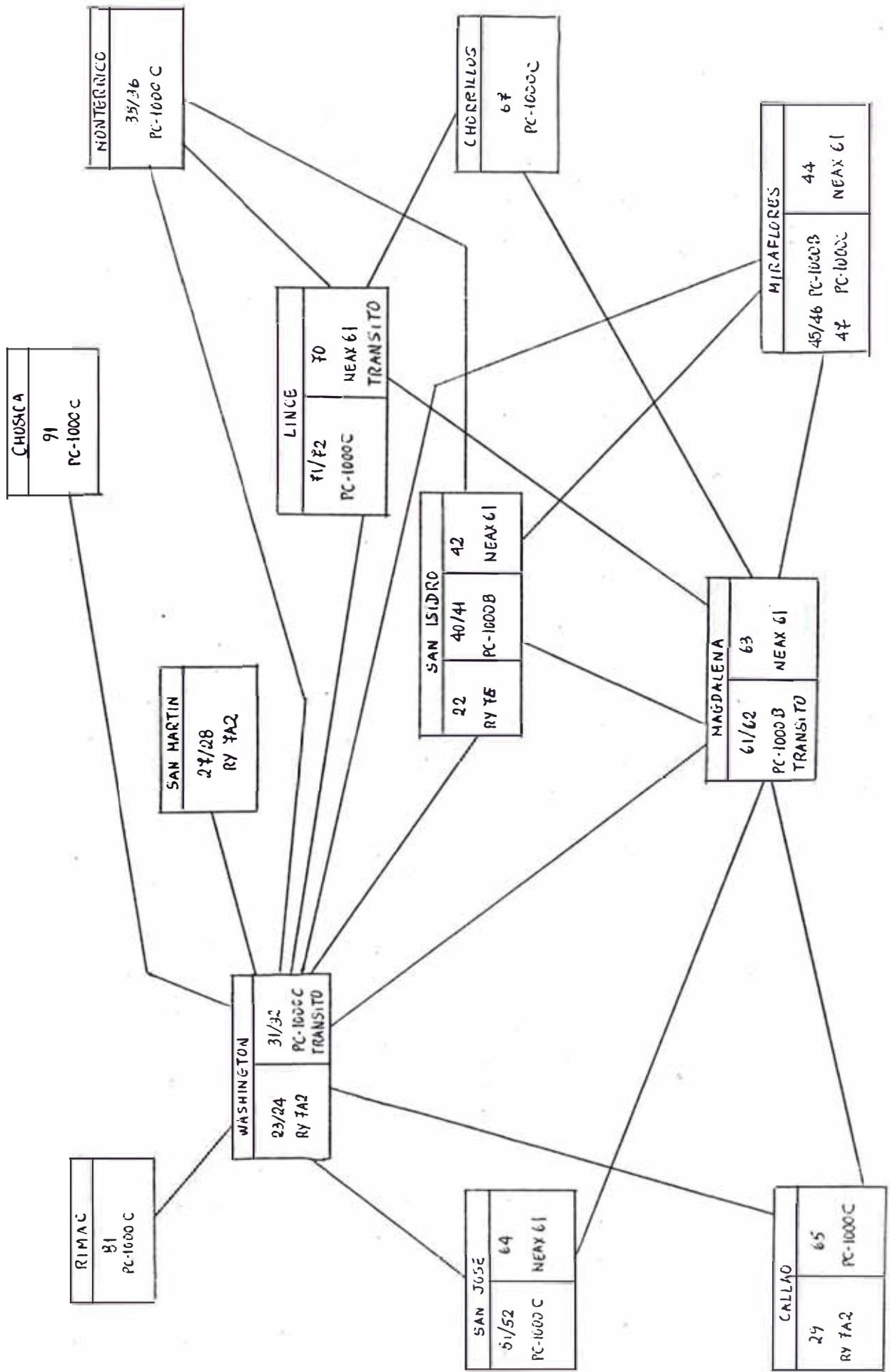


FIG 2.1: INTERCONEXION ENTRE OFICINAS CENTRALES DE LA CPT

CUADRO N°2.1

OFICINAS CENTRALES CON QUE CUENTA LA CPT A FEBRERO DE 1986

<u>Oficina Central</u>	<u>Cantidad de líneas servidas</u>	<u>Sistema de Conmutación</u>
San Isidro 22	10,000	Rotary 7E
Washington 23/24	20,000	Rotary 7A2
San Martín 27/28	20,000	Rotary 7A2
Callao 29	10,000	Rotary 7A2
Washington 31/32	20,000	Pentaconta 1000C
Monterrico 35/36	20,000	Pentaconta 1000C
San Isidro 40	10,000	Pentaconta 1000B
San Isidro 41	10,000	Pentaconta 1000C
San Isidro 42	5,000	Neax 61
Miraflores 44	5,000	Neax 61
Miraflores 45/46	20,000	Pentaconta 1000B
Miraflores 47	10,000	Pentaconta 1000C
San José 51/52	20,000	Pentaconta 1000C
Magdalena 61/2	20,000	Pentaconta 1000B
Magdalena 63	10,000	Neax 61
San José 64	5,000	Neax 61
Callao 65	10,000	Pentaconta 1000C
Chorrillos 67	10,000	Pentaconta 1000C
Lince 70	5,000	Neax 61
Lince 71/72	20,000	Pentaconta 1000C
Rímac 81	10,000	Pentaconta 1000C
Chosica 91	1,000	Pentaconta 1000C
Larga Distancia Nacional		Neax 61/PC 1000A
Larga Distancia Internacional		Neax 61/PC 1000A

En el presente proyecto no se considerará a las centrales de Larga Distancia: Toll Nacional y Toll Internacional, así como la central de Chosica. Las centrales Toll Pentaconta no serán tomadas en cuenta, debido a que en estos momentos la CPT está descargando todo su tráfico en las nuevas centrales Toll Neax. Por este motivo, las centrales Toll Pentaconta se encuentran trabajando en un 30% de su total capacidad y se tiene pensado en un momento dado ya no trabajar con ellas debido a las grandes ventajas que otorga la tecnología digital.

Por otra parte, la central de Chosica no cuenta con personal perenne, sino que periódicamente parten técnicos de Washington 31/32 para realizar su mantenimiento. Este hecho unido a su poca capacidad (1,000 abonados) hace que no sea considerada en el diseño del sistema objeto de la presente tesis.

Haciendo estas consideraciones, el sistema de supervisión centralizada para centrales Pentaconta a diseñar seguirá abarcando el 66% del total de líneas atendidas por la CPT actualmente.

Con respecto a la ubicación del Centro de Supervisión de este sistema, el lugar más recomendable sería Lince (en el mismo edificio de la central Lince 71/72) por corresponder aproximadamente al baricentro del área de servicio atendida por las centrales Pentaconta consideradas en el proyecto. Otra ventaja sería su relación

más estrecha con el Centro de Operación y Mantenimiento (COM) que se encuentra en Lince, el cual atiende de manera remota a las diversas centrales Neax, facilitándose así la integración de las centrales de tecnología electromecánica con las de tecnología digital.

Actualmente, el mantenimiento de una central Pentaconta se lleva a cabo en 3 turnos: diurno (7 a.m. á 3:30 p.m.), vespertino (2 á 10: 30 p.m.) y nocturno (10:30 p.m. á 7 a.m.), los cuales son rotativos cada 15 días. Cada turno es atendido por 5 técnicos en promedio, los que realizan mantenimiento preventivo y correctivo, así como un mantenimiento cualitativo o de análisis muy reducido.

Físicamente, una central Pentaconta está organizada en filas, bastidores y cuadros que contienen los diversos equipos de conmutación. En promedio una central está constituida por unas 25 filas por cada 10,000 líneas. Cada fila está formada por unos 14 á 16 bastidores y a su vez un bastidor comprende 5 á 7 cuadros. Los diversos órganos de conmutación que posee el sistema Pentaconta son mostrados en el acápite 2.2.

2.2 Filosofía y Estructura del Sistema de Conmutación Pentaconta

En este sistema existe una separación bien clara entre los órganos de la Unidad de Control y los órganos de la Red de Conexión, lo cual no es muy claro en sistemas rotatorios. Asimismo, la selección entre 2 salidas no se

hace en forma progresiva, sino que entre la entrada que solicita y la salida deseada, la selección es conjugada, es decir se investiga previamente si existe salida libre en la dirección deseada y de todas las posibles se selecciona una, procediéndose luego, mediante la unidad de control, a la unión respectiva.

Conformación Básica: Una central telefónica tipo Penta - conta está formada por los siguientes conjuntos funcionales: unidad de línea, unidad de grupo y unidad de control. Los 2 primeros conjuntos conforman dentro de la Red de Conexión, lo que se llama "cadena de conversación". Esta cadena de conversación queda establecida a través de tres zonas, tal como se ve en la figura 2.2

- Zona de Concentración de Tráfico o Preselección, donde de todas las posibles fuentes creadoras de tráfico (abonados), sólo se puede dar curso a una parte de ellas.
- Zona de Distribución de Tráfico y Selección de Grupo, donde las llamadas son encaminadas a distintas direcciones y el tráfico es igual en ambos extremos.
- Zona de Expansión de Tráfico o Selección de Línea, donde las llamadas son distribuidas en dirección a los abonados.

La concentración y expansión las efectúa el mismo equipo, la etapa de selección de líneas (conformada por unidades de línea), de manera que la central queda constituida por esta etapa y por la etapa de selección de gruu

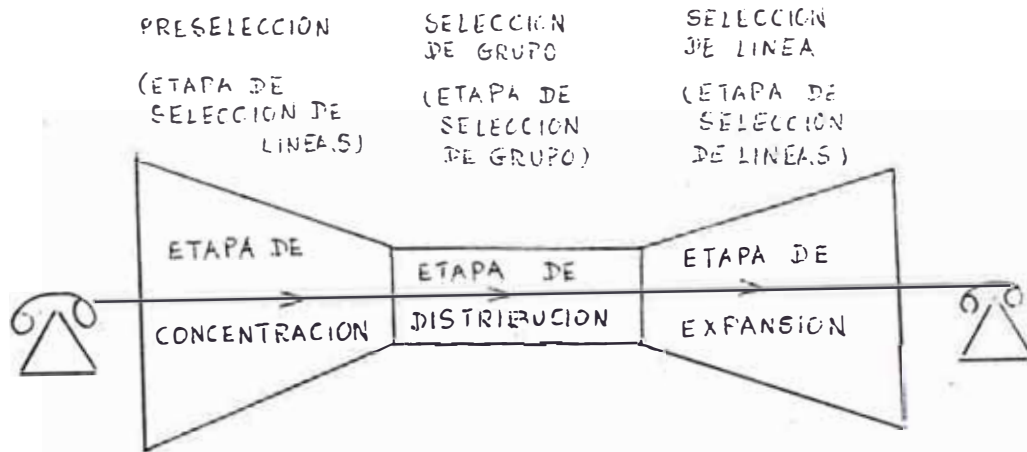


FIG 2.2 : ESQUEMA DE LA "CADENA DE CONVERSACION"

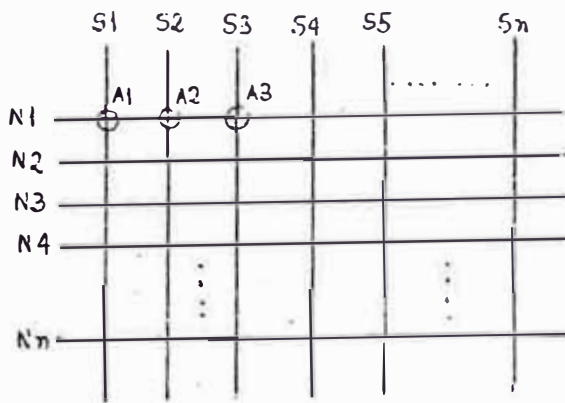


FIG 2.3 : MULTISELECTOR DE BARRAS CRUZADAS

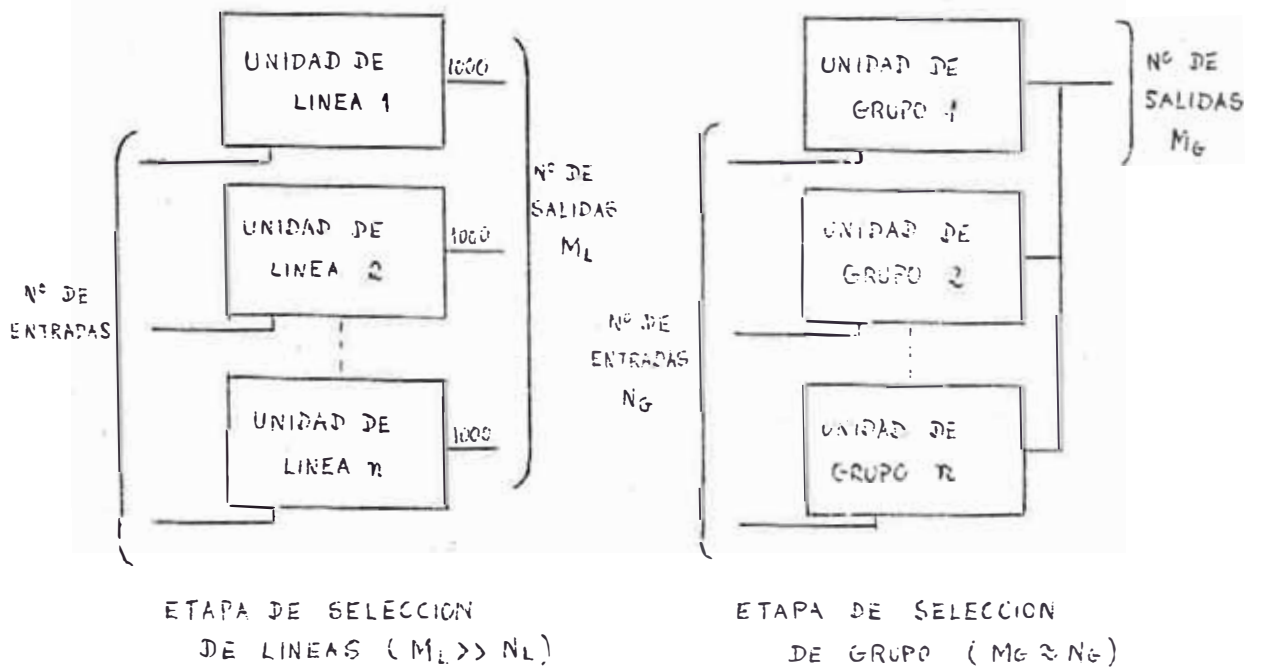


FIG 2.4 : ETAPAS DE SELECCION DE LINEAS Y DE GRUPO

po (conformada por unidades de grupo).

La entreayuda es otro principio característico del sistema que complementa el principio de Selección Conjugada. Fundamentalmente, consiste en buscar un camino secundario, cuando no existe un camino directo entre 2 puntos determinados.

Los conmutadores utilizados son del tipo de barras cruzadas (llamado multiselector) Consta de barras horizontales (niveles) y verticales (selectores) tal como se observa en la figura 2.3. Su misión es conectar la entrada con una de las salidas. Si por ejemplo consideramos entradas a los niveles y salidas a los selectores, si quisiéramos establecer el punto de cruce A3, deberá pasar corriente por el electroimán asociado al nivel N°1 y por el electroimán asociado al selector S3. Cada nivel y cada selector lleva asociado un electroimán y cuando pasa corriente por él, la barra se desplaza ligeramente, haciendo posible establecer un punto de cruce.

Red de Conexión: La etapa de Selección de Líneas como la de Grupo están compuestas por las unidades de líneas y grupo respectivamente. Ambas unidades son análogas en su estructura. Sin embargo, su disposición dentro de cada Etapa de Selección es diferente como se puede ver en la figura 2.4. En la Etapa de Selección de Líneas, las unidades de líneas están totalmente independizadas unas de otras y el número total de salida M_L es mucho mayor que el de entradas N_L , lográndose una expansión (en sentido

contrario se llega a una concentración).

En contraste con ésto, en la Etapa de Selección de Grupo, las distintas unidades de grupo son independientes en cuanto a su funcionamiento, pero tienen sus salidas multipladas, con lo que se consigue una aproximación entre el número de entradas N_G y el de salidas M_G , que llegan a ser sensiblemente iguales. Tanto las unidades de línea como las de grupo, están formadas por multi selectores de barras cruzadas.

a) Etapa de Selección de Líneas: Es la que sirve de entrada a la central, en llamadas procedentes de los abonados; y a la vez de salida de la central en llamadas dirigidas a ellos. Por tanto, cursa dos tipos de tráfico: el procedente de los abonados (tráfico originado) y el destinado a los mismos (tráfico terminal). Los abonados se encuentran conectados a los niveles horizontales de las secciones terminales, las cuales conjuntamente con las secciones primarias conforman la unidad de línea tal como se ve en la figura 2.5, en donde el tráfico terminal se cursa en el sentido de secciones primarias hacia terminales, pero en cambio el originado va en sentido contrario.

Las operaciones que se realizan en la Etapa de Selección de Líneas para cursar el tráfico originado, se denomina Preselección. Al proceder la llamada de un abonado que está conectado a un nivel de una sección

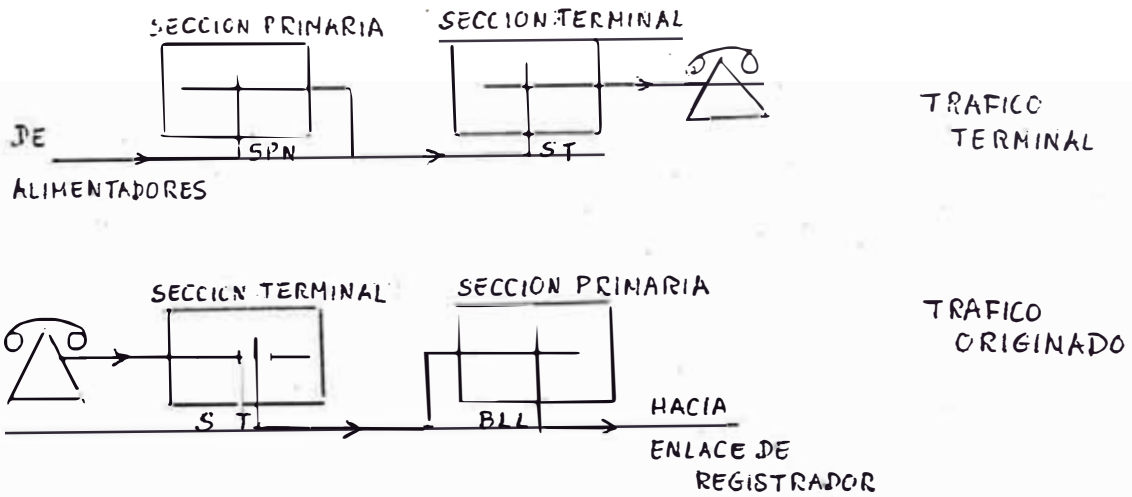


FIG 2.5 : TIPOS DE TRAFICO EN LA UNIDAD DE LINEA

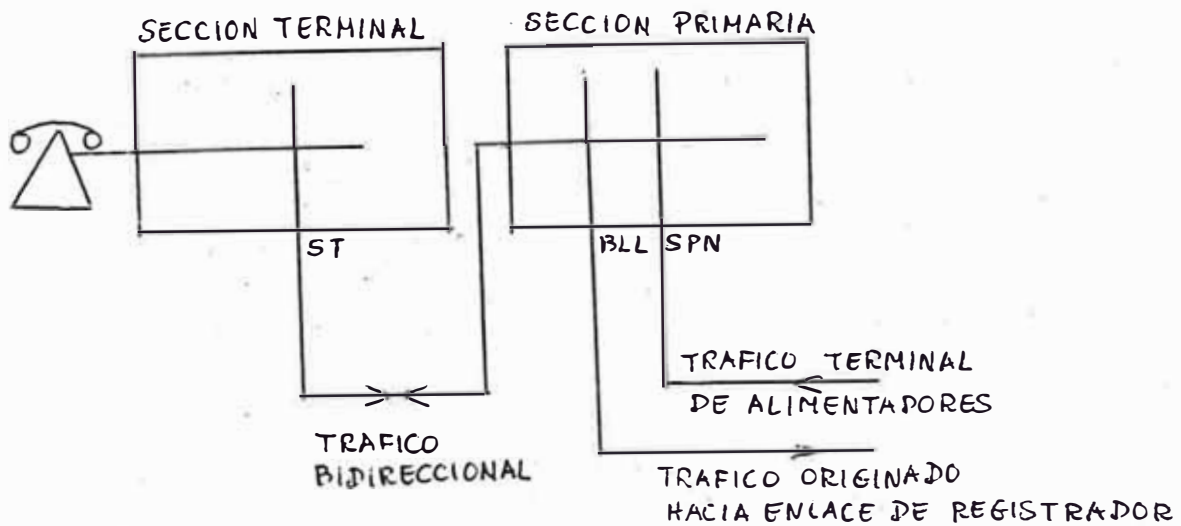


FIG 2.6 : ESPECIALIZACION DE LOS SELECTORES PRIMARIOS

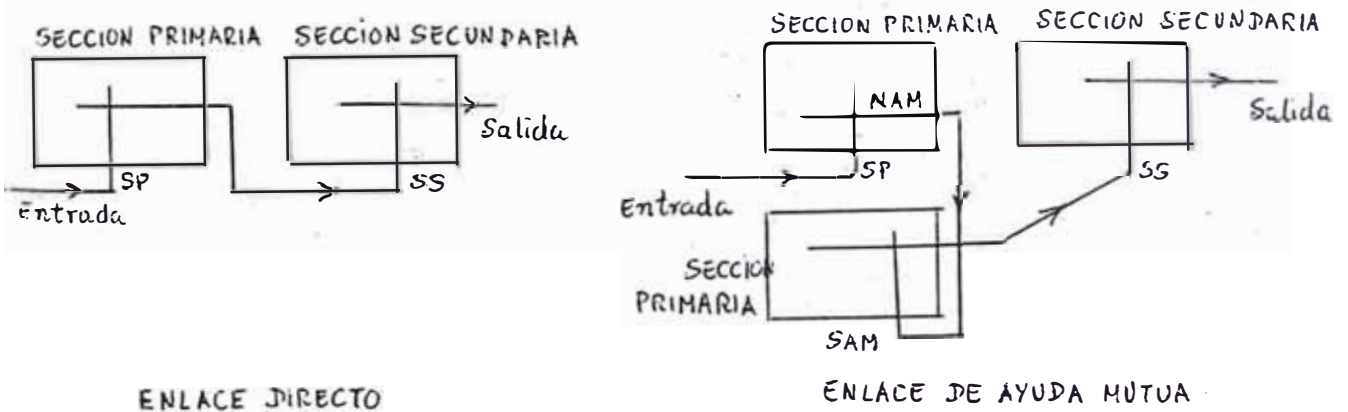


FIG 2.7: TIPOS DE ENLACE ENTRE SECCIONES PRIMARIAS Y SECUNDARIAS EN LA UNIDAD DE GRUPO

terminal, entrará por dicho nivel. Una vez en esta sección, para ir a la primaria, saldrá por el selector denominado terminal (ST). En la sección primaria entrará por niveles horizontales y saldrá por selectores (buscadores de llamada, BLL). Es de advertirse, que mientras los selectores terminales van a cursar tanto el tráfico originado como el terminal, los selectores de las secciones primarias se especializan: los que cursan el tráfico originado, se denominan buscadores de llamada y los que cursan el terminal son llamados selectores penúltimos, como puede verse en la figura 2.6.

Se denomina Selección de Línea al conjunto de operaciones que realiza la Etapa de Selección de Líneas, cuando se cursa tráfico terminal. En este caso se entra en las secciones primarias por los selectores penúltimos, se sale de ellas por un nivel, luego se entra a las secciones terminales por los selectores terminales y se llega a los abonados finalmente a través del nivel que le corresponda, pues cada abonado va conectado a un nivel.

Cada unidad de línea lleva asociado a ella y para su gobierno 3 marcadores. El marcador realiza la selección conjugada y de los 3 existentes, sólo 2 se encuentran disponibles para cursar una llamada y entre ellos se realiza una exclusión. Existen asimismo 2 grupos de relés de marcaje, cada uno de los cuales a-

tiende a la mitad de abonados de la unidad de línea, cuando se trata de tráfico terminal. También existen 2 grupos de relés llamados comunes usados en el caso de tráfico originado.

b) Etapa de Selección de Grupo: Según se vió está conformado por las unidades de grupo. La unidad de grupo consta de una serie de multiselectores divididos en 2 bloques: secciones primarias y secciones secundarias.

Las entradas a la unidad de grupo se realizan siempre por los selectores de las secciones primarias, y las salidas, por niveles de las secundarias. Todas las secciones de la unidad de grupo tienen 52 niveles de salida. Dentro de las secciones primarias, existen dos tipos de selectores: los selectores primarios (SP) que se utilizan como entrada a la sección; y los selectores de ayuda mutua o entreayuda (SAM), que van unidos a los niveles de ayuda mutua de las restantes secciones primarias.

Existen 2 tipos de enlace entre secciones primarias y secundarias, graficados en la figura 2.7:

- Primeramente la comunicación se establece directamente entrando por un selector primario, sale por un nivel con acceso a un selector secundario y sale por un nivel de la sección secundaria.
- Al no existir enlace directo con la sección secundaria libre, la sección primaria toma uno de los nive

les de entreayuda con secciones primarias. Llega así a otra sección primaria donde ingresa a través de un selector primario de entreayuda, se dirige luego desde un nivel de entreayuda (de esta última sección primaria) al selector secundario afectado, saliendo por un nivel de la sección secundaria.

El tráfico a través de la unidad de grupo siempre va en el mismo sentido. Sin embargo, se pueden distinguir cuatro tipos de tráfico o llamadas, según el origen y destino de los mismos, como se observa en la figura 2.8: llamada local, llamada entrante, llamada saliente y llamada de tránsito. Los elementos nuevos que aparecen en la figura 2.8 serán tratados más adelante.

Este hecho hace que las unidades de grupo se encuentren especializadas. Así, existirán unidades de grupo local y de salida, unidad de grupo de entrada y unidad de grupo de tránsito.

- c) Otros elementos de la Red de Conexión: Entre estos tenemos al Enlace de Registrador, situado entre las Etapas de Selección de Líneas y de Grupo, cuya misión es el servir de punto de unión a la Red de Conexión y a la Unidad de Control (vista más adelante) Una vez que la Unidad de Control ha realizado sus funciones y se retira, el Enlace de Registrador se encarga de prolongar el camino de conversación entre las Etapas de

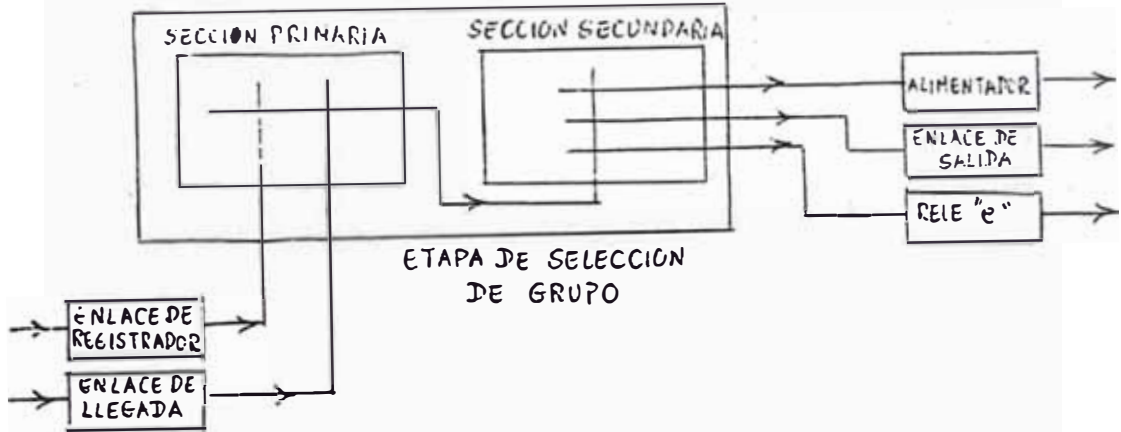


FIG 2.8a: TIPOS DE ENTRADAS Y SALIDAS DE LA UNIDAD DE GRUPO

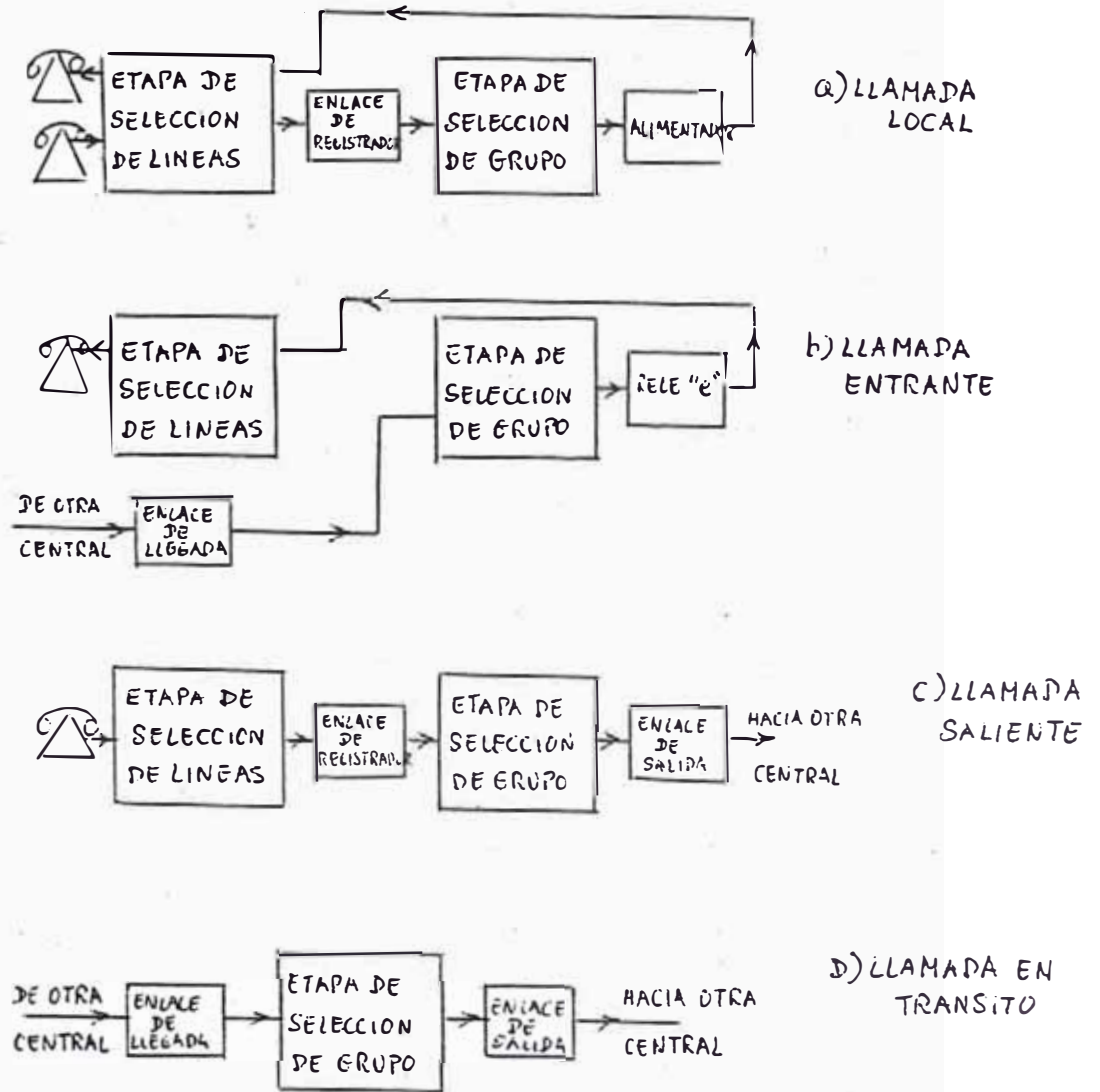


FIG 2.8b: TIPOS DE TRAFICO O LLAMADAS EN UNA CENTRAL

Selección de Líneas y de Grupo.

Con respecto al circuito de Relés de corte del Hilo "m" (llamados relés "e") constituye simplemente un circuito de paso entre las secciones secundarias de la Etapa de Selección de Grupo y la de Selección de Líneas.

Tanto el Alimentador Local como los Enlaces de Entrada y Salida tienen funciones de alimentación de los aparatos de los abonados y los 2 últimos además el intercambiar información entre dos centrales (señalización multifrecuencia).

Unidad de Control: Está constituido por los órganos encargados del gobierno y supervisión de los órganos que intervienen en la red de conexión. Los órganos de control sólo actúan durante el establecimiento de la comunicación, hasta que éste se complete. La unidad de control se compone de los Registradores y de una serie de órganos que los ayudan en su misión de gobierno y control (Receptores, Emisores, Traductores, Marcadores y Vías de Transmisión).

a) Registradores: La unidad de control de una central tendrá tantos Registradores, como sean necesarios para atender el tráfico que haya de cursarse. Las funciones de un Registrador son muy variadas, ya que ha de generar las órdenes para que se realicen todas las

selecciones, y ha de supervisar el funcionamiento de todos los órganos, hasta que la comunicación haya sido establecida. Estas funciones son las siguientes:

En cuanto un abonado descuelga su teléfono, el Elemento de Selección de Líneas correspondiente, realiza las operaciones de Preselección, que no consisten más que en buscar un Registrador libre que se conecte al abonado. Una vez hecho ésto, el propio Registrador le envía al abonado la señal de marcar, indicándole que ya puede comenzar a enviar las cifras.

El Registrador va recibiendo estas cifras en forma de impulsos decimales (un siete serán siete impulsos, por ejemplo) e inmediatamente las transforma al Código interno del Sistema Pentaconta (código 2 entre 5) y las va almacenando en los bancos de relés-memoria que existen al efecto. Cuando se hayan recibido un cierto número de cifras (depende de cada tipo de central), el Registrador se conectará al Traductor, a través de las Vías de Transmisión y se las enviará.

El Traductor envía al Marcador de Grupo los Códigos (llamados de marcaje) necesarios para que se realice la selección de grupo. El Marcador, una vez que tiene esta información, y valiéndose de los Relés de Marcaje (de grupo), señala todas las salidas libres hacia la dirección deseada (estas salidas pueden estar en cualquier sección secundaria) Estas operaciones

realizadas por el Marcador, reciben la denominación de Marcaje. Luego el Marcador determinará la sección secundaria y selector a utilizar entre todas las posibles. Una vez hecho ésto, indica a la sección primaria y a la secundaria cuáles son los niveles elegidos en cada una de ellas, y le comunica al Registrador la categoría de salida encontrada en la Etapa de Selección de Grupo.

Según la categoría recibida pueden suceder dos cosas:

- En primer lugar, si la categoría es Selección de Líneas, el Registrador se dispondrá a efectuar el envío de información numérica al Marcador de Líneas (en este caso el envío es directo, sin pasar por el Traductor). Una vez realizadas las selecciones, el Registrador recibe desde el Marcador la categoría de la línea alcanzada (abonado llamado libre, abonado llamado ocupado, línea muerta, etc.). A continuación, si la comunicación ha sido realmente establecida, el Registrador se libera.
- En segundo lugar, la categoría puede ser la de un cierto tipo de Enlace de Salida (Multifrecuencia, decimal). Inmediatamente, el Registrador dará la orden de conexión a la unidad de grupo e iniciará la búsqueda de un Emisor, del tipo correspondiente al Enlace de Salida dado. Le enviará las informaciones necesarias, para que éste a su vez, las man-

de a la central distante. Una vez finalizado el envío, señalará con el Enlace de Salida y se liberará.

Normalmente, en una central existen 2 tipos de Registradores, unos que cursan el tráfico local y de salida y otros que cursan el tráfico entrante y de tránsito (si es que existe). Asimismo, los registradores de entrada son de tipo especializado: registradores de entrada multifrecuencia y registradores de entrada Rotary, que poseen receptor incorporado.

- b) Emisores y Receptores: Son órganos auxiliares de los registradores que han sido creados para simplificar los y son tomados por éstos cuando necesitan entenderse con otras centrales, principalmente para el intercambio de las señales de selección, tales como cifras del abonado llamado, categorías, situación del abonado llamado, etc.

Hay tantas clases de emisores y receptores como diferentes clases de señalización multifrecuencia o decimal. El acceso de los registradores a emisores y receptores se realiza por un paso de concentración llamado Buscador de Auxiliares (mostrado en las figuras 2.9 y 2.10).

- c) Traductores: Según se vió, la función del Traductor era facilitar los códigos de Marcaje al Marcador de Grupo para que éste pueda llegar a cabo las seleccio-

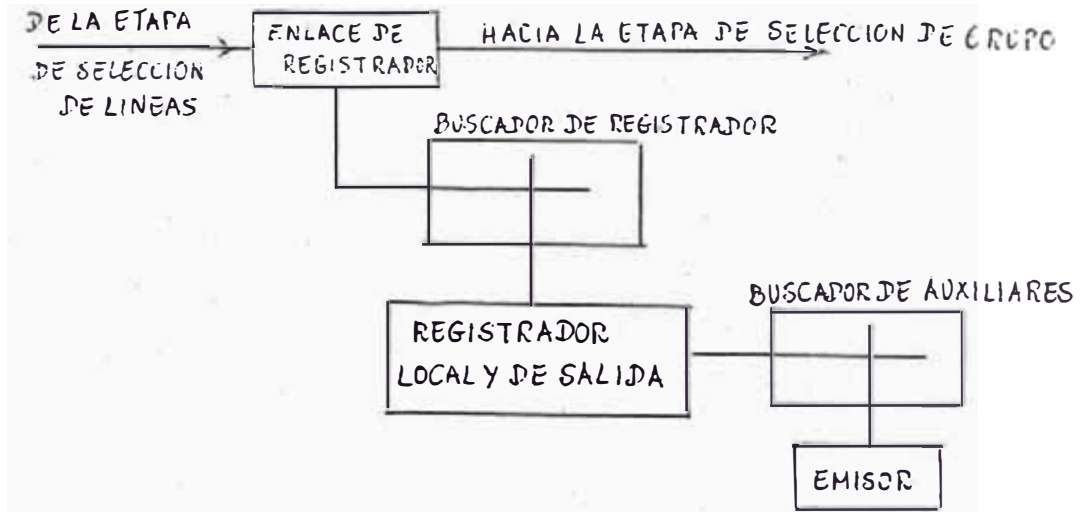


FIG 2.9: CADENA LOCAL Y DE SALIDA

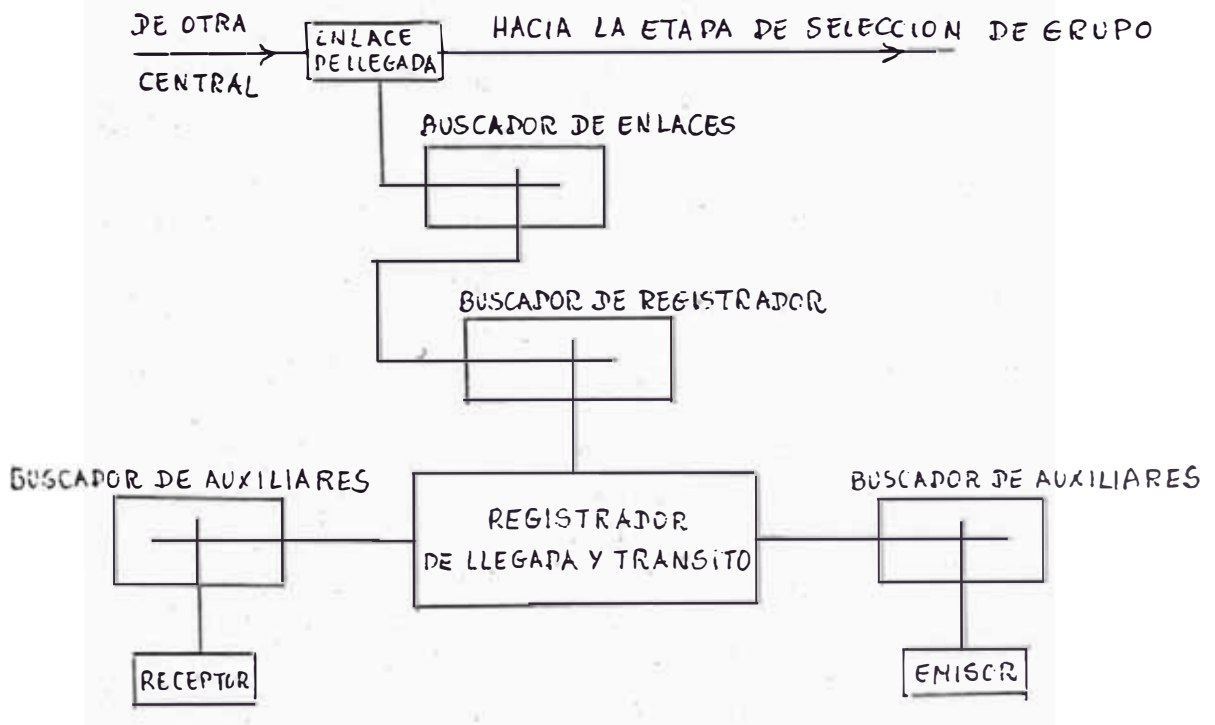


FIG 2.10: CADENA DE LLEGADA Y TRANSITO

nes dentro de su Etapa. El orden del tiempo de ocupación del Traductor es muy pequeño, pues uno sólo es capaz de cursar 14,000 llamadas en 1 hora. Sin embargo, se equipan en mayor número en una central, por razones de seguridad.

d) Marcadores: De lo tratado anteriormente, se deduce que sus funciones fundamentales son:

- Recibir desde el Registrador o Traductor las informaciones necesarias para realizar las selecciones en la unidad de línea o grupo respectivamente.
- Supervisar y gobernar todas las operaciones que se realicen en la unidad de línea o grupo dado.
- Informar al Registrador del resultado obtenido en las selecciones efectuadas (categoría alcanzada, con gestión, etc.)

e) Buscadores de Registro y Buscadores de Enlaces: Los buscadores de registro son multiselectores que permiten el acceso de un grupo de 52 Enlaces de Registrador (en sus niveles) a 6 registros (en sus selectores). Estos buscadores, mostrados en la figura 2.9, son usados en la cadena local. En la cadena de llegada se usa además un buscador de enlaces que aumenta la accesibilidad.

La figura 2.10 muestra una cadena de llegada y tránsito. Si fuera sólo cadena de llegada, no utilizaría emisor.

Asimismo, en el caso de un registrador de entrada especializado (sin tránsito) no existiría el receptor, por estar incorporado en el mismo registro.

- f) Haces Conectores: Son usados sólo en el momento de necesitarse un intercambio de información. Existen -Haces Conectores de 2 vías de transmisión y los hay también de 4 vías, llamando vía al canal compuesto de 20 hilos que permite los caminos necesarios para el paso de la información. Los Haces Conectores proporcionan un camino disponible entre 2 órganos para comunicarse bidireccionalmente en código 2 entre 5.

Se tienen 5 tipos de haces según la fase en que trabajan: Haz Conector (HC) de Preselección, HC de Selección de Grupo Local y de Salida, HC de Selección de Grupo de Entrada, HC de Selección de Línea y HC de Selección de Tránsito.

- g) Acopladores de Preselección y Selección: En una central, normalmente existe un gran número de registradores. Como éstos están presentes en todas las tomas del Haz Conector, si hubiera de unirse directamente a este último, se necesitarían Haces Conectores con un gran número de puntos de acceso. Por esto, se emplean Acopladores, como elementos de unión entre Registrador y Haz Conector. Al ser menor el número de Acopladores que el de Registradores, se llega a una concentración de éstos sobre los Haces Conectores.

res, consiguiéndose una reducción del número de puntos de acceso a estos últimos (más económico). El Acoplador de Preselección trabaja con el HC del mismo nombre, mientras que el de Selección trabaja con los otros 4 HC de Selección.

Normalmente 2 Acopladores de Selección y 2 de Preselección atienden a 12 registros.

- h) Conectores de Traductor: Concentran los Acopladores de Selección sobre los Traductores, pues el número de éstos en una central es mucho menor que el de los Acopladores de Selección.

El esquema total de una central Pentaconta (sin tránsito) es mostrado en la figura 2.11.

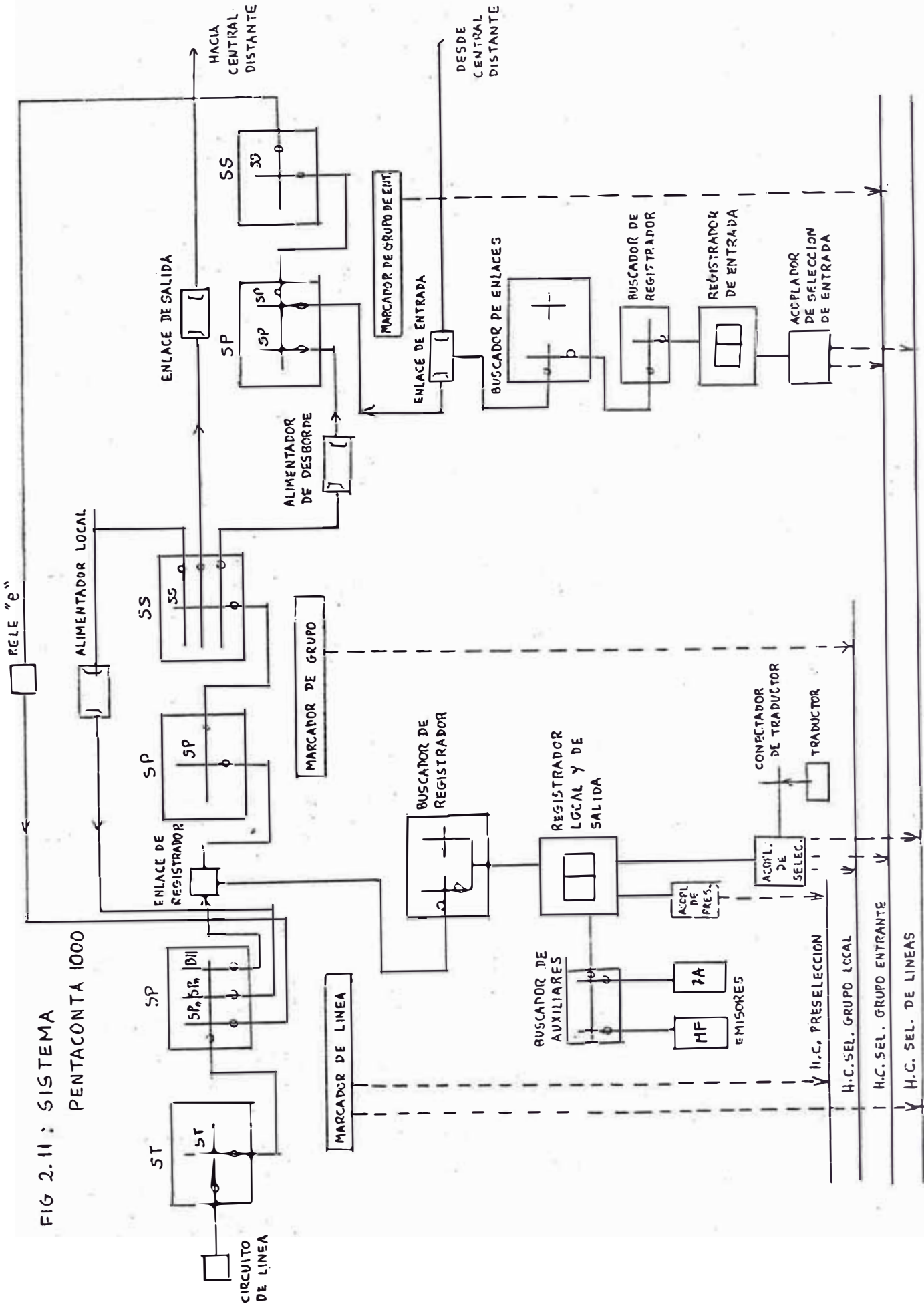
2.3 Aspectos de Ingeniería del Diseño

En el diseño objeto de la presente tesis, se toman las principales señales de alarma e información de cada una de las 12 centrales Pentaconta consideradas. Estas señales serán analizadas según su importancia, por medio de un circuito digital que las clasificará en 2 categorías:

- a) Alarmas mayores: Son aquellas señales que requieren una intervención inmediata. Son urgentes.
- b) Alarmas menores: Son aquellas señales en que la intervención para su corrección puede posponerse hasta el momento conveniente (por ejemplo el personal de con

FIG 2.11 : SISTEMA

PENTACONTA 1000



servación no debe ser llamado durante la noche). Son no urgentes y corresponden en general a las señales de información.

El circuito digital mencionado será equipado en cada central Pentaconta y analizará lógicamente la gran cantidad de señales existentes en cada una de ellas, teniendo como salida una cantidad de señales mucho menor. Esta disminución es necesaria, pues posteriormente serán junta dos las informaciones de cada una de las 12 centrales y si no se realizase, el número de señales a visualizar por el personal de turno, sería excesiva y redundaría en una supervisión ineficiente. Este bloque digital indicará de qué problema se trata y lo clasificará como alarma mayor o menor. Cada alarma corresponderá a una señal visible (lámpara). El diseño del bloque mencionado es detallado en el acápite 3.1.

Asimismo, cada central Pentaconta deberá contar con un modem que realizará la transmisión de las señales de salida del bloque digital hacia el Centro de Supervisión, el cual deberá poseer un modem y un tablero en el que se visualizarán estas señales por cada central Pentaconta. Los pormenores de los aspectos de transmisión son mostrados en el acápite 3.2.

Este Centro de Supervisión sería atendido en horario nocturno por 1 sola persona que deberá controlar el en-

cendido de las Lámparas de los tableros de cada central Pentaconta. En el caso de una alarma menor o de información, registrará el hecho por escrito, conformándose archivos de ocurrencias que serían posteriormente analizados para sacar conclusiones acerca del funcionamiento de cada central. En caso de tratarse de una alarma mayor o urgente, esta persona, reportará o llamará al personal de conservación que tendría que acudir en este momento a la central con problemas. Como los casos de urgencia en centrales son muy poco frecuentes (especialmente de noche), el requerimiento de personal sería ínfimo, ya que desaparecerían los turnos nocturnos en cada central de barras cruzadas, por no ser ya necesarios.

La atención en horarios diurnos y vespertinos en el Centro de Supervisión sería optativa, pues no es necesaria debido a que en las centrales Pentaconta se mantendrían ambos turnos.

El diseño mostrado en la presente tesis aprovechará las siguientes alarmas y lámparas de ocupación disponibles en una central Pentaconta:

Alarma de Fusible Fundido: Que pueden ser de fila o de bastidor. En ambos casos debido a cortocircuito o sobrecarga en el suministro (-48V) a la fila o bastidor.

Alarmas de falla en el equipo de fuerza: El equipo de fuerza de una central Pentaconta está conformada por 6 rectificadores, 2 juegos de baterías de 26 celdas cada uno (23

principales y 3 de emergencia), un motor de emergencia y un panel de control.

En condiciones normales, los rectificadores están en servicio alimentando a la central y los dos juegos de baterías se encuentran en paralelo con los rectificadores. Los rectificadores son alimentados por línea trifásica y otorgan cada uno 50 V. \pm 1% á 400 Amp. Las celdas de las baterías son de núcleo ácido y son de 2.2 V. cada una.

Cuando debido a una falla en la red de alimentación, los rectificadores quedan fuera de servicio, las baterías otorgan el voltaje necesario a la central, hasta el momento que opera el motor de emergencia automáticamente. Al operar éste conjuntamente con el generador, otorga alimentación trifásica a los rectificadores pasando ellos nuevamente a suministrar la energía necesaria para la central. Las celdas de emergencia son utilizadas automáticamente cuando el voltaje de salida es menor de 46V. (este caso se da cuando se interrumpe el suministro principal, pues las baterías al alimentar la central, comienzan a descargarse) y son desconectadas cuando supera los 52 V.

Las alarmas de falla en el equipo de fuerza se encienden cuando se presentan algunas de las siguientes circunstancias:

- a) La tensión continua desciende por debajo de 46V. ó aumenta por encima de 52 V.
- b) Se interrumpe el suministro de corriente alterna de la red.
- c) Entran en servicio los elementos de emergencia de la batería, siendo normal el suministro de la red.
- d) Se funde un fusible en el circuito de distribución de energía o en el circuito de batería
- e) Se funde un fusible en la unidad de control de protección.

Lámparas de ocupación: Que permiten la observación visual de los tiempos de ocupación de órganos tales como registros, emisores, traductores, acopladores, haces conectadores, marcadores y relés de marcaje. Aprovechan la operación de relés característicos que operan cuando es tomado el órgano y se liberan cuando el órgano termina su trabajo.

El funcionamiento de estas alarmas y lámparas de ocupación es analizado en el acápite 3.1, pues constituyen las entradas del bloque que constituye la parte lógica del sistema.

CAPITULO III
DISEÑO DEL SISTEMA

3.1 Diseño de la parte lógica del Sistema

Las señales de alarma e información disponibles en una central Pentaconta, que serán analizadas por el circuito digital a diseñarse, son las siguientes:

A. Alarmas de fusible fundido:

- a) Lámpara de fusible fundido en el panel de fusibles de fila (FF): En este caso, como se observa en la figura 3.1, se cierra el circuito del relé F1 de la fila 1, que por su contacto de trabajo f1 hace prender la lámpara FF. Análogamente sucede con cada una de las filas de la central (en este caso se suponen 40).
- b) Lámpara de fusible fundido en el panel de fusibles de bastidor (FB): Como se aprecia en la figura 3.2, se cierra el circuito del relé B1 del bastidor 1 de la fila 1 que por su contacto de trabajo b1 hace operar a BF1, el cual cierra su circuito por cualquiera de los bastidores de la fila 1. La lámpara FB se prenderá por el trabajo del contacto bf de cada una de las filas de la central.

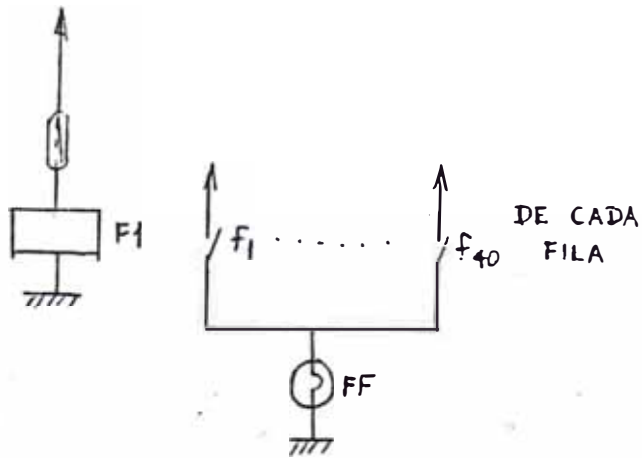


FIG 3.1 : LAMPARA DE FUSIBLE DE FILA FUNDIDO

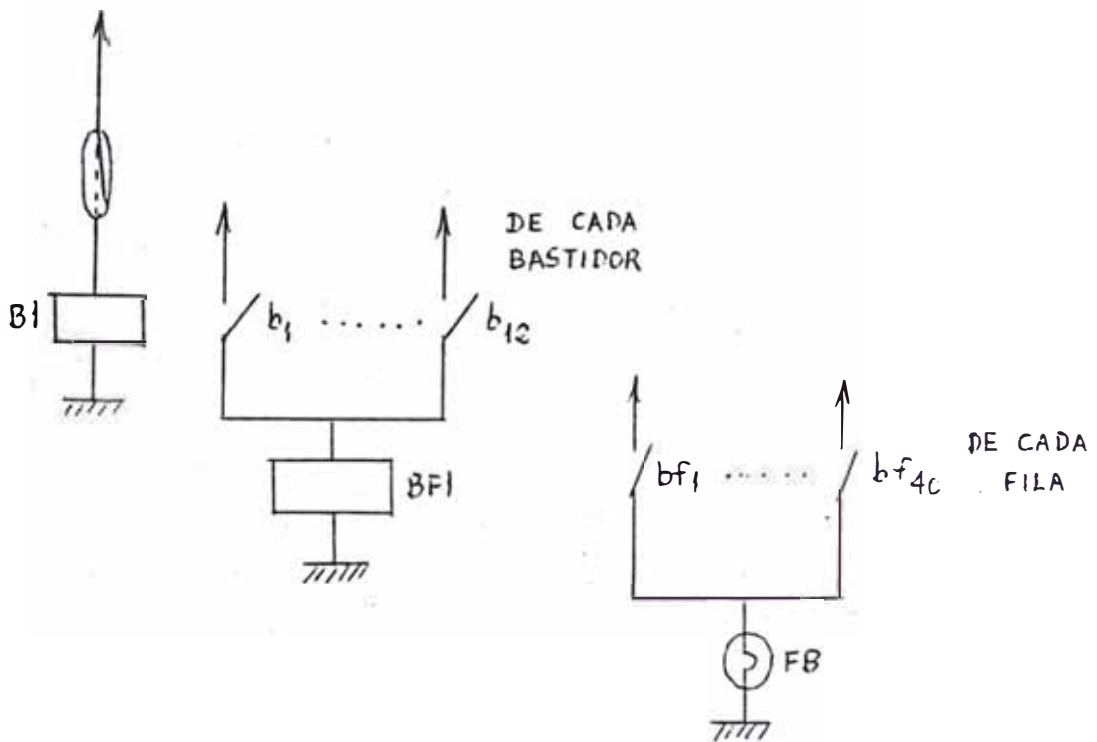


FIG 3.2 : LAMPARA DE FUSIBLE DE BASTIDOR FUNDIDO

B. Alarmas de falla en el equipo de fuerza:

Las cuales se encuentran en un bastidor de control.

- a) 48V. anormal (VAL): La tensión de flotación es menor de 46V. ó mayor de 52V. Se pone en marcha el servomotor, que agrega ó corta el servicio de las tres celdas de emergencia.
- b) Falla de la red (MSFL): Falla de alimentación AC.
- c) Conmutador de elementos en posición impropia (ESAL): Las tres celdas de emergencia de la batería están en servicio a pesar de la presencia de los rectificadores que entregan la corriente necesaria.
- d) Fusible (FL): Un fusible del bastidor de control ó del bastidor de tonos se ha quemado.
- e) Fusible de salida (OFL): Un fusible de alimentación de la central se ha quemado.
- f) Batería descargada (BSL): Las tres celdas de emergencia de la batería están en servicio por medio del conmutador del servomotor.
- g) Batería en carga (ESL): El conmutador carga/flotación BS de uno de los dos juegos de batería, está en posición de carga.

El funcionamiento de estas alarmas puede observarse en la figura 3.3 que muestra el esquema del bastidor de control del equipo de fuerza.

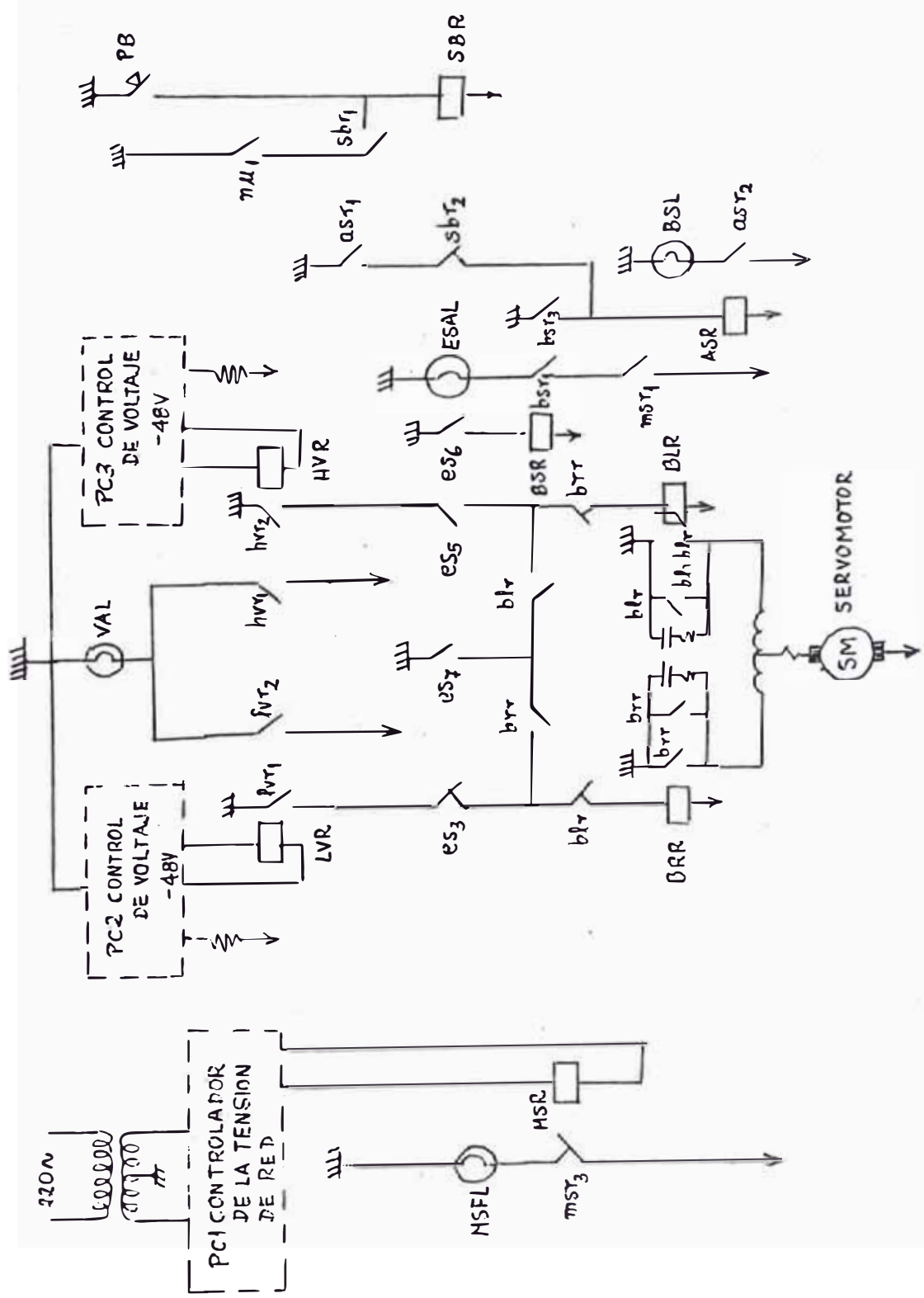


FIG 3.3: ESQUEMA DEL BASTIDOR DE CONTROL DEL EQUIPO DE FUERZA

Cuando falla el suministro principal AC (controlado por la tarjeta PC1), el voltaje a través del relé MSR cae a tal punto que éste se libera, enviando potencial de tierra a través de su contacto msr3 a la lámpara MSFL que se prende.

Cuando el voltaje de salida DC (controlado por PC2 y PC3) cae a 46V., el relé LVR opera y mientras las celdas de emergencia (ó finales) están desconectadas (conmutador ES de la celda final en posición 1, como se ve en la figura 3.4 que muestra el esquema de control de las baterías), se excita el relé BRR vía un contacto de trabajo de LVR, contacto 3 de ES y un contacto de reposo de BLR. El relé BRR cierra el circuito del servomotor M, el cual gira en tal sentido que el conmutador de la celda final se sitúa en la posición 2 para conectar las celdas de emergencia.

Cuando el voltaje de salida aumenta a 52V., HVR opera y mientras las celdas finales están en servicio (ES en posición 2), se excita el relé BLR vía un contacto de trabajo de HVR, contacto, 5 de ES y un contacto de reposo de BRR. El relé BLR cierra el circuito del servomotor, que entonces gira en la posición opuesta, de modo que el conmutador de la celda final regresa a la posición 1 para desconectar las celdas de emergencia.

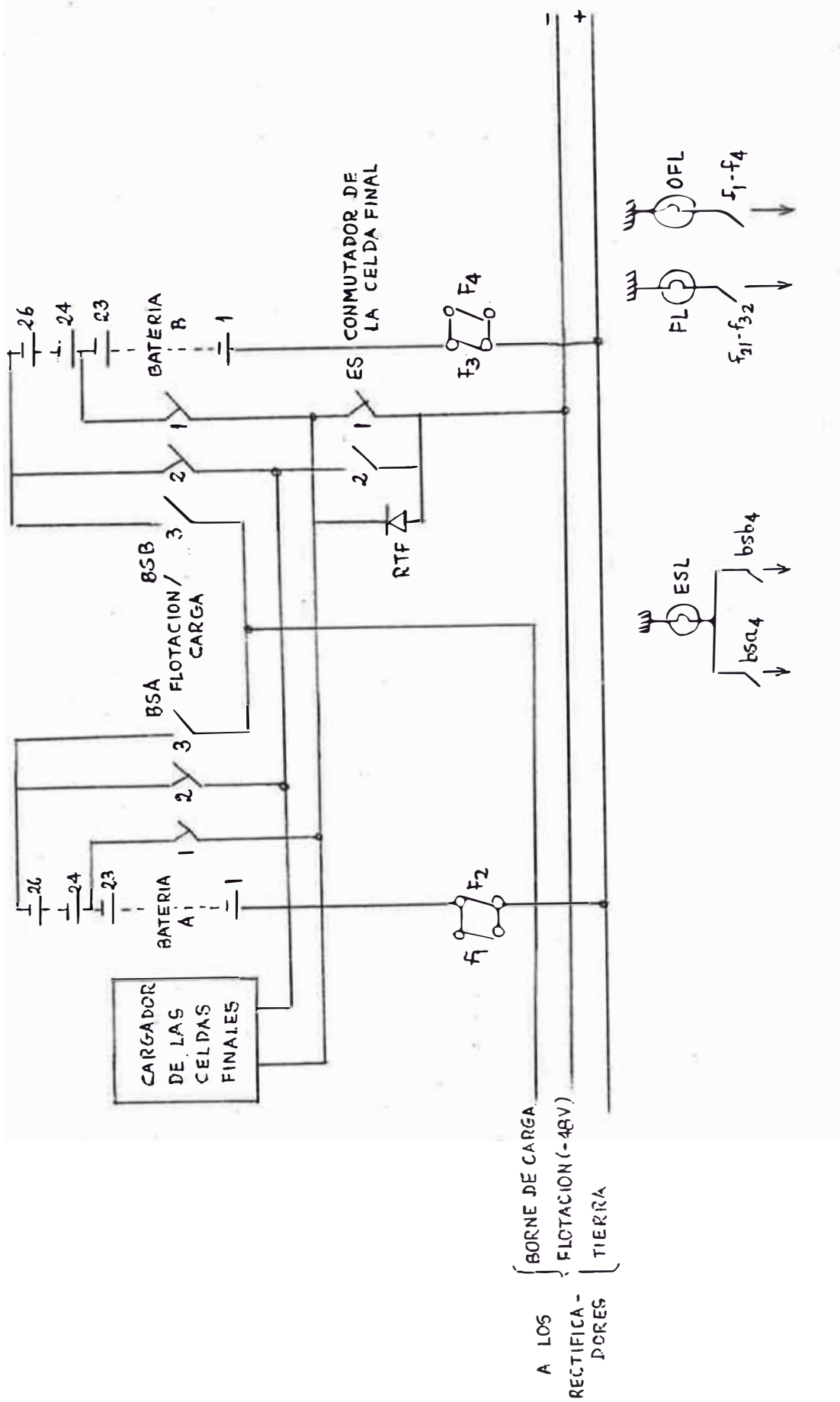


FIG 3.4 : ESQUEMA DEL CONTROL DE LAS BATERIAS

Mientras el conmutador de la celda final está en una posición intermedia, el contacto 7 de ES está cerrado y bloquea al relé BRR ó BLR para asegurar que la alimentación del servomotor no sea interrumpida antes de que ES alcance su nueva posición.

Tanto al operar LVR, como HVR, vía un contacto de trabajo se alimentará la lámpara VAL (48 V. anormal).

En el caso de las lámparas FL y OFL (figura 3.4), estas serán alimentadas vía el contacto de alarma del fusible respectivo.

La lámpara ESAL se prende cuando las celdas finales entran en servicio mientras el suministro principal esta normal. Al situarse ES en la posición 2 (figura 3.4), opera el relé BSR vía el contacto 6 de ES. La lámpara ESAL es alimentada vía un contacto de trabajo de BSR en serie con otro de MSR.

Cuando ES está en la posición 2, opera el relé ASR vía un contacto de trabajo de BSR y es bloqueado vía su propio contacto de trabajo y uno de reposo de SBR. La lámpara señalizadora BSL alimentada vía el contacto 2 de ASR se enciende cuando las celdas finales están o han estado en servicio. Cuando el suministro principal está disponible otra vez, se puede apagar la lámpara operando la llave PB. La lámpara sirve como una indicación de que las baterías pueden necesitar recargarse.

La lámpara señalizadora ESL se enciende cuando el conmutador BSA ó BSB está en la posición 2, esto es cuando una batería está desconectada del conmutador de la celda final, generalmente para dar una carga total.

C. Lámparas de ocupación

Aprovechan la presencia de relés característicos - que operan en un órgano cuando éste es tomado y que se liberan cuando el órgano termina su trabajo. Estas lámparas son mostradas en la figura 3.5 y los tiempos normales de ocupación de los circuitos mencionados están - dados en el Cuadro 3.1.

Como existe una lámpara de ocupación por cada órgano y el número de éstos en una central Pentaconta es muy elevado, será necesario reducir su cantidad. Una central de 20,000 líneas puede llegar a poseer hasta la siguiente cantidad de equipo:

- 60 marcadores de línea.
- 60 relés de marcaje de línea
- 60 relés comunes.
- 48 marcadores de grupo.
- 24 relés de marcaje de grupo.
- 252 registradores locales.
- 144 registradores de entrada 7A.
- 200 registradores de entrada MF.
- 136 acopladores de selección.
- 72 acopladores de preselección.

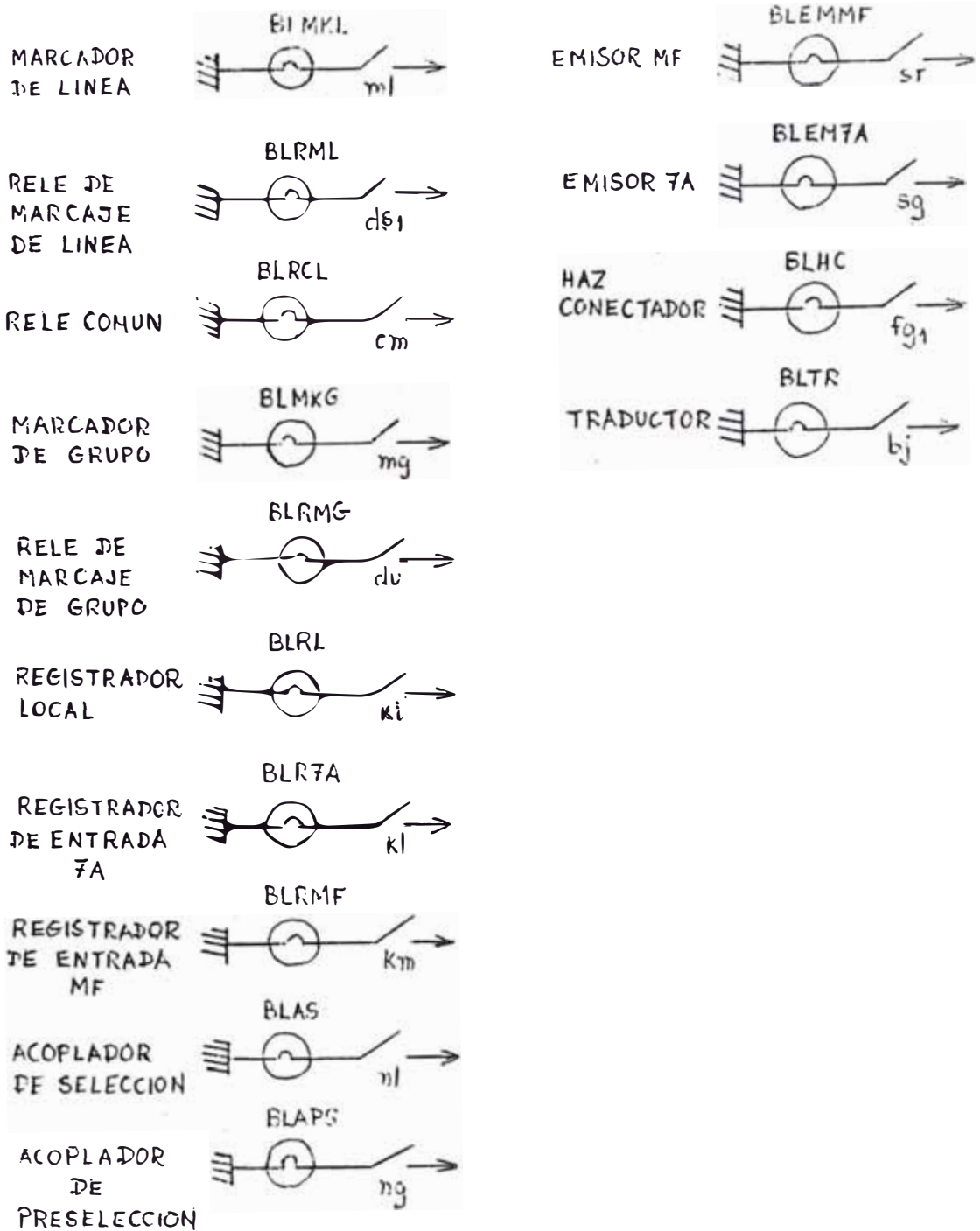


FIG 3.5 · LAMPARAS DE OCUPACION

CUADRO 3.1

TIEMPOS DE OCUPACION NORMAL DE LOS
CIRCUITOS CON LAMPARAS DE OCUPACION

	<u>Tiempo en Segundos</u>		
Marcador de línea	0.3	a	0.6
Relé de marcaje de línea	0.3	a	0.4
Relé común	0.7	a	0.8
Marcador de grupo	0.3	a	0.9
Relé de marcaje de grupo	0.2	a	0.5
Registrador local	4.0	a	18.0
Registrador de entrada 7A	6.0	a	10.0
Registrador de entrada MF	4.0	a	6.0
Acoplador de selección	0.5	a	1.5
Acoplador de preelcción	0.1	a	0.5
Emisor MF	3.0	a	6.0
Emisor 7A	6.0	a	8.0
Haz conectador	0.1	a	0.2
Traductor	0.1	a	0.2

- 168 emisores MF.
- 240 emisores 7A.
- 32 haces conectadores.
- 8 traductores.

La parte l3gica del sistema a dise1arse en este ac3pite, ser3 dividida en 4 bloques, seg3n se muestra en la Figura 3.6:

- Reductor de voltajes
- Analizador de fallas ocurridas en la central.
- Interface a modem.
- Circuito del Tablero de Supervisi3n

3.1.1 Dise1o del reductor de voltajes

Este bloque tiene como objetivo convertir las se1ales de salida de la central que varían entre -48 y 0 voltios, a niveles compatibles con la tecnología TTL: 0 y 5 voltios.

El reductor a utilizar ser3 el mostrado en la figura 3.7. Se utilizar3 un amplificador operacional ($\mu A741$) en la configuraci3n inversora. Se tendr3 por lo tanto:

$$V_B = - \frac{R_2}{R_1} = V_A$$

Entonces:

$$5 = - \frac{R_2}{R_1} = (-48)$$

De donde se saca que $R_1 = 9.6 R_2$.

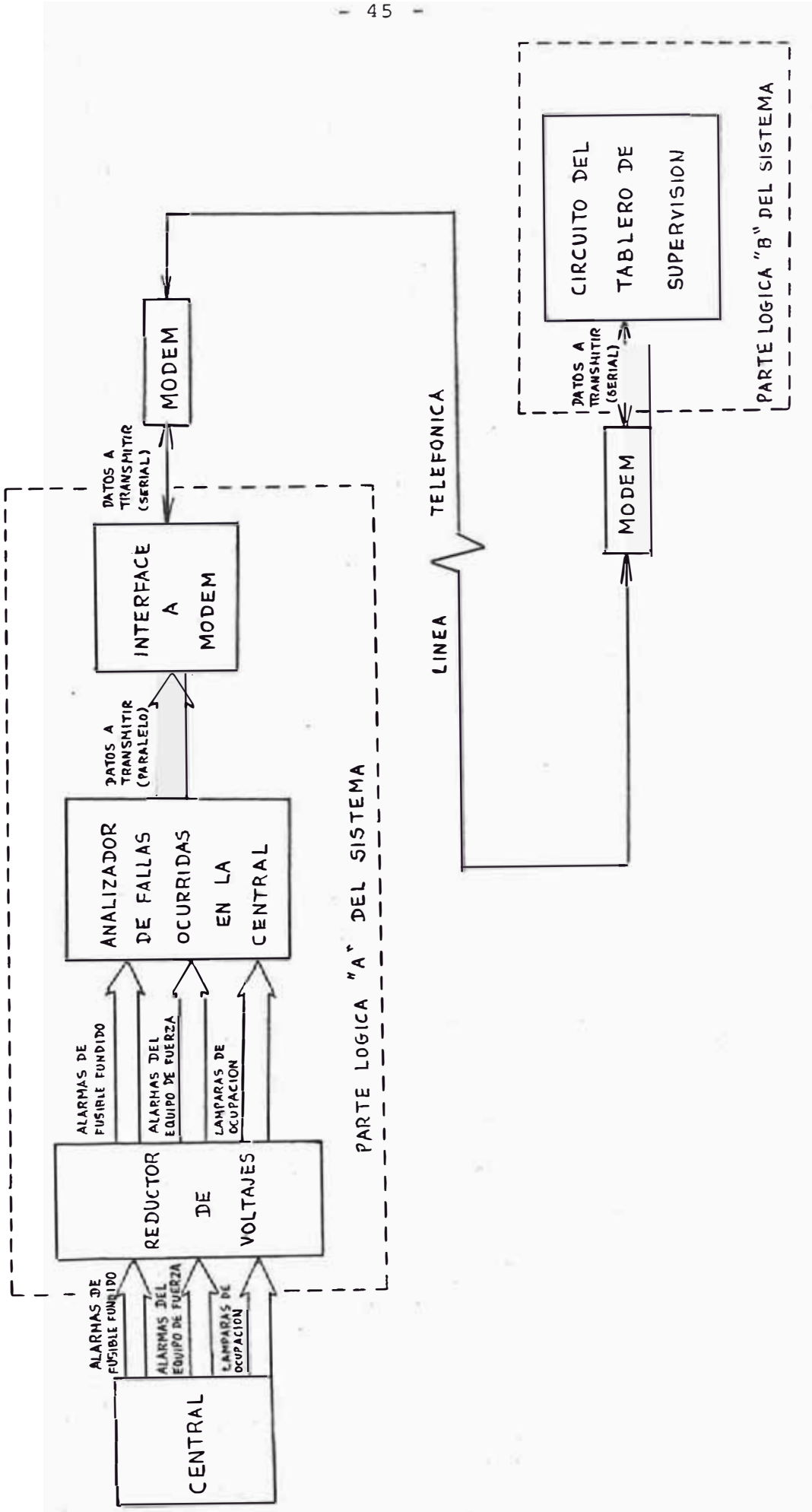
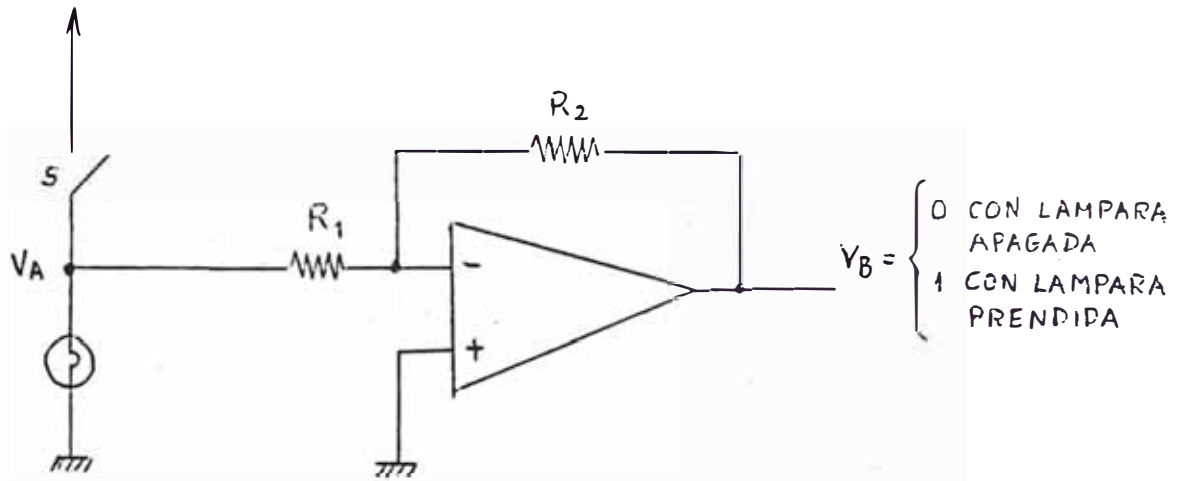


FIG.3.6 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA DE SUPERVISION CENTRALIZADA PARA CENTRALES PENTACONTA (MOSTRANDO 1 SOLA CENTRAL)



S ABIERTO \Rightarrow LAMPARA APAGADA
S CERRADO \Rightarrow LAMPARA PRENDIDA

FIG 3.7 : REDUCTOR DE VOLTAJES

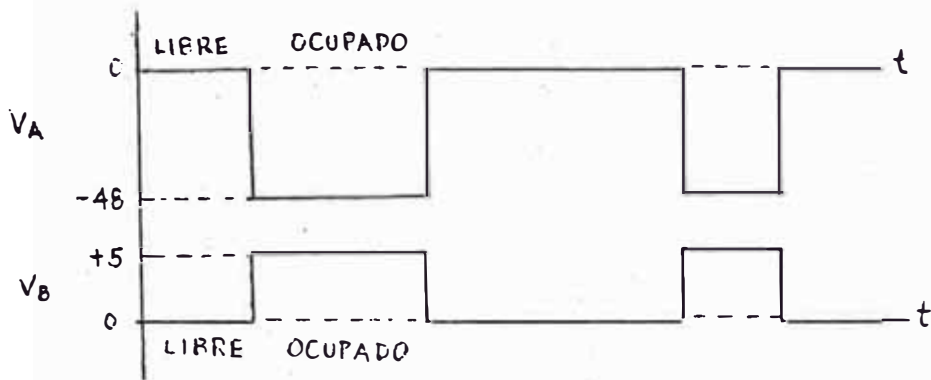


FIG 3.8 : FORMAS DE ONDA DE TENSION EN EL REDUCTOR DE VOLTAJES

Para cumplirse esta condición se eligen los siguientes valores comerciales: $R_1 = 47+1 \text{ M}\Omega$ y $R_2 = 5 \text{ M}\Omega$; con los que se consigue una alta impedancia de entrada del reductor ($Z_{in} = R_1 = 48 \text{ M}\Omega$) y una impedancia de salida aproximadamente igual a cero. Las formas de onda de tensión en los puntos A y B serán las mostradas en la figura 3.8. Se observa que a un circuito ocupado le corresponderá un nivel lógico 1 y al que no lo está, un nivel lógico 0.

Ambos niveles TTL serán los sensados por el analizador de fallas ocurridas en la central.

3.1.2 Diseño del analizador de fallas ocurridas en la central

Este circuito estará formado por el microprocesador Z-80, el cual recibirá las señales de alarma de fusible, de falla en el equipo de fuerza, y de las lámparas de ocupación (a niveles lógicos TTL). El Z-80 analizará estas señales, determinando si existe alguna condición anormal y almacenará en memoria el estado de cada tipo de circuito (con falla ó sin falla) y el número del equipo con falla (como se observa en la figura 3.9).

Para una central de 20,000 líneas se tomarán en cuenta 2 señales de alarma de fusible, 7 de falla en el equipo de fuerza y 1504 lámparas de ocupación (como máximo). Esto dará un total de 1513 señales que consti tuyen una entrada cada una para el Z-80.

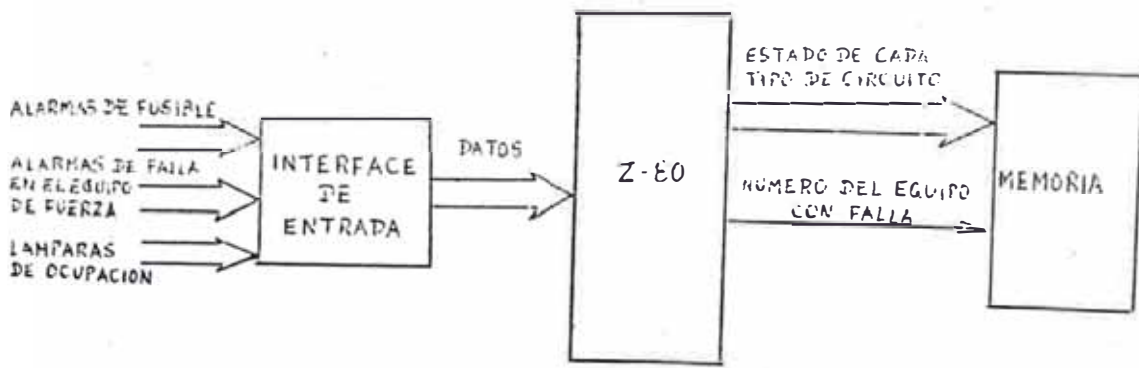


FIG 3.9 : DIAGRAMA DE BLOQUES DEL ANALIZADOR DE FALLAS OCURRIDAS EN LA CENTRAL

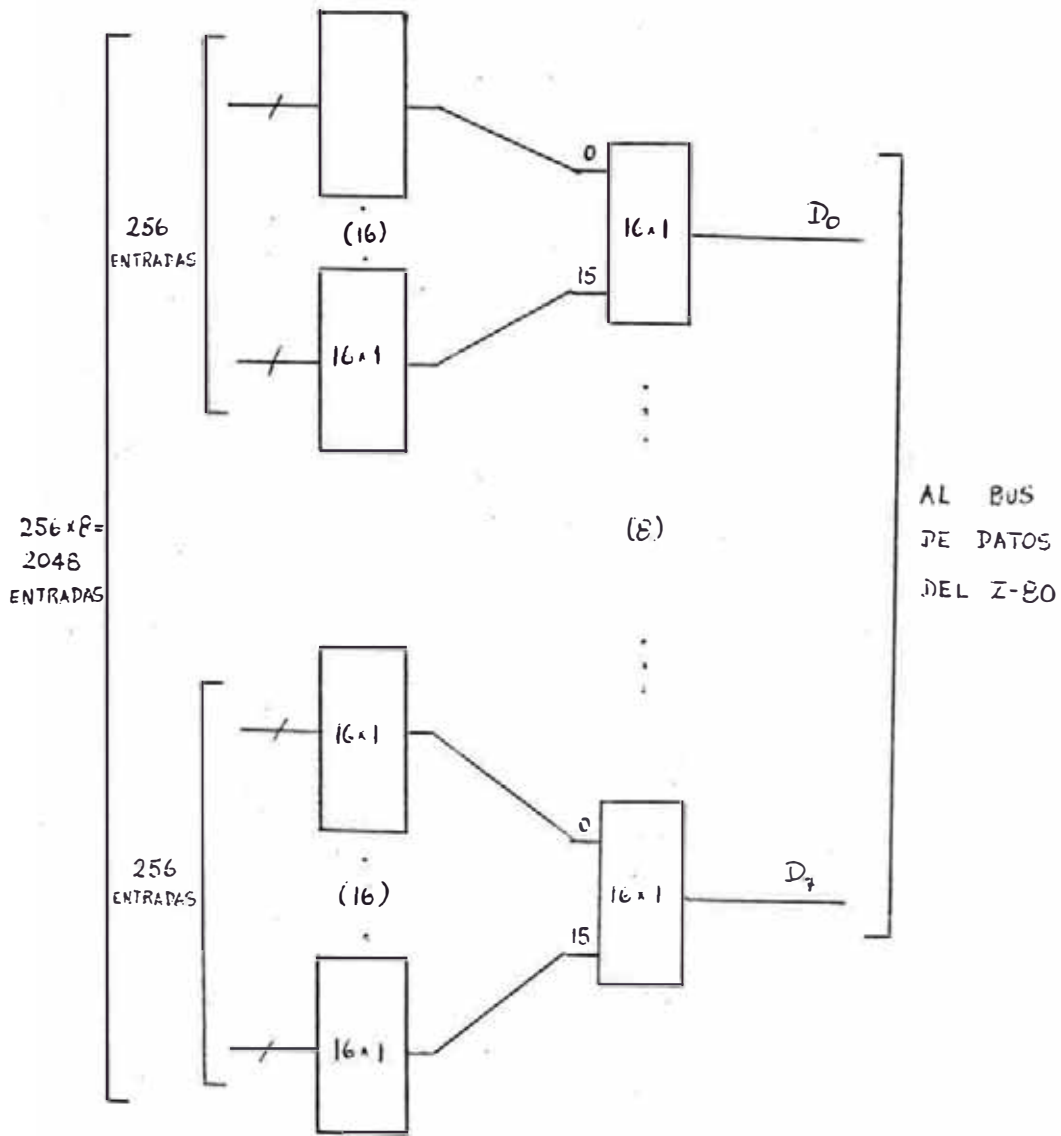


FIG 3.10 : ARREGLO DE LOS SELECTORES DE DATOS UTILIZADOS EN LA INTERFACE DE ENTRADA

Este último sin embargo sólo posee 8 bits (A0 - A7) para direccionar dispositivos de entrada ó salida, lo que da un máximo de $2^8 = 256$ dispositivos, lo cual resultaría insuficiente. Para solucionar este problema, se aprovechará que cada señal de la central - se da sobre una sola línea, lo que equivale a un sólo bit. Se tomará entonces un conjunto de 8 señales (8 bits que ingresarán al bus de datos) como si fuera de un sólo dispositivo de entrada. Esto dará una capacidad de direccionar $256 \times 8 = 2048$ señales que permite cubrir las 1513 entradas necesarias.

Para realizar esto se utilizará selectores de datos de 16 canales según el arreglo mostrado en la figura 3.10 (8 etapas, 1 por cada bit, de 17 selectores cada etapa). Los selectores a usar serán 74LS150 y el esquema circuital se muestra en la figura 3.11a, en donde el direccionamiento se divide en 2 grupos de bits: A0 a A3 y A4 a A7. Así, con la dirección 00H ingresarán al bus de datos las señales 0, 1, 2, ..., 7; con la dirección 01H ingresarán las señales 8, 9, 10, ..., 15 hasta la dirección FFH con la que ingresarán la 2040, 2041, 2042, 2047.

Es de observarse que el 74LS150 invierte los datos de entrada. Sin embargo en este caso, las señales pasan por 2 selectores de datos, lo que no ocasiona ningún problema. El tiempo de selección de 23 -

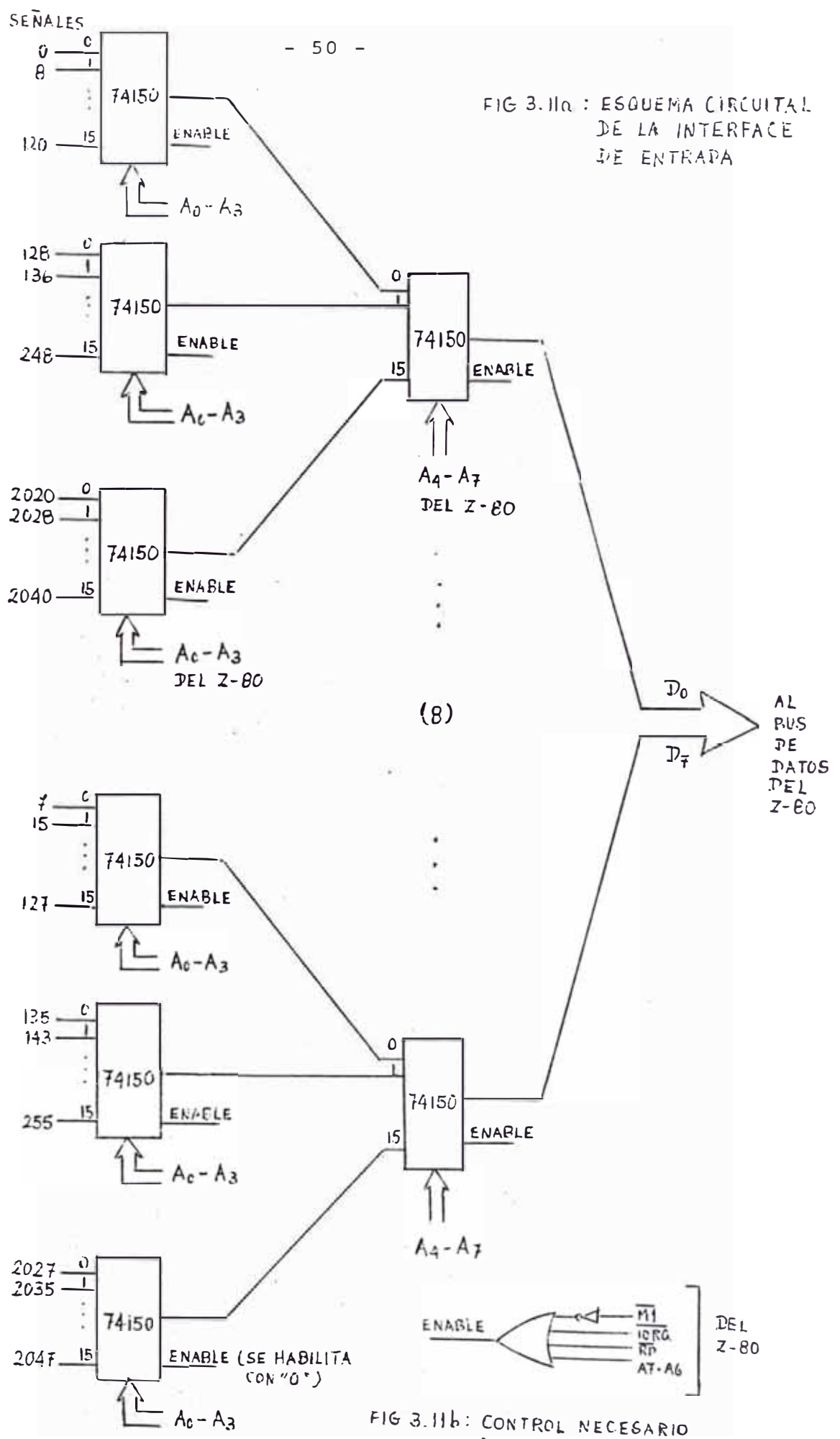


FIG 3.11a : ESQUEMA CIRCUITAL DE LA INTERFACE DE ENTRADA

FIG 3.11b : CONTROL NECESARIO PARA HABILITAR LOS SELECTORES DE LA INTERFACE DE ENTRADA

ns del 74LS150 es lo suficientemente rápido para una correcta entrada de datos al Z-80, pues es varias veces inferior al tiempo que \overline{RD} permanece en cero en la lectura.

El control necesario para habilitar a los selectores (Enable) es mostrado en la figura 3.11b. Cuando el Z-80 (cuyo sistema de buses se ve en la figura 3.12) realiza una operación de entrada de un periférico, la línea \overline{IORQ} , así como \overline{RD} tomarán el nivel 0 lógico. En dicho instante, la instrucción de entrada de datos se encuentra en proceso de ejecución, por lo cual la salida $\overline{M1}$ se encuentra en 1, con lo cual la línea Enable estará en 0 habilitando los selectores e ingresando por lo tanto las señales de entrada, direccionadas por A0-A7, al bus de datos. La secuencia de una operación de entrada (figura 3.13) será:

- a) $\overline{M1}$ se encuentra en 1 (ejecución de una instrucción de entrada).
- b) Las líneas A0-A7 toman el valor de la dirección del dispositivo de entrada requerido.
- c) \overline{IORQ} pasa al nivel lógico 0, indicando que se está requiriendo un dispositivo de entrada ó salida.
- d) \overline{RD} es puesta a cero, indicándose que el Z-80 se encuentra listo eléctricamente para recibir datos del dispositivo de entrada. En este momento Enable pasa a cero, con lo cual un grupo de 8 señales de entrada ingresa al Z-80 y se almacena en uno de sus registros internos.

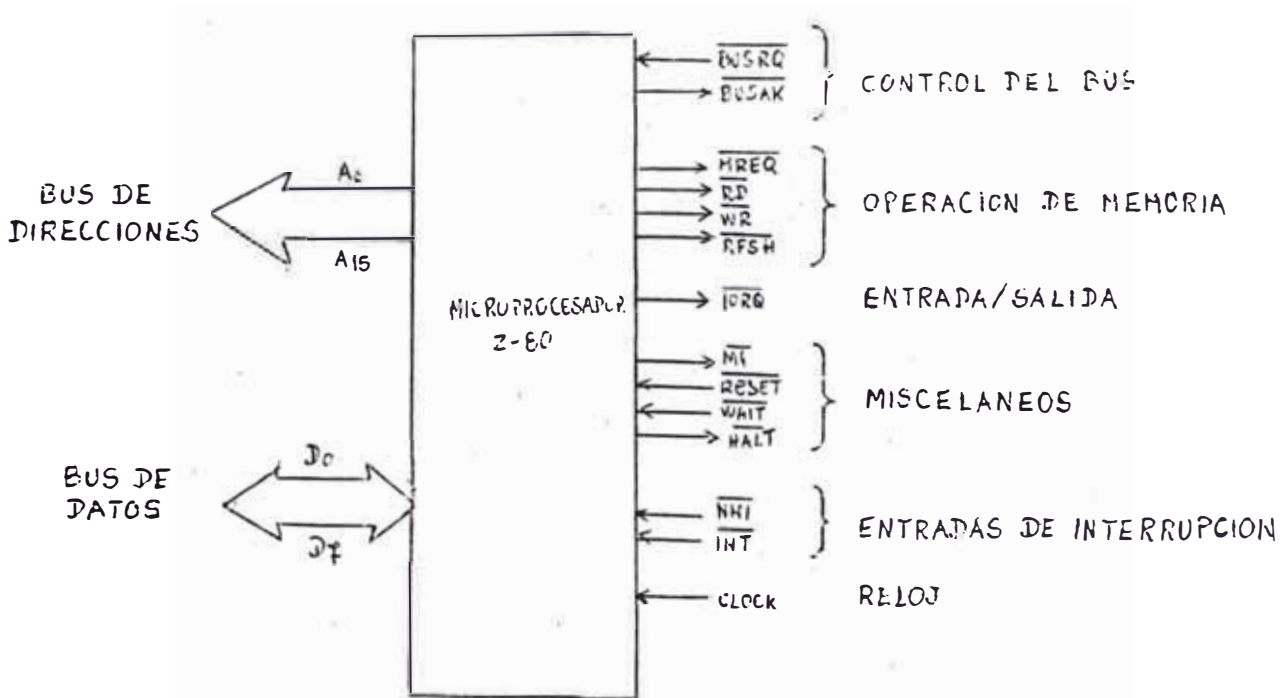


FIG 3.12 : SISTEMA DE BUSES DEL Z-80



FIG 3.13 : SECUENCIA DE TIEMPO DE UNA OPERACION DE ENTRADA DE PERIFERICO

e) Finalmente — pasa a 1, con lo cual el grupo de 8 señales es removido del bus de datos del sistema.

Las señales de alarma e información a ingresar a la interface de entrada serán organizadas según el cuadro 3.2. Esta organización se ha hecho tomando en cuenta un equipamiento máximo para una central de 20,000 líneas. Si el número de órganos es menor, se dejarán vacantes las señales correspondientes. Así por ejemplo, si una central de 20,000 líneas posee sólo 200 registradores locales, las posiciones 468 hasta 519 quedarán vacantes (correspondientes a los registradores 201 hasta 252), lo que equivale a conectar dichas entradas a tierras para que el Z-80 las considere como nunca ocupadas.

Para analizar estas señales de alarma e información, el Z-80 necesitará un arreglo de memoria que contendrá las instrucciones del programa que lo hará operar y que almacenará diversos resultados parciales que se irán obteniendo al ejecutarse dicho programa.

Este arreglo de memoria constará de 2K de EPROM y 6K de RAM estática. La EPROM elegida es la 2716 de 2K x 8 en la cual se grabará el programa de trabajo. Se utilizarán 3 RAMs estáticas 6116, de 2Kx8 cada una, con las cuales durante la ejecución del programa, el Z-80 establecerá una comunicación de lectura y escri

CUADRO 3.2

DIRECCION EN DECIMAL CON LA CUAL INGRESARAN LAS
SEÑALES DE ALARMA E INFORMACION A LA INTERFACE
DE ENTRADA

0	Alarma de fusible fundido de fila
1	Alarma de fusible fundido de bastidor
2	48 V. anormal.
3	Falla de la red
4	Conmutador de elementos en posición impropia
5	Fusible del bastidor de control
6	Fusible de salida
7	Batería descargada
8	Batería en carga
9 á 15	Vacante
16	Marcador de línea 1
17	Marcador de línea 2
	.
	.
	.
75	Marcador de línea 60
76	Relé de marcaje de línea 1
77	Relé de marcaje de línea 2
	.
	.
	.
135	Relé de marcaje de línea 60
136	Relé común de línea 1

137 Relé Común de Línea 2

•

•

•

195 Relé común de línea 60

196 Marcador de grupo 1

197 Marcador de grupo 2

•

•

•

243 Marcador de grupo 48

244 Relé de marcaje de grupo 1

245 Relé de marcaje de grupo 2

•

•

•

267 Relé de marcaje de grupo 24

268 Registrador local 1

269 Registrador local 2

•

•

•

519 Registrador local 252

520 Registrador de entrada 7A-1

521 Registrador de entrada 7A-2

•

•

•

663 Registrador de entrada 7A-144

664 Registrador de entrada MF-1

665 Registrador de entrada MF-2

.
.
.
863 Registrador de entrada MF-200
864 Acoplador de selección 1
865 Acoplador de selección 2
.
.
.
999 Acoplador de selección 136
1000 Acoplador de preselección 1
1001 Acoplador de preselección 2
.
.
.
1071 Acoplador de preselección 72
1072 Emisor 7A-1
1073 Emisor 7A-2
.
.
.
1311 Emisor 7A-240
1312 Emisor MF-1
1313 Emisor MF-2
.
.
.
1479 Emisor MF 168
1480 Haz conectador 1
1481 Haz conectador 2

.
.
.

1511 Haz conector 32

1512 Traductor 1

1513 Traductor 2

.
.
.

1519 Traductor 8

tura de resultados temporales. El esquema tanto de la 2716 como de la 6116 es mostrado en la figura 3.14.

Como se tienen 4 unidades de memoria de 2K cada una, al direccionarlas será necesario establecer lógica adicional para precisar qué unidad se está considerando. Esta lógica aprovechará los bits A11 y A12 del bus de direcciones, mientras que A0 hasta A10 indicarán la dirección que se está tomando en la unidad considerada.

La lógica mencionada obedecerá a la tabla de verdad mostrada en la figura 3.15a, donde A12 y A11 serán entradas y \overline{CE} , $\overline{CS1}$, $\overline{CS2}$, y $\overline{CS3}$ las salidas. Estableciendo los mapas de Karnaugh respectivos (figura 3.15b) se obtiene:

$$\begin{aligned}\overline{CE} &= A12 + A11 \\ \overline{CS1} &= A12 + \overline{A11} \\ \overline{CS2} &= \overline{A12} + A11 \\ \overline{CS3} &= \overline{A12} + \overline{A11}\end{aligned}$$

que se logra con el arreglo de la figura 3.15c.

Se utilizarán además buffers tri-state para el bus de datos. Una operación tri-state es necesaria porque los datos de memoria deben ser eléctricamente removidos del bus de datos, cuando el Z-80 no los está requiriendo. Adicionalmente estos buffers mejorarán la capacidad de corriente para controlar dicho bus. Para la EPROM se utilizará el 74LS244 (según se

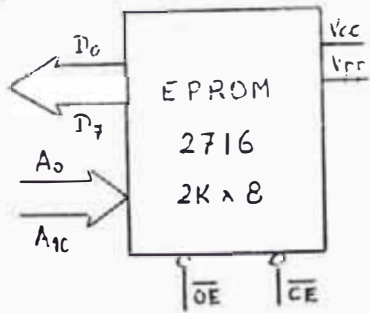


FIG 3.14a: ESQUEMA DE LA EPROM 2716

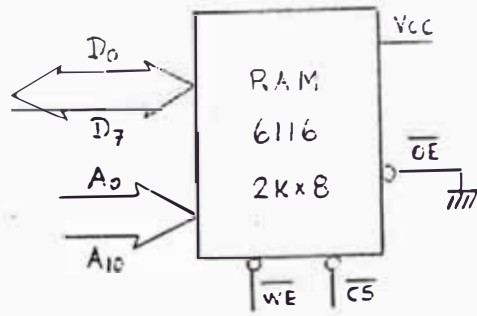


FIG 3.14b: ESQUEMA DE LA RAM 6116

A_{12}	A_{11}	\overline{CE}	$\overline{CS_1}$	$\overline{CS_2}$	$\overline{CS_3}$
0	0	0	1	1	1
0	1	1	0	1	1
1	0	1	1	0	1
1	1	1	1	1	0

FIG 3.15a: TABLA DE VERDAD DE LA LOGICA ADICIONAL USADA EN EL DIRECCIONAMIENTO DE MEMORIA

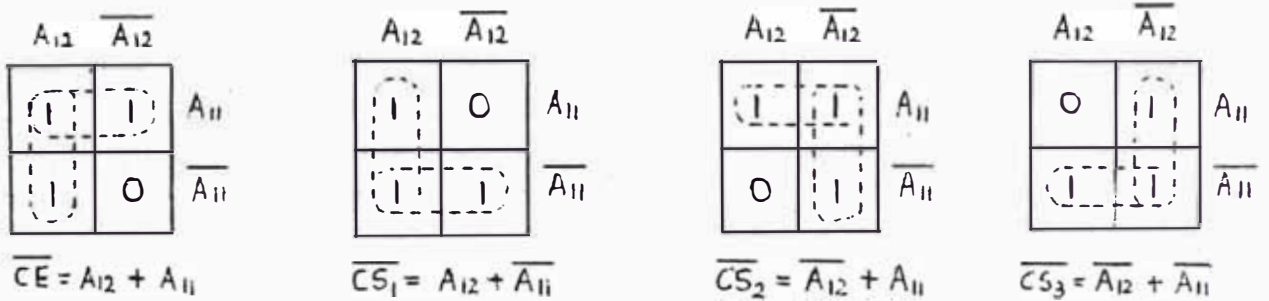


FIG 3.15b: MAPAS DE KARNAUGH

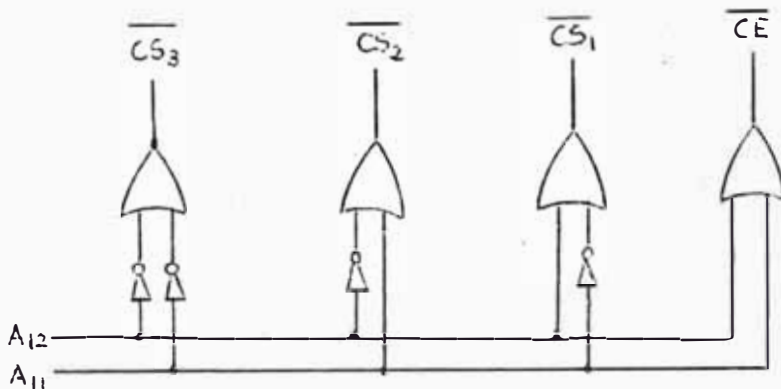


FIG 3.15c: ARREGLO CIRCUITAL

ve en la figura 3.16), mientras que para las RAMs será necesario un buffer bidireccional como el 74LS245 (figura 3.17).

El esquema circuital del arreglo de memoria puede observarse en la figura 3.18. La secuencia de una operación de lectura de memoria EPROM (figura 3.19) será la siguiente:

- a) Las líneas A0-A12 toman el valor de la dirección de un byte contenido en la EPROM
- b) $\overline{\text{MREQ}}$ pasa a nivel lógico 0 indicando que se requiere un dispositivo de memoria
- c) $\overline{\text{RD}}$ pasa a 0, indicándose que el Z-80 está listo para realizar una lectura. En este momento $\overline{\text{OE}}$, $\overline{\text{CE}}$ y Enable pasan a 0 y luego del tiempo de acceso de lectura (350 ns), los datos del byte seleccionado ingresan a un registro interno del Z-80.

La secuencia de una operación de lectura de RAM (figura 3.20a) será:

- a) $\overline{\text{WE}}$ se encuentra en 1, listo para una operación de lectura
- b) A0-A12 toman el valor de una dirección que corresponde a RAM
- c) $\overline{\text{MREQ}}$ pasa a nivel lógico 0. En este momento $\overline{\text{CS}}$ pasa a 0, habilitándose la RAM elegida
- d) $\overline{\text{RD}}$ pasa a 0 con lo cual Enable pasa a 0 y el

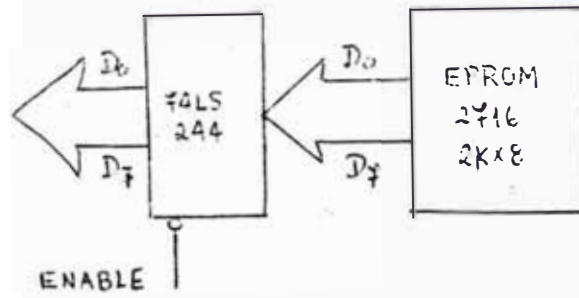


FIG 3.16 : BUS DE DATOS DE LA EPROM 2716

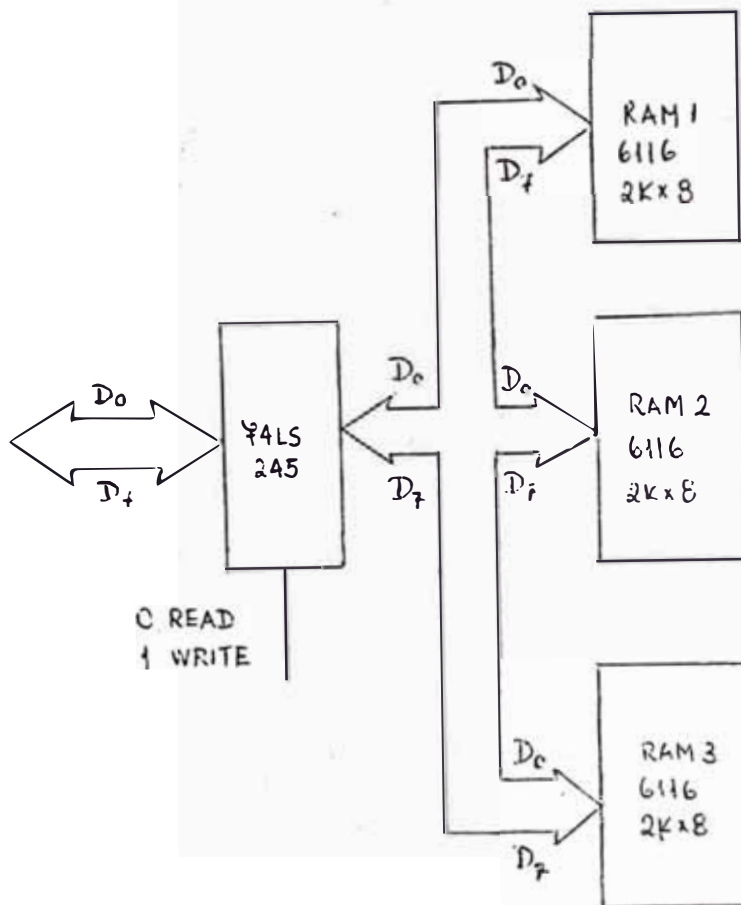


FIG 3.17 : BUS DE DATOS DE LAS RAMS 6116

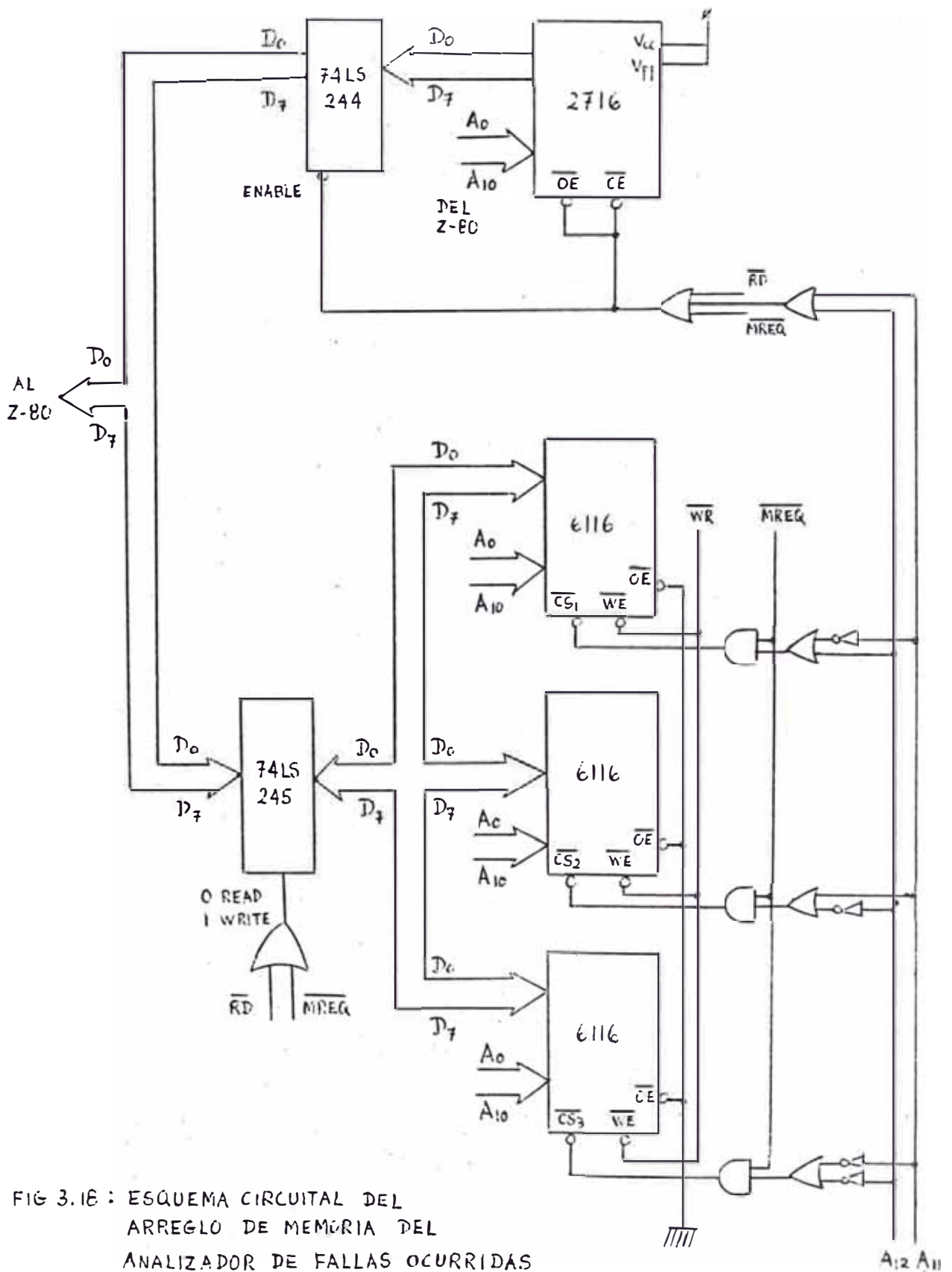


FIG 3.16 : ESQUEMA CIRCUITAL DEL ARREGLO DE MEMORIA DEL ANALIZADOR DE FALLAS OCURRIDAS EN LA CENTRAL

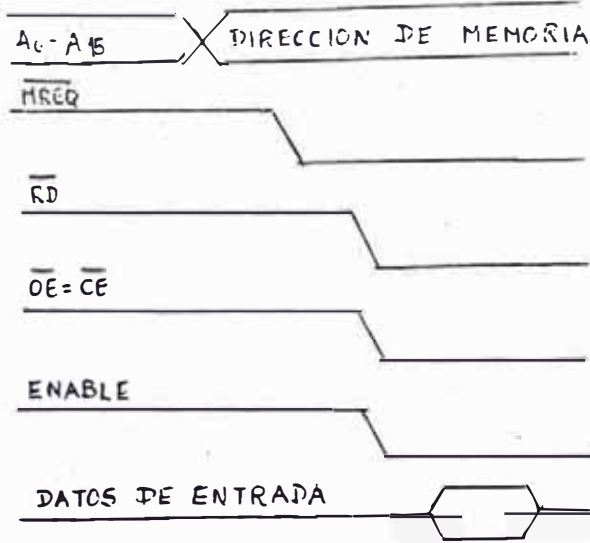


FIG 3.19 : SECUENCIA DE OPERACION DE LECTURA DE LA EPROM 2716

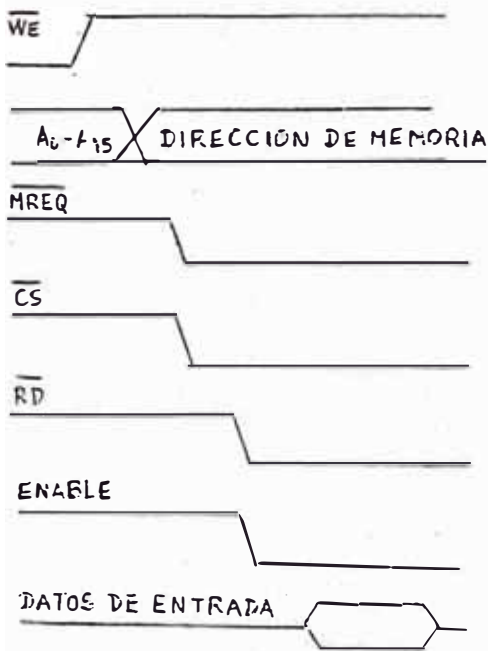


FIG 3.20a : SECUENCIA DE OPERACION DE LECTURA DE LA RAM 6116

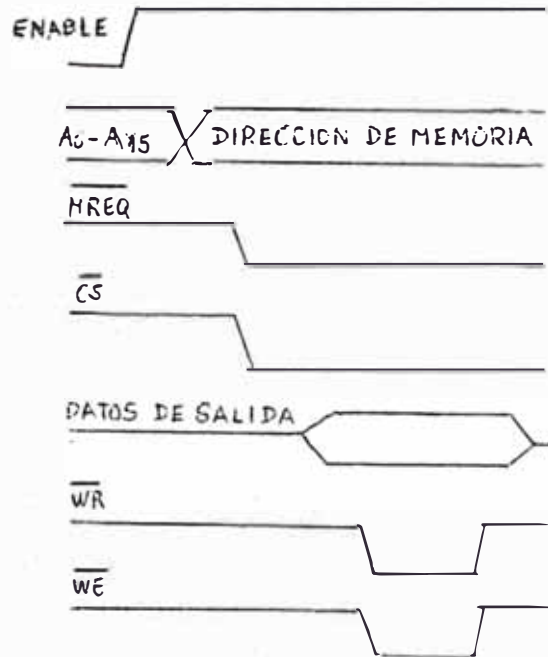


FIG 3.20b : SECUENCIA DE OPERACION DE ESCRITURA DE LA RAM 6116

74LS245 es habilitado para lectura de memoria.

- e) Luego del tiempo de acceso de lectura (120 ns), los datos de la RAM ingresan al Z-80

Para una operación de escritura en RAM (figura 3.20b) se tendrá:

- a) Enable se encuentra en 1 listo para una operación de escritura.
- b) $\overline{\text{MREQ}}$ pasa a 0, con lo cual $\overline{\text{CS}}$ pasa a 0 y se habilita la RAM.
- c) El Z-80 pone en el bus de datos la información a ser escrita en la RAM.
- d) Luego del tiempo de acceso de escritura (45 ns), $\overline{\text{WR}}$ pasa a 0, haciendo $\overline{\text{WE}} = 0$ y lográndose que los datos sean escritos en memoria.

Los tiempos de acceso suficientemente rápidos de la 2716, como de la 6116, permiten prescindir del uso de la línea $\overline{\text{WAIT}}$ (figura 3.12) usada para dispositivos lentos.

El programa que hará operar al Z-80 hará ingresar a éste, las señales de alarma de fusible, de falla en el equipo de fuerza y lámparas de ocupación para analizarlas. Por cada una de éstas habrá una posición en RAM (1513 + 7 vacantes) que indicará el número de errores de cada circuito, según se muestra en el cuadro 3.3. Existirá también una posición por cada tipo de señal (23 posiciones) que indicará si existe falla ó no, en un tipo dado de señal (cuadro 3.4). En el caso de las lámparas de

CUADRO 3.3

POSICION EN RAM QUE INDICARA EL NUMERO DE ERRORES DE
CADA CIRCUITO

<u>Señal (decimal)</u>	<u>Posición (hexadecimal)</u>
0	0800
1	0801
2	0802
3	0803
.	.
.	.
.	.
10	080A
.	.
.	.
.	.
20	0814
.	.
.	.
.	.
100	0864
.	.
.	.
.	.
200	0808
.	.
.	.
.	.
1000	0BE8
.	.
.	.
.	.
1519	0DEF

CUADRO 3.4

POSICION EN RAM QUE INDICARA SI EXISTE FALLA O NO EN UN

TIPO DADO DE SEÑAL

	<u>Posición (hexadecimal)</u>
Marcador de línea	0F00
Relé de marcaje de línea	0F01
Relé común de línea	0F02
Marcador de grupo	0F03
Relé de marcaje de grupo	0F04
Registrador local	0F05
Registrador de entrada 7A	0F06
Registrador de entrada MF	0F07
Acoplador de selección	0F08
Acoplador de preselección	0F09
Emisor 7A	0F0A
Emisor MF	0F0B
Haz Conectador	0F0C
Traductor	0F0D
Fusible de fila	0F0E
Fusible de bastidor	0F0F
48 V. anormal	0F10
Falla de la ref	0F11
Conmutador de elementos en posición impropia	0F12
Fusible del bastidor de control	0F13
Fusible de salida	0F14
Batería descargada	0F15
Batería en carga	0F16

ocupación, por cada una de ellas, existirá una posición que indicará si el órgano asociado está ocupado ó no y otra que señalará su tiempo de ocupación (1504 x 2 posiciones) según se muestra en el cuadro 3.5. Se almacenará en RAM además el número del circuito con falla en binario (1 posición) y en decimal (2 posiciones).

En la EPROM se tendrán las instrucciones del programa y además los datos para cada tipo de lámpara de ocupación (cuadro 3.6): 2 posiciones que contienen un valor que permitirá obtener el número de circuito, los límites inferior y superior de los tiempos de ocupación normal y 2 posiciones que contiene la dirección donde se almacenará el estado del tipo de circuito (en total 6 x 14 bytes). Existirán además 30 bytes con los límites del número de circuito, utilizados para determinar su tipo (cuadro 3.7).

Así por ejemplo, para los marcadores de línea, se observa en el cuadro 3.6 que sus datos se encuentran ubicados desde la dirección 0700H hasta la 0705H. En 0700H y 0701H se guardará el valor 100FH. Usándose las direcciones del tiempo de ocupación (cuadro 3.7), estos marcadores estarán ubicados desde 1010H hasta 104BH. Restándose estos límites se obtiene:

$1010H - 100FH = 01H = 1$ (marcador de línea número 1)

$104BH - 100FH = 3CH = 60$ (marcador de línea número 60)

Observándose que el valor 100FH permite obtener el número del marcador de línea. En 0702H se guar-

CUADRO 3.5

POSICIONES EN RAM QUE INDICARAN SI ESTA OCUPADO O NO UN
ORGANO CON LAMPARA DE OCUPACION Y EL TIEMPO DE OCUPACION

Señal (decimal)	Posición (hexadecimal) que indica si el órgano está ocupado o no	Posición (hexadecimal) que indica el tiempo de ocupación
16	1010	1810
17	1011	1811
18	1012	1812
19	1013	1813
20	1014	1814
.	.	.
.	.	.
.	.	.
30	101E	181E
.	.	.
.	.	.
.	.	.
100	1064	1864
.	.	.
.	.	.
.	.	.
200	10C8	18C8
.	.	.
.	.	.
.	.	.
1000	13E8	1BE8
.	.	.
.	.	.
.	.	.
1519	15EF	1DEF

CUADRO 3.6

POSICIONES EN EPROM CON LOS DATOS PARA CADA TIPO DE
CIRCUITO CON LAMPARA DE OCUPACION

		<u>Posición</u> <u>(hexade-</u> <u>cimal)</u>
Marcador de línea	número que corresponde al circui to N°0(L)	0700
	número que corresponde al circui to N°0(H)	0701
	límite inferior del tiempo de ocupación	0702
	límite superior del tiempo de ocupación	0703
	dirección del estado del tipo de circuito (L)	0704
	dirección del estado del tipo de circuito (H)	0705
Relé de marcaje de línea	número que corresponde al circuito N°0(L)	0706 . . .
	dirección del estado del tipo de circuito (H)	070B
Relé común de línea	número que corresponde al circui to N°0(L)	070C . . .
	dirección del estado del tipo de circuito (H)	0711
Traductor	número que corresponde al circui to N°0 (L)	074E . . .
	dirección del estado del tipo de circuito (H)	0753

CUADRO 3.7

POSICIONES EN EPROM QUE CONTIENEN LOS LIMITES DEL NUMERO

DE CIRCUITO PARA CADA TIPO DE SEÑAL

<u>Posición</u> <u>(hexadeci-</u> <u>mal)</u>	<u>Límite</u> <u>(hexadecimal)</u>	<u>Posición</u>	<u>Límite</u>
0770	10	0780	60
0771	10	0781	13
0772	4C	0782	E8
0773	10	0783	13
0774	88	0784	30
0775	10	0785	14
0776	C4	0786	20
0777	10	0787	15
0778	F4	0788	C8
0779	10	0789	15
077A	0C	078A	E8
077B	11	078B	15
077C	08	078C	FO
077D	12	078D	15
077E	98		
077F	12		

dará el valor del límite inferior del tiempo de ocupación que es de 0.3 segundos, y en 0703H el límite superior de 0.6 segundos. La conversión de estos valores en segundos a hexadecimales se hará considerando $0.075 \text{ seg} = 01\text{H}$ según se analiza más adelante en el acápite 3.4. En 0704H y 0705H se guardará el valor 0FOOH que corresponde a la dirección que contiene el estado de los marcadores de línea (cuadro 3.4).

Asimismo, en el cuadro 3.7 se observa que las direcciones 0770H y 0771H contienen el valor 1010H que corresponde al marcador de línea número 1, las direcciones 0772H y 0773H contienen el valor 104CH que corresponde al relé de marcaje de línea número 1 y así sucesivamente. Estos valores serán usados para determinar el tipo de circuito que se está analizando. Así, un circuito con dirección de tiempo de ocupación (cuadro 3.5) igual a 1030H será un marcador de línea ya que:

$$1010\text{H} \ll 1030\text{H} < 104\text{CH}$$

El mapa de memoria que muestra la disposición mencionada, se encuentra graficado en la figura 3.21.

La elaboración del software necesario para el funcionamiento del sistema que se está diseñando es mostrada en detalle en el acápite 3.3.

DIRECCION DE MEMORIA
EN HEXADECIMAL

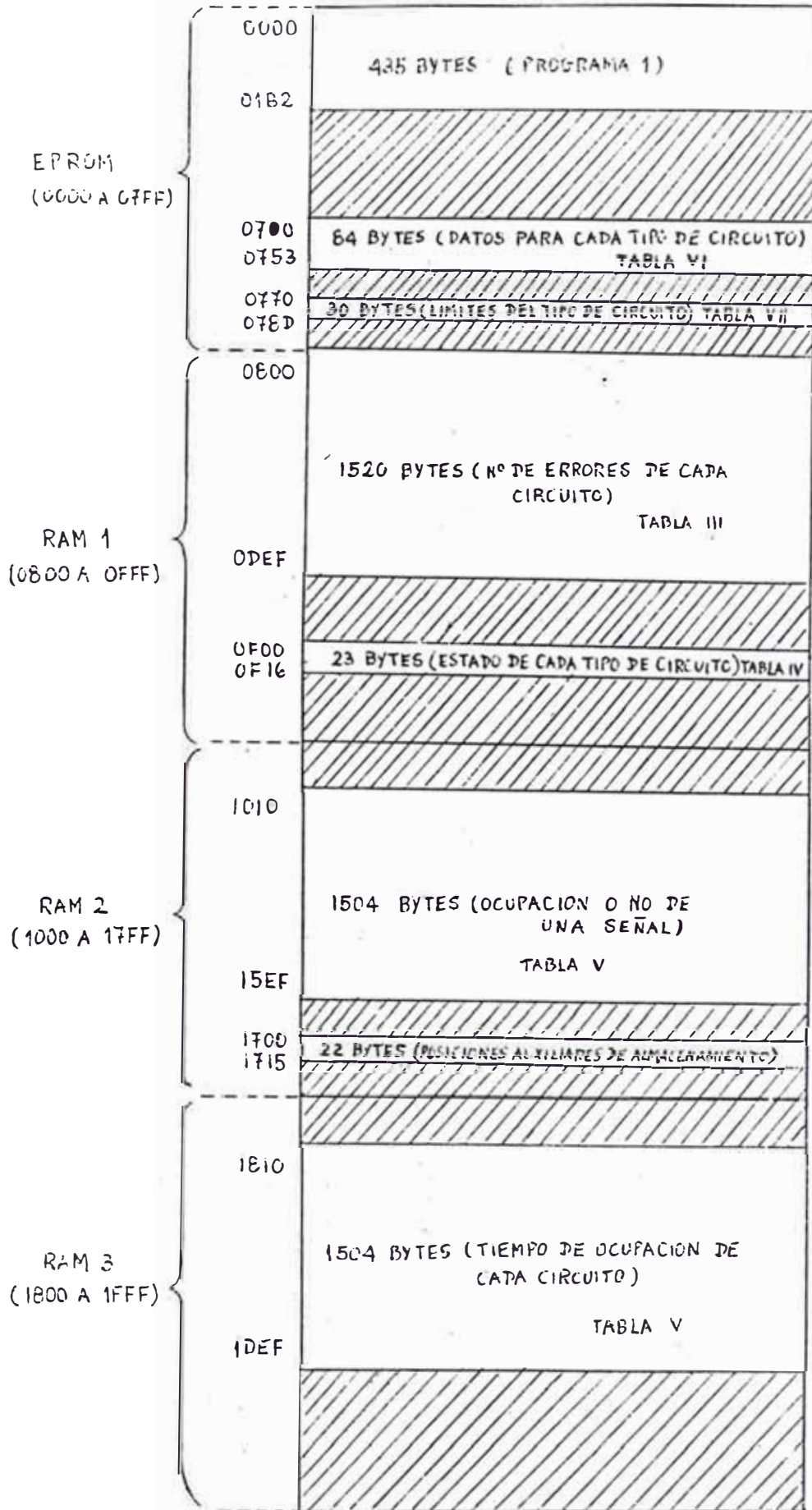


FIG 3.21 : MAPA DE MEMORIA DEL ANALIZADOR DE FALLAS OCURRIDAS EN LA CENTRAL

3.1.3 Diseño de la Interface a Modem

Esta interface (fig. 3.22a) tendrá como elemento principal al 8251, dispositivo LSI que permite la transmisión serial de datos (información del estado de los diversos tipos de circuito y el número de equipo con falla). Su diagrama de bloques se muestra en la figura 3.22b donde se pueden observar las siguientes partes:

- Buffer del bus de datos, que permite la conexión física entre los buses de datos del 8251 y del Z-80
- Control lógico de lectura/escritura, que asegura que un dato sea leído o escrito de o en una correcta localización interna del 8251
- Control de modem, permite la interface entre el 8251 y un modem
- Buffer de transmisión y control de transmisión, realiza la conversión paralelo-serial y permite que los datos de salida se ubiquen sobre la línea TxD.
- Buffer de recepción y control de recepción, realiza la conversión serial- paralelo de los datos de llegada que serán leídos por el Z-80

En la figura 3.23 muestra la conexión del 8251 al sistema de buses del Z-80 (no se muestra la salida serial). Este último direcciona al 8251 como un dispositivo de entrada-salida, cuya entrada \overline{CS} es habilitada por la decodificación de las líneas A1 a A7. En este caso se utilizarán las direcciones FCH y FDH. Es-

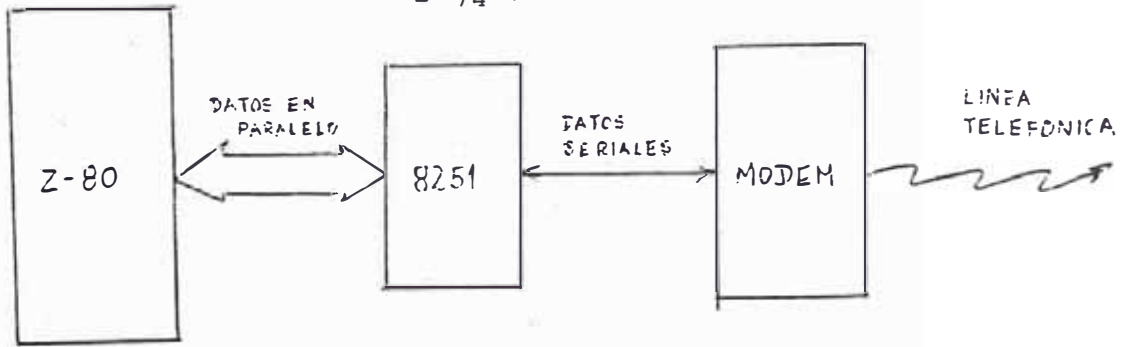


FIG 3.22a : DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA INTERFACE A MODEM

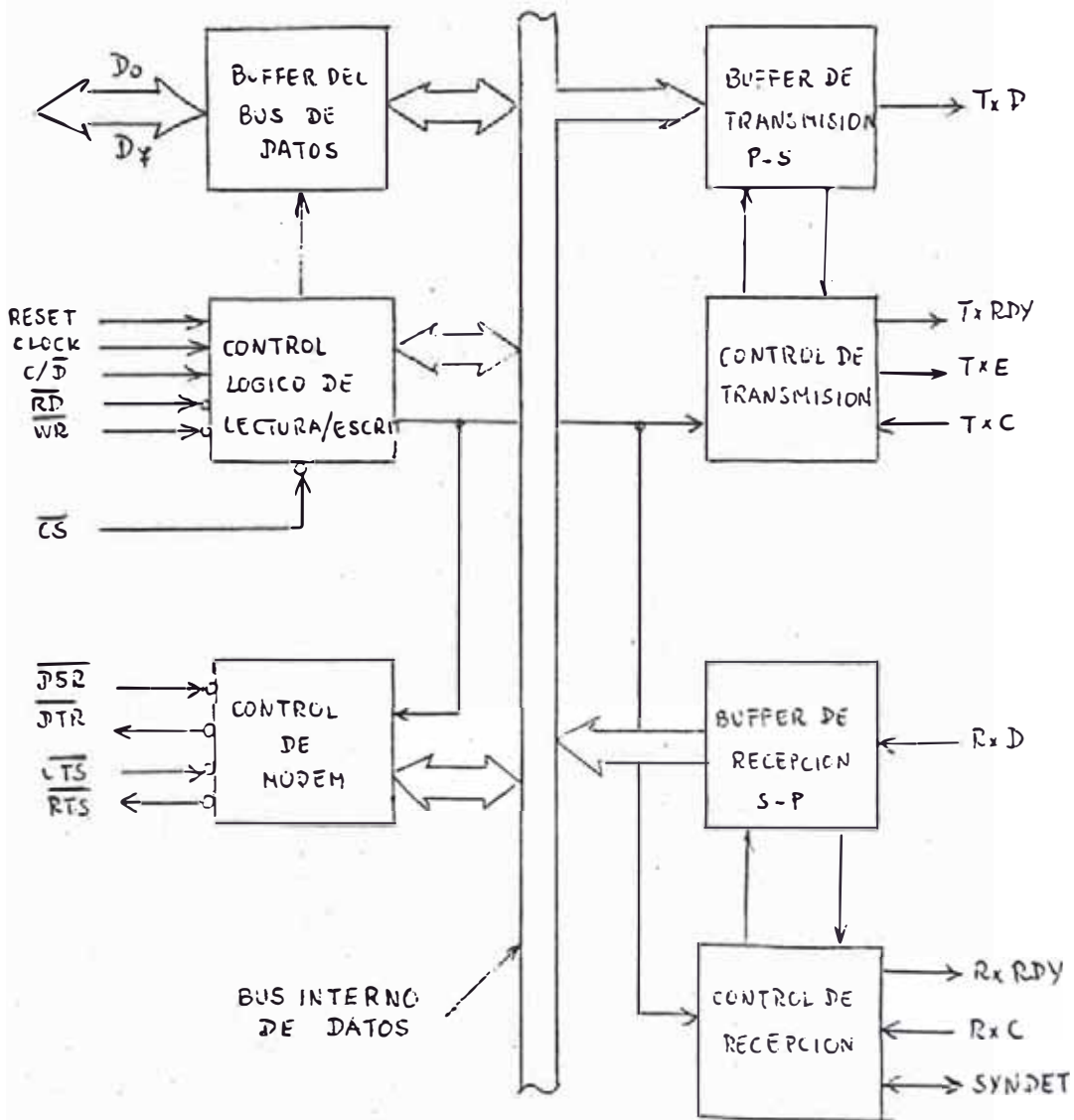


FIG 3.22b : DIAGRAMA DE BLOQUES DEL 8251

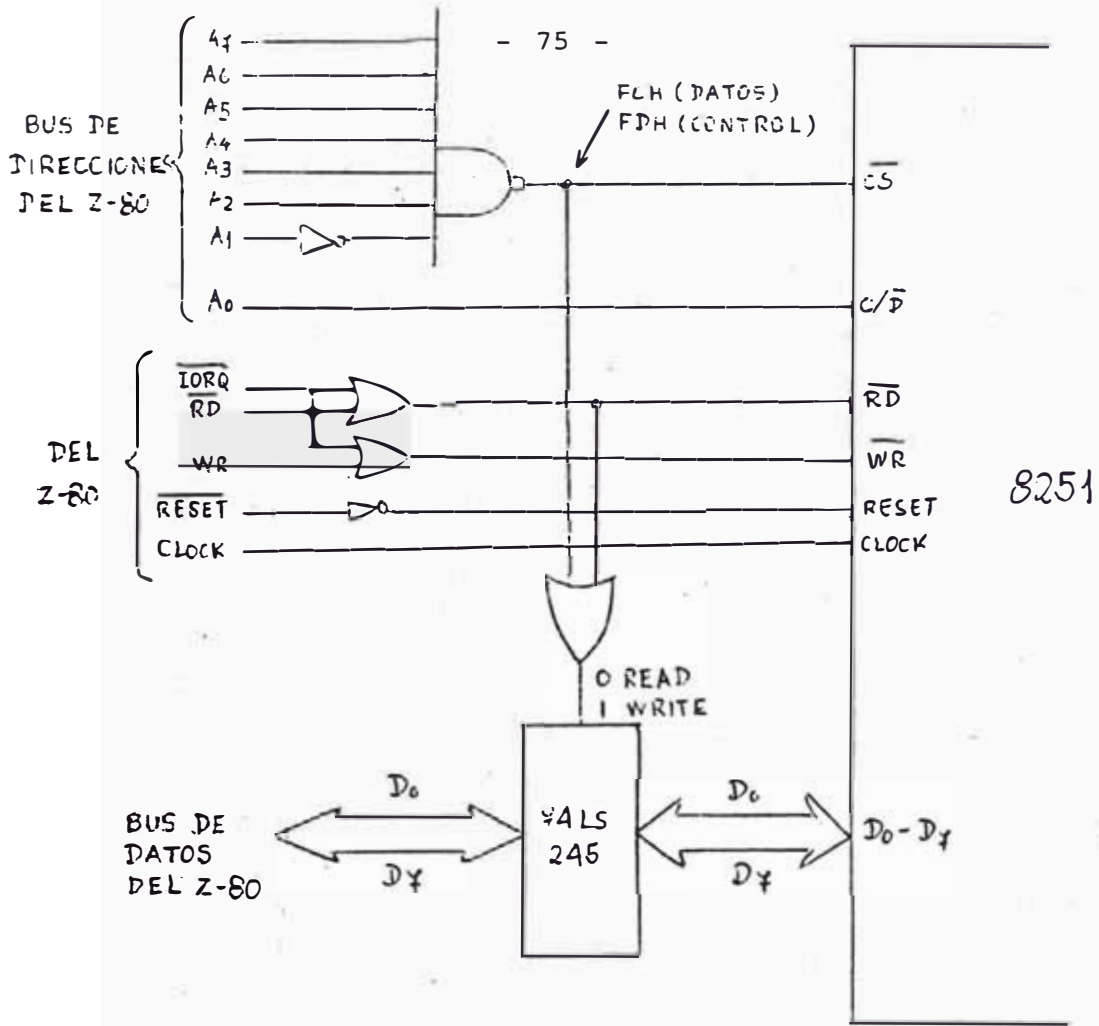


FIG 3.23 : CONEXION DEL 8251 AL SISTEMA DE BUSES DEL Z-80

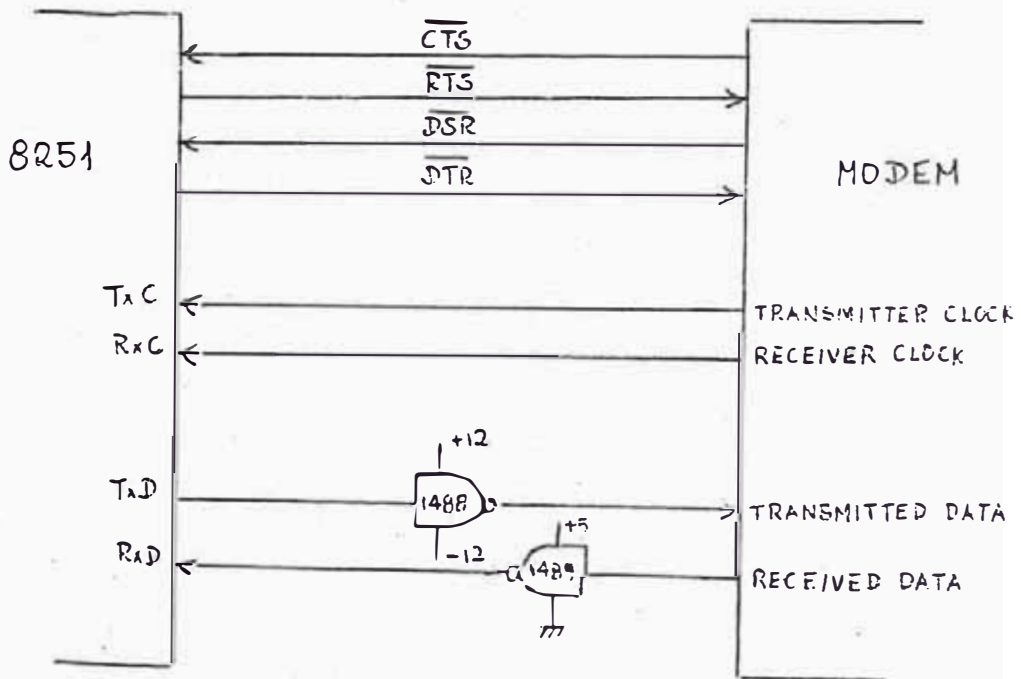


FIG 3.24 : CONEXION DEL 8251 A MODEM

tos 2 códigos indican que AO está conectada a la entrada C/\bar{D} . Esta línea es usada para definir los registros internos del 8251. Cuando está en 1 lógico, el dato será leído o escrito del registro de control. Si está en 0, lo será del registro de datos.

Las entradas \overline{WR} y \overline{RD} están conectadas a las líneas de control $\overline{RD} + \overline{IORQ}$ y $\overline{WR} + \overline{IORQ}$ del Z-80. El bus de datos tendrá un buffer bidireccional 74LS245 que permitirá una mayor capacidad de corriente.

El 8251 aparte de su entrada de clock que lo sincroniza con el Z-80 presenta las entradas TxC y RxC para los clocks de la razón en baudios de la transmisión o recepción. En este caso se utilizarán ambos iguales. De las especificaciones, TxC debe ser por lo menos 30 veces más lento que el clock de sincronización. Se transmitirá a 2400 baudios por segundo y la entrada a TxC será de 2400 Hz, que es unas 1650 veces más lento que el de 4 MHz del Z-80, lo cual es permisible.

La conexión del 8251 a modem, se muestra en la figura 3.24. En este sistema se utilizará la transmisión serial asincrónica RS-232C. Esta utiliza niveles de alto voltaje en lugar de los niveles normales TTL. Los voltajes en las líneas de transmisión de datos son aproximadamente de ± 12 voltios. La conversión de niveles TTL a RS-232C la realiza el MC1488 y la operación inversa en la recepción es hecha por el MC1489.

Se puede observar asimismo, que las siguientes líneas son utilizadas para señalización con el modem:

- DSR (Data Set Ready): Esta entrada del 8251 puede ser monitoreada por el Z-80 para saber la condición de disponibilidad del modem
- DTR (Data Terminal Ready): Salida que se activa cuando el 8251 está listo para comunicarse con el modem
- RTS (Request to Send): Salida que indica al modem un requerimiento de transmisión de parte del 8251
- CTS (Clear to Send): Entrada por la cual el modem indica al 8251 que puede comenzar la transmisión de datos.

El comportamiento detallado de las señales a través de estas líneas es descrito en el acápite 3.2. Asimismo, el software necesario para el funcionamiento del 8251 es elaborado en el acápite 3.3.1.

3.1.4 Diseño del Circuito del Tablero de Supervisión

Este circuito estará conformado básicamente por el microprocesador Z-80, la memoria EPROM 2758 de 1Kx8 bits, el 8251 como interface a modem y una serie de dispositivos de salida, como se muestra en la figura 3.25. Estos últimos excitarán directamente a los diversos leds y displays que serán visualizados por la persona encargada del Centro de Supervisión.

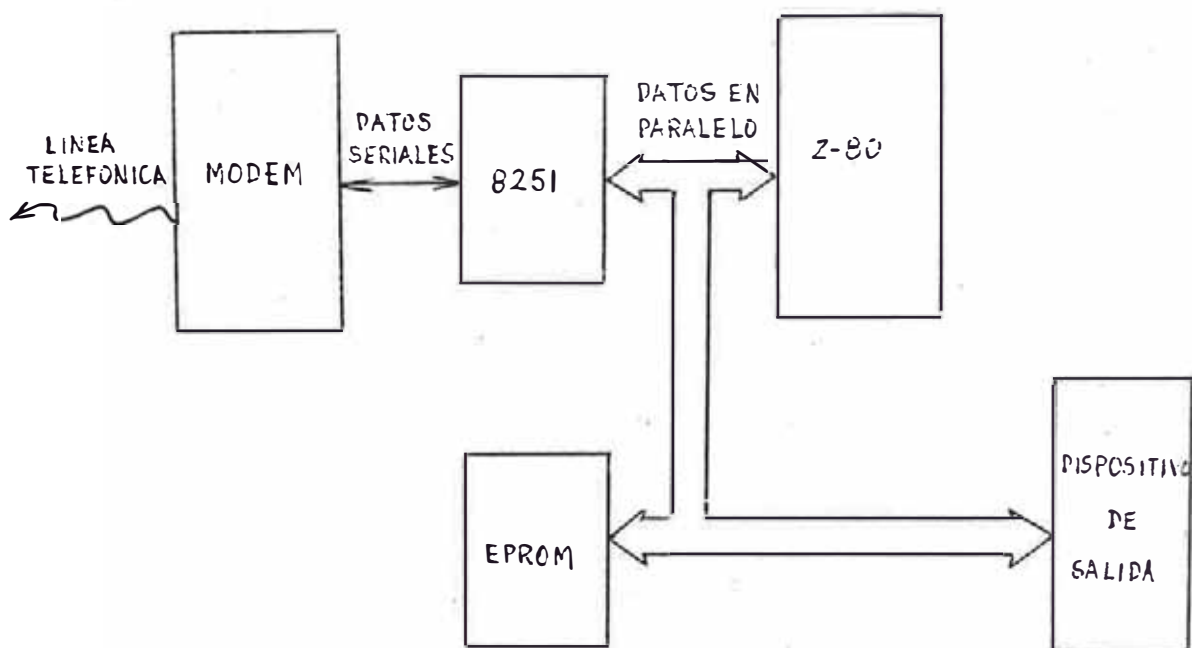


FIG 3.25 : DIAGRAMA DE BLOQUES DEL CIRCUITO DEL TABLERO DE SUPERVISION

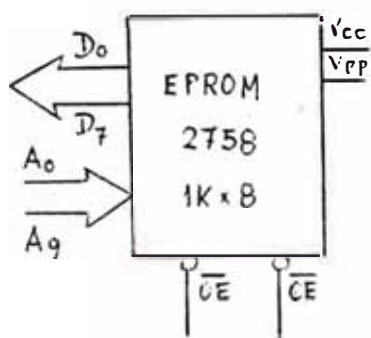


FIG 3.26a : ESQUEMA DE LA EPROM 2758

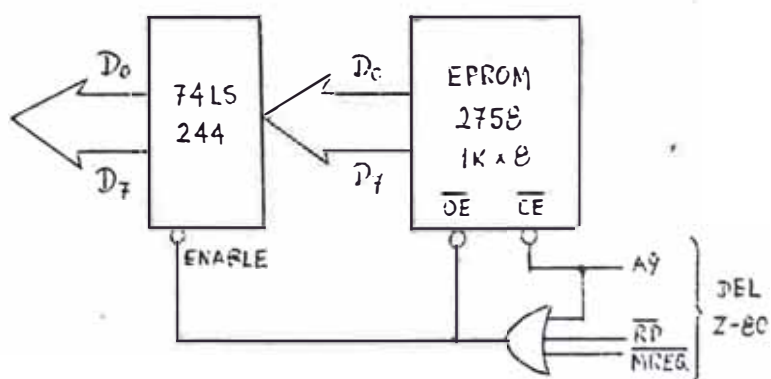


FIG 3.26b : ESQUEMA CIRCUITAL DE LA MEMORIA UTILIZADA EN EL TABLERO DE SUPERVISION

La conexión del 8251 al sistema de buses - del Z-80 es exactamente la misma que se mostró en el acápite 3.1.3 en la figura 3.23, usándose incluso las mismas direcciones FCH y FDH para habilitar \overline{CS} . La conexión del 8251 a modem será también la mostrada en la figura 3.24, siendo las funciones de las líneas de señalización, las explicadas en el acápite mencionado. La información de llegada la constituirá el estado de los diferentes tipos de circuito y el número de equipo con falla de cada una de las centrales consideradas en el sistema.

Las instrucciones del programa que hará operar al Z-80 en este circuito, estarán contenidas en la memoria EPROM 2758 de 1 Kx8 bits, cuyo esquema se muestra en la figura 3.26a. En este caso no se trabajará con resultados parciales, motivo por el cual no será necesario el uso de RAM, ni de lógica adicional para el direccionamiento de memoria, sino que el bus de direcciones de la EPROM se conectará directamente a los bits A0-A9 del bus del Z-80. Se utilizará asimismo, un buffer tri-state 74LS244 como se ve en la figura 3.26b, para remover eléctricamente los datos de memoria del bus de datos, cuando el Z-80 no lo esté requiriendo.

La secuencia de una operación de lectura (figura 3.27) será la siguiente:

a) Las líneas A0-A12 toman el valor de la dirección de

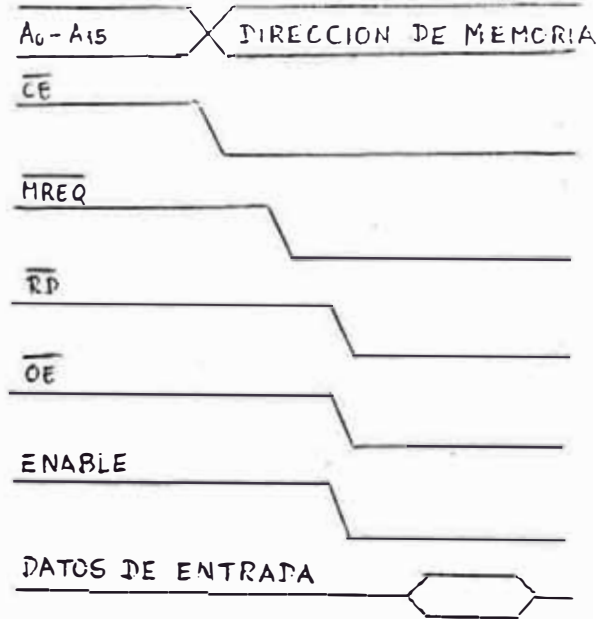


FIG 3.27: SECUENCIA DE OPERACION DE LECTURA DE LA EPROM 2758

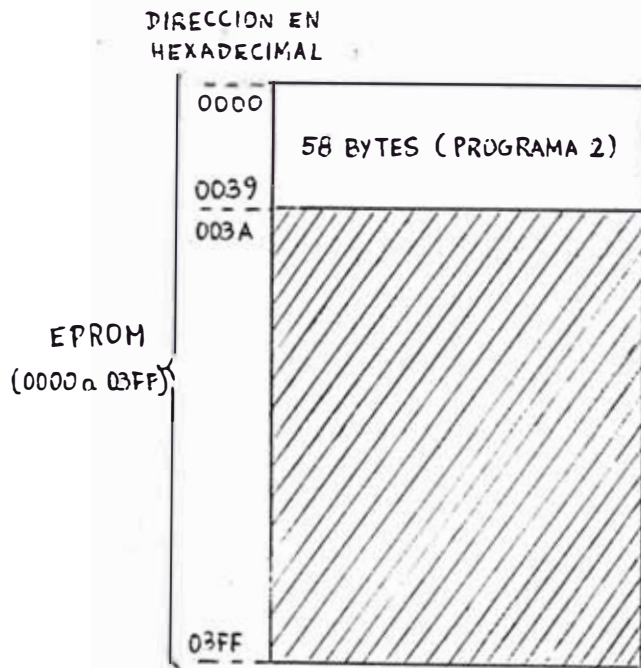


FIG 3.28 : MAPA DE MEMORIA DEL CIRCUITO DEL TABLERO DE SUPERVISION

un byte contenido en la EPROM. En este momento \overline{CE} pasa a 0.

- b) \overline{MREQ} pasa a 0 (requerimiento de memoria)
- c) \overline{RD} pasa a 0 (requerimiento de lectura). En este momento \overline{OE} y Enable pasan a 0 y los datos del byte seleccionado ingresan a un registro interno del Z-80.

La elaboración del programa que permitirá el correcto funcionamiento del circuito del Tablero de Supervisión es mostrado en detalle en el acápite 3.3.2. Asimismo, el mapa de memoria es graficado en la figura 3.28.

Por cada central considerada en el sistema, se utilizarán 5 dispositivos de salida: 3 utilizados para la información del estado de los diferentes tipos de circuito y 2 para el número de equipo con falla. Las centrales de San Isidro 40 y 41 por ser de 10,000 líneas cada una, serán tratadas como una sola de 20,000 líneas. Esto dará lugar a que se tomen en cuenta 11 centrales (no doce), lo que implica 55 dispositivos de salida. El arreglo de 5 dispositivos, correspondientes a una central, es mostrado en la figura 3.29, y las centrales consideradas están dadas en el cuadro 3.8.

Cada periférico recibirá los datos de información a través de un 74LS374 que contiene 8 flip latch (1 por cada bit). Los 3 primeros 74LS374 excitan cada uno a 8 multivibradores monoestables. Cada multivibra-

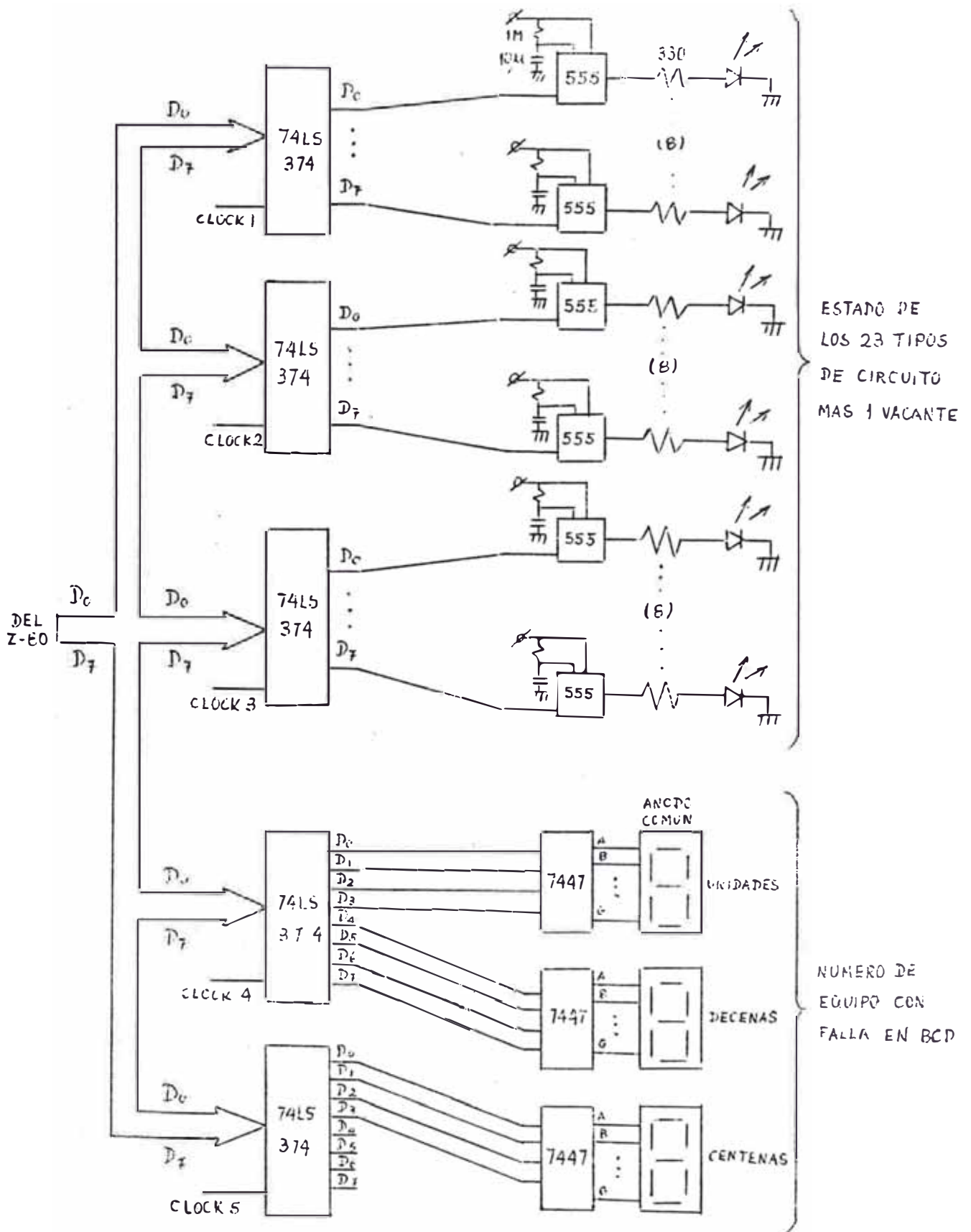


FIG 3.29 ARREGLO DE 5 DISPOSITIVOS DE SALIDA CORRESPONDIENTES A UNA CENTRAL

CUADRO 3.8

DIRECCION CON LA CUAL SE MONITOREARA A CADA UNA DE LAS
CENTRALES CONSIDERADAS EN EL SISTEMA

<u>Central</u>	<u>Dirección</u>
Washington 31/32	A0
Rímac 81	A1
Monterrico 35/36	A2
San Isidro 40 y San Isidro 41	A3
Miraflores 45/46	A4
Miraflores 47	A5
Chorrillos 67	A6
Magdalena 61/62	A7
San José 51/52	A8
Callao 65	A9
Lince 71/72	AA

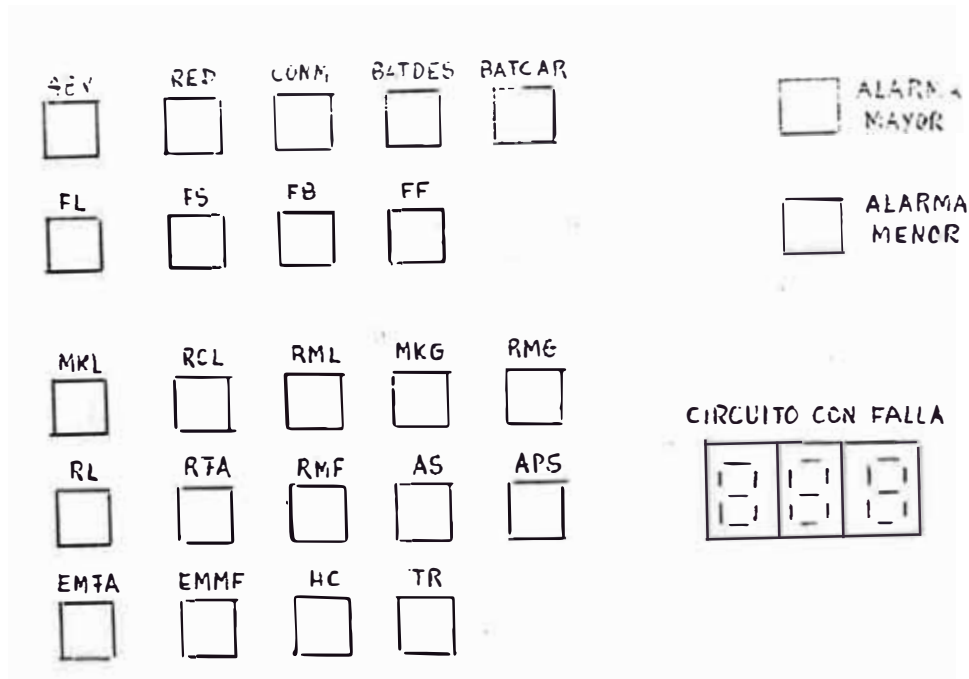
dor está constituido por el timer 555 en la configuración mencionada y corresponde a un bit de información, o lo que es lo mismo al estado de un determinado tipo de circuito.

Cada timer excitará a un diodo led durante 10 segundos, generando durante este intervalo de tiempo una señal visible que deberá ser captada por la persona encargada del Centro de Supervisión. El conjunto de señales visibles correspondientes al tablero de una central es mostrado en la figura 3.30.

Asimismo, las alarmas de fusibles de fila y del equipo de fuerza (a excepción de "batería en carga") serán consideradas alarmas mayores. El resto de señales serán alarmas menores o de información. La lógica que permite la visualización de los 2 leds correspondientes a cada tipo de alarma es graficada en la figura 3.31.

Los 2 últimos 74LS374 excitan a 3 decodificadores (7447) de BCD a 7 segmentos. Cada 7447 corresponde a una cifra BCD del número de equipo con falla que es mostrado en el display respectivo. En el caso de falla de un circuito, permanece visible su número hasta el momento que surja falla de otro circuito, apareciendo ahora el número de este último.

Como se considerarán 11 centrales, tendrán que existir 11 tableros como el mostrado en la figura



48V = 48 V ANORMAL

RED = FALLA DE LA RED

CONM = CONMUTADOR DE ELEMENTOS
EN POSICION IMPROPIA

BATDES BATERIA DESCARGADA

BATCAR BATERIA EN CARGA

FL FUSIBLE

FS FUSIBLE DE SALIDA

FB FUSIBLE DE BASTIDOR

FF FUSIBLE DE FILA

MKL MARCADOR DE LINEA

RCL RELES COMUNES DE LINEA

RML RELES DE MARCATE DE LINEA

MKG MARCADOR DE GRUPO

RMG RELE DE MARCATE DE GRUPO

RL REGISTRADOR LOCAL

RTA REGISTRADOR DE ENTRADA 7A

RMF REGISTRADOR DE ENTRADA MF

AS ACOPLADOR DE SELECCION

APS ACOPLADOR DE PRESELECCION

EM7A EMISOR 7A

EMMF EMISOR MF

HC HAZ CONECTADOR

TR TRADUCTOR

FIG 3.30 * TABLERO DE SUPERVISION
DE UNA CENTRAL

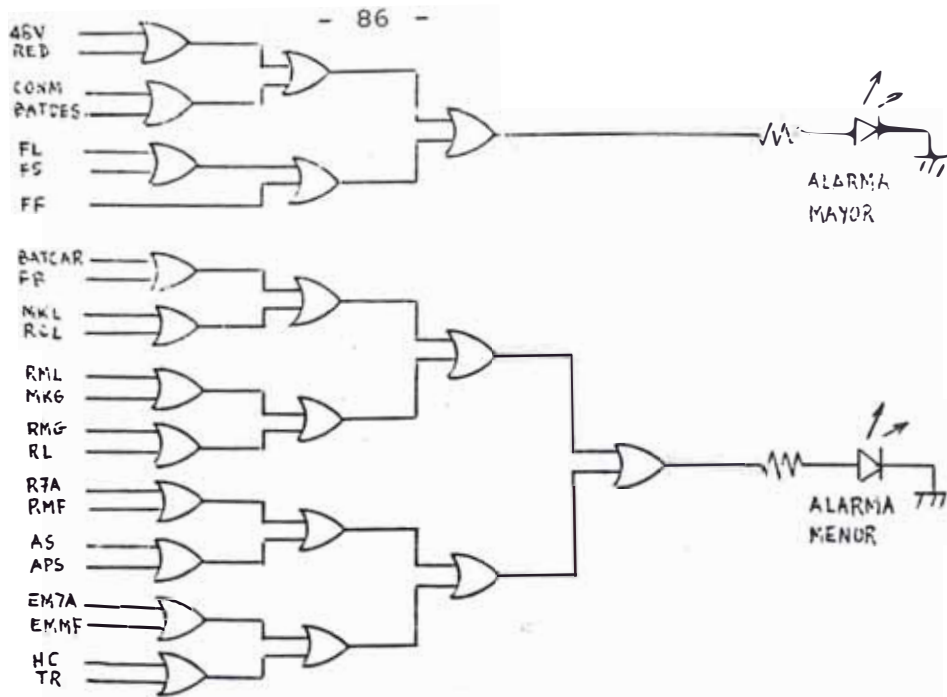


FIG 3.31: LOGICA QUE DETERMINA LA IMPORTANCIA DE UNA ALARMA DADA

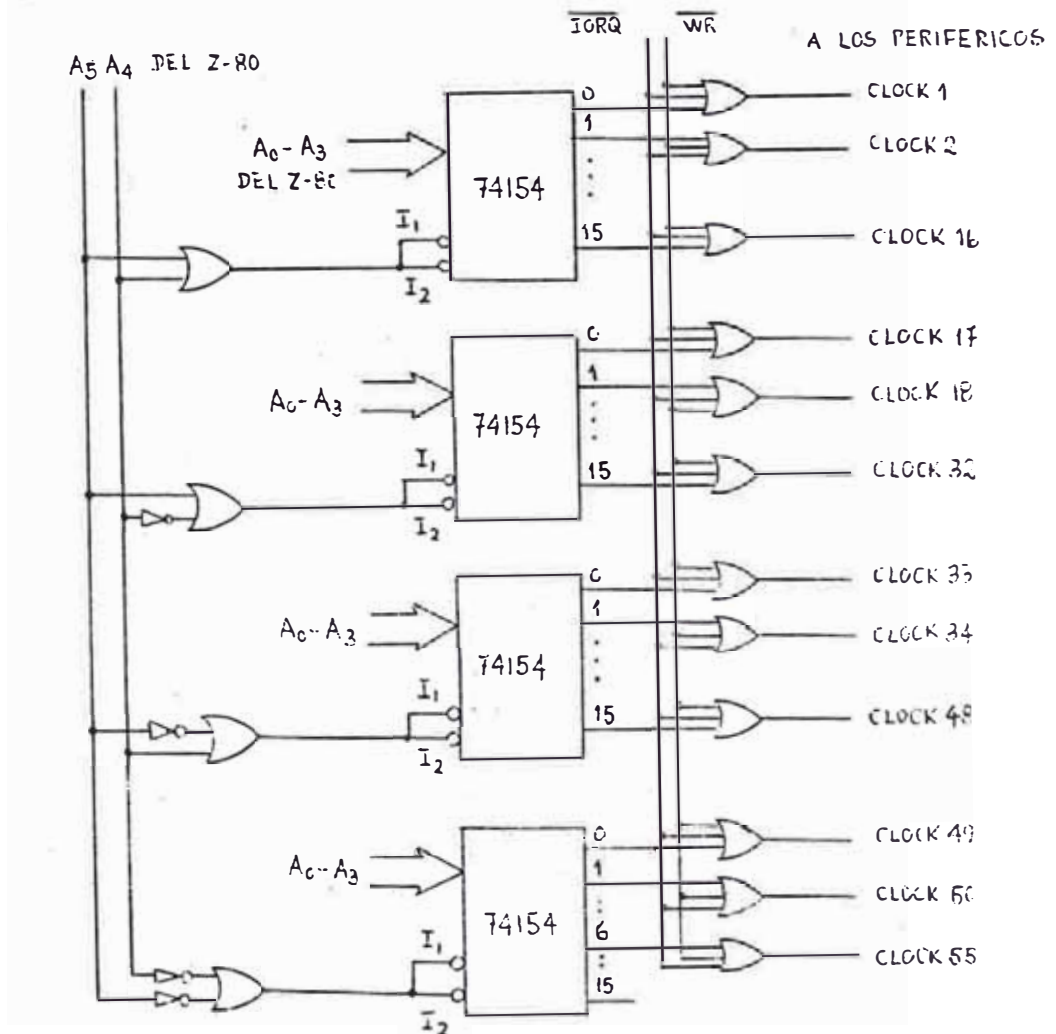


FIG 3.32: LOGICA ADICIONAL UTILIZADA PARA EL DIRECCIONAMIENTO DEL PERIFERICO DE SALIDA ADECUADO

3.30, lo que equivale a 55 dispositivos de salida que necesitan ser direccionados por el Z-80. Este hecho implica el requerimiento de lógica adicional para indicar el periférico seleccionado. Esta Lógica es mostrada en la figura 3.32, y utiliza decodificadores de 4 a 16 líneas y los 6 bits menos significativos del bus de direcciones. Las 4 puertas OR habilitarán sólo uno de los 4 decodificadores 74LS154 (utilizando los bits A4 y A5 de acuerdo a un arreglo análogo al de la figura 3.15c). En el decodificador seleccionado, se habilitará una de sus 16 salidas de acuerdo al valor existente en las líneas A0-A3. Esta salida a su vez constituirá una señal de direccionamiento para el periférico elegido. El conjunto de direcciones correspondientes a cada dispositivo de salida es mostrado en el cuadro 3.9.

Así por ejemplo: con la dirección COH se habilitará la 1ra salida del primer decodificador y corresponderá a las 8 señales del primer byte de información del estado de tipo de circuito de la central Washington 31/32. Con la dirección F4H se habilitará la 5a salida del cuarto decodificador y correspondería a las 8 señales del tercer byte de información del estado del tipo de circuito de la central Lince 71/72.

La secuencia de una operación de escritura en un dispositivo de salida (figura 3.33) será la siguiente:

CUADRO 3.9

DIRECCION DE CADA DISPOSITIVO DE SALIDA EN EL
TABLERO DE SUPERVISION

		<u>Dirección</u>
Washington 31/32	Byte 1 del estado del tipo de circuito	C0
	Byte 2 del estado del tipo de circuito	C1
	Byte 3 del estado del tipo de circuito	C2
	Byte 1 del número de equipo con falla	C3
	Byte 2 del número de equipo con falla	C4
Rímac 81	Byte 1 del estado del tipo de circuito	C5
	Byte 2 del estado del tipo de circuito	C6
	Byte 3 del estado del tipo de circuito	C7
	Byte 1 del número de equipo con falla	C8
	Byte 2 del número de equipo con falla	C9
	⋮	
Lince 71/72	Byte 1 del estado del tipo de circuito	F2
	Byte 2 del estado del tipo de circuito	F3
	Byte 3 del estado del tipo de circuito	F4
	Byte 1 del número de equipo con falla	F5
	Byte 2 del número de equipo con falla	F6

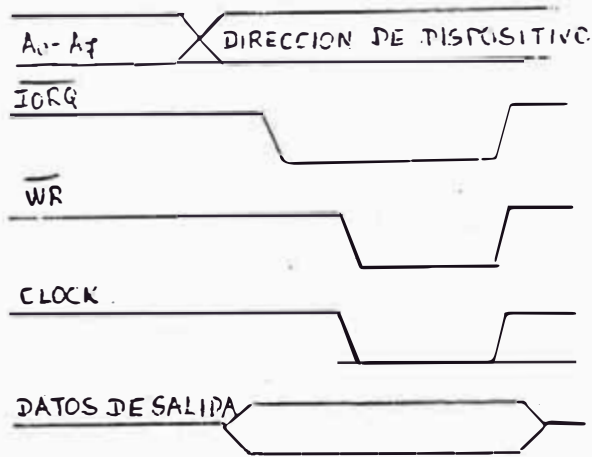


FIG 3.33: SECUENCIA DE OPERACION DE ESCRITURA EN UN DISPOSITIVO DE SALIDA

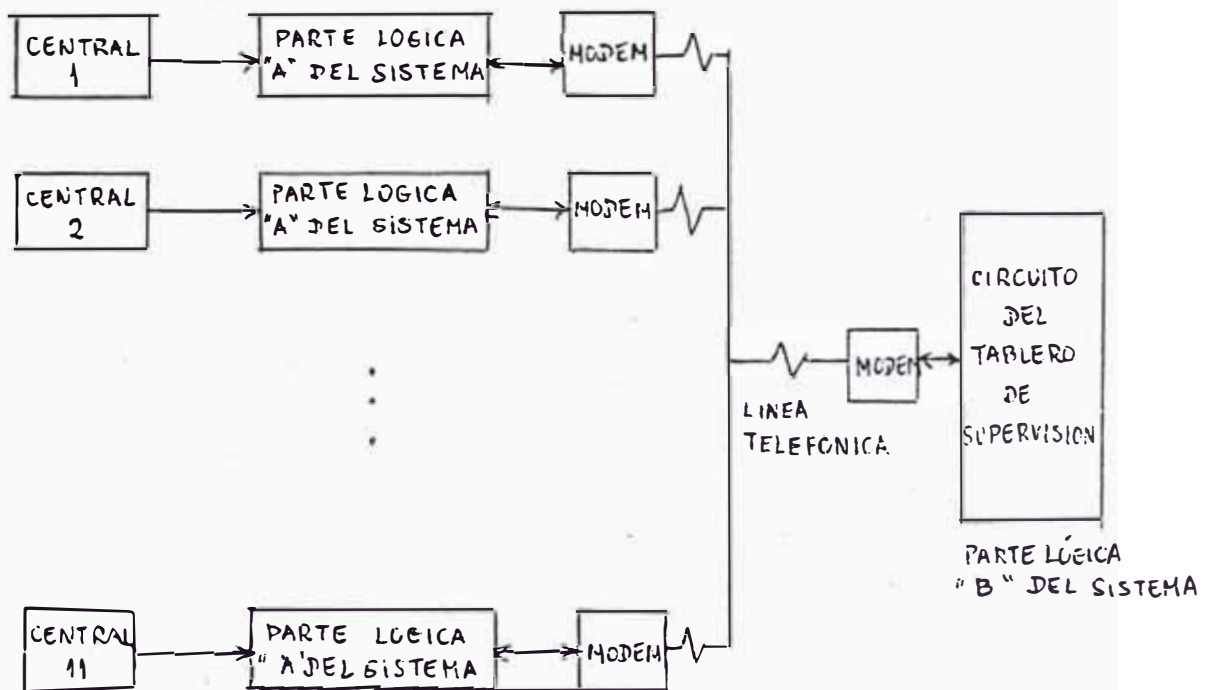


FIG 3.34: RED MULTIPUNTO A UTILIZARSE EN EL SISTEMA DE SUPERVISION CENTRALIZADA PARA CENTRALES PENTACONTA

- a) Las líneas AO-A7 toman el valor de la dirección del dispositivo de salida requerido.
- b) $\overline{\text{IORQ}}$ pasa al nivel 0, indicando un requerimiento de un dispositivo de salida
- c) $\overline{\text{WR}}$ pasa a 0, indicando que el Z-80 está listo para transferir datos al dispositivo. En este momento la línea de clock del 74LS374 pasa a 0, con lo cual los datos ingresan al periférico mencionado.
- d) Finalmente $\overline{\text{IORQ}}$ y $\overline{\text{WR}}$ pasan a 1, finalizando la operación de escritura

3.2 Selección de Equipos de Transmisiones

La red de transmisión a utilizarse en el sistema que se está diseñando será del tipo multipunto, tal como se muestra en la figura 3.34. Esta configuración permitirá un ahorro considerable en el número de modems necesarios. Se utilizará el "polling" como método de acceso de información de cada una de las centrales hacia el Centro de Supervisión. Este Centro interrogará sucesivamente a cada uno de los bloques lógicos A del sistema, los cuales uno por uno irán transmitiendo el estado de los circuitos de la central respectiva, así como el número de equipo con falla.

Se utilizarán para la transmisión el ancho de banda del canal telefónico normalizado, cuyo comportamiento es similar al de un filtro eléctrico pasabanda entre 300 y 3400 Hz; y líneas privadas de 4 alambres para comunicación full duplex, con la finalidad de incrementar

su velocidad (eliminando los efectos del "retardo de vuelta de la línea"). El esquema de la red de línea telefónica usada se muestra en la figura 3.35. Calculando la atenuación en los puntos extremos, se tiene del cuadro 3.10, con el cable calibre 19 lo siguiente:

<u>Tramo</u>		<u>Atenuación</u>
Lince-Rímac	$A_t = (4.2+2.9) \times 0.8$	= 5.68 dB
Lince-Monterrico	$A_t = (12.0 \times 0.8)$	= 9.60 dB
Lince-Chorrillos	$A_t = (2.2+4.2+8.6) \times 0.8$	= 12.00 dB
Lince-Callao	$A_t = (4.2+4.8+5.8) \times 0.8$	= 11.84 dB

Estos valores de atenuación no superan los 12 dB que constituye un nivel de atenuación considerado permisible.

Según se vió en el acápite anterior, la interfase a procesador será RS-232C de la EIA (Electronic Industry Association) o V24/V28 su contraparte del CCITT y la transmisión, asincrónica con 8 bits de datos, 1 bit de start, 1 bit de stop y 1 bit de paridad par, como se muestra en la figura 3.36.

El modem elegido es el MX2400 de Codex, Motorola (compatible con el modelo 201B/C de Bell, cuya velocidad es de 2,400 bits por segundo y usa una portadora de 1800 Hz modulada con la técnica DPSK (differential phase shift keying) donde la información está contenida en la variación de fase de 2 baudios adyacentes de la onda portadora, calificados como tribitios (bloques de datos de

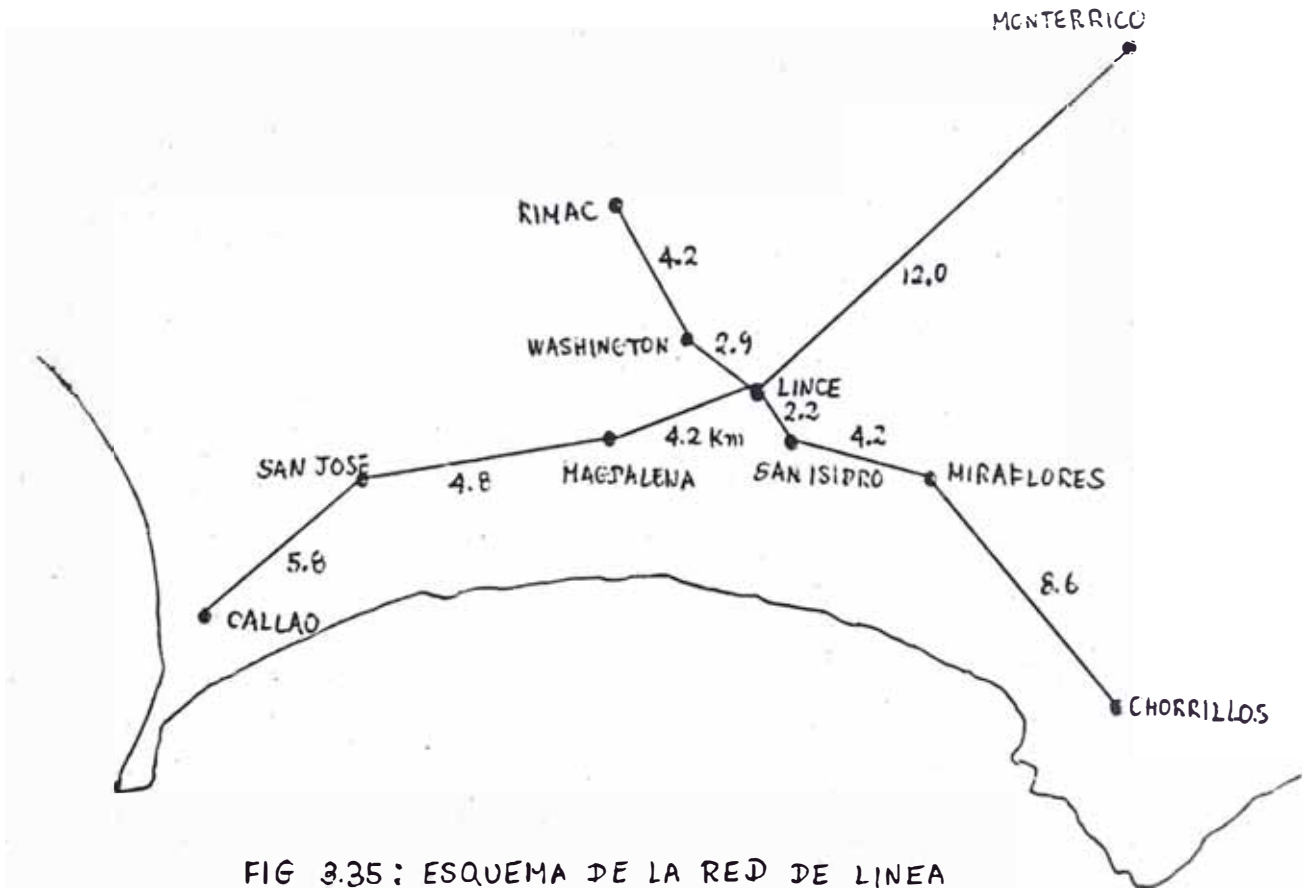
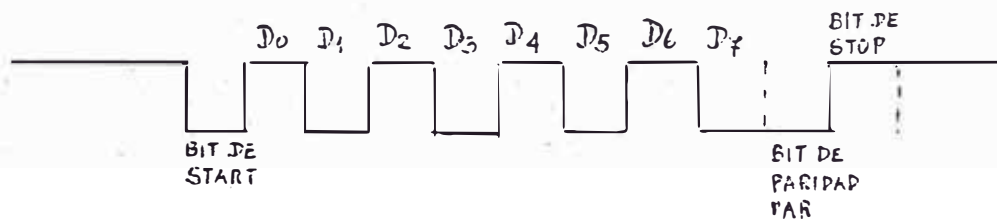


FIG 3.35: ESQUEMA DE LA RED DE LINEA TELEFONICA USADA EN EL SISTEMA DE SUPERVISION



DATO : 01010101 = 55H

FIG 3.36: FORMA DE ONDA DE UN DATO A SER TRANSMITIDO EN LA RED

CUADRO 3.10

CARACTERISTICAS DE LOS CABLES CPT (1 KHz)

<u>Calibre</u>	<u>Resistencia</u> <u>(en Ω /km)</u>	<u>Atenuación</u> <u>(en dB/km)</u>
26	286	1.8
26H88	290	1.1
24	180	1.5
24H88	184	0.76
22	114	1.2
22 H88	118	0.5
19	53	0.8
19H88	57	0.27

CUADRO 3.11

COMBINACIONES POSIBLES DE TRIBITIOS UTILIZADAS POR EL

MODEM MX 2400 DE CODEX

<u>Tribitio</u>	<u>Cambio de fase</u>
001	0°
000	45°
010	90°
011	135°
111	180°
110	225°
100	270°
101	315°

3 bits). Las 8 combinaciones posibles son representadas por cambios de fase en múltiplos de 45 grados según el patrón mostrado en el cuadro 3.11.

El MX 2400 posee ecualización adaptiva automática que continuamente reajusta los parámetros de igualación con la finalidad de compensar los cambios de la calidad de la línea, posee un "retardo de vuelta de la línea" de 8 milisegundos, y el acoplamiento a la línea telefónica es directo.

El establecimiento de la comunicación en una red multipunto se llevará a cabo, como se muestra en la figura 3.37 (donde sólo se representa una central de la red), según la siguiente secuencia:

- a) Las líneas "Data Set Ready" 1 y 2 de todos los modems en la red son activas, cuando son encendidas. También se activan las líneas "Transmitter Clock" 18 y 19.
- b) A partir de los 8251 de todas las centrales de la red, se activan las líneas "Data Terminal Ready" 3 y 4.
- c) El Centro de Supervisión activa la línea "Request to Send" 5 que hace generar a su modem la señal portadora.
- d) Todos los modems de central detectan la portadora y activan la "Received Line Signal Detector" 6 y también la línea "Receiver Clock" 7 para enviar el reloj de recepción al 8251.

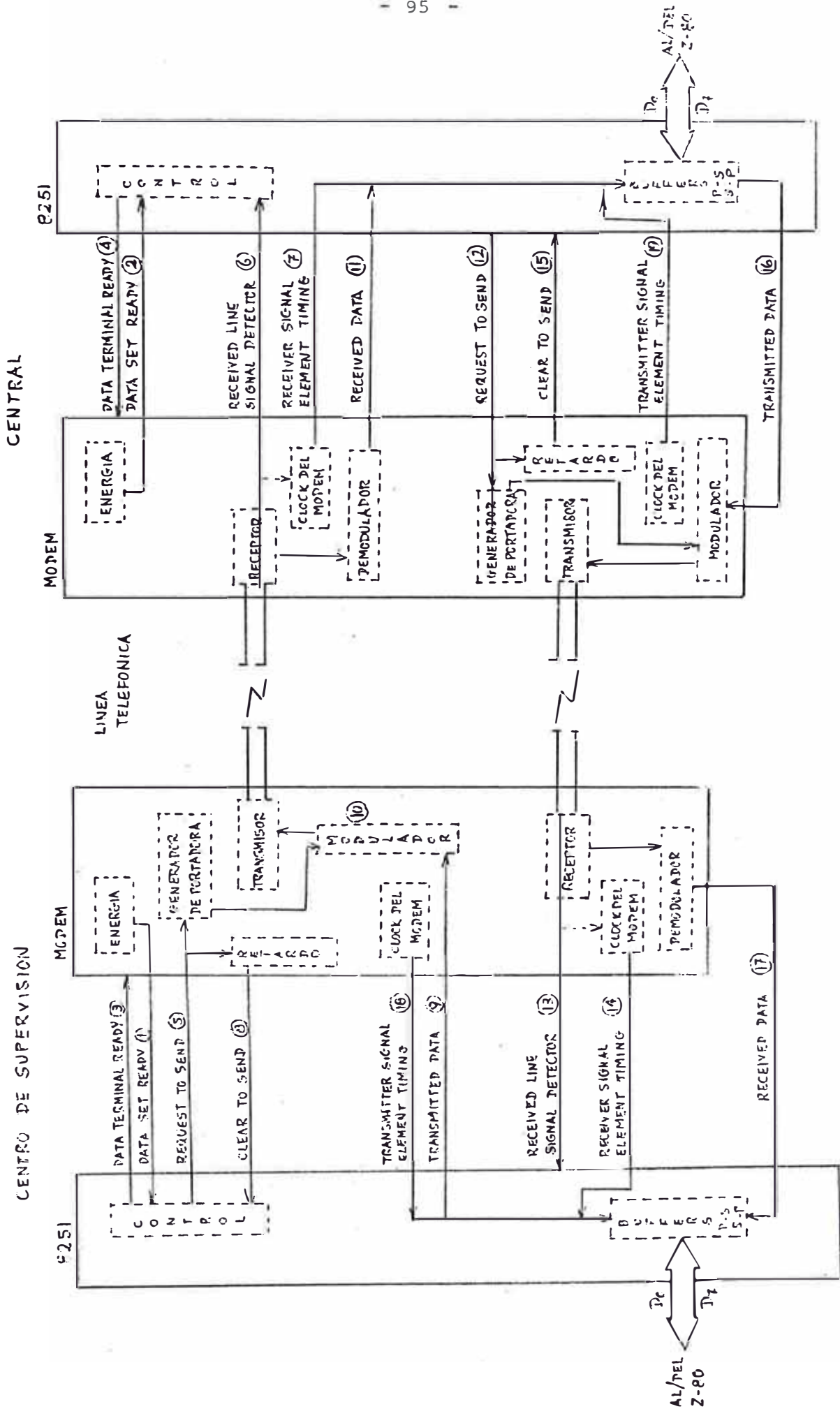


FIG 3.3F : ESQUEMA DEL ESTABLECIMIENTO DE LA COMUNICACION EN LA RED MULTIPUNTO (MOSTRANDO UNA SOIA CENTRAL)

- e) Después de un retardo dado, el modem del Centro de Supervisión activa la línea "Clear to Send" 8 indicándole que está listo para transmitir datos.
- f) El Centro de Supervisión señalará la dirección (AO) de la primera central de la red (Washington 31/32) y la enviará al modem en su línea "Transmitted Data" 9
- g) El modem del Centro de Supervisión modula la portadora 10 con la dirección mencionada y la transmite a todos los modems de la red.
- h) Todos los modems de central, demodulan la dirección y la envían a su 8251, en la línea "Received Data" 11.
- i) Cada parte lógica A del sistema en cada central, deserializa la dirección usando las señales del reloj de recepción 7. Sólo la central de Washington 31/32 responderá a la dirección; las otras la ignorarán y continuarán monitoreando sus líneas "Received Data". Para responder el "polling", el 8251 de Washington activa su línea "Request to Send" 12 que causa que su modem comience a transmitir la señal portadora.
- j) El modem del Centro de Supervisión recibe la portadora y activa su "Received Line Signal Detector" 13 y "Receiver Clock" 14.
- k) Después de un corto retardo, para permitir el paso anterior, el modem de Washington activa su línea "Clear to Send" 15.
- l) Cuando el 8251 de Washington detecta el "Clear to Send" activo, transmite la información del estado de los diversos tipos de circuito de la central y el

- número de equipo con falla 16.
- m) Después de transmitir el número de equipo con falla, el 8251 de Washington desactiva la línea "Request to Send" 12. Esto causa al modem desactivar su portadora y la línea "Clear to Send" 15.
 - n) Cuando el modem del Centro de Supervisión detecta la ausencia de portadora, desactiva su línea "Received Line Signal Detector" 13.
 - o) La parte lógica A del sistema, en Washington se encuentra ahora en modo de espera del próximo requerimiento o "poll" del Centro de Supervisión. Este mientras tanto serializará la dirección (A1) de la segunda central de la red (Rímac 81) y repetirá toda la serie de pasos indicados desde f). Este proceso de "polling" interrogará a todas las centrales consideradas en el sistema una y otra vez hasta que éste sea desenergizado.

3.3 Elaboración del Software del Sistema. Funcionamiento

El software necesario para el correcto funcionamiento del sistema diseñado puede dividirse en 2 partes:

El programa que hace operar el analizador de fallas ocurridas en la central y transmitir la información (Programa 1).

- El programa que hace operar el Tablero de Supervisión en la recepción de información (Programa 2).

3.3.1 Elaboración del Programa 1

Este programa realizará básicamente los siguientes trabajos:

- a) Inicialización
- b) Análisis del estado de las alarmas de fusible y de falla en el equipo de fuerza
- c) Análisis de los tiempos de ocupación de los circuitos con lámparas de ocupación
- d) Monitoreo de la dirección enviada por el Centro de Supervisión y transmisión del estado de cada tipo de circuito y del número de equipo con falla.

El trabajo a) consiste en inicializar el puntero de stack SP, así como al 8251 para la transmisión y recepción. Para esto último, se hace ingresar a su registro de control el modo de trabajo (cuya definición de bits es dada en la figura 3.38) dado por 7DH que permitirá definir las características de la transmisión serial:

Bits D7,D6 = 01 se utilizará un bit de stop

Bits D5,D4 = 11 se usará paridad par

Bits D3,D2 = 11 se recibirán y transmitirán 8 bits de datos.

Bits D1,D0 = 01 implica que la velocidad de transmisión y recepción será igual a la de los relojes TxC y RxC o sea 2400 baudios por segundo.

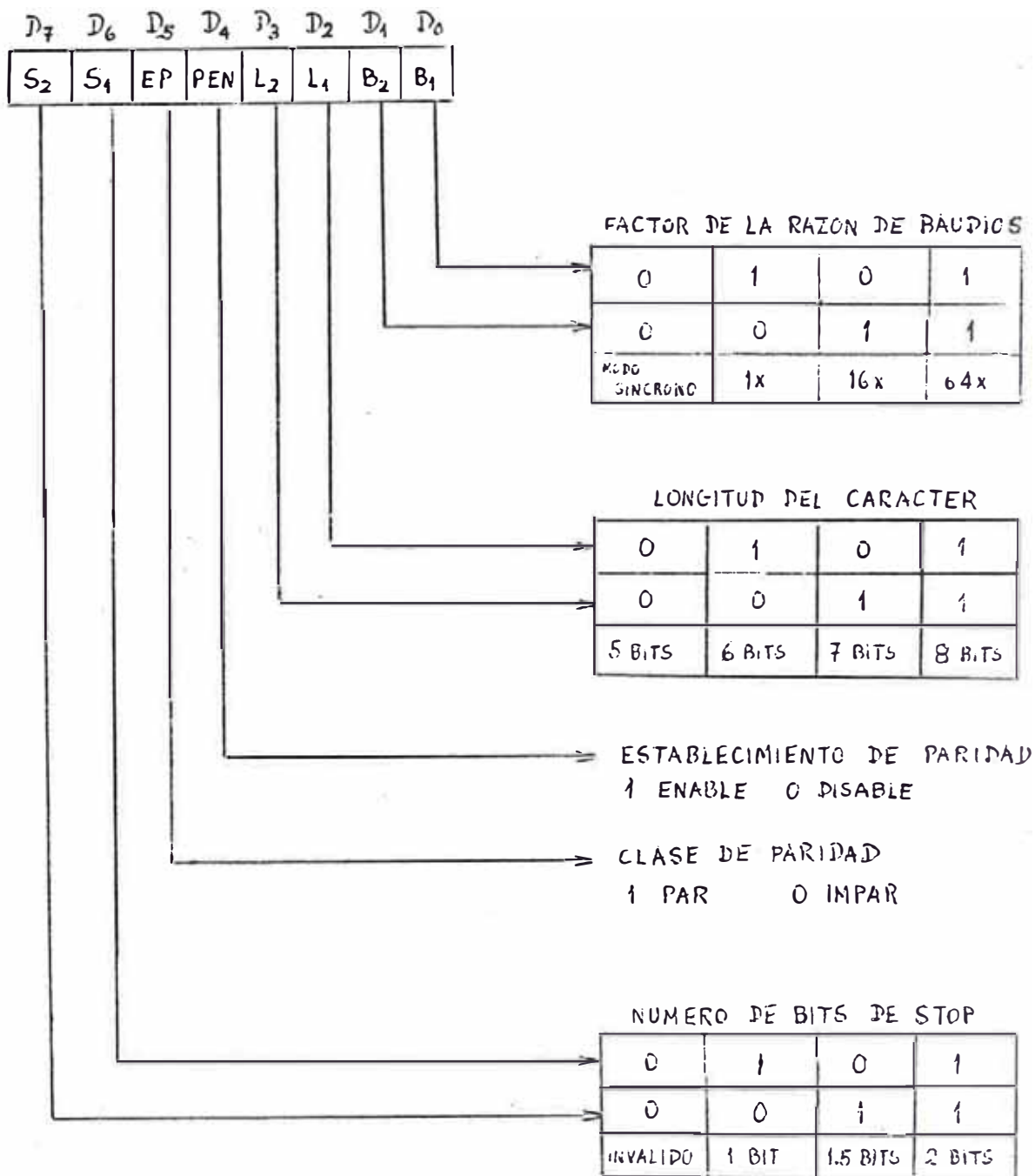


FIG 3.38: DEFINICION DE BITS DEL MODEC DE TRABAJO DEL 8251

Luego se hará ingresar al 8251 la instrucción de comando (cuya definición de bits se da en la figura 3.39) dada por 17H que establecerá la recepción y transmisión, reseteando los flags de error. Asimismo, la línea DTR (Data Terminal Ready) será puesta a 0 lógico, indicando al modem que se encuentra listo para trabajar.

El trabajo b) analizará las señales de alarma, haciéndolas ingresar en grupo de 8 como se puede observar en el diagrama de flujo de la figura 3.40. En condiciones normales estas señales deben estar en 0. Se comprueba el estado de la primera señal (correspondiente al bit D0) y mediante un desplazamiento a la derecha en el acumulador, se analiza la segunda señal (correspondiente a D1, pero ocupando ahora D0), y así sucesivamente hasta la octava. En este momento se hace ingresar otro conjunto de 8 señales para seguir el mismo procedimiento, con lo cual se cubren las 9 señales de alarma más 7 que serán conectadas a tierra por ser vacantes. Si al comprobar el estado de una señal, ésta se encuentra en 1, implica la existencia de alarma. En este caso se incrementa el número de errores del circuito o lo que es lo mismo, el número de veces que aparece la alarma. Para despejar la posibilidad de transitorios, sólo cuando aparece por lo menos 5 veces se considerará que existe falla y se pondrá el estado del tipo de circuito en 1. Este análisis es posible debido a que una señal de alarma tiene sólo 2 valores: 0 si es normal, 1 con

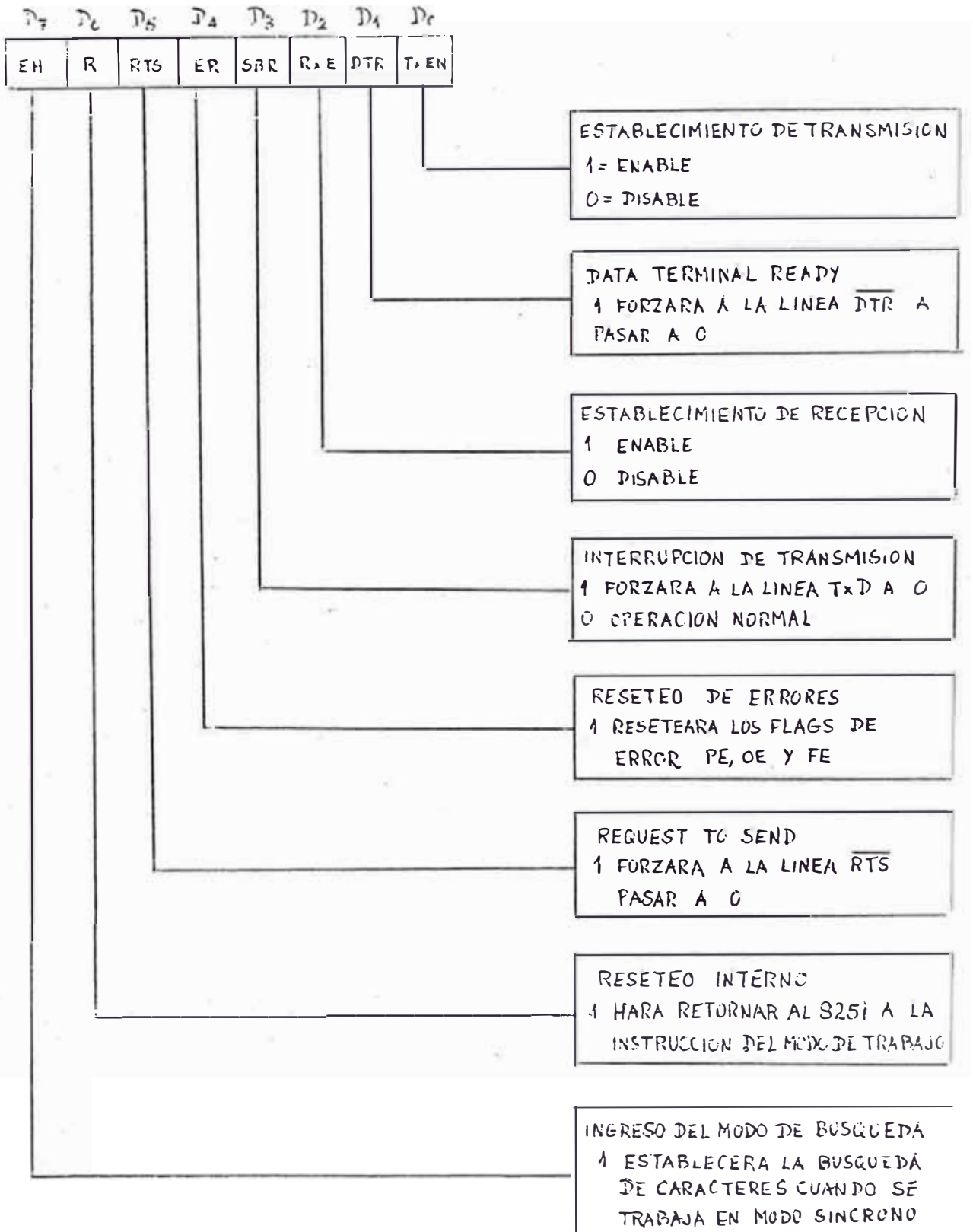


FIG 3.39 : DEFINICION DE BITS DE LA INSTRUCCION DE COMANDO DEL 8251

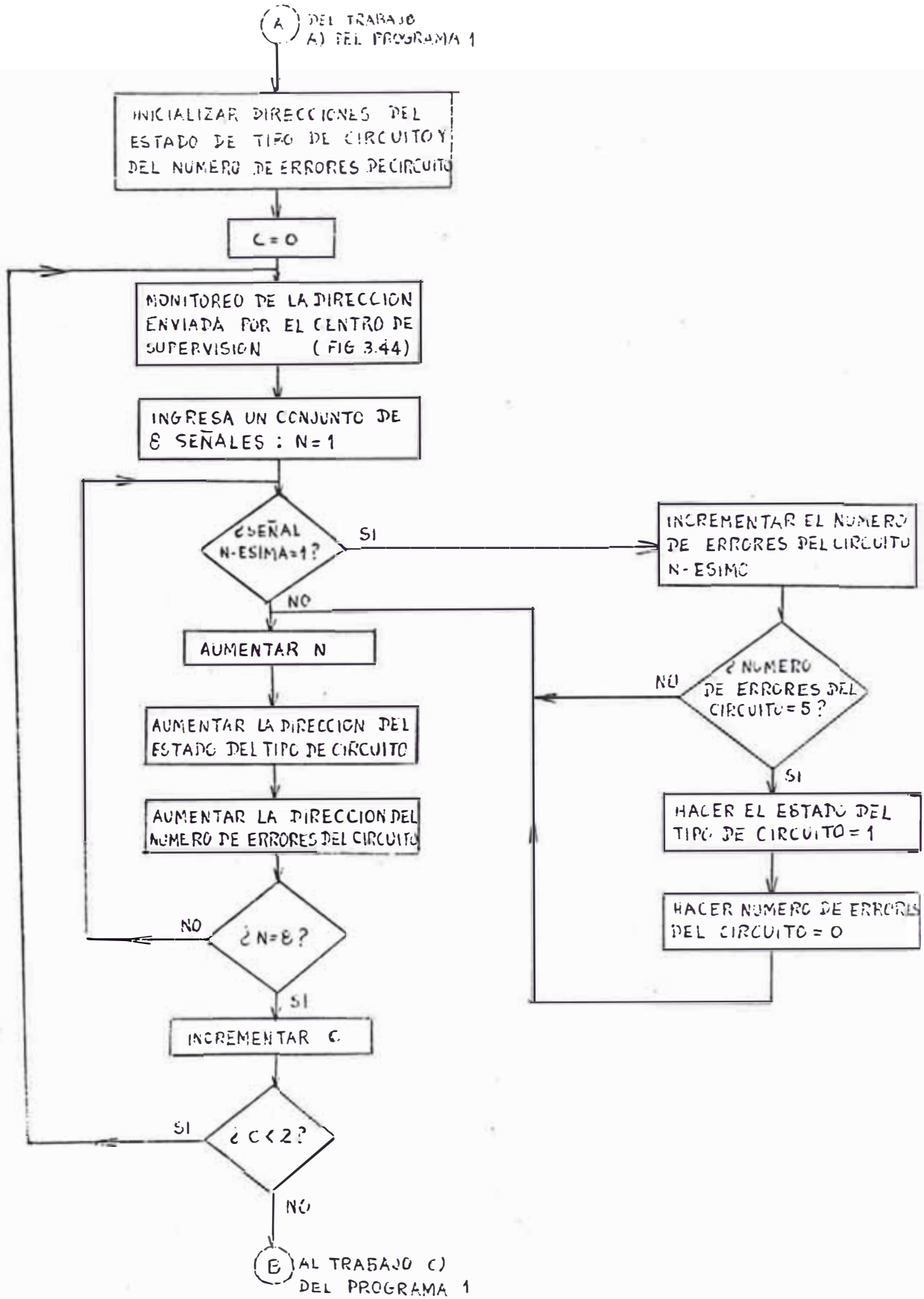


FIG 3.40 : DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PARTE B DEL PROGRAMA 1

falla. Asimismo, el bloque de monitoreo de la dirección enviada por el Centro de Supervisión será analizado más adelante.

La parte c) del programa, cuyo diagrama de flujo puede verse en la figura 3.41, al igual que la parte b) hace ingresar las señales en grupo de 8, pero en este caso éstas corresponden a las lámparas de ocupación. También se comprueba el estado de la primera señal y mediante un desplazamiento a la derecha en el acumulador se analiza la segunda señal y así sucesivamente hasta la octava. Se vuelve a hacer ingresar un conjunto de 8 señales y así sucesivamente 188 veces hasta cubrir las 1504 señales. Sin embargo, la comprobación del estado de la señal es ahora diferente. Si la señal indica circuito ocupado, se incrementa el tiempo de ocupación de éste, teniendo en consideración si este tiempo es excesivo ($MSB = 1$ que implicará circuito retenido). Si la señal indica circuito no ocupado, entonces se verifica su estado anterior. Si estaba ocupado implica que ha terminado su ocupación, procediéndose entonces a analizar el tiempo que ha demorado ésta. El diagrama de flujo de la parte del programa que realiza este análisis es mostrado en la figura 3.42.

En este diagrama, se observa que primero se determina qué tipo de circuito es el que va a ser analizado (región encerrada en línea entrecortada), para lo cual se compara la dirección que contiene el tiempo de

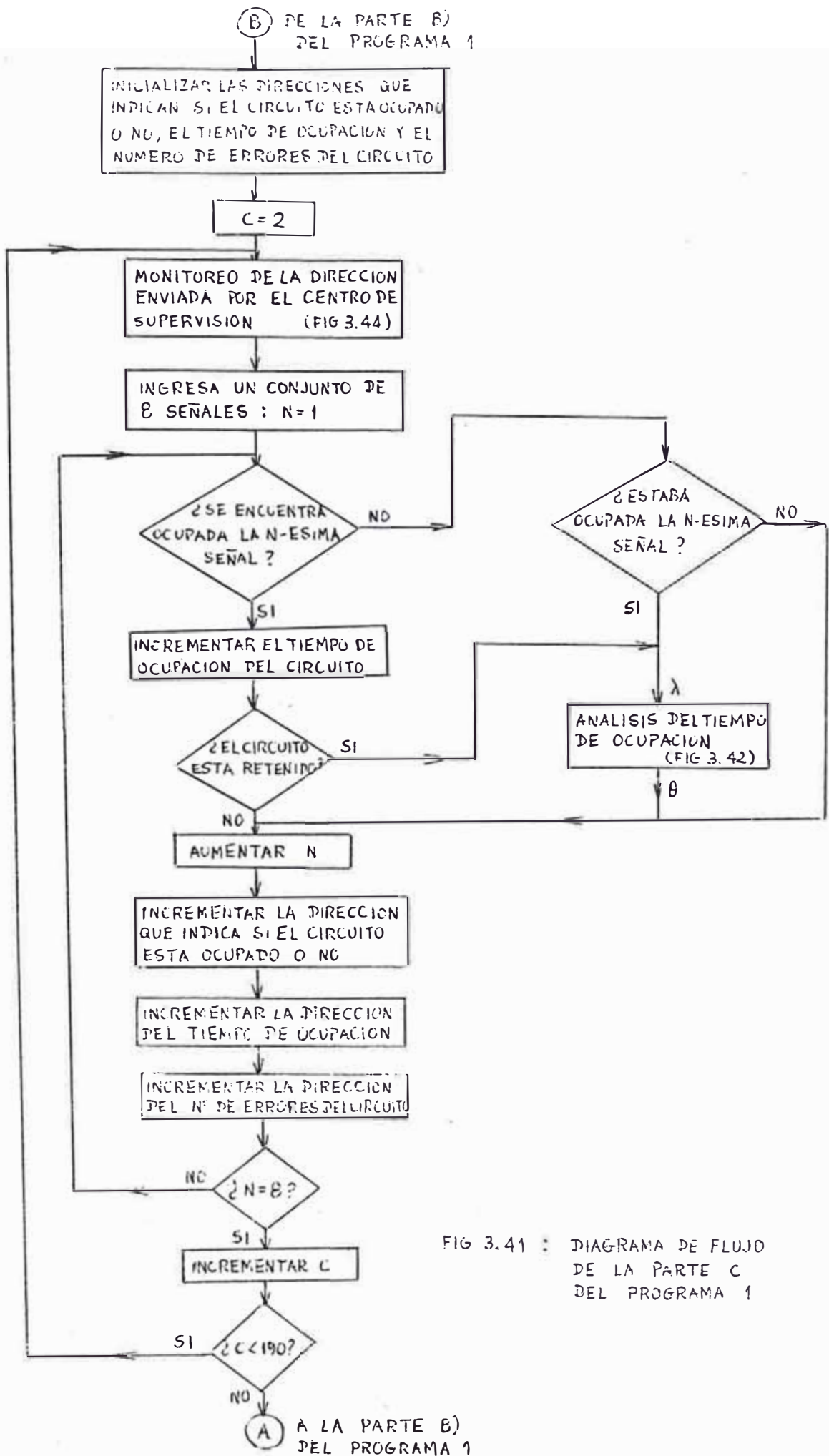


FIG 3.41 : DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PARTE C DEL PROGRAMA 1

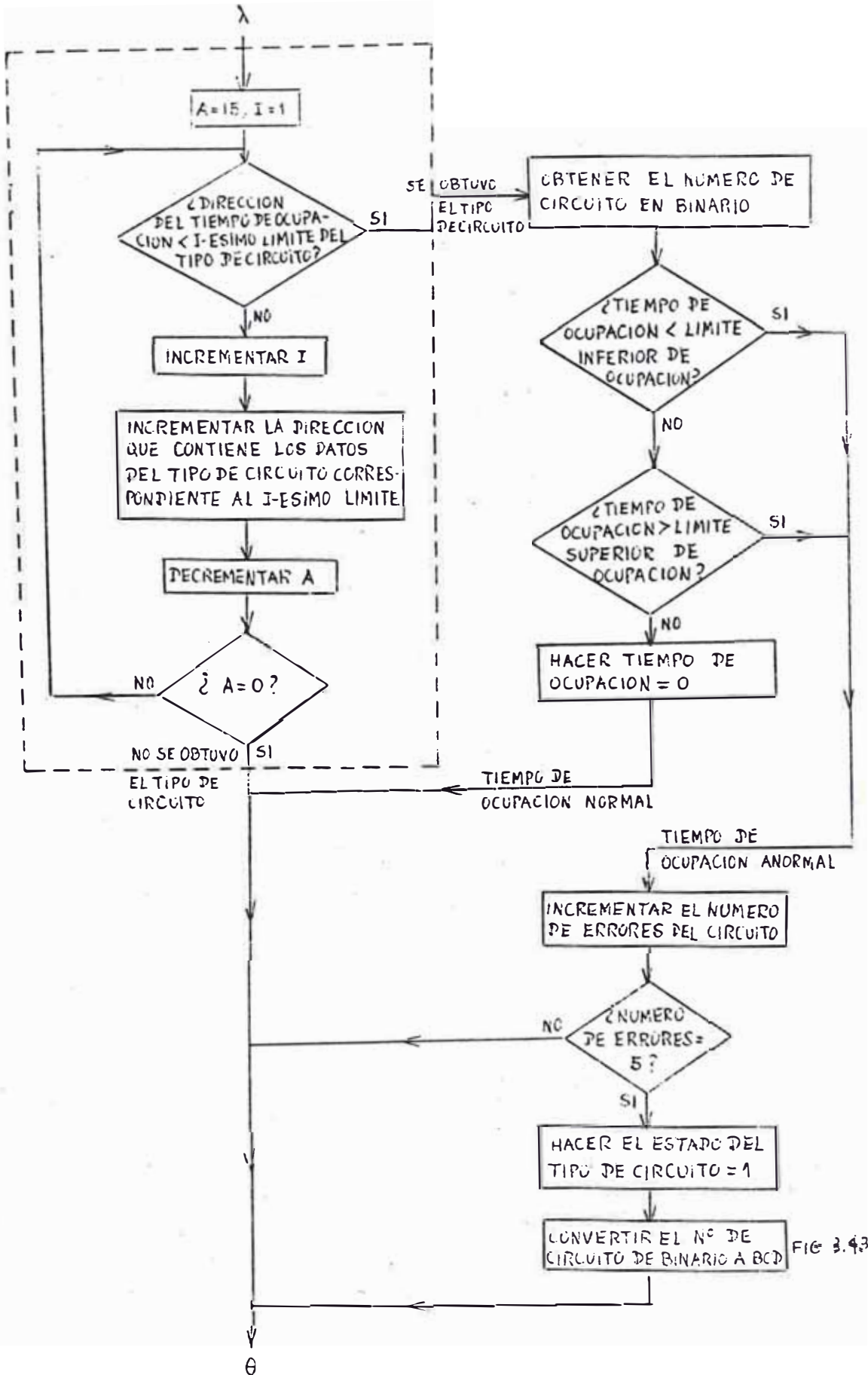


FIG 3.42 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PARTE DEL PROGRAMA 1 QUE ANALIZA EL TIEMPO DE OCUPACION DE UN CIRCUITO DADO

ocupación con cada uno de los límites del tipo de circuito (Cuadro 3.7). Obtenida esta información, se halla el número del circuito en binario y se establece si el tiempo de ocupación está dentro de los límites de trabajo normal. Si este no es el caso, se incrementa el número de errores del circuito y al igual que en el trabajo b), sólo se considerará falla cuando aparece por lo menos 5 veces, poniéndose el estado del tipo de circuito en 1 y convirtiendo el número del circuito en binario a BCD. Esta conversión utilizará un algoritmo de corrimiento hacia la izquierda, agregando el número 3 a los valores de décadas que contengan un número mayor que 4 antes del corrimiento, como se muestra en la figura 3.43, donde se trabaja como ejemplo con el número decimal 235.

El trabajo d) del programa es realizado por una subrutina (en la figura 3.44 se observa su diagrama de flujo) que analiza si el Centro de Supervisión está enviando o no una dirección. Si la está enviando, comprueba si corresponde a la dirección específica de la central. El conjunto de direcciones correspondientes a cada central es mostrado en el cuadro 3.8. Este monitoreo es realizado periódicamente, cada vez que se analizan 8 señales de alarma o de lámparas de ocupación. Si la dirección recibida no es la de la central, se retorna al programa principal. En caso contrario se procede a la transmisión del estado de cada tipo de circuito y

Nº BINARIO EBH CVALOR
DECIMAL: 235)

	0000	0000	0000	11101011
CORRIMIENTO	0000	0000	0001	1101011
CORRIMIENTO	0000	0000	0011	101011
CORRIMIENTO	0000	0000	0111	01011
SUMAR 3	0000	0000	1010	01011
CORRIMIENTO	0000	0001	0100	1011
CORRIMIENTO	0000	0010	1001	011
SUMAR 3	0000	0010	1100	011
CORRIMIENTO	0000	0101	1000	11
SUMAR 3	0000	1000	1011	11
CORRIMIENTO	0001	0001	0111	1
SUMAR 3	0001	0001	11010	1
CORRIMIENTO	0010	0011	0101	

2 3 5

FIG 3.43a: EJEMPLO DE CONVERSION DE UN NUMERO BINARIO A BCD

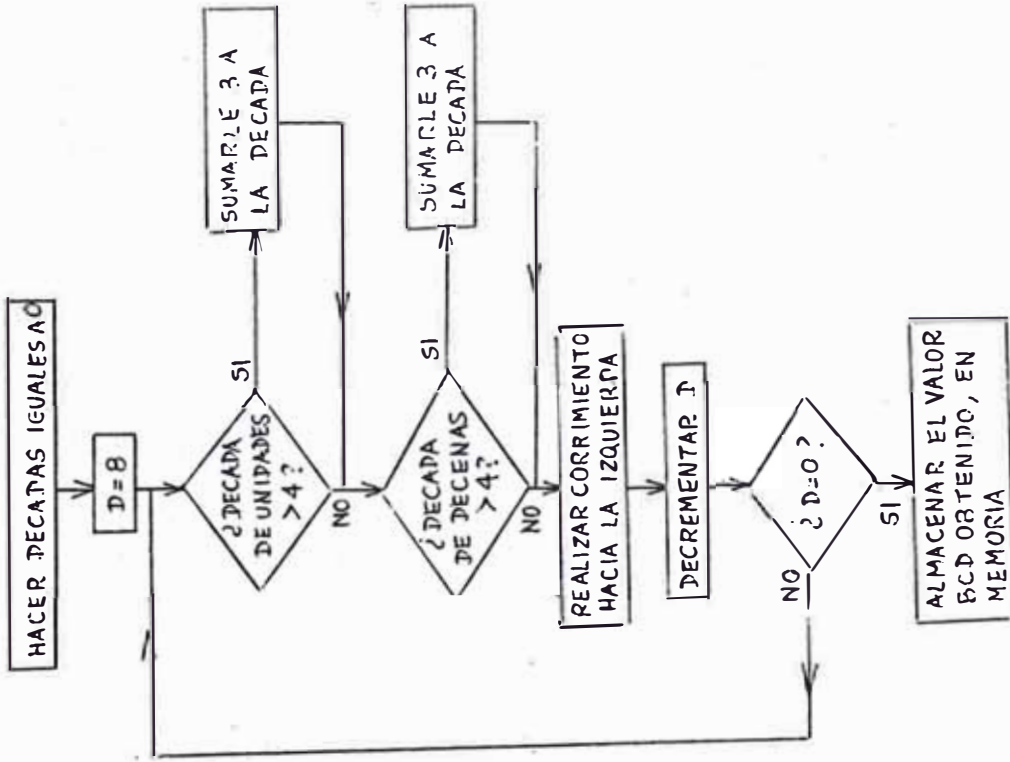


FIG 3.43b: DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PARTE DEL PROGRAMA QUE CONVIERTE EL NUMERO DE EQUIPO CON FALLA, DE BINARIO A BCD

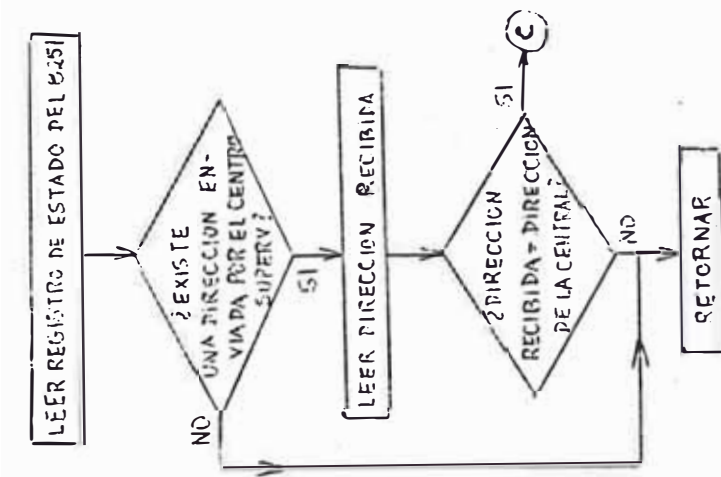


FIG 3.44a: DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PARTE D DEL PROGRAMA 1 QUE MONITOREA SI EL CENTRO DE SUPERVISION TRANSMITE O NO UNA DIRECCION

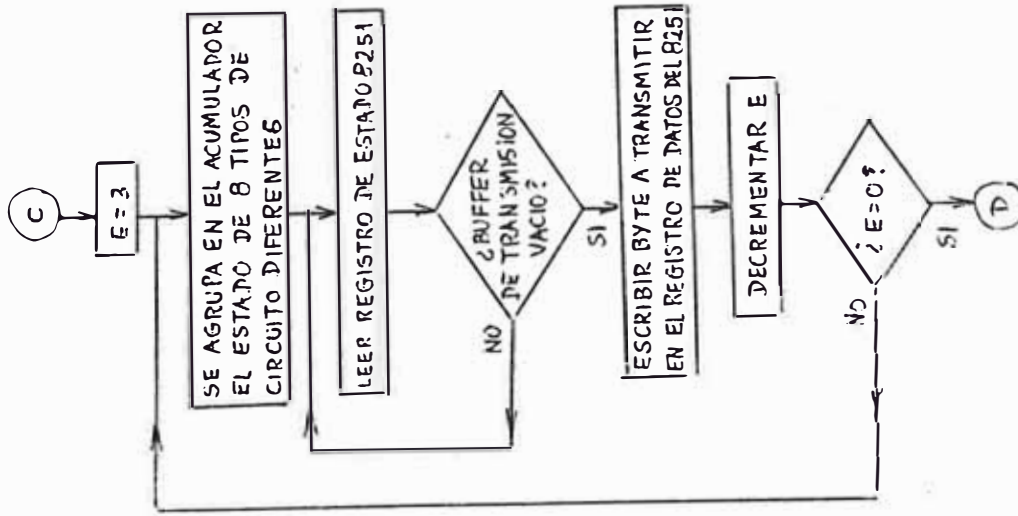


FIG 3.44b: DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PARTE D DEL PROGRAMA 1 QUE TRANSMITE EL ESTADO DE LOS DIFERENTES TIPOS DE CIRCUITO

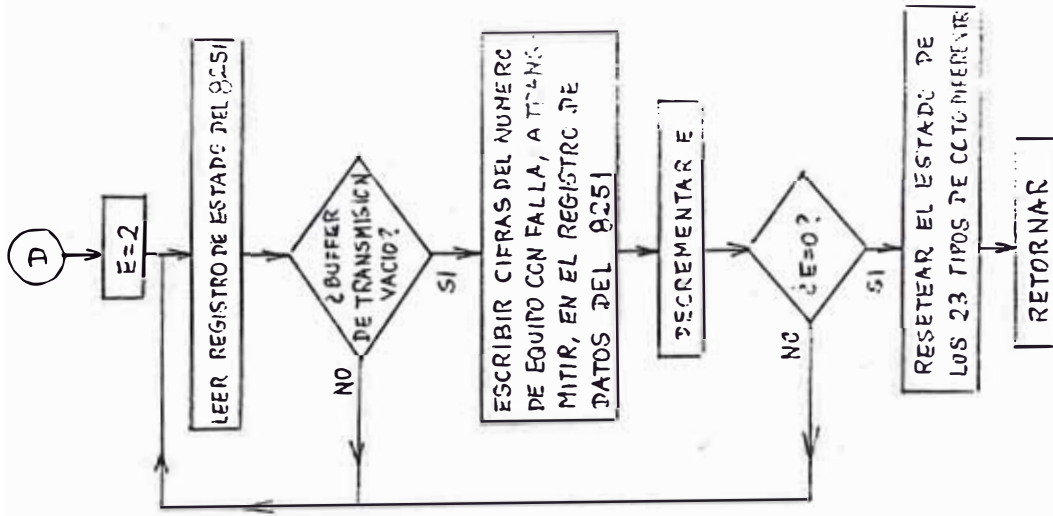


FIG 3.44c: DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PARTE D DEL PROGRAMA 1 QUE TRANSMITE EL NUMERO DE EQUIPO CON FALLA

del número de equipo con falla.

En la figura 3.44b se tiene el diagrama de flujo de la parte del programa que permite la transmisión mencionada. Un conjunto de estados de 8 tipos de circuito diferentes almacenados en memoria, son agrupados en el acumulador. Esto es posible debido a que en memoria la información del estado mencionado está contenida en un solo bit: el menos significativo, el cual indicará circuito "con falla" (DO = 1) o "sin falla" (DO = 0). Luego se verificará si el buffer de transmisión del 8251 se encuentra vacío, por medio de la lectura del bit DO del registro de estado (DO = 1 vacío, DO = 0 no vacío). Si no está vacío se vuelve a leer el registro repetitivamente hasta que lo esté. En este momento se hace ingresar al 8251 el contenido del acumulador para ser transmitido. Este proceso se realiza 3 veces, lográndose enviar la información del estado de los 23 tipos de circuito diferentes considerados más 1 vacante.

Del mismo modo se envía la información del número de equipo con falla (figura 3.44c) en 2 bytes. Así, por ejemplo, si el número de equipo es 106, se transmite primero el byte 06 y luego el 01. Posteriormente se resetea el estado de los 23 tipos de circuito diferentes y se retorna al programa principal. La organización de los bytes de información que son transmitidos a través de la línea telefónica es mostrada en el cuadro 3.12.

CUADRO 3.12

**ORGANIZACION DE LOS BYTES DE INFORMACION QUE SON
TRANSMITIDOS A TRAVES DE LA LINEA TELEFONICA**

Byte 1: Estado del tipo de circuito

D0 Marcador de Línea
D1 Relé de marcaje de línea
D2 Relé común de línea
D3 Marcador de grupo
D4 Relé de marcaje de grupo
D5 Registrador local
D6 Registrador de entrada 7A
D7 Registrador de entrada MF

Byte 2: Estado del tipo de circuito

D0 Acoplador de selección
D1 Acoplador de preselección
D2 Emisor 7A
D3 Emisor MF
D4 Haz conectador
D5 Traductor
D6 Fusible de fila
D7 Fusible de bastidor

Byte 3: Estado del tipo de circuito

D0 48 V. anormal
D1 Falla de la red
D2 Conmutador de elementos en posición impropia
D3 Fusible del bastidor de control
D4 Fusible de salida
D5 Batería descargada
D6 Batería en carga
D7 Vacante

Byte 4: Número de equipo con falla

D0 }
D1 } Unidad BCD
D2 }
D3 }
D4 }
D5 } Decena BCD
D6 }
D7 }

Byte 5: Número de equipo con falla

D0 }
D1 } Centena BCD
D2 }
D3 }
D4 }
D5 } Siempre Cero
D6 }
D7 }

PROGRAMA 1

PARTE A: INICIALIZACION

0000	3E7D		LD A, 7DH	
0002	D3FD		OUT(FDH),A	ingresar modo de trabajo al 8251
0004	3E17		LD A, 17H	
0006	D3FD		OUT(FDH), A	ingresa instrucción de comando al 8251
0008	210F17		LD HL, 170 FH	
000B	F9		LD SP, HL	inicializar puntero de stack

PARTE B: ANALISIS DEL ESTADO DE LAS ALARMAS DE FUSIBLE Y DE FALLA EN EL EQUIPO DE FUERZA

000C	DD211018	π	LD IX, 1810	
0010	FD210EOF		LD IY, 0FOE	inicializar dirección del estado de tipo de circuito
0014	210008		LD HL, 0800	inicializar dirección del N° de errores del circuito
0017	OE00		LD C, 0	hacer C=0
0019	CD5801	γ	CALL MON	monitoreo de la dirección enviada por el Centro de Supervisión
001C	ED78		IN A, (C)	ingresa un conjunto de 8 señales (n=1)
001E	1608		LD D, 8	
0020	CB47	β	BIT 0, A	probar señal enésima=1
0022	2011		JRNZ, α	si señal enésima=1, ir a α
0024	OF	ϵ	RRCA	aumentar n
0025	FD23		INC IY	aumentar la dirección del estado de tipo de circuito
0027	23		INC HL	aumentar dirección del n° de errores del circuito
0028	25		DEC D	
0029	20F5		JRNZ, β	si $n \neq 8$, ir a β
002B	OC		INC C	incrementar C
002c	3E02		LD A,2	
002E	D600		SUB 0	
0030	20E7		JRNZ, γ	Si $C < 2$ ira γ
0032	C3400.		JP δ	ir a δ

Tratamiento cuando el estado de la alarma n-ésima es igual a 1

0035	34	α	INC(HL)	Incrementar el N°de errores del circuito n-ésimo
0036	7E		LD A, (HL)	
0037	D605		SUB 5	
0039	20E9		JRNZ, ϵ	Si N°de errores del circuito n-ésimo=5, ir a ϵ
003B	FD360001		LD (IY), 1	Hacer el estado del tipo de circuito = 1
003F	3600		LD (HL), 0	Hacer N°de errores del circuito = 0
0041	C32400		JP ϵ	ir a ϵ

PARTE C: ANALISIS DE LOS TIEMPOS DE OCUPACION DE LOS CIRCUITOS CON LAMPARAS DE OCUPACION

0044	DD211018	δ	LD IX,1810	Inicializar dirección del tiempo de ocupación del circuito.
0048	FD211010		LD IY, 1010	Inicializar dirección que indica si el circuito está ocupado ó no.
004C	211008		LD HL, 0810	Inicializar dirección del n°de errores del circuito

004F	OE02		LD C, 2	Hacer C=2
0051	CD5801	η	CALL MON	Monitoreo de la dirección enviada por el Centro de Supervisión
0054	ED78		IN A, (C)	Ingresar un conjunto de 8 señales (n=1)
0056	1608		LD D, 8	
0058	47	ω	LD B, A	
0059	FD5E00		LD E, (IY)	
005C	E601		AND 1	
005E	FD7700		LD (IY), A	
0061	CB47		BIT 0, A	Probar si enésima señal está ocupada
0063	280C		JRZ, ν	Si enésima señal no está ocupada, ir a ν
0065	DD3400		INC (IX)	Incrementar el tiempo de ocupación del circuito.
0068	DDCB007E		BIT 7, (IX)	Probar si el circuito está retenido
006C	201C		JRNZ, λ	Si el circuito está retenido ir a λ
006E	C37600		JP θ	ir a θ
0071	93	ν	SUB E	
0072	CB7F		BIT 7, A	Probar si la enésima señal estaba ocupada.
0074	2014		JRNZ, λ	Si enésima señal estaba ocupada, ir a λ
0076	78	θ	LD A, B	
0077	OF		RRCA	Aumentar n
0078	FD23		INC IY	Incrementación dirección que indica si el circuito está ocupado o no
007A	DD23		INC IX	Incrementar dirección del tiempo de ocupación del circuito
007C	23		INC HL	Incrementar dirección del N° de errores del circuito.
007D	25		DEC D	
007E	20D8		JRNZ, ω	Si $n \neq 8$ ir a ω
0080	OC		INC C	Incrementar C
0081	3EBE		LD A, 190	
0083	D600		SUB 0	
0085	20CA		JRNZ, η	Si $C < 190$ ir a η
0087	C30C00		JP π	ir a π

Obtención del tipo de circuito

008A	D9	λ	EXX	
008B	DD220017		LD (1700H), IX	
008F	2A0017		LD HL, (1700H)	
0092	DDE5		PUSH IX	
0094	EDE5		PUSH IY	
0096	3EOF		LD A, 15	Hacer A = 15
0098	DD217007		LD IX, 0770	Hacer i = 1
009C	FD210007		LD IY, 0700	
00A0	DD4E00	ρ	LD C, (IX)	
00A3	DD4601		LD B, (IX+1)	
00A6	220017		LD (1700H), HL	
00A9	ED5B0017		LD DE, (1700H)	
00AD	ED42		SBC HL, BC	
00AF	CB7C		BIT 7, H	Probar si la dirección del tiempo de ocupación es menor que el iésimo límite del tipo de circuito.
00B1	201C		JRNZ, ζ	Si dirección del tiempo de ocup. < iésimo límite del tipo de circuito, ir a ζ

00B3	DD530017		LD (1700H), DE	
00B7	2A0017		LD HL, (1700H)	
00BA	110200		LD DE, 2	
00BD	DD19		ADD IX, DE	Incrementar i
00BF	110600		LD DE, 6	
00C2	FD19		ADD IY, DE	Incrementar la dirección con los datos del tipo de circuito correspondiente - al iésimo límite
00C4	3D		DEC A	Decrementar A
00C5	20D9		JRNZ, ρ	Si A \neq 0, ir a ρ
00C7	FDE1	σ	POP IY	
00C9	DDE1		POP IX	
00CB	D9		EXX	
00CC	C37600		JP θ	ir a θ

Obtención del número de circuito

00CF	D60F	τ	SUB 15	
00D1	28F4		JRZ, τ	Si hay error al determinar el tipo de circuito, ir a τ
00D3	DD530017		LD (1700H), DE	
00D7	2A0017		LD HL, (1700H)	
00DA	FD5E00		LD E, (IY)	Obtener el circuito número 0
00DD	FD5601		LD D, (IY+1)	
00E0	ED52		SBC HL, DE	
00E2	220217		LD (1702H), HL	Almacenar el número de circuito

Comparar el tiempo de ocupación con los límites de éste

00E5	DDE1		POR IX	
00E7	DD7E00		LD A, (IX)	
00EA	FD9602		SUB (IY+2)	
00ED	CB7F		BIT 7, A	Probar si el tiempo de ocupaciones menor que el límite inferior
00EF	2014		JRNZ, ξ	Si el tiempo de ocpación es menor que el límite inferior, ir a ξ
00F1	FD7E03		LD A, (IY+3)	
00F4	DD9600		SUB)IX)	
00F7	CB7F		BIT 7, A	Probar si el tiempo de ocupación es mayor que el límite superior.
00F9	200A		JRNZ, ξ	Si el tiempo de ocupación es mayor que el límite superior, ir a ξ
00FB	DD360000		LD (IX), 0	Hacer el tiempo de ocupación = 0
00FF	FDE1		POP IY	
0101	D9		EXX	
0102	C37600		JP θ	

Tratamiento cuando el tiempo de ocupación es anormal

0105	D9	ξ	EXX	
0106	34		INC (HL)	Incrementar el N°de errores del circuito
0107	7E		LD A, (HL)	
0108	D605		SUB 5	
010A	2047		JRNZ, \emptyset	Si n°de errores del circuito \neq 5, ir a \emptyset
010C	E5		PUSH HL	
010D	FD6604		LD H, (IY+4)	Almacenar la dirección del estado del tipo de circuito
0110	FD6E05		LD L, (IY+5)	
0113	3601		LD (HL), 1	Hacer el estado del tipo de circuito igual a 1

Conversión del número de circuito en binario a BCD

0115	D9		EXX	
0116	DDE5		PUSH IX	
0118	3E00		LD A, 0	Hacer décadas iguales a cero (Unidad y de cena)
011A	210000		LD HL, 0	
011D	220517		LD (1705H), HL	Hacer décadas iguales a cero (centena)
0120	1608		LD D, 8	Hacer D = 8
0122	47	Σ	LD B, A	
0123	E60F		AND OFH	
0125	D605		SUB 05H	
0127	CB7F		BIT 7, A	Probar si década de unidades es mayor que 4
0129	78		LD A, B	
012A	2002		JRNZ, ψ	Si década de unidades < 4, ir a ψ
012C	C603		ADD 03H	Sumarle a la década de unidades
012E	47	ψ	LD B, A	
012F	E6FO		AND FOH	
0131	D650		SUB 50H	
0133	CB7F		BIT 7, A	Probar si década de decenas es mayor que 4
0135	78		LD A, B	
0136	2002		JRNZ, μ	Si década de decenas < 4 ir a μ
0138	C630		ADD 30H	Sumarle 3 a la década de decenas
013A	210217	μ	LD HL, 1702H	
013D	CB26		SLA (HL)	Realizar covimiento hacia la izquierda
013F	17		RLA	
0140	210517		LD HL, 1705H	
0143	CB16		RL (HL)	
0145	25		DEC D	Decrementar D
0146	20DA		JRNZ, Σ	Si D ≠ 0, ir a Σ
0148	320417		LD(1704H), A	Almacenar el valor BCD obtenido, en me- moria
014B	D9		EXX	
014C	DDE1		POP IX	
014E	E1		POP HL	
014F	DD360000		LD (IX), 0	
0153	FDE1	∅	POP IY	
0155	C37600		JP 0	

PARTE D: SUBROUTINA QUE NONITOREA LA DIRECCION ENVIADA POR EL CENTRO DE SUPERVISION

0158	D9	MON	EXX	
0159	DDE5		PUSH IX	
015B	FDE5		PUSH IY	
015D	DBFD		IN A, (FDH)	Leer registro de estado del 8251
015F	CB4F		BIT 1, A	Probar si existe dirección enviada por el Centro de Supervisión
0161	2807		JRZ, ∅	Si no existe dirección enviada (D ₁ =0) ir a ∅
0163	DBFC		IN A, (FCH)	Leer dirección recibida
0165	06A0		LD B, AOH	
0167	90		SUB B	
0168	2806		JRZ, Δ	Si dirección recibida=dirección de la central, ir a Δ

```

016A FDE1      0 POP IY
016C DDE1      POP IX
016E D9        EXX
016F C9        RET          Retornar

```

Tratamiento cuando la dirección recibida es la de la central

```

0170 1E03      Δ LD E, 3          Hacer E igual a 3
0172 FD21000F      LD IY, OF00H
0176 1608      U LD D, 8
0178 FDCB003E      S SRL (IY)      Agrupar en el acumulador el estado de
                                8 tipos de circuito diferentes

017C 1F        RRA
017D FD23      INC IY
017F 25        DEC D
0180 20F6      JRNZ, S
0182 47        LDB, A
0183 DBFD      T IN A, (FDH)      Leer registro de estado del 8251
0185 CB47      BIT 0, A          Probar si el buffer de transmisión es
                                tá vacío.
0187 28FA      JRZ, T          Si el buffer de transmisión no está -
                                vacío (D0 = 0), ir a T
0189 78        LD A, B
018A D3FC      OUT (FCH), A      Escribir byte a transmitir en el regis-
                                tro de datos del 8251.

018C 1D        DEC E          Decrementar E
018D 20E7      JRNZ, U          Si E ≠ 0 ir a U
018F 210417    LD HL, 1704H
0192 1E02      LD E, 2          Hacer E igual a 2
0194 DBFD      V IN A, (FDH)      Leer registro de estado del 8251
0196 CB47      BIT 0, A          Probar si el buffer de transmisión es
                                tá vacío.
0198 28FA      JRZ, V          Si el buffer de transmisión no está -
                                vacío (D0=0), ir a V
019A 7E        LD A, (HL)
019B D3FC      OUT(FCH), A      Escribir cifras del N°de equipo con
                                falla en el registro de datos del 8251

019D 23        INC HL
019E 1D        DEC E          Decrementar E
019F 20F3      JRNZ, V          Si E ≠ 0 ir a V
01A1 1E18      LD E, 24
01A3 FD21000F      LD IY, OF00H
01A7 FD360000      W LD (IY), 0      Resetear el estado de los 23 tipos de
                                circuito diferentes

01AB FD23      INC IY
01AD 1D        DEC E
01AE 20F7      JRNZ, W
01B0 C36A01    JP 0          ir a 0

```

3.3.2 Elaboración del Programa 2

Este programa , cuyo diagrama de flujo se muestra en la figura 3.45 inicializa primero el 8251, haciéndose ingresar al registro de control el modo de trabajo (figura 3.38) dado por 7DH que definirá la transmisión y recepción serial de 8 bits de datos, 1 de start 1 de stop y 1 de paridad par. La velocidad de transmisión y recepción serán iguales a la de los relojes TxC y RxC (2400 baudios por segundo). Luego se hace ingresar la instrucción de comando (figura 3.39) , dada por 17H que reseteará los flags de error y pondrá la línea DTR (Data terminal Ready) a 0 lógico.

Una vez realizado esto, escribirá en el registro de datos del 8251 la primera dirección de central a transmitir. Previamente se comprueba si el buffer de transmisión está vacío mediante la lectura del registro de estado (D0=1 vacío, D0=0 no vacío). En el cuadro 3.8 se muestra el conjunto de direcciones correspondientes a cada central. Luego se verifica si existe un dato a ser recibido mediante la lectura del registro de estado (en este caso D1 deberá ser igual a 1). Esta lectura se realiza repetitivamente hasta que se cumpla la condición de recepción. Si no existe error en la comunicación serial (de paridad: D3=1, de superposición: D4=1, de trama: D5=1) se procede a leer la información recibida (estado de los diferentes tipos de circuito ó número del equipo con falla) y enviarla al periférico adecuado. El conjunto de direc-

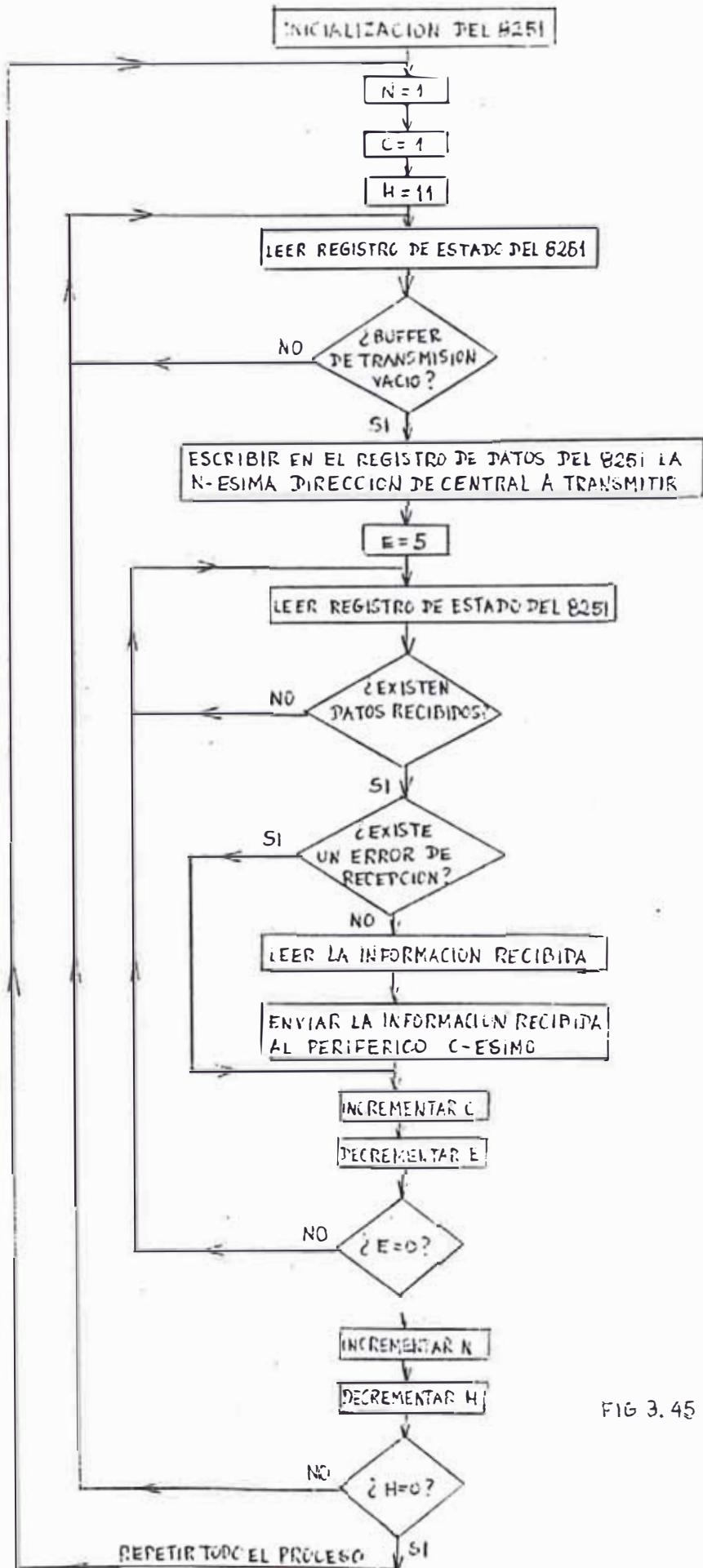


FIG 3.45 : DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA 2

ciones correspondientes a cada dispositivo de salida es mostrado en el cuadro 3.9. Se realiza nuevamente la lectura de datos recibidos, una y otra vez hasta que sean 5 bytes (cuadro 3.12). En este momento se ha recibido toda la información de la primera central. Todo el proceso descrito se repite para cada una de las 11 centrales consideradas en el sistema.

Una vez que se llegó a la undécima central, nuevamente se trabaja con la primera repitiéndose el proceso indefinidamente.

PROGRAMA 2

0000	3E7D	LD A, 7DH	Ingresar modo de trabajo al 8251
0002	D3FD	OUT(FDH), A	
0004	3E17	LD A, 17H	Ingresar instrucción de comando al 8251
0006	D3FD	OUT(FDH), A	
0008	260B	δ LD H, 11	Hacer H igual a 11
000A	0ECO	LD C, COH	Inicializar la dirección del primer periférico
000C	16AA	LD D, AAH	Hacer n = 1
000E	DBFD	α IN A, (FDH)	Leer registro de estado del 8251
0010	CB47	BIT 0, A	Probar si el buffer de transmisión está vacío
0012	28FA	JRZ, α	Si no está vacío ($D_0=0$) ir a α
0014	7A	LD A, D	
0015	D3FC	OUT(FCH), A	Escribir en el 8251 la n-ésima dirección de central a transmitir.
0017	1E05	LD E, 5	Hacer E igual a 5
0019	DBFD	β IN A, (FDH)	Leer el registro de estado del 8251
001B	CB4F	BIT 1, A	Probar si existen datos recibidos
001D	28FA	JRZ, β	Si no existen datos recibidos ($D_1=0$) ir a β
001F	CB5F	BIT 3, A	Probar si existe error de paridad
0021	200C	JRNZ, γ	Si hay error de paridad ($D_3=1$) ir a γ
0023	CB67	BIT 4, A	Probar si existe error de superación
0025	2008	JRNZ, γ	Si hay error de superposición ($D_4=1$) ir a γ
0027	CB6F	BIT 5, A	Probar si existe error de trama
0029	2004	JRNZ, γ	Si hay error de trama ($D_5=1$) ir a γ
002B	DBFC	IN A, (FCH)	Leer la información recibida
002D	ED79	OUT(C), A	Enviar información recibida al c-ésimo periférico
002F	0C	γ INC C	Incrementar C
0030	1D	DEC E	Decrementar E
0031	20E6	JRNZ, β	Si $E \neq 0$ ir a β
0033	24	INC D	Incrementar n
0034	25	DEC H	Decrementar H
0035	20D7	JRNZ, α	Si $H \neq 0$ ir a α
0037	C30800	JP δ	Ira δ repitiendo todo el proceso

3.4 Estimación de parámetros y características del sistema

Se estimarán a continuación, algunos parámetros del sistema diseñado. Para esto se aprovechará que cada instrucción del Z-80 posee una duración determinada dada por un número de estados T ($T=250$ ns para un reloj de 4 MHz).

Para las diversas partes del programa 1 se obtienen las siguientes cantidades de estados:

- Inicialización : 52 T
- Análisis del estado de alarmas de fusible y fallas del equipo de fuerza:
 - ($62+P+51 \times 8$) $2T+55T$, si no hay fallas
 - ($62+P+51 \times 8$) $2T+55T+44n$, si existen n alarmas producidas menos de 5 veces
 - ($62+P+51 \times 8$) $2T+55T+68n$, si existen n alarmas producidas 5 veces ($n \leq 9$).

donde P es el número de estados T que demora el monitoreo de la dirección enviada por el Centro de Supervisión.

P = 107 T, si el centro de supervisión está transmitiendo

P = 131 T, si la dirección transmitida no corresponde a la central.

P = 94 T + Trans, si la dirección corresponde a la central.

En este último caso se transmiten 5 bytes de información de 11 bits cada uno. Como la velocidad es de 2400 bits por segundo (1 bit demora 416 μ s), entonces el tiempo de transmisión Trans será:

$$\text{Trans} = 416 \mu\text{s} \times 5 \times 11 = 22.9 \text{ ms}$$

- Análisis de los tiempos de ocupación de los órganos con lámparas de ocupación:

$(62+P+135 \times 8)188T$, si el órgano no está ni estuvo ocupado

$(62+P+171 \times 8)188T$, si está ocupado

$(62+P+116 \times 8)188T + nR$, si está retenido.

$(62+P+85 \times 8)188T + nR$, si no está ocupado pero lo estuvo.

Aquí n es el número de órganos a los que se les analiza su tiempo de ejecución ($n \leq 1504$) y R es el número de estados T que demora la subrutina que realiza este trabajo. Se tiene que:

$$R = 214T + \rho + 102Q.$$

Q es el número de veces que se busca el rango en el que se encuentra ubicado el circuito a analizar. Además:

$\rho = 191T + \epsilon$, si existe falla en el límite inferior del tiempo de ocupación

$\rho = 244T + \epsilon$, si existe falla en el límite superior del tiempo de ocupación.

$\rho = 286 T$, si el tiempo de ocupación es normal.

Si el número de fallas se ha producido menos de 5 veces, entonces $\xi = 68T$. En otro caso: $\xi = 422T$.

Para el programa 2 se tiene que su tiempo de ejecución estará determinado por la velocidad de transmisión y recepción.

La recepción demorará $416 \mu s \times 5 \times 11 = 22.9$ ms por central.

La transmisión demorará $416 \mu s \times 1 \times 11 = 4.58$ ms
Por central.

De lo anterior se pueden obtener los siguientes parámetros del sistema diseñado:

- El Centro de Supervisión atenderá 27.5 ms a cada central, demorando 302.5 ms en atender a las 11 centrales de la red.
- Cada central monitorea la dirección enviada por el Centro de Supervisión cada 150 μs (cuando se analiza las señales de alarma) o cada 390 μs (cuando se analiza las señales de las lámparas de ocupación).
- El análisis completo de las 1513 señales demora 75 ms aproximadamente en una central, cuando no se transmite información al Centro de Supervisión. Este valor es utilizado para expresar los límites superior e in-

ferior de los tiempos de ocupación en hexadecimal en el programa 1. Cuando se transmite se utilizarán 22.9 ms (5 bytes).

Las principales características del sistema de Supervisión Centralizada diseñado son:

- Número de centrales atendidas: 12 (que el sistema reconoce como 11, según se ve en el cuadro 3.8)
- Número total de señales a sensar por central: 1513, de las cuales 9 son de alarma de fusible y equipo de fuerza y 1504 de lámparas de ocupación (Cuadro 3.2)
- Niveles lógicos usados en el ingreso de datos: 0 normal, 1 anormal. 5 veces anormal se considerará falla (para protección de transitorios).
- Número de tableros en el Centro de Supervisión: 11 (1 por cada central).
- Número de señales por tablero: 26 que se distribuyen (figura 3.30) como se indica:
 - 9 de alarmas de fusible y fallas en el equipo de fuerza
 - 14 de lámparas de ocupación.
 - 1 de alarma mayor
 - 1 de alarma menor
 - 1 de número de circuito con falla
- Tipo de señales del tablero: luminosas (led y dis-

play). Al ocurrir una falla, el led correspondiente se enciende 10 segundos. Opcionalmente, se podría contar con señales acústicas, conectando la salida a led, a un parlante adecuado.

- Tipo de comunicación entre el Centro de Supervisión y las centrales de la red: Multipunto.

Asincrónica (8 bits de datos, 1 de start, 1 de stop y 1 de paridad par).

Full Duplex (líneas privadas de 4 alambres)

Ancho de Banda de 300-3400 Hz

Interface a procesador RS-232C

Modulación DPSK

Velocidad de transmisión y recepción de 2400 bps

- Número de bytes de información enviados por la línea telefónica: 5 (cuadro 2.12)
- Procesador utilizado: Z-80 a 4 MHz
- UART utilizado: 8251
- Tipos de memoria usadas: Estáticas
- Tiempos de acceso de las memorias usadas: 350 ns de la 2716, 120 ns de la 6116 y 450 ns de la 2758, sufi

cientemente rápidos para el no uso de la línea WAIT del Z-80.

- Modem utilizado: MX 2400 de Codex, Motorola.

El sistema diseñado toma en cuenta centrales de 20,000 líneas. Sin embargo, para las centrales de 10,000 líneas se tendría que modificar el programa 1, para que sense aproximadamente la mitad de señales de entrada. Debido a esto se puede reducir en la parte lógica A (figura 3.6) la etapa de ingreso de datos (utilizando selectores de datos 74151 de 8 canales en vez del 74150 de 16) y la memoria (usando memorias 2708 y 6108 de 1Kx8 en vez de la 2716 y 6116 de 2Kx8) pues se procesa la mitad de información. La parte lógica B del sistema no presentaría variaciones.

3.5 Aspectos administrativos y económicos

3.5.1 Administración y Operación del Sistema

El Sistema de Supervisión diseñado en la presente tesis sería administrado de la siguiente manera:

- El Centro de Supervisión (punto principal del sistema) estaría ubicado en Lince.
- Este Centro tendría la categoría de nivel jerárquico superior (desde el punto de vista de mantenimiento) para las centrales Pentaconta de la red telefónica

de Lima.

- El Sistema sería utilizado en horario nocturno (10:30 p.m. á 7 a.m.). Su uso en los horarios diurno y vespertino sería optativo, pues no sería necesario al mantenerse dichos turnos en las centrales.
- Este Sistema conformaría una estructura paralela a la formada por las centrales Neax que cuentan con el Centro de Operación y Mantenimiento (COM). Al encontrarse ubicado el COM en Lince, al igual que el Centro de Supervisión, se facilitaría enormemente la integración de las centrales de tecnología electromecánica con las de tecnología digital desde los puntos de vista de organización y administración. Ambos Centros podrían tener una dirección común que uniformaría los criterios de gestión en ambos.

La operación del sistema tendría las siguientes características:

- Eminentemente automática.
- Las diversas centrales Pentaconta de la red serían desatendidas de noche.
- El Centro de Supervisión contaría con un operador, que realizará básicamente una labor de visualización, el cual deberá tener el suficiente conocimiento de centrales electromecánicas para poder interpretar el

significado de las diversas alarmas que se pudieran producir en los tableros de supervisión. Sus principales funciones serían:

- a) Energizar el sistema y resetearlo.
- b) Observar constantemente los 11 tableros correspondientes uno a cada central Pentaconta de la red (también estará atento al sonido del parlante, si hubiera esta opción).
- c) En caso de visualizarse una alarma menor (o sonar el parlante), anotará la ocurrencia en un registro determinado para tal caso, indicando el tipo de circuito y número de equipo con falla.
- d) En caso de alarma mayor, además de la anotación anterior, reportará al personal necesario para solucionar el problema.

- El Sistema contaría con un personal de conservación, el cual estaría formado por términos altamente calificados (en grupo de 15). Las funciones de cada uno de estos técnicos serían:

- a) Tener 2 días de responsabilidad al mes en la solución de fallas que produzcan alarma mayor en cualquier central de la red durante la noche.
- b) En los 2 días indicados, un técnico estaría en su domicilio, y sólo ante el requerimiento del operador tendría que hacerse presente en la central con problemas.

En la práctica, el número de fallas ocurridas de noche en una central es mínimo y en casi todos los casos corresponden a alarmas menores, por lo cual la participación de los 15 técnicos mencionados serían muy esporádica.

Asimismo, el operador deberá ser capacitado en el funcionamiento del Sistema de Supervisión y tener la experiencia adecuada para decidir cuándo llamar o no al personal de emergencia.

El mantenimiento de rutina del sistema diseñado en la presente tesis, sería realizado por los técnicos de centrales en los turnos diurno y vespertino. Una manera de efectuarlo podría ser provocando fallas para probar las diversas lámparas. En caso de detectarse alguna deficiencia, ésta sería subsanada por los especialistas en mantenimiento de equipos electrónicos.

3.5.2 Cálculo de Costos

A continuación se analizará si es económicamente ventajosa la realización del proyecto tratado en la presente tesis. Para esto se calcularán los siguientes costos:

- a) Inversión inicial para instalar el sistema diseñado (I_1): Este sistema estará formado por la denominada "parte lógica" y por la red de transmisión. Según se vió en el acápite 3.1, la parte lógica A del

sistema (que existirá en cada central Pentaconta) está conformada básicamente (figura 3.6), por un reductor de voltajes, un analizador de fallas ocurridas en la central (formado por una interface de entrada, procesador y memorias) y la interface a modem.

Para cada una de las 11 centrales se tiene el siguiente gasto:

Reductor de voltajes	500 dólares
Interface de entrada	35 dólares
Procesador y memorias	12 dólares
Interface a modem	5 dólares

lo que da un total de 552 dólares. Para las 11 centrales se tendrá $552 \times 11 = 6,072$ dólares.

Para la parte lógica B del sistema (figura 3.25) del Centro de Supervisión se tiene:

Interface a modem	5 dólares
Procesador y memoria	6 dólares
Dispositivos de salida	34 dólares
Decodificación adicional	3 dólares

lo que da un total de 48 dólares.

Asimismo, la red multipunto (figura 3.34) diseñada en el acápite 3.2 utiliza 12 modems (1 por cada central y 1 en el Centro de Supervisión) cuyo costo será

de $580 \times 12 = 6,960$ dólares. Estimando otros gastos tales como instalación de emergencia, estructura mecánica en 200 dólares, se tendrá que la inversión inicial total para instalar el sistema diseñado será:

$$I_1 = 6,072 + 48 + 6,960 + 200 = 13,280 \text{ dólares}$$

b) Gastos de operación y mantenimiento con el sistema instalado (A_1): Según se vió en el acápite 3.5.1, estos gastos serán:

- El sueldo del operador, de $12 \times 17 = 204$ dólares anuales.
- El sueldo del personal de emergencia, de $15 \times 12 \times 17 / 15 = 204$ dólares anuales, ya que estas 15 personas equivaldrían como fuerza de trabajo a un sólo técnico que tuviera la responsabilidad los 30 días al mes.

Estimando además un gasto anual en energía y mantenimiento de rutina de 162 dólares, se tiene que los gastos de operación y mantenimiento serán en total:

$$A_1 = 204 + 204 + 162 = 570 \text{ dólares anuales.}$$

c) Gastos de operación y mantenimiento actuales (A_2):

El sueldo de 48 técnicos que actualmente atienden la red de centrales Pentaconta en horario nocturno sería de $48 \times 12 \times 17 = 9,792$ dólares anuales.

Se puede observar que el ahorro en costos de opera-

ción y mantenimiento con el sistema instalado es tan significativo (aproximadamente 90%) que permite recuperar la inversión inicial en menos de 2 años. Para comprobarlo se compararán las 2 alternativas (instalar o no el sistema diseñado) por el método del valor presente.

Si se trabaja con el Sistema de Supervisión Centralizada, los gastos a realizar serán los mostrados en el diagrama de flujo de caja de la figura 3.46. Para mayor facilidad se considera que los costos de operación y mantenimiento comienzan un año después de la inversión inicial. Siendo la vida útil n del sistema igual a 20 años, la tasa de interés r del 7% y despreciando el valor de salvamento, se tendrá que los costos a valor presente serán:

$$VP_1 = I_1 + A_1 \frac{(1+r)^n - 1}{r(1+r)^n}$$

de donde $VP_1 = 13,280 + 570 \times 10.59 = 19.316$ dólares.

Para los costos sin instalar el sistema se tendrá del diagrama de la figura 3.47:

$$VP_2 = A_2 \frac{(1+r)^n - 1}{r(1+r)^n}$$

de donde $VP_2 = 9,792 \times 10.59 = 103.697$ dólares.

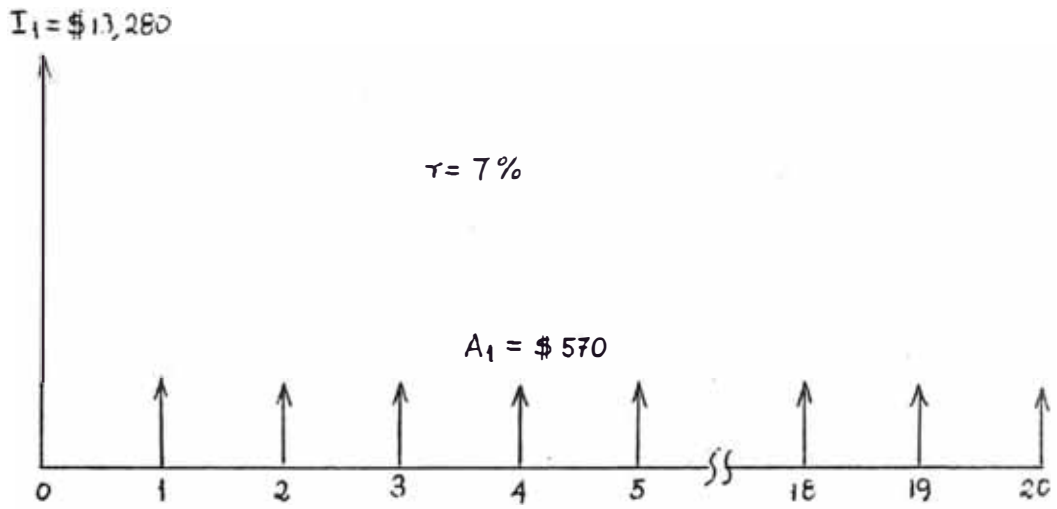


FIG 3.46: DIAGRAMA DE FLUJO DE CAJA DE LOS GASTOS QUE SE REALIZARIAN SI SE INSTALA EL SISTEMA DISEÑADO

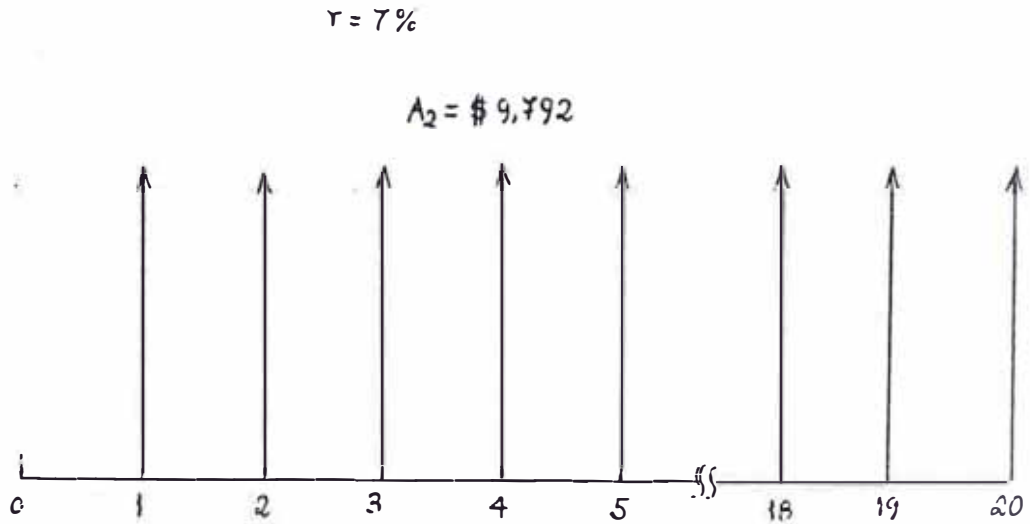


FIG 3.47: DIAGRAMA DE FLUJO DE CAJA DE LOS GASTOS REALIZADOS CON EL SISTEMA ACTUAL

Por lo tanto, invirtiendo en instalar el sistema se obtiene un ahorro en valor presente igual a VP_2
 $VP_1 = 84,381$ dólares, que es muy significativo, lo que permite concluir la conveniencia económica de implementar el sistema diseñado.

3.5.3 Ventajas del Sistemas Diseñado

La inclusión del sistema diseñado en la red telefónica de Lima, presentaría las siguientes ventajas con respecto al modo de trabajo actual.

- Menor requerimiento de personal, pues en la actualidad las centrales consideradas en el diseño son atendidas por un total de 48 técnicos (4 por central) en horario nocturno, mientras que con el nuevo sistema la fuerza laboral necesaria sería de 2 personas.
- Optimización de los métodos de mantenimiento, pues las diversas anotaciones realizadas por el operador del Centro de Supervisión conformarían un libro de ocurrencias que sería muy valioso para realizar el mantenimiento cualitativo o de análisis de las diversas centrales. Este tipo de mantenimiento en estos momentos es muy reducido en comparación con el preventivo y el correctivo.
- Facilidad de supervisión, ya que se logra visualizar en tiempo real y en un sólo lugar el estado de las diversas centrales Pentaconta de la red.

- Inclusión de circuitos digitales en las centrales electromecánicas, lo que contribuye a su modernización y facilita su integración con las centrales de tecnología digital.
- Disminución significativa de los gastos de operación y mantenimiento, como se vió en el acápite 3.5.2.
- Gran flexibilidad para adecuarse a posibles variaciones en la red, debido al uso del procesador Z-80 el cual trabaja con programa almacenado. Así por ejemplo, ante variaciones en el número de centrales o de circuitos, bastará con realizar arreglos en los programas denominados 1 y 2.

La desventajas del sistema diseñado son muy pocas. Podrían mencionarse los gastos adicionales de energía y el alto grado de atención necesaria del operador del Centro de Supervisión.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Del diseño objeto de la presente tesis se pueden deducir las siguientes conclusiones:

- El Sistema de Supervisión Centralizada para centrales Pentaconta proyectado realiza básicamente la reducción del número de señales de alarma e información de cada central (de 1513 a 23) analizándolas, y las transmite hacia un sólo centro donde son visualizadas y registradas por un operador.
- Resulta grandemente ventajosa la implementación e instalación de este sistema en la red telefónica de Lima en los aspectos de requerimiento de personal y facilidad de supervisión. Se logra asimismo, un ahorro significativo en gastos de operación y mantenimiento y se facilitaría enormemente la integración de las centrales de tecnología electromecánica con las de tecnología digital.
- El uso en el diseño de elementos de tecnología digital disponibles en el mercado aseguran la factibilidad de su implementación, así como un adecuado suministro de repuestos.

- La utilización del Z-80 en los circuitos y su trabajo mediante programa almacenado da una gran flexibilidad al sistema, que permite la posibilidad de introducir mejoras posteriormente, así como adaptarlo a probables variaciones de la red telefónica, tales como el número de centrales y el número de equipos.
- Con la realización del proyecto, objeto de esta tesis, se cimentaría una base a partir de la cual se iniciaría la transformación cualitativa de los métodos de mantenimiento de la red telefónica de Lima.
- Este sistema constituye además una alternativa interesante en el caso de países de reducido avance tecnológico, tales como el Perú.

Cabe señalar las siguientes recomendaciones:

- La eficiencia del sistema diseñado se puede mejorar también mediante la adición de otros elementos. Así, por ejemplo, el registro manual de las alarmas producidas que efectúa el operador, puede ser reemplazado por un registro automático en impresora. Para esto se necesitaría en el circuito del tablero de supervisión, un periférico adicional que sirva de interface con el procesador y se tendría que modificar los programas que manejan el sistema.
- Otra posibilidad sería el analizar inmediatamente las alarmas producidas mediante el uso de un microcompu-

tador. Este recibiría la información del procesador del sistema y mediante un programa de aplicación almacenaría y analizaría los diversos eventos ocurridos en las diversas centrales. Con un microcomputador se tendría además la capacidad de almacenar los datos y resultados del análisis en discos o sinó imprimirlos (en este caso la impresora sería diferente a la mencionada anteriormente) y contar con una consola para su visualización.

Por otra parte la Compañía Peruana de Teléfonos se encuentra actualmente en un plan de expansión que ha considerado nuevos soportes de transmisión tales como fibras ópticas y enlaces de radio, los cuales en un momento dado podrían ser utilizados por el sistema diseñado.

BIBLIOGRAFIA

- ITT CORPORATION, "Technical Handbook of PC-1000 System"
- COMPAÑIA PERUANA DE TELEFONOS, "Manual de Conservación de Alarmas y del Cuadro de Fuerza de una Central Pentaconta 1000"
- J. COFFRON, "Z-80 Applications"
- V. BARDEN, "The Z-80 Microcomputer Handbook"
- NATIONAL SEMICONDUCTOR, "Memory Data Book"
- TEXAS INSTRUMENT, "Diseño de Circuitos Integrados TTL"
- CODEX CORPORATION, "The Basic Book of Data Communications"
- IBM, "Establishment of a Communications Link"
- A. TARQUIN, L. BLANK, "Ingeniería Económica".
