

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

**DISEÑO DE UN ANALIZADOR DE PRUEBA PARA
UN SISTEMA TELEFONICO PBX**

**TESIS PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE INGENIERIA**

POR

ANA ELVIA MARTINEZ GIRON

AL CONFERIRSELE EL TITULO DE

INGENIERO ELECTRICISTA

GUATEMALA, ABRIL DE 1,996

**PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central**

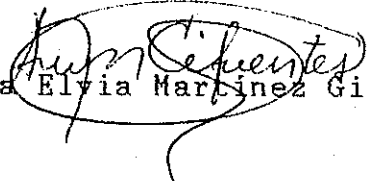
08
T(3686)
C.4

HORORABLE JUNTA DIRECTIVA

De conformidad de lo que establece la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración la Tesis:

DISEÑO DE UN ANALIZADOR DE PRUEBA PARA UN
SISTEMA TELEFONICO PBX.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, con fecha 14 de junio de 1,991.


Ana Elyia Martínez Girón

Biblioteca General

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Julio Ismael González Podszueck
VOCAL 1o.	Ing. Miguel Angel Sánchez Guerra
VOCAL 2o.	Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano
VOCAL 3o.	Ing. Juan Adolfo Echeverría Méndez
VOCAL 4o.	Br. Fernando Walemar De León Contreras
VOCAL 5o.	Br. Pedro Ignacio Escalante Pastor
SECRETARIO	Ing. Francisco Javier González López

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Roberto Mayorga Rouge
EXAMINADOR	Ing. Miguel Ángel Sánchez Guerra
EXAMINADOR	Ing. Gustavo Benigno Orozco G.
EXAMINADOR	Ing. Edwin Solares Martínez
SECRETARIO	Ing. Efraín Boburg Castellanos

Guatemala. 11 de octubre de 1995

Ingeniero
Julio César Solares Peñate
Coordinador del Area de Electrónica
Comunicaciones y Control
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Coordinador

De manera atenta envío a usted el trabajo de tesis elaborado por la señora ANA ELVIA MARTINEZ GIRON, titulado:

DISEÑO DE UN ANALIZADOR DE PRUEBA PARA UN SISTEMA TELEFONICO PBX.

En mi calidad de asesor le informo que he revisado el mencionado trabajo y considero que cumple con los objetivos planteados, por lo que recomiendo su impresión.

Por lo tanto, el autor de esta tesis y yo, como su Asesor, nos hacemos responsables por el contenido y conclusiones de la misma.

Atentamente,


Ing. Robin Iván Villatoro P.
ASESOR

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

Guatemala, 5 de marzo de 1996

Señor Director
Ing. Edgar F. Montúfar Urizar
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería, USAC


Señor Director

Por este medio me permito dar la aprobación al trabajo de tesis titulado **DISEÑO DE UN ANALIZADOR DE PRUEBA PARA UN SISTEMA TELEFONICO PBX**, desarrollado por la estudiante Ana Elvia Martínez Girón, ya que considero que cumple con los requisitos establecidos.

Sin otro Particular, aprovecho la oportunidad para saludarlo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Julio César Solares Peñate
Coordinador de Area de Electrónica

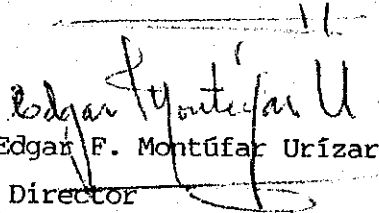


FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Director de Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de conocer el dictamen del Asesor, con el Visto Bueno del Coordinador de Area, al trabajo de tesis de la estudiante Ana Elvia Martínez Girón, titulada: DISEÑO DE UN ANALIZADOR DE PRUEBA PARA UN SISTEMA TELEFONICO PBX, procede a la autorización del mismo.


Ing. Edgar F. Montúfar Urizar
Director

Guatemala, 18 de marzo de 1,996



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

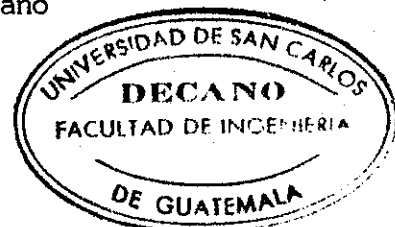
El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al trabajo de tesis Diseño de un analizador de prueba para un sistema telefónico PBX, de la estudiante Ana Elvia Martínez Girón, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:

Ing. Julio Ismael González Podszueck

Decano

Guatemala, 20 de marzo de 1,996.



ACTO QUE DEDICO

A DIOS Todo Poderoso

A mi esposo:

Mario Roberto

A mis hijos:

Mario Estuardo y Ana Gabriela

A mis padres:

Alberto y María

A mis hermanos:

Domy, Tita y Martín

A mis sobrinos:

Vivi, Luisito, Estefany, Edy,
Robertito, Carolina, Paola,
Esteban Andrés y Juan Fernando

A mi abuelita:

Francisca

A mis suegros:

Raúl y Cony

A mis cuñados:

Alfredo, Edy, Marisol, Roberto
y Luisa, Eduardo y Claudia,
Jorge

A mi familia y amigos.

Agradecimiento especial a:

Ing. Erwin Eduardo Melchor
Ing. Robin Villatoro
Sr. Hugo Adonay Jimenez

INDICE

CONTENIDO	PAGINA
Lista de figuras	i
Lista de tablas	iii
Lista de abreviaturas	iv
Glosario	v
Introducción	ix
CAPITULO 1 DESCRIPCION DEL SERVICIO DE UN SISTEMA TELEFONICO PBX	
1.1 Organización del sistema telefónico	1
1.2 Conmutación telefónica	4
1.3 Descripción del servicio	7
1.4 Descripción de diferentes sistemas de conmutación y sus características para proporcionar el servicio PBX	7
1.4.1. Sistemas de conmutación de mando directo	7
1.4.2. Sistemas de conmutación de mando indirecto	10
1.4.2.1. Sistemas electromecánicos	10
1.4.2.2. Sistemas de conmutación SPC	15
1.4.2.2.1. Sistemas semielectrónicos	16
1.4.2.2.1. Sistemas de conmutación digital	19

CAPITULO 2 DESCRIPCION GENERAL DEL DISEÑO

2.1	Descripción general	23
2.2	Etapa de sensores de línea	25
2.2.1	Circuito sensor de colgado/descolgado ..	25
2.2.2	Circuito sensor de timbrado	25
2.2.3	Circuito sensor de tono	26
2.3	Etapa de compresión	26
2.4	Etapa de control digital	26
2.5	Etapa de transmisión e interfaz	27
2.6	Etapa de monitoreo de líneas	27
2.7	Etapa de alimentación	27

CAPITULO 3 DESCRIPCION ESPECIFICA DEL DISEÑO

3.1	Problemas de la red	31
3.2	Descripción de las etapas del diseño ...	32
3.3	Circuito sensor de colgado/descolgado ...	32
3.4	Circuito sensor de tono	36
3.5	Circuito sensor de timbrado	39
3.6	Etapa de compresión	42
3.7	Etapa de control	47
3.7.1	Descripción de la etapa de control	47
3.7.2	Descripción del diagrama de flujo	53
3.8	Etapa de transmisión	58
3.8.1	Consideraciones acerca del ruido	58
3.8.2	Etapa de transmisión del diseño	59
3.9	Etapa de monitores de líneas	60

CAPITULO 4 ANALISIS ECONOMICO

4.1	Costos directos	63
4.1.1	Materiales directos	63
4.1.2	Mano de obra directa	68
4.2	Costos indirectos	69
	Conclusiones	x
	Recomendaciones	xi
	Bibliografia	xii
	Apéndice A	
	Apéndice B	

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	DESCRIPCION
1.1	Sistema telefónico simplificado
1.2	Conmutación telefónica entre dos puntos
1.3	Conmutación telefónica entre varios puntos
1.4	Llamada telefónica en un sistema paso a paso.
1.5	Llamada telefónica saliente en un sistema electromecánico.
1.6	Llamada telefónica intracentral, en centrales de conmutación NX-1E.
2.1	Diagrama de bloques general.
2.2	Diagrama de bloques de los circuitos sensores de línea.
2.3	Diagrama de bloques de la etapa de compresión.
2.4	Diagrama de bloques de la etapa de transmisión.
3.1	Sensor colgado/descolgado 80 líneas.
3.2	Circuito esquemático de sensor de colgado/descolgado.
3.3	Sensor de tono 80 líneas.
3.4	Circuito esquemático de sensor de tono.
3.5	Sensor de timbre 80 líneas.
3.6	Circuito esquemático de sensor de timbre.
3.7	Compresión de sensores de colgado/descolgado.
3.8	Compresión de sensores de tono.
3.9	Compresión de sensores de timbre.
3.10	Diagrama de un microcomputador

- 3.11 Diagrama esquemático de etapa de control.
- 3.12 Diagrama de memorias
- 3.13 Circuitos de reloj y reset.
- 3.14 Diagrama esquemático de etapa de transmisión.
- 3.15 Diagrama esquemático de etapa de monitoreo de líneas.

LISTA DE TABLAS

TABLA	DESCRIPCION
1.1	Distribución de las centrales electromecánicas en la República de Guatemala.
1.2	Centrales semielectrónicas tipo crossbar.
1.3	Centrales digitales instaladas en la República de Guatemala.
4.1	Costos de sensores de colgado/descolgado.
4.2	Costos de sensores de tono.
4.3	Costos de sensores de timbrado.
4.4	Costos de la etapa de compresión.
4.5	Costos de la etapa de control.
4.6	Costos del circuito de memorias.
4.7	Costos de los circuitos de reloj y reset.
4.8	Costos de la etapa de transmisión.
4.9	Costos de la etapa de monitoreo de líneas.

LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

BLL	Buscador de llamada
CPU	Unidad central de proceso
CSC/D	Circuito sensor de colgado/descolgado
CSTI	Circuito sensor de timbrado
CSTO	Circuito sensor de tono
EPROM	Memoria de lectura solamente programable eléctricamente
IEL	Indicador de estado de línea
RAM	Memoria de acceso aleatorio
RL	Relevador de línea
S	Selector
SC/D	Sensor de colgado/descolgado
STI	Sensor de timbrado
STO	Sensor de tono
TEL	Teléfono
TTL	Lógica transistor para transistor

GLOSARIO

Abonado A: es el usuario que genera una llamada telefónica.

Abonado B: es el usuario que contesta al usuario que genera la llamada telefónica.

Amplificador operacional: circuito que contiene un conjunto de componentes integrados en un solo Ic, que forma un amplificador de alta ganancia.

Bastidor: conjunto mínimo de componentes que van a realizar una determinada función dentro de una central telefónica. Por ejemplo, bastidor de eslabón de línea, bastidor de eslabón de troncales, etc.

Bit: abreviatura de "binary digit", dígito binario. Los bits se representan en una microcomputado por el estado de conmutadores electrónicos que pueden estar cerrados o abiertos.

Circuito integrado: cristal pequeño semiconductor de silicio que contiene componentes eléctricos como transistores, diodos, resistencias y condensadores que conforman un circuito electrónico.

Circuito optoacoplador: circuito que separa eléctricamente dos etapas de un sistema y mantiene un acople óptico.

Comparador: circuito que acepta entrada de voltajes lineales y proporciona una salida digital que indica que una entrada es menor o mayor que una segunda.

Computadora: sistema capaz de aceptar información a través de procesos ordenados, que suministra los resultados de esos procesos a un dispositivo capaz de ejecutar una secuencia de operaciones aritméticas y lógicas.

Conmutación: comprende la identificación y conexión de los abonados a una trayectoria de comunicación adecuada.

CPU: por sus siglas en inglés, Central Processing Unit, unidad de procesamiento central. Es la sección de control de una computadora, la cual contiene la unidad aritmética, registros, mecanismos de instrucción-decodificación, tiempo y circuitos de control.

Crossbar: se le llama así a un tipo de conmutador telefónico que es de barras cruzadas.

Diagrama de flujo: forma gráfica de mostrar todos los pasos lógicos de un programa de computadora.

Demultiplexor: es un circuito que conecta un canal de entrada con varios canales de salida.

Digital: circuito en el cual, las señales de datos están restringidas entre dos valores o niveles de voltaje, correspondiente a los niveles 0 ó 1.

Diodo: componente que conduce una corriente de electrones en una dirección (del cátodo al ánodo), pero no en el sentido inverso.

Direccionamiento: código de identificación para diferenciar una localización de memoria de otras. Distingue un puerto de otros.

Display: representación visual de una señal recibida, mostrando la entrada o el final de la respuesta.

Entrada/salida: transmisión de información de una fuente a la computadora o de una computadora a una fuente externa.

EPROM: memoria de sólo lectura, borrable y programable. Tienen una ventana de cuarzo sobre el chip; los datos se pueden borrar por exposición a luz intensa ultravioleta; otras EPROM se pueden borrar electrónicamente.

Interface: circuito que conecta una unidad periférica con un sistema de microcomputador con el fin de intercambiar datos entre ellos.

Led: dispositivo que convierte los cambios de voltaje en cambios de luz.

Matriz: conjunto de puntos de cruce para realizar la conmutación de abonados en una central telefónica.

Memoria: sección del sistema que sirve al procesador para almacenar datos y direcciones.

Microteléfono: es un aparato cuya función principal es la transmisión/recepción. Maneja dos tipos de información: señales eléctricas y voz.

Multiplexor: es un circuito que conecta varias entradas con una salida.

PBX: conjunto de líneas telefónicas asignadas en la central, de tal forma que se marca un solo número telefónico (número piloto), y se pueden acceder a todos los números telefónicos conectados en éste sistema (números esclavos). El resultado es un manejo muy eficiente de las líneas telefónicas.

Periférico: es un dispositivo entrada/salida que a través de un direccionamiento y una secuencia de instrucciones intercambia información o sea recibe, guarda, procesa y libera información.

Puente rectificador: conjunto de diodos conectados de tal forma que realizan la rectificación del voltaje alterno presente en su entrada, que permite una rectificación de onda completa.

Puerto: es la unidad básica direccionable de la sección de entrada/salida. Cada periférico tiene asignado un puerto que le permite el acceso.

RAM: por sus siglas en inglés Random access memory, memoria de acceso aleatorio. Memoria que puede ser escrita o leída desde cualquier dirección y que le pertenezcan en cualquier orden.

Relevador: electroimán con núcleo de hierro y una armadura móvil.

ROM: por sus siglas en inglés Read only memory, memoria de solo lectura. Cualquier tipo de memoria, que no puede ser fácilmente reescrita. Memoria que contiene un campo de datos permanentemente definidos como parte del proceso de manufactura.

Selector: circuito que conecta a un trayecto o troncal libre, que termina en línea particular o punto distante.

Semielectrónico: tecnología intermedia entre un diseño puramente mecánico y puramente electrónico.

Sensor: es un circuito que responde a cambios, ya sea de temperatura, presión, calor, luz, voltaje, etc.

Tráfico telefónico: ciencia basada en la estadística que estudia el comportamiento telefónico, con la finalidad de dimensionar rutas, o equilibrar la dirección de los mismos para reducir el porcentaje de pérdida.

Troncal entrante: elemento que permite conectar un circuito exterior a los de la central.

Troncal intracentral: elemento que permite conectar un circuito de una central con otro de la misma central.

Troncal saliente: elemento que permite conectar un circuito de una central hacia otro circuito fuera de la misma.

INTRODUCCIÓN

La Empresa Guatemalteca de Telecomunicaciones (GUATEL), presta varios servicios a los usuarios de teléfonos. Entre ellos está el servicio PBX; éste consiste en tener un número piloto y varios números esclavos. Al piloto es el único número que se marca, pero si éste está en estado de ocupado, inmediatamente pasa la llamada a la línea libre siguiente, ó esclavo libre; esto se hace internamente en las plantas telefónicas. Este servicio se brinda con ciertas restricciones según a la central telefónica a que pertenezcan, ya que existen de los siguientes tipos: paso a paso, electromecánicas, semieletrónicas y digitales.

En la actualidad, personas individuales como compañías industriales, comerciales o de servicio hacen uso de los servicios de PBX para sus comunicaciones. Generalmente la cantidad de líneas que pertenecen al PBX dependerá de la magnitud de la compañía.

Por lo tanto, nace la necesidad de diseñar un analizador de líneas de servicio PBX, para detectar en el menor tiempo posible las diferentes fallas que puedan presentar, por ejemplo: cruce de línea a tierra, falta de señal de la planta telefónica o algún potencial extraño en la línea, y así proceder a resolverlas para no interrumpir el servicio al tener sus líneas controladas.

Para encontrar solución a este problema, se recurre a la aplicación de los numerosos recursos que proporciona la tecnología moderna, cuyo fin es la elaboración de un diseño que satisface la necesidad de tiempo planteada y a la vez permite poner en práctica los conocimientos adquiridos en la facultad de Ingeniería, así como la experiencia adquirida en el laboratorio de Reparaciones Electrónicas de las centrales de conmutación NX-1E (semieletrónica) y UT-10 (digital), de la Empresa de Telecomunicaciones GUATEL.

CAPITULO 1

DESCRIPCION DEL SERVICIO DE UN SISTEMA TELEFÓNICO PBX

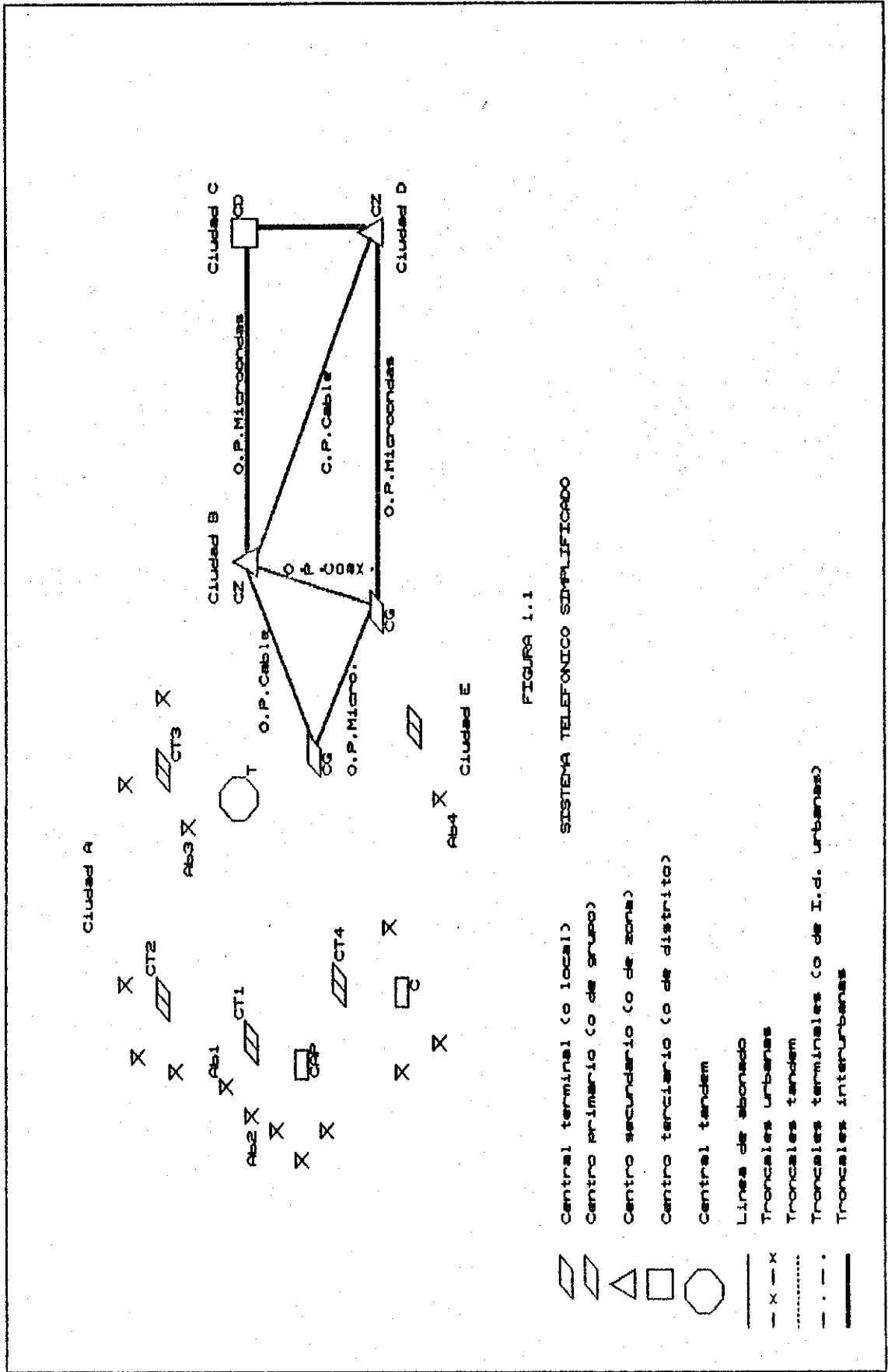
1.1 ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA TELEFÓNICO

El sistema telefónico puede considerarse como el conjunto de dispositivos físicos para suministrar el servicio de comunicación telefónica, que permite a los hombres y a los servomecanismos entrar en comunicación cuando cierta distancia los separa. Para proporcionar adecuadamente dicho servicio, es necesario que el sistema telefónico contenga los medios y recursos adecuados para conectar a los aparatos telefónicos específicos al principio de la llamada, y desconectarlos una vez que ésta termine. En el proceso de conexión y desconexión, se incorporan las funciones imprescindibles de: conmutación, señalización, y transmisión. La señalización se encarga del suministro e interpretación de señales de control y de supervisión necesarias para realizar la operación anterior. El aspecto de transmisión se refiere a la transmisión propiamente dicha del mensaje del abonado y de las señales de control. (Entenderemos por mensaje cualquier información que un abonado desee enviar de un lugar a otro, por ejemplo: voz, TV, datos, etc).

La figura 1.1 es un ejemplo de la gran variedad de recursos que se emplean en el establecimiento de una comunicación telefónica. Como se ve en este diagrama, la conexión puede involucrar solamente la transmisión de voz entre aparatos telefónicos a través de una sola central terminal (C.T.), o puede incorporar multiplicidad de eslabones que requieran de varias centrales, de varias trayectorias de frecuencia de voz y de varios sistemas de onda portadora. Para explicar éstos, se describirán las diferentes conexiones que se pueden llevar a cabo con los tipos de recursos que incorpora la figura 1.1.

La comunicación del abonado 1 con el 2, ambos conectados a la central 1 (ciudad A), representa la conexión más sencilla en la que no se emplean troncales, sino únicamente líneas de abonado.

La diferencia esencial entre una línea de abonado y una troncal es que la primera está permanentemente asignada a un abonado específico, mientras que la segunda es una conexión cuyo empleo se comparte. Es decir, que considerando las centrales 1 y 4 de la figura 1.1, existe una línea de abonado para cada subscriptor conectados a ellas, pero no existe una troncal para cada comunicación posible entre ellas. El número de circuitos troncales que debe existir entre esos puntos está en función del número de comunicaciones efectivas



que se establecen. Estas troncales se utilizan únicamente durante la comunicación, pero pueden ser empleadas, al desocuparse, para establecer otras comunicaciones.

Para interconectar centrales locales con centros de larga distancia, se emplean diferentes tipos de troncales. Una troncal urbana directa conecta a dos centrales locales; una troncal tandem conecta a una central local con un centro tandem, mientras que una troncal urbana de larga distancia (L.D.) conecta una central local con el primer centro de larga distancia (centro de grupo). Las troncales urbanas L.D. también se conocen como troncales terminales pues, como se verá posteriormente, constituyen los extremos de una conexión L.D.

La comunicación entre abonados 1 y 3, de la misma ciudad, emplea dos troncales, y se efectúa la conexión via la central tandem. Estas troncales, pueden ser constituidas por circuitos de frecuencia vocal, equipados con repetidores de impedancia negativa, o por circuitos de onda portadora (O.P.) de corto alcance, por ejemplo, un sistema de modulación por pulsos codificados (MPC).

Ahora, consideremos la comunicación del abonado 1 de la ciudad A con el abonado 4 de la ciudad E, en la figura 1.1. La trayectoria comienza con una línea de abonado hacia la central terminal 1. De ahí la conexión emplea una troncal terminal hacia el centro de grupo. Si las dos ciudades tienen alto interés de comunicación, existirán troncales directas entre ellas. En este caso, la figura 1.1 ilustra que entre la ciudad A y E existe cierto número de rutas: la ruta directa proporcionada mediante un sistema O.P. por microondas, una ruta alterna que emplea otro sistema de O.P. por cable, via un centro de zona (secundario). Desde este centro de zona, existen troncales directas; también con sistemas de troncales O.P., hacia la ciudad E. Otra posibilidad se tiene haciendo uso de troncales finales hacia un centro de distrito (terciario), en la ciudad C, desde el cual se pueden hacer conexión con la ciudad E através de otro centro de zona. Estas últimas troncales se pueden suministrar, como en la figura 1.1, mediante un sistema coaxial y un sistema de microondas.

En la figura, se pueden distinguir tres tipos de redes: local, urbana e interurbana. Las comunicaciones telefónicas entre abonados conectados a una misma central emplean sólo la red local. Por lo tanto, red local es el conjunto de líneas de abonados conectados a una central terminal. Así, en una ciudad habrá tantas redes locales como centrales terminales contenga.

Las conexiones entre centrales locales se conocen como troncales urbanas, y es necesaria su existencia entre cada par de centrales. El conjunto de redes locales y troncales urbanas se conoce como red urbana. Para simplificar la estructura y aumentar la eficiencia de una red urbana se emplean centros tándem.

Las conexiones entre centros de conmutación que pertenecen a ciudades diferentes, troncales interurbanas, constituyen la red interurbana que se emplea para comunicaciones de larga distancia (L.D.).

La línea de abonado proporciona una trayectoria bidireccional para las señales de voz, de llamada y de supervisión. Como el aparato telefónico y las líneas de abonado están permanentemente asociados, sus propiedades de transmisión combinadas, se pueden ajustar para satisfacer su función específica en los requisitos del canal.

El pequeño porcentaje de tiempo (del orden 2%), durante el cual se emplea una línea de abonado ha llevado a la consideración de los concentradores de líneas entre los abonados y la central. En efecto, el concentrador es una central parcial que está conectada a la central verdadera mediante pares (líneas de dos conductores) que, en estas condiciones, dejan de operar como líneas de abonado para constituirse en troncales.

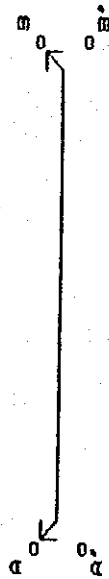
En el esquema de la figura, también se ilustra lo que se conoce como (CAP), conmutador automático privado, que es una pequeña central, que permite el servicio interno de comunicación telefónica entre extensiones de una compañía, un comercio, un hotel, etc. y, además, por estar conectada mediante troncales a una central del servicio público, permite la comunicación de cualquiera de las extensiones con abonados de la red pública.

1.2 CONMUTACIÓN TELEFÓNICA

La función de conmutación de un sistema telefónico tiene por objeto establecer trayectorias de comunicación entre dos puntos. Como podemos ver en la figura 1.2 (a) en donde el problema conectar eléctricamente a los puntos A y B, se resuelve mediante la línea de transmisión permanente entre los puntos. Si ahora se desea establecer la conexión entre los puntos A' y B', figura 1.2 (b), se puede aprovechar la línea que se utiliza para conectar a los puntos A y B; mediante los conmutadores colocados en los extremos de la línea. En este caso, se realiza un tipo rudimentario de conmutación para establecer cualquiera de las trayectorias que se necesite.

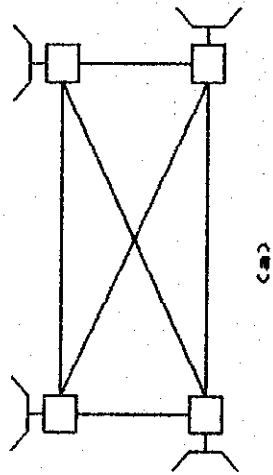


(a)

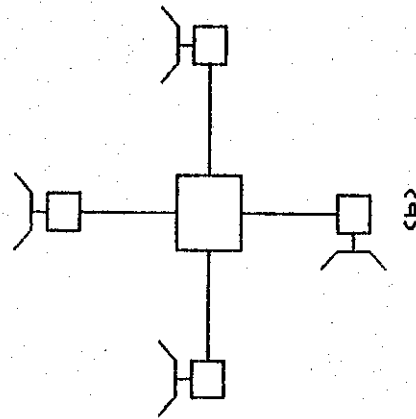


(b)

FIGURA 1.2



(a)



(b)

FIGURA 1.3

En sistemas de comunicación telefónica, los puntos A y B de la figura 1.2 (a), representan dos suscriptores al servicio telefónico que desean comunicarse entre sí, mediante sus teléfonos. En un sistema de conmutación telegráfica representan dos teleimpresores para la transmisión y recepción de mensajes. En el caso de comunicación de datos, uno de los puntos es el suscriptor o abonado al servicio de conmutación de datos que debe ser conectado con el centro de procesamiento electrónico. Para la comunicación telefónica entre los puntos A y B, se deben realizar otras tareas indispensables. Por ejemplo, el abonado A debe manifestar al abonado B el deseo de comunicarse con él y viceversa; los micrófonos (transmisores) de los teléfonos deben recibir corriente de alimentación, se debe registrar el costo de la llamada, etc. Así, se ve que la simplicidad del sistema de la figura 1.2 disminuye, pues es necesario aún en la comunicación de punto a punto complementar el sistema con equipo capaz de realizar esas tareas adicionales. Sin embargo, a medida que el número de abonados aumenta, la tarea de establecer conexiones se hace progresivamente más importante que las otras tareas, pues ya no es suficiente contar con una sola línea para un gran número de abonados; ni tampoco es conveniente unir cada abonado con cualquier otro, mediante conexiones individuales de punto a punto como se ve en la figura 1.3 (a). La solución más conveniente se ha encontrado con los sistemas de conmutación telefónica. La figura 1.3 (b), ilustra tal solución en la que los abonados se conectan en forma radial al sistema (central telefónica).

La solución que representa la figura 1.3 (a) requiere, para la comunicación entre cualquier par de abonados $n(n-1)/2$ enlaces (siendo n el número total de abonados). El caso de la figura 1.3 (b) implica el empleo de n líneas, una para cada suscriptor, por la que establece todas sus llamadas tanto las de entrada como las de salida. En la central, las conexiones necesarias se pueden establecer en forma manual o por medio de equipo automático que no necesita intervención personal. En la actualidad, debido a que casi todas las centrales públicas y privadas se han automatizado, la mayoría de las conexiones se establecen por los mismos abonados, sin la ayuda de operadoras, además, en diferentes países el tráfico nacional e internacional de larga distancia, también se maneja sobre las mismas bases de automatización.

1.3 DESCRIPCION DEL SERVICIO PBX

Este es un servicio brindado a empresas industriales, comerciales y de servicio, que poseen más de una línea telefónica.

El fin de este servicio es facilitar a los clientes y usuarios de dichas empresas, el no tener que aprenderse todos los números telefónicos sino solo uno, ya que el servicio consiste en asignar un número piloto, y los restantes se asignaran como esclavos a él. Esto significa que el usuario llamará al piloto, pero si éste estuviera ocupado, inmediatamente se hace una exploración, y se conmuta al primer número esclavo libre que encuentre; así se evita que el usuario tenga que hacer repetición de llamadas, lo que ocasionaría una alta congestión telefónica por intento de llamadas.

1.4 DESCRIPCION DE DIFERENTES SISTEMAS DE CONMUTACION Y SUS CARACTERISTICAS PARA PROPORCIONAR EL SERVICIO PBX

Existen dos diferentes sistemas de conmutación: los sistemas de mando directo y los sistemas de mando indirecto.

1.4.1 SISTEMAS DE CONMUTACION DE MANDO DIRECTO

Estos son los llamados sistemas paso a paso y son aquellos en los cuales el abonado gobierna la etapa de conmutación desde el disco del aparato telefónico. La configuración básica para estos sistemas se divide en las etapas siguientes.

a. Etapa de los busca llamadas

Son los elementos de entrada al tren de mecanismos que constituyen una central paso a paso; se colocan en menor número que el de los abonados, y dicho número es determinado por las condiciones de tráfico (por lo general un 10% de la totalidad de abonados).

Es la etapa encargada de la detección automática de los abonados que descuelgan su microteléfono solicitando servicio para realizar una llamada telefónica, además, es la etapa encargada de proporcionar un tono de marcar (DT, dial tone), el cual le indicará al usuario que puede empezar a marcar el número al cual desea llamar. Además, los busca llamadas también conectan en forma automática al abonado a la etapa de selectores de grupo.

b. Etapa de los selectores de grupo

Son aquellos selectores que son gobernados directamente por la marcación de dígitos que genera el abonado a través de su aparato telefónico, y se hace la selección de los elementos de conexión por medio de décadas y unidades.

Existen diferentes sistemas de movimiento en éste tipo de selectores; los más conocidos son los de elevación y giro (strowger), los de giro y penetración (F5G) y los de giro a motor (EMD).

Cada dígito de abonado por lo general representa una etapa de selector de grupo, a excepción de los últimos dos dígitos que servirán en la etapa de selector de línea.

El número de etapas de selectores de grupo está dado por el número de abonados de la central.

c. Etapa de selectores de línea

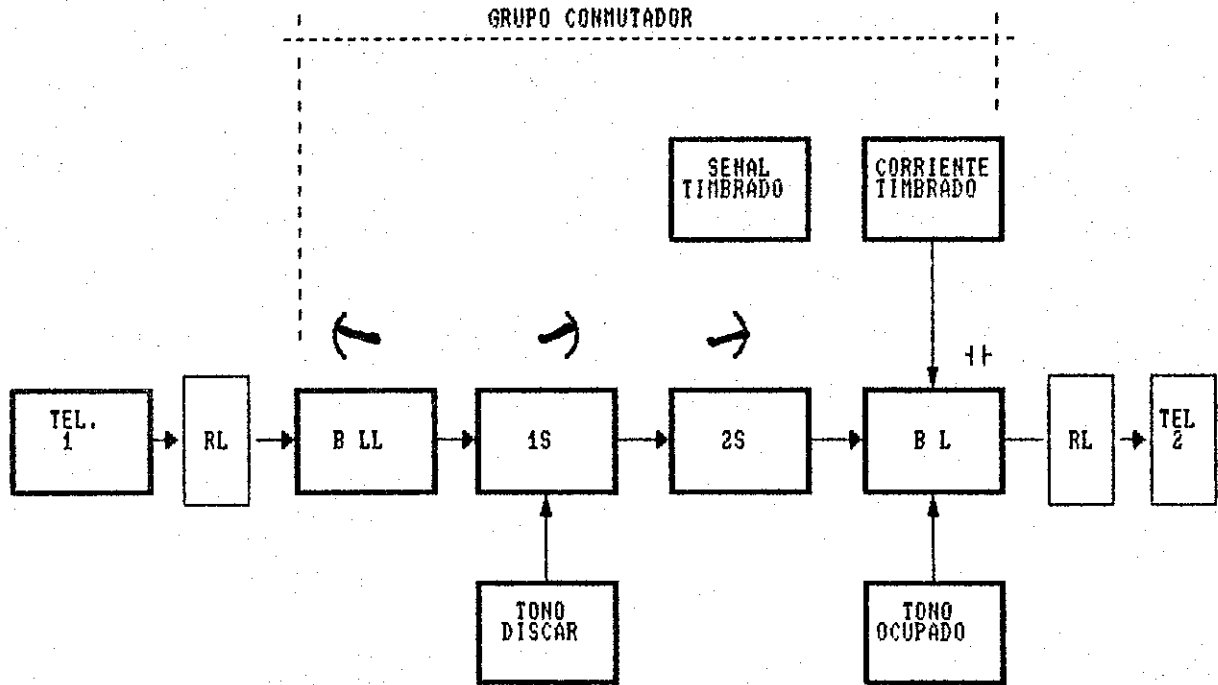
Es la última etapa de selección; su movimiento también es dirigido por los impulsos del disco del aparato telefónico del abonado, en la marcación de los dos últimos dígitos del número de abonado solicitado.

En la figura 1.4, se muestran todas las partes que intervienen en un sistema paso a paso para hacer posible una llamada telefónica.

Para proporcionar servicio de PBX con éste sistema, es necesario que los números del PBX pertenezcan a la misma centena, sean consecutivos y no tengan más de diez líneas.

En nuestro país, las centrales Siemens que eran centrales paso a paso fueron sustituidas por centrales digitales, las cuales estaban instaladas en las centrales denominadas: La Villa, Centro I, Guarda Viejo I, Tivoli I, Quetzaltenango I y Poptún.

FIGURA 1.4
LLAMADA TELEFONICA EN UN SISTEMA PASO A PASO



- TEL 1 = abonado solicitante (telefonono que llama)
- RL = relevador de linea
- B LL = buscador de llamada
- 1S = primer selector
- 2S = segundo selector
- BL = buscador de linea
- RL = relevador de linea
- TEL 2 = abonado solicitado (telefono llamado)

1.4.2 SISTEMAS DE CONMUTACION DE MANDO INDIRECTO

Son aquellos en los que la conexión de una llamada telefónica, a través de las diferentes etapas de la central, es realizada por medio de un órgano inteligente, llamado marcador en los sistemas electromecánicos (control por programa cableado), o procesadores en los sistemas SPC (control por programa almacenado), quien tiene el control de todo lo que ocurre dentro de esa central.

1.4.2.1 Sistemas electromecánicos (conexión por medio de barras cruzadas)

Este sistema tiene un órgano inteligente llamado marcador, al cual llega toda la información procedente de los diferentes órganos auxiliares, para así poder efectuar y recibir llamadas.

Entre los diferentes órganos auxiliares, se tienen.

a. Bastidor de eslabón de línea (LLF)

Es una agrupación de conmutadores de barra cruzada, el cual permite dar ingreso al abonado solicitante por medio de los relevadores de línea (LR). Dentro de la composición del LLF, tenemos primeramente el grupo de niveles (LVG). Otro componente importante es el grupo horizontal (HG). La matriz de conmutación tiene 20 conmutadores teóricos llamados primarios, los cuales constituyen el llamado grupo horizontal. Fisicamente estos conmutadores son las barras verticales del conmutador de barras cruzadas.

Nivel (LV) es llamado así al conjunto de contactos que proporciona cada barra horizontal dentro del conmutador de barras cruzadas.

Grupo de bastidores (FG) es el conjunto de bastidores similares en una central, y número de bastidor (FN) es un bastidor particular dentro de ese conjunto.

b. Bastidor de eslabón de troncal (TLF)

Es el bastidor que agrupa a todos los órganos que permiten conectar al abonado solicitante con el abonado solicitado, por ejemplo: ICT, OGT, IOT; del lado solicitado. El TLF es un bastidor que también contiene conmutadores de barra cruzada.

c. Troncal saliente (OGT)

Es el elemento físico que permite conectar un circuito de una central hacia otro circuito fuera de la misma.

d. Troncal entrante (ICT)

Es el elemento físico que permite conectar un circuito exterior a los de la central, cuando la solicitud de conexión viene de afuera para adentro.

e. Troncal intracentral (ICT)

Es el elemento físico que permite conectar el circuito de un abonado solicitante con el de un abonado solicitado, cuando ambos pertenecen a la misma central.

f. Circuito relevador de línea (LR)

Sirve para conectar físicamente al abonado solicitado con el LLF.

g. Registro de origen (OR)

Mediante la acción de un marcador común, es operado el OR para conectar físicamente al abonado solicitado con el TLF.

h. Marcador de discar (DM)

Envía el tono de marcar al abonado solicitante. Es un elemento común que sirve a todos los solicitantes, por lo que luego de haber dado el tono a un abonado solicitante, lo proporciona a otro que también lo necesite y así sucesivamente.

i. Marcador de completación (CM)

Toma los dígitos discados y los manda a un traductor para luego volverlos a recibir. Es otro elemento común que, junto con el DM, hacen tan distintivo este sistema. El marcador de completación es el elemento que ordena la acción de los elementos intermedios en la conexión de los dos abonados.

j. Traductor (TRL)

Toma los dígitos discados y los convierte en dígitos de posición, que corresponden a coordenadas dentro de los bastidores de conmutación.

k. Grupo de Números (NG)

Tiene la función de determinar la condición del abonado solicitado, es decir, determinar si está ocupado o no.

1. Emisor saliente (OS)

Es el elemento físico por medio del cual se conecta el CM con el OGT.

m. Registro entrante (IR)

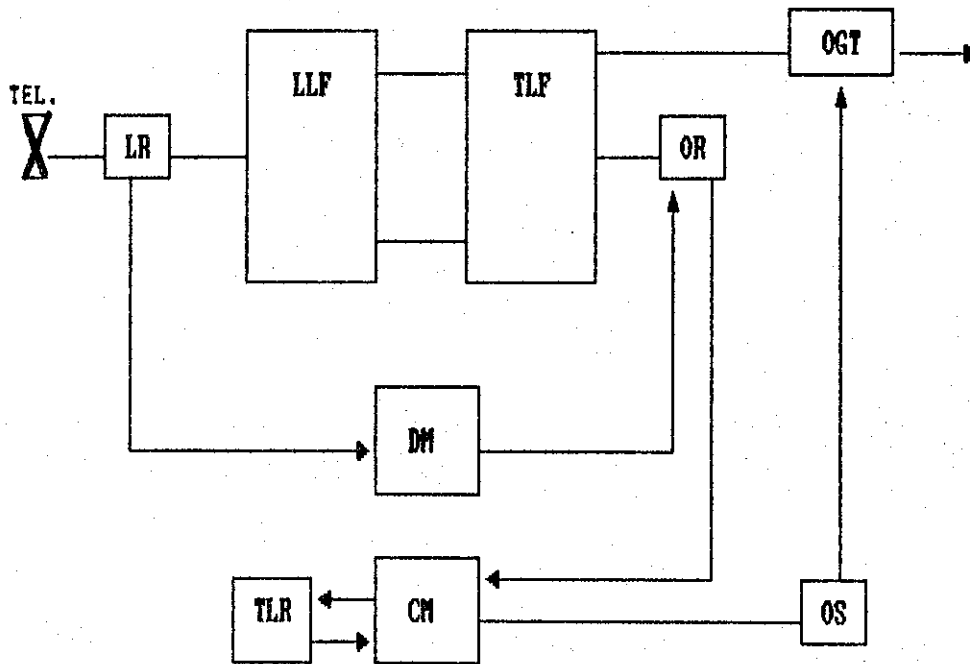
Es el elemento físico por medio del cual se conecta el ICT al CM.

A continuación se da un ejemplo de los pasos y los elementos que intervienen para efectuar una llamada saliente de la central.

1. El abonado levanta el microteléfono, operando un relevador de línea, y luego se selecciona un LVG dentro del LLF. En el caso de que esté ocupado hay que esperar, sino se pasa al paso siguiente (2).
2. Se identifica un DM. En el caso que esté ocupado, hay que esperar, si no se pasa al paso 3.
3. El LLF toma al DM, con lo que la conexión de tono de discar es generado. Se indentifica un OR, y luego se conecta el eslabón.
4. El LLF y el TLF reciben la información de liberación desde el DM.
5. El LLF y el TLF liberan al DM y el abonado escucha el tono o señal para empezar a marcar el número con el cual desea comunicarse.
6. El OR pone en marcha al CM que sabe la ruta del OGT mediante el TLR.
7. El CM selecciona un OGT mediante un OS. Si no hay OGT's libre, se da tono de ocupado, si no, se forma la conexión eslabón.
8. El TLF libera bajo la orden proveniente del CM.

Estos pasos se ilustran en la figura 1.5.

FIGURA 1.5
 LLAMADA TELEFONICA SALIENTE EN UN SISTEMA ELECTROMECHANICO



- TEL. = TELEFONO
- LR = RELEVADOR DE LINEA
- LLF = BASTIDOR DE ESLABON DE LINEA
- TLF = BASTIDOR DE ESLABON DE TRONCAL
- OR = REGISTRO DE ORIGEN
- OGT = TRONCAL SALIENTE
- DM = MARCADOR DE DISCAR
- TLR = TRASDUCTOR
- CH = MARCADOR DE COMPLETACION
- OS = EMISOR SALIENTE

En nuestro país tenemos diferentes tipos de centrales electromecánicas (de barras cruzadas) y están instaladas según la tabla 1.1.

NOMBRE DE LA CENTRAL	SISTEMA
Chimquimula	ARF-102
Coatepeque	ARF-102
Escuintla	ARF-102
Jutiapa I	ARF-102
Mazatenango I	ARF-102
Puerto Barrios I	ARF-102
Retalhuleu	ARF-102
Zacapa I	ARF-102
Atescatenpa	CPR
Champerico	CPR
Chicacao	CPR
Comalapa	CPR
Cubulco	CPR
Cuilapa	CPR
El Estor	CPR
Gualán	CPR
Jalpatagua	CPR
Melchor de Mencos	CPR
Moyuta	CPR
Palín	CPR
San Andrés Petén	CPR
San Lucas Tolimán	CPR
San Luis Jilotepeque	CPR
San Rafael Pie de la Cuesta	CPR
Sanarate	CPR
Santiago Atitlán	CPR
Sayaxché	CPR
Santo Tomás la Unión	CPR
Tactic	CPR
Taxisco	CPR
Teculután	CPR
Tecún Umán	CPR
Uspantan	CPR
Amatitlán I	NC-230
Asunción Mita	NC-230
Barberena	NC-230
Chichicastenango	NC-230
Chimaltenango I	NC-230
Cobán I	NC-230
El Quiché	NC-230
Esquipulas	NC-230
Huehuetenango	NC-230
Jalapa I	NC-230

NOMBRE DE LA CENTRAL	SISTEMA
Jalapa II	NC-230
Malacatán	NC-230
Morales	NC-230
Panajachel I	NC-230
Progreso Guastatoya	NC-230
Puerto San José	NC-230
Salamá	NC-230
San Juan Sacatepéquez	NC-230
San Lucas Sacatepéquez I	NC-230
San Marcos I	NC-230
Santa Lucia Cotzumalguapa I	NC-230
Santa Lucia Cotzumalguapa II	NC-230
Tiquisate I	NC-230
Totonicapán I	NC-230
Villa Nueva I	NC-230
Monte verde I	NC-400
El Centro II	NC-400
Interurbana analógica	NC-820

TABLA 1.1

DISTRIBUCION DE LAS CENTRALES ELECTROMECANICAS EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA

Para dar el servicio de PBX con éste sistema, se necesita que:

- a. los números pertenezcan al mismo millar,
- b. el número de líneas tiene que ser mayor que uno y menor que 100.
- c. los números no necesariamente tienen que ser consecutivos.

1.4.2.2 SISTEMAS DE CONMUTACIÓN SPC (CONTROL POR PROGRAMA ALMACENADO)

Un sistema, así, realiza sus funciones ejecutando programas, los cuales se encuentran almacenados en la memoria de un ordenador. De hecho, son ordenadores especializados en resolver problemas de tiempo real con una gran actividad sobre circuitos o hardware externo y con complicados interfaces.

Un sistema SPC puede tener diferentes grados de centralización, depende de de la cantidad de funciones que se concentren en un procesador central.

Entre estos sistemas tenemos: los sistemas semielectrónicos y los sistemas digitales.

1.4.2.2.1 SISTEMAS SEMIELECTRÓNICOS

Para este sistema, se tomará como ejemplo las centrales telefónicas semielectrónicas NX-1E de la compañía ITT.

A. Hardware

- Equipo de línea de abonado

Está constituido por enlaces A, B, y C (SLA, SLB, y SLC, circuitos de línea, explorador de línea y controladores de matriz de línea.

El enlace A de abonado es un conmutador de barra cruzada asociado con el equipo de circuito de línea y constituye la primera etapa de selección parcial. Cada conmutador de enlace A de abonado (SLA) proporciona servicio hasta 25 líneas; el enlace B de abonado (SLB) se usa para incrementar la capacidad de conmutación del enlace A y la cantidad de SLB's está determinada por el tráfico originado y terminado. El enlace C de abonado (SLC) es para tráfico terminado solamente.

El circuito de línea es un dispositivo de alimentación de línea balanceado, que mediante el explorador de línea detecta cambios de estado en los abonados, y el explorador de la matriz de línea (LMS) que es el elemento que detecta periódicamente el estado de la matriz de línea.

- Equipo de troncal

Entre estas tenemos las intracentrales (SOT's y STT's) que son las que proporcionan conexiones entre el equipo matriz de línea y el grupo selector, y las troncales intercentrales (ICT's, OGT's y BOW) que proporcionan interconexiones entre el sistema de conmutación y las otras centrales de conmutación.

- Equipo selector de grupo

Está constituido por enlaces de grupo selector (GSA y GSB), y matriz controladora de grupo selector.

- Equipo de control común

A este pertenecen la Unidad Central de Proceso (CPU), sistema de memoria, unidad de memoria de acceso directo (DMA), dispositivos de envío y recibo, dispositivos periféricos, terminales de pantalla e impresores, unidades de cinta magnética (MTU), y paneles de control.

B. Software

Los programas del software desarrollan todo el proceso de llamada de las funciones administrativas y de mantenimiento. Se pueden dividir en 4 grupos:

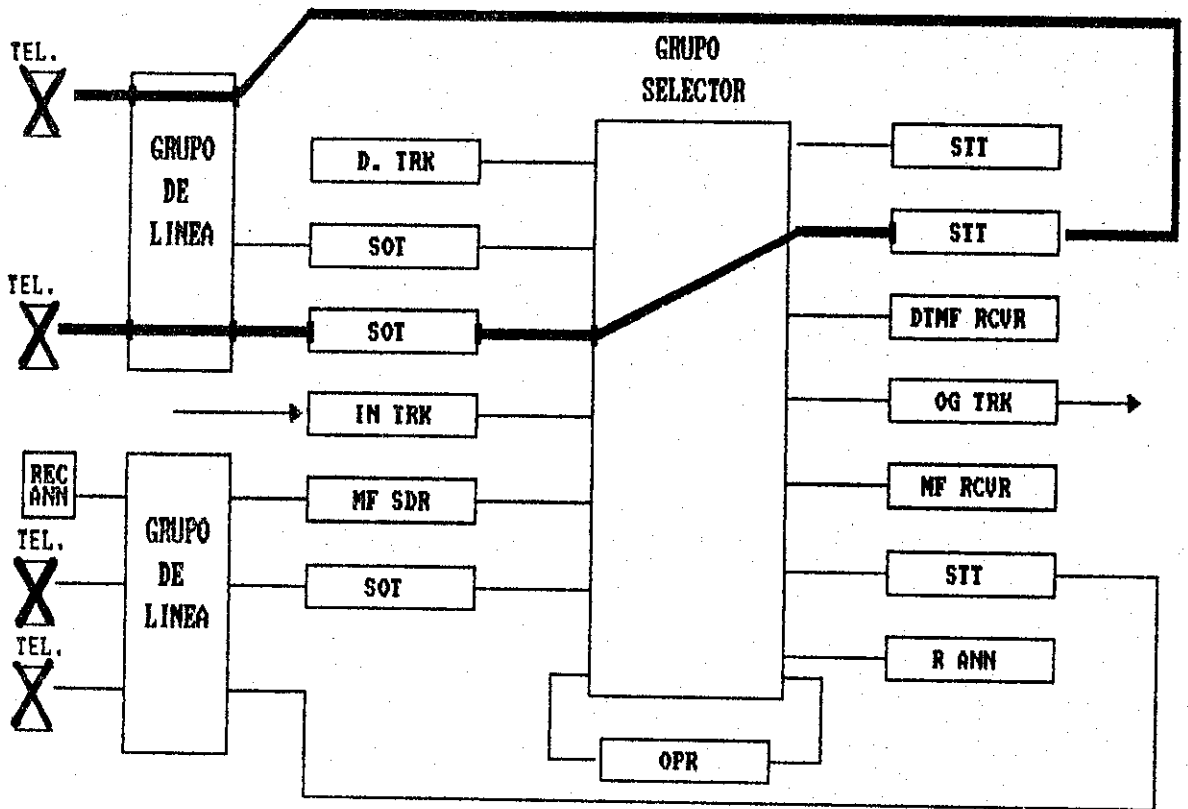
- ejecutivo
- procesador de llamada,
- administrativo y
- mantenimiento.

Se da un ejemplo de cómo se lleva a cabo un llamada intracentral en una central telefónica NX-1E.

1. El abonado A levanta su microteléfono y recibe el tono de discar desde la SOT.
2. El abonado A marca el número del abonado B y almacena los dígitos.
3. El abonado B levanta su microteléfono, regresando la supervisión.
4. Los abonados A y B tienen un paso o enlace de audio de conversación a través de la troncal STT.

El anterior ejemplo se ilustra en la figura 1.6.

FIGURA 1.6
 LLAMADA TELEFONICA INTRACENTRAL EN CENTRALES DE CONMUTACION NX-1E



TEL. = TELEFONO
 STT = TRONCAL DE ABONADO SOLICITADO
 SOT = TRONCAL DE ABONADO SOLICITANTE
 IN TRK = TRONCAL ENTRANTE
 OG TRK = TRONCAL SALIENTE
 MF SDR = ENVIADOR DE MULTIFRECUENCIA
 MF RCVR = RECEPTOR DE MULTIFRECUENCIA

En Guatemala, se instalaron en la década de los 70'S, las centrales crossbar semielectrónicas NX-1E, en dos poblaciones del interior de la república, y cinco en el área metropolitana, que fueron nombradas como se muestra en la tabla 1.2.

NOMBRE DE LA CENTRAL	SISTEMA
Amatitlán II	NX-1E
Antigua	NX-1E
El Carmen I	NX-1E
Guarda Viejo II	NX-1E
Lourdes	NX-1E
Monte Verde II	NX-1E
San Lázaro	NX-1E

TABLA 1.2

CENTRALES SEMIELECTRONICAS TIPO CROSSBAR

Para poder brindar el servicio PBX en este sistema, sólo es necesario que los número pertenezcan a dicha central, no importa si son consecutivos o no.

1.4.2.2.2 SISTEMAS DE CONMUTACIÓN DIGITAL

En nuestro país, hay varios sistemas digitales, pero para explicar cómo funciona se tomará como ejemplo las centrales AXE-10 de la compañía Ericsson, ya que básicamente todas las centrales digitales funcionan de igual manera.

Para este sistema, se puede decir que se optó por una solución no completamente centralizada; ya que todas las funciones repetitivas o rutinarias y que no requieren gran complejidad de análisis se realizan en procesadores regionales, los cuales se encuentran en la periferia, cerca a la circuitería telefónica. En tanto que las funciones que necesitan mayor inteligencia, son realizadas por un procesador central.

AXE-10 resuelve las funciones de cualquier nodo de una red telefónica. Puede ser una central de larga distancia nacional o internacional, o una central local o una central combinada. La capacidad depende de la versión del procesador central: APZ 210 ó 211 manejan unos 170,000 BHCA intentos en horas pico, mientras APZ 212 puede en la actualidad manejar

hasta 800,000 BHCA; ésta es una medida de la capacidad de tráfico que maneja el procesador central. En la realidad, esta medida está también condicionada por la complejidad de casos de tráfico y servicios especiales que deba resolver la central.

Uno de los objetivos principales del diseño de éstas centrales ha sido la máxima flexibilidad, tanto en hardware como en software. Sobre el concepto fundamental los subsistemas permiten la solución de toda clase de aplicaciones, tales como telefonía rural, móvil, sistemas de operadoras, señalización por canal común, redes especiales, etc.

El equipo de conmutación está construido con tecnología enteramente electrónica digital. Utiliza el concepto de conmutación temporal y espacial. El diseño del software, siendo de mayor complejidad, costo y dinamismo, es realizado por un sistema especial llamada APZ (sistema de programación. Esta herramienta facilita a los programadores la creación de sus funciones por medio de un lenguaje de alto nivel, el PLEX.

- Funciones telefónicas básicas que han de efectuarse en una llamada:

1. El sistema debe reconocer cuando el abonado inicia una llamada al descolgar su microteléfono (LIC detecta la llamada).
2. Es necesario separar un área para allí guardar los dígitos que marque el abonado. Captura el registro (RE); esto es a nivel de software.
3. Recepción y análisis de los dígitos, DA (software).
4. Análisis de la categoría del abonado B y marcación de ocupado del mismo, (BC, software).
5. Análisis de ruta y selección de línea, (RA).
6. Selección de trayectoria de conexión a través del equipo conmutante de la central.
7. Transmisión de los dígitos hacia una central más adelante.
8. Conexión de supervisión de llamada, tono de timbre hacia B y tono de control hacia A.
9. Fin de selección.

10. Conexión definitiva de la conversación entre los dos abonados.

11. Supervisión de llamada.

12. Desconexión, fin de llamada.

En la tabla 1.3, se presentan las diferentes centrales digitales y debido a su localización así se les ha dado un nombre.

NOMBRE DE LA CENTRAL	SISTEMA
Quetzaltenang II	GTD-5C
Chiantla	MC-64
Ciudad Vieja	MC-64
Cuyotenango	MC-64
Fraijanes	MC-64
Momostenango	MC-64
San Andrés Itzapa	MC-64
San Antonio Suchitepequez	MC-64
San Cristóbal Totonicapán	MC-64
San Cristóbal Verapaz	MC-64
San Francisco El Alto	MC-64
San Pedro Carchá	MC-64
Sololá	MC-64
Cantel	RSU (GTD-5C)
La Floresta	RSU (GTD-5C)
Olintepeque	RSU (GTD-5C)
Salcajá	RSU (GTD-5C)
San Juan Ostuncalco	RSU (GTD-5C)
Amatitlán II	UT-20
Antigua II	UT-20
Centro IV	UT-20
Chimaltenango II	UT-20
Chiquimula II	UT-20
Chiquimulilla	UT-20
Cobán II	UT-20
Don Justo	UT-20
El Frutal	UT-20
Huehuetenango II	UT-20
Jutiapa II	UT-20
Kilómetro 22.5	UT-20
Mazatenango II	UT-20
Panajachel II	UT-20
Progreso Jutiapa	UT-20
Puerto Barrios II	UT-20
Retalhuleu II	UT-20

NOMBRE DE LA CENTRAL	SISTEMA
San José Pinula	UT-20
San Lucas Sacatepéquez II	UT-20
San Marcos II	UT-20
Santa Elena Petén	UT-20
Santo Tomás de Castilla	UT-20
Totonicapan II	UT-20
Villa Canales	UT-20
Villa Nueva II	UT-20
Zacapa II	UT-20
Centro	UT-100
Operadoras 121	UT-100
Operadoras 171	AXE-10
El Carmen II	AXE-10
Guarda Viejo III	AXE-10
Monte Verde III	AXE-10
Tivoli IV	AXE-10
Internacional (tándem)	AXE-10

Nota. Las centrales AXE-10 tiene conectadas a ellas, muchas unidades remotas.

TABLA 1.3
CENTRALES DIGITALES INSTALADAS EN LA REPUBLICA

Para este sistema, al igual que en el anterior sólo se necesitan que los números pertenezcan a la central para poder ofrecer el servicio PBX.

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL DISEÑO

2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

La actual tecnología electrónica digital permite la realización de diseños sencillos de sistemas complejos, ayudados con los avances de software. El diseño propuesto en esta tesis basado en lo mencionado anteriormente, tiene como función proveer de un sistema capaz de probar el estado de líneas de un sistema PBX. Las técnicas digitales se usaron con el objeto de hacer un sistema confiable y a la vez sencillo, que permita comprobar el estado de las líneas en un tiempo relativamente corto.

Las características principales en las cuales se basa el diseño son:

- a. número de líneas propuestas a probar: 80;
- b. flexibilidad del circuito en cuanto al número de líneas que se van a probar;
- c. los componentes usados son de fácil adquisición en el mercado local;
- d. fácil instalación.

El analizador de prueba puede descomponerse en 6 etapas que se enumeran a continuación.

1. Etapa de sensores de línea.
2. Etapa de compresión.
3. Etapa de control digital.
4. Etapa de transmisión e interfaz.
5. Etapa de monitoreo del estado de las líneas.
6. Alimentación

Estos 6 bloques los podemos visualizar en la figura No. 2.1 y se explican a continuación.

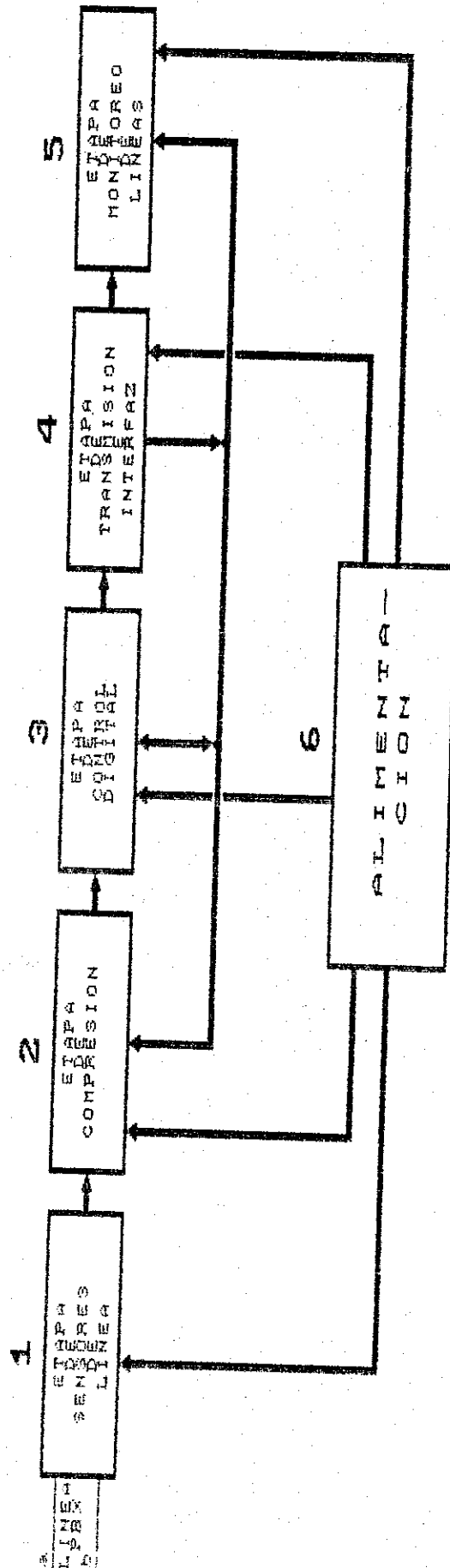


FIGURA No. 2-1
 DIAGRAMA DE BLOQUES GENERAL

2.2 ETAPA DE SENSORES DE LINEA

La podemos descomponer en 3 subetapas. (Ver figura 2.2).

2.2.1 CIRCUITO SENSOR DE COLGADO/DESCOLGADO

Esta subetapa es directamente conectada a la línea y su función es la detectar a través de cambios de nivel si la línea está en estado de colgado o descolgado, y para mejor entendimiento la podemos dividir en 3 bloques.

- Bloque A: formado por un puente de diodos, y su función es acoplar el circuito comparador de voltaje (Bloque B) a la línea telefónica de manera tal que se pueda ignorar la polaridad de la alimentación de -48 voltios.

- Bloque B (circuito comparador): compuesto por un amplificador operacional (LM 741) y por un voltaje de referencia; su función es la de detectar colgado y descolgado de la línea; si se produce un descolgado se tiene en la salida del comparador un voltaje de 5 voltios y en caso contrario su salida será de 0 voltios.

- Bloque C: su función es proveer un interface entre la etapa comparadora y la etapa de compresión.

2.2.2 CIRCUITO SENSOR DE TIMBRADO

Esta subetapa también se conecta a la línea y detecta si existe una frecuencia de timbrado; se ha dividido en 3 bloques.

- Bloque D: esta etapa usa un puente de diodos, para rectificar la corriente alterna de timbrado (75 v rms, 25 Hz) y obtener un voltaje de corriente directa pulsante.

- Bloque E: es una etapa de filtraje; la salida de corriente continua pulsante es filtrada por un condensador electrolítico de 10 uF y 60V, para producir una corriente directa, que polarice al circuito optoacoplador 3041 (Bloque F).

- Bloque F: (Etapa de optoacoplamiento) es el encargado de señalar cuando existe o no una corriente de timbrado en la línea a través de un cambio de voltaje en su salida. Un voltaje de 5 v en la salida es la no existencia de corriente de timbrado, y un voltaje de 0.2 v indica la existencia de corriente de timbrado en la línea telefónica.

2.2.3 CIRCUITO SENSOR DE TONO

Tiene la función de detectar la presencia de una frecuencia de tono (de 0.4 a 4 v rms, depende del tipo de central telefónica a la que pertenezca la línea y 325 Hz), y se puede descomponer en 3 bloques:

- Bloque G: (circuito de acoplo) permite el paso de la frecuencia de 325 Hz, y bloquea el paso de 48 VDC.

- Bloque H: (Circuito decodificador de tono) para este circuito se ha usado un decodificador de tono (PLL 567); éste es el que detecta si la central ha proporcionado frecuencia de tono a la línea. Si existe tono en la salida del circuito, se obtiene un voltaje de 0 V, de lo contrario, tendremos en la salida 5 V.

Bloque I: provee una interface entre el bloque H (comparador) y la etapa de compresión.

2.3 ETAPA DE COMPRESION

Es alimentada por los circuitos sensores de colgado/descolgado, timbrado y tono. Y la función que realiza es la compresión de 80 a 5 líneas y de 5 líneas a una, y su información es analizada en el circuito de control digital. (Figura 2.3).

2.4 ETAPA DE CONTROL DIGITAL

Es la encargada de controlar todo el analizador. Se escogió como CPU, el microprocesador Z80, ya que reunía las características necesarias para las funciones de dicho analizador. El CPU explora todas las líneas y con base en la información que recibe y procesa, determina el estado de línea: hay o no tonos, timbrados, colgados, descolgados y línea a tierra. (figura 2.1).

2.5 ETAPA DE TRANSMISIÓN E INTERFAZ

A ésta llega la información proveniente del control digital, la cual es una señal con un nivel de 5 V. Para evitar errores en la interpretación de estas señales, al transmitirla se hace un cambio de nivel a 12V, ya que la distancia entre la central telefónica y el panel de control de operadora pueden estar separados por una pequeña o gran distancia. En el panel de operadora, se vuelve a recuperar el nivel de 5 V. (Figura 2.4)

2.6 ETAPA DE MONITOREO DE LÍNEAS

Su propósito es el de visualizar el estado de las línea y es posible gracias a un proceso de multiplexación, controlado por el CPU.

2.7 ETAPA DE ALIMENTACIÓN

Es la encargada de alimentar a todo el analizador con los voltajes de 5, -5, 12 y -12 voltios, que depende del voltaje que necesite cada circuito.

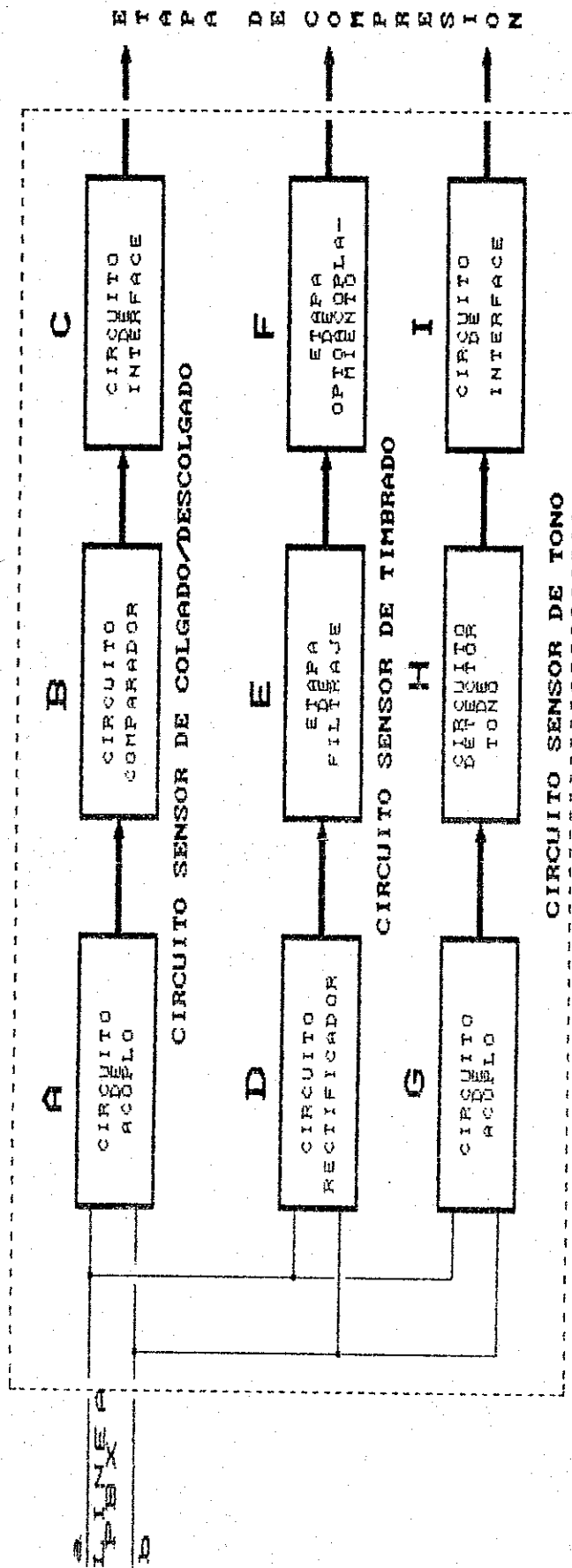


FIGURA 2.2
 DIAGRAMA DE BLOQUES
 DE LOS CIRCUITOS SENSORES
 DE LINEA

E T A P A D E C O N T R O L

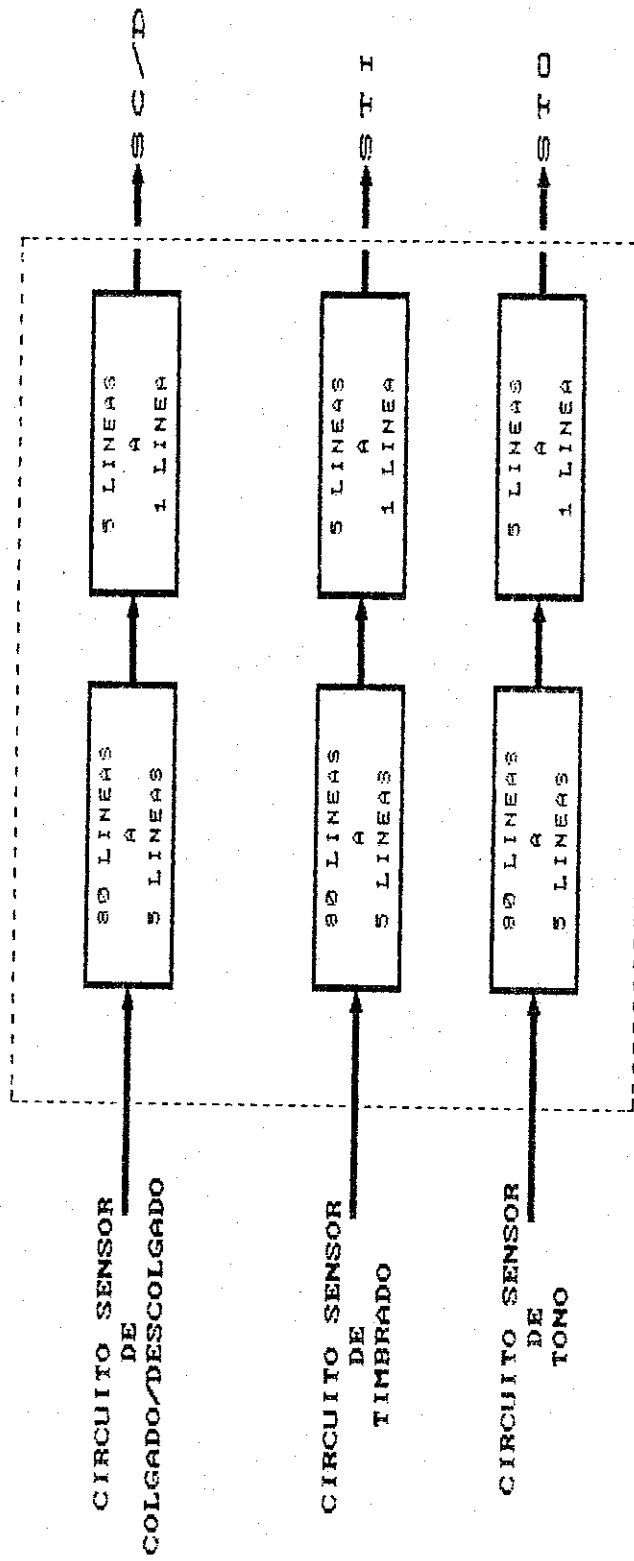


FIGURA 2.3000ES
DIAGRAMA DE ETAPA DE
COMPRESION

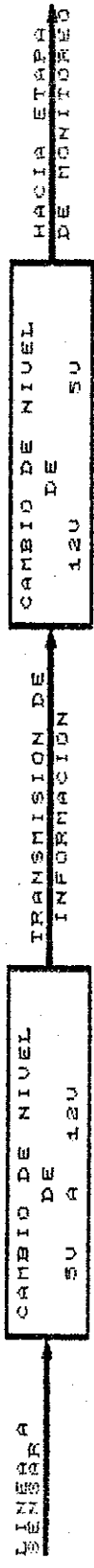


FIGURA 2.4
 DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA
 ETAPA DE TRANSMISION

CAPITULO 3

DESCRIPCION ESPECIFICA DEL DISEÑO

3.1 PROBLEMAS DE LA RED TELEFÓNICA

Por lo general, un arrendatario de líneas telefónicas espera que su sistema telefónico lo conecte inmediatamente o casi inmediatamente con otro usuario, cuando hace uso de él. Desea también que dicha conexión se realice al primer intento, que esté libre de fallas y permita una comunicación suficientemente inteligible.

Esto en la realidad no funciona así, debido a que hay pocos enlaces para la cantidad de abonados existentes; esto provoca un alto congestionamiento en las horas pico.

De acuerdo a cómo reaccionan los sistemas telefónicos ante un abonado que efectúa una llamada y encuentra el estado de congestión, éstos se clasifican en sistemas de pérdida y sistemas de espera (o de retraso). En los sistemas de pérdida, el abonado que no puede establecer su llamada por falta de trayectorias libres de conexión, recibe tono de ocupado, o recibe información de una grabación diciendo que la serie está congestionada, que lo obliga a colgar para posteriormente repetir su intento.

Por otro lado, en los sistemas de espera si un abonado trata de establecer una conexión cuando ya no existe trayectoria libre, éste no recibe tono de ocupado, sino le permite esperar hasta que desocupe una trayectoria; es decir, la solicitud de servicio se almacena. En muchas ocasiones, existen sistemas de grabación que lo invitan a esperar.

Casi todas las centrales privadas, las centrales de las redes locales y centros de conmutación de larga distancia, están constituidos como sistemas de pérdida.

El principio de los sistemas de espera se aplica únicamente a ciertas partes del equipo que deben realizar funciones especiales durante el establecimiento de conexiones. Por ejemplo: operadoras 121, operadoras de internacional, etc.

En nuestro país, el sistema telefónico está constituido como centrales de pérdida. Por lo tanto, es práctico hacer uso del sistema PBX, ya que en lugar de estar llamando a los diferentes números de determinado suscriptor, sólo se llamará a uno, el piloto; así al tener trayectoria libre, éste enviara la llamada al número libre siguiente que tenga.

Por lo tanto con el analizador descrito en este trabajo tesis, se espera detectar en forma inmediata el mal estado de una línea, ya que se tendran todo el tiempo sus líneas controladas.

3.2 DESCRIPCION DE LAS ETAPAS DEL DISEÑO

El presente capítulo describirá los distintos circuitos que componen las diferentes etapas del diseño. El orden que se seguirá para dicha descripción es el siguiente.

- Circuitos sensores de colgado/descolgado.
- Circuitos sensores de tono.
- Circuitos sensores de timbrado.
- Etapa de compresión para cada tipo de sensor.
- Etapa de control.
- Etapa de transmisión.
- Etapa de monitores de estado de las líneas.

3.3 CIRCUITO SENSOR DE COLGADO DESCOLGADO

Tiene la función de detectar el momento en que un usuario provoca un cambio de estado de su aparato telefónico y lo hace a través de analizar cambios de voltaje. En la figura 3.1, se presenta un diagrama en bloques general de este tipo de sensor; el número propuesto de tales circuitos es 80, uno por cada línea que va a analizarse; además a la señal de salida de cada sensor, se le ha identificado con las siglas CSC/DL0.....CSC/DL79 y significan Circuito sensor de colgado/descolgado para la línea 0 hasta la línea 79.

A continuación, en la figura 3.2 se muestra el diagrama esquemático de dicho sensor.

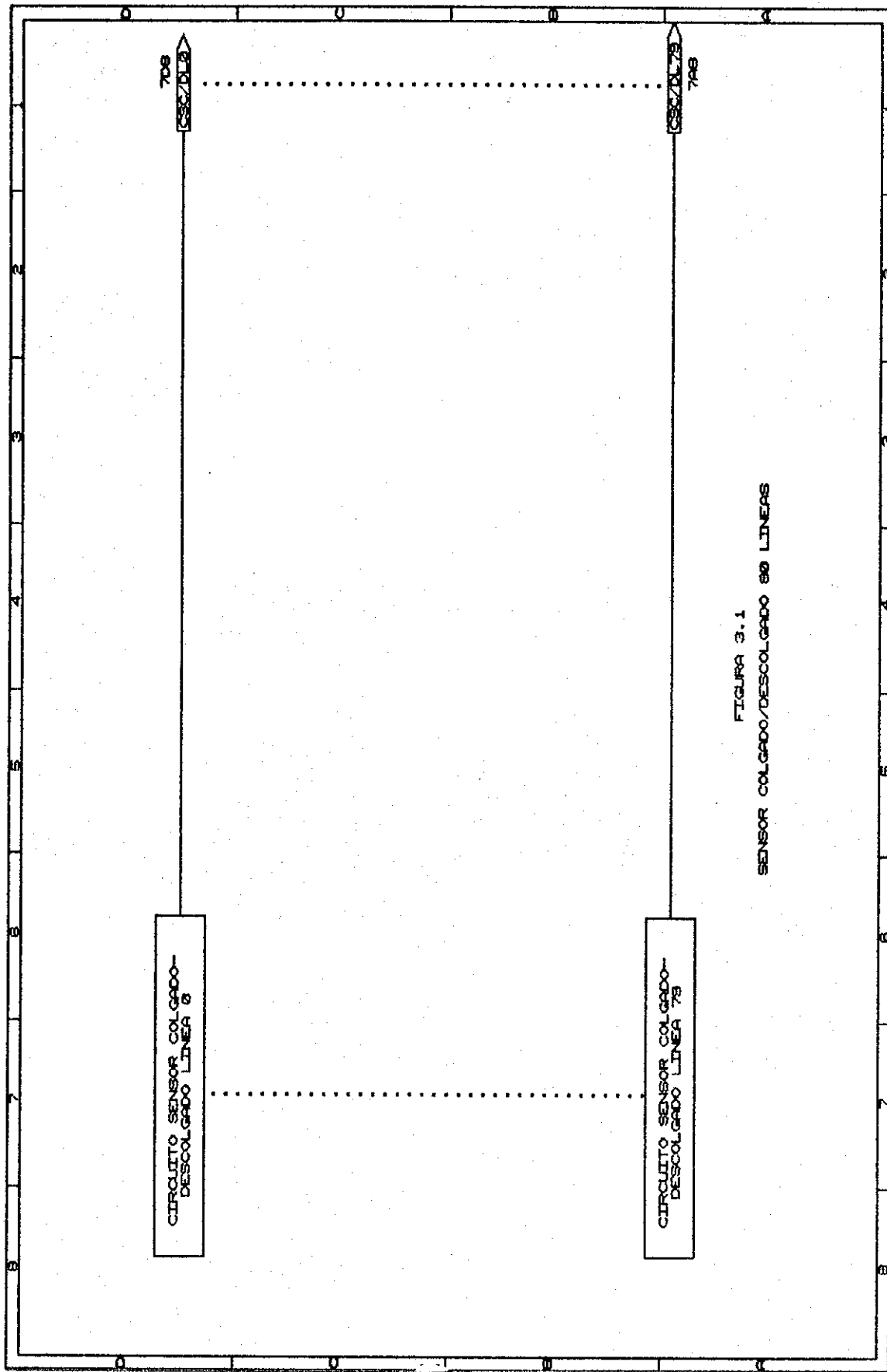


FIGURA 3.1
 SENSOR COLGADO/DESCOLGADO 80 LINEAS

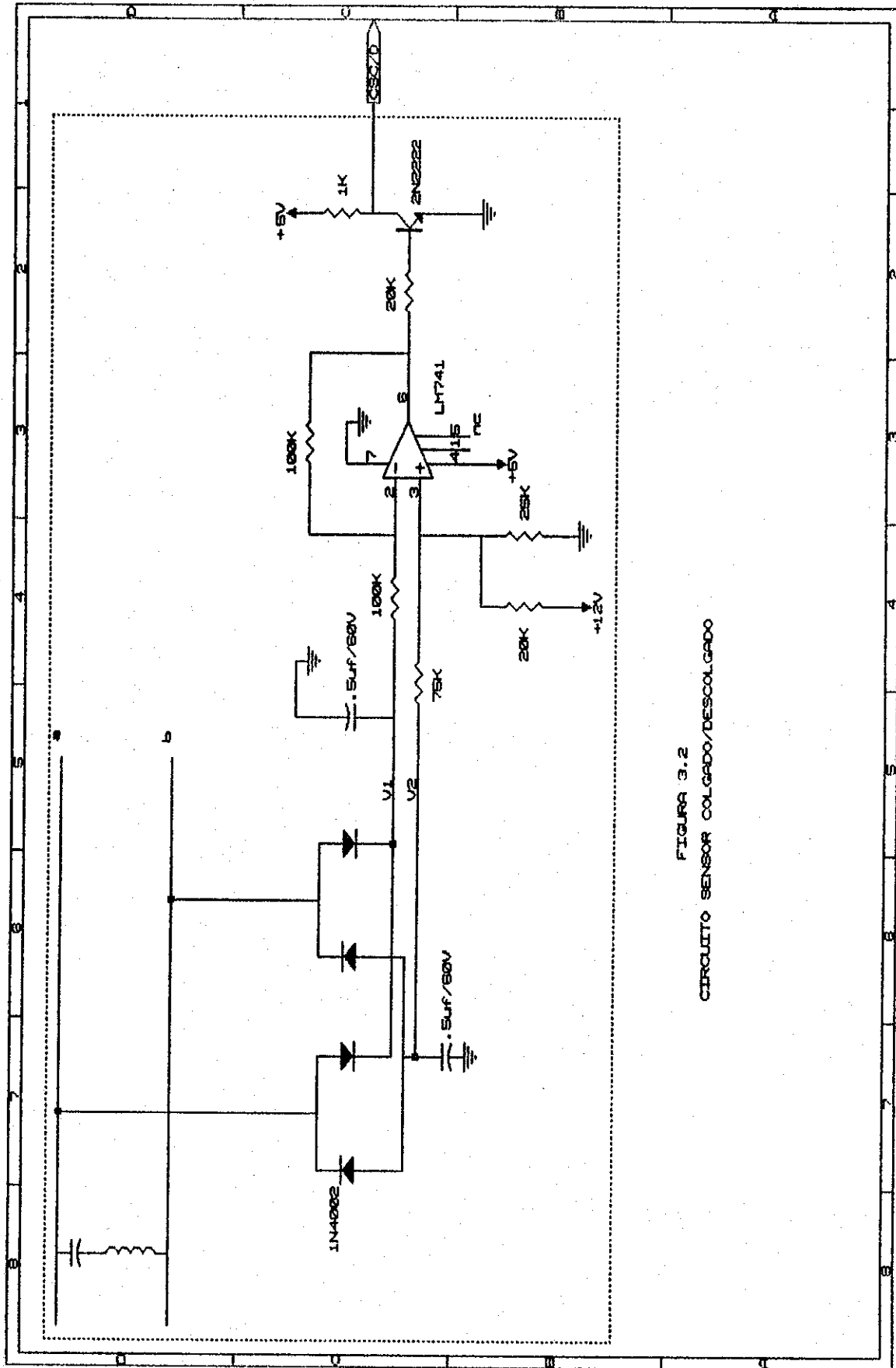


FIGURA 3.2
CIRCUITO SENSOR COLGADO/DESCOLGADO

El circuito se puede dividir en las siguientes partes.

- a. Circuito de acoplo (puente de diodos).
- b. Circuito comparador
- c. Circuito de interface.

a. Circuito de acoplo: este circuito está formado por un puente de diodos (1N4002). Su función es acoplar el circuito comparador de voltaje (amplificador operacional LM741) a la línea telefónica, de manera tal que se pueda ignorar la polaridad de la alimentación de 48V.

b. Circuito comparador: está constituido por un amplificador operacional (LM741), el cual es conectado como un comparador de voltaje. En la entrada no inversora (+) (pin 3) del amplificador operacional, hay conectadas 2 resistencias, una de 20K y otra de 25K, las cuales forman un divisor de voltaje que sirve como voltaje de referencia en la comparación.

En la entrada inversora (-)(pin 2), está conectada una resistencia de 100K; es en éste pin donde aparece un cambio de voltaje, cuando se produce una toma de línea (colgado o descolgado). Al producirse un descolgado la entrada no inversora (pin 3) es más positiva respecto a la entrada inversora (pin 2); esto hace que la salida del amplificador operacional cambia de 0 a 5 voltios, con lo cual señala un descolgado. Al contrario, al producirse un colgado.

c. Circuito de interface: está constituido por un transistor de propósito general 2N2222, el cual trabaja en corte o en saturación, polarizado a través de una resistencia de 1K a +5V. Cuando se produce un colgado, la salida del amplificador operacional tiene 0V, polarizando inversamente la base del transistor y lo lleva a corte (voltaje de colector = 1 V).

Cuando el aparato telefónico está en estado de descolgado, el amplificador operacional tiene en su salida un voltaje de 5V; este voltaje aplicado a la base del transistor lo polariza directamente haciendo trabajar al transistor en la región de saturación, con lo que tiene un voltaje de salida igual a 0 V.

Se le ha dado un nombre al valor de voltaje de salida del transistor para identificarlo a través del diagrama esquemático; la señal sera CSC/D (significando Circuito sensor colgado/descolgado).

3.4 CIRCUITO SENSOR DE TONO

Tiene la función de detectar la señal de tono de marcar (de .4 a 4V rms y 325 Hz); en la figura 3.3, se muestra el diagrama general en bloques de los 80 sensores de tono que corresponden a las 80 líneas bajo prueba; también se muestra la señal de salida de cada sensor a la que se le ha dado el nombre CSTOL0.....CSTOL79, que significa circuito sensor de tono de línea 0 hasta línea 79.

Para implementar este circuito, se usó un circuito integrado PLL 567, para usarlo como detector de tono, el cual está encapsulado en mini-Dip 8 patas. El circuito tiene 62 transistores en su interior para proporcionar sincronización con la señal enganchada y detección para operar una etapa de salida de potencia, la cual no es otra cosa que un transistor dispuesto para entrar en conducción saturada a tierra (terminal 7), cada vez que a la entrada de señal del 567 (terminal 3) se presenta un onda con frecuencia dentro del paso de banda seleccionado. En este caso en de 325 Hz.

La figura 3.4, muestra el diagrama esquemático del circuito sensor de tono, que se compone así:

- circuito de acoplo,
 - circuito de cambio de frecuencia a voltaje.
 - circuito de interface.
- Circuito de acoplo

Formado por un condensador de 500 uF y 100 V que permiten el paso de la corriente alterna de 325 Hz y bloquean el paso de 48 VDC. Para el cálculo de éste condensador se tomó una pequeña reactancia capacitiva (X_c) a dicha frecuencia. Esta fue de 1 ohm.

$$X_c = \frac{1}{2 * \overline{11} * f * C}$$

$$\Rightarrow C = 1/2 * 3.1416 * 325 * 1 = 489.7 \text{ uF} = 500 \text{ uF}$$

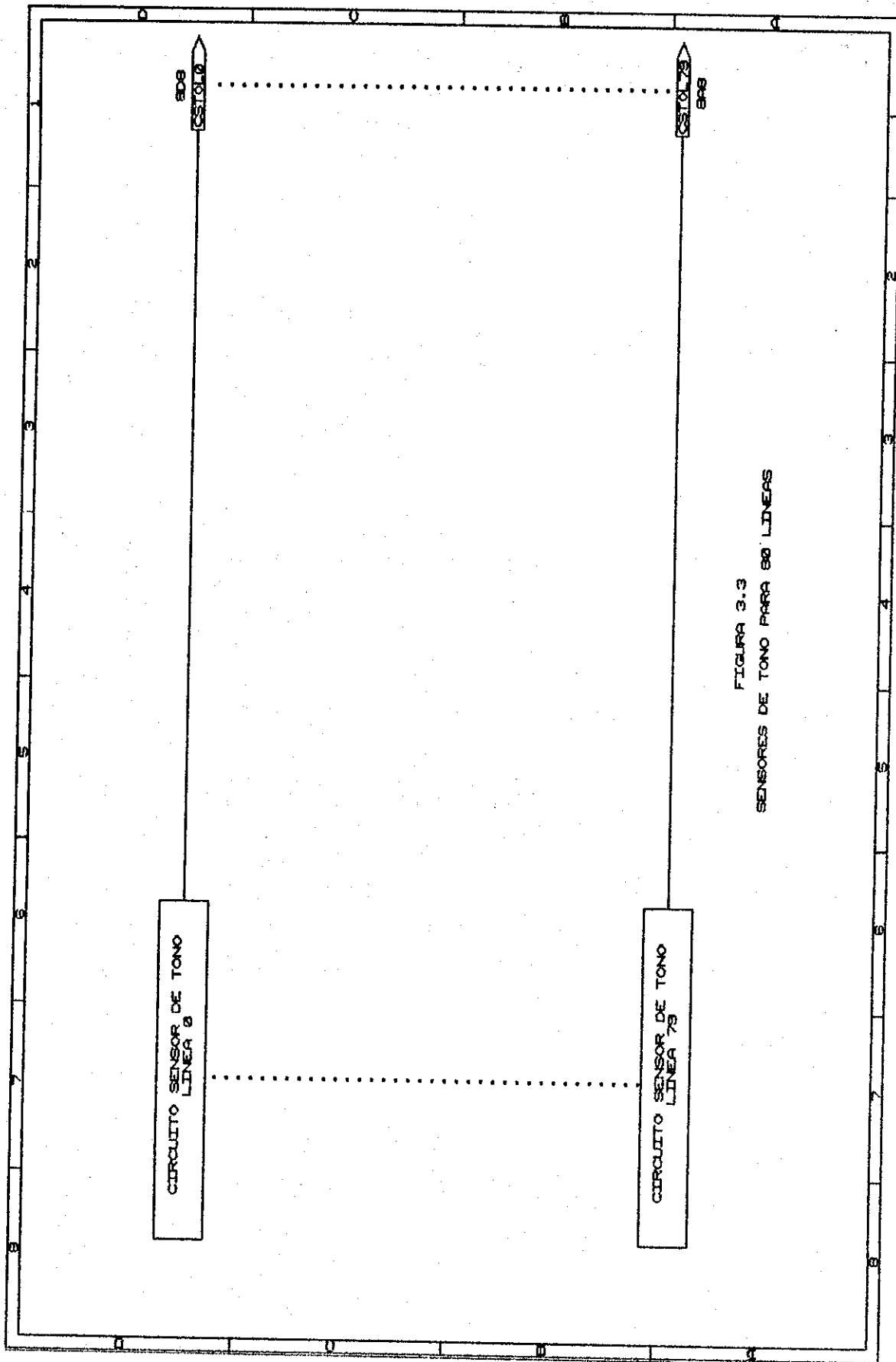


FIGURA 3.3
 SENSORES DE TONO PARA 80 LINEAS

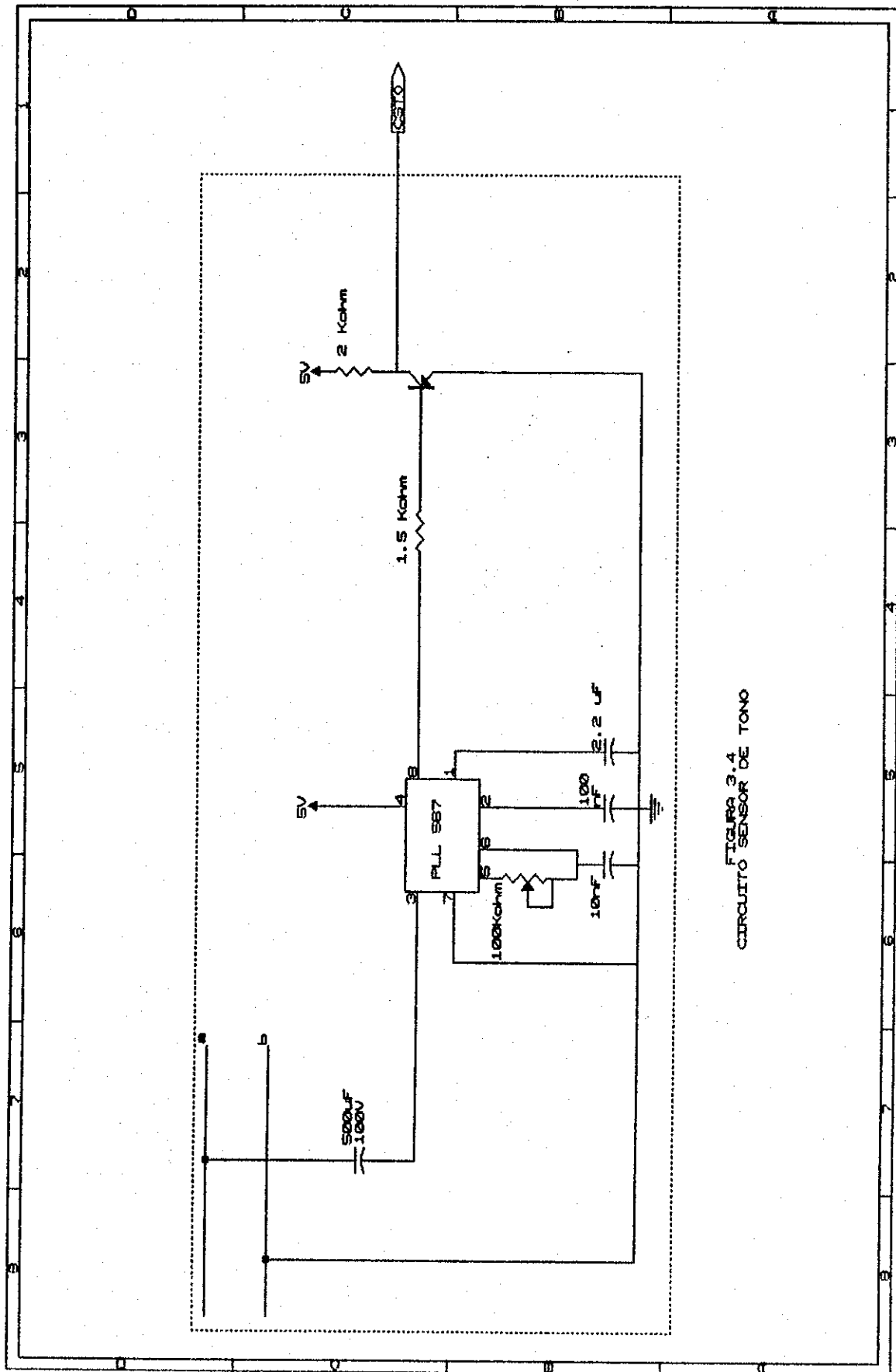


FIGURA 3.4
CIRCUITO SENSOR DE TONO

- Circuito de cambio de frecuencia a voltaje é interfaz.

Está conformado por el filtro PLL 567. El potenciómetro de 100 Kohm se tiene que ajustar con un oscilador que proporcione una frecuencia de 325 hertz, hasta que en salida (terminal 8) proporcione un voltaje de 0 voltios.

Por lo tanto, al tener en el pin 3 la frecuencia proveniente del tono, tendremos en la salida pin 8, 0 voltios, éste alimenta un transistor PNP y lo polariza inversamente; este en su colector tiene un voltaje de 5 voltios.

Al no tener la frecuencia, el PLL presenta en su salida 5 voltios, entonces este voltaje polariza directamente al transistor, y tiene en su salida 0 voltios.

En resumen teniendo tono, tendremos 5 voltios en la salida y en ausencia de él tendremos 0 voltios.

La señal de salida de este detector se le ha llamado CSTO, circuito sensor de tono.

3.5 CIRCUITO SENSOR DE TIMBRADO

Tiene por función detectar la presencia de la corriente de timbrado que es alimentada por la central telefónica a la línea. La figura 3.5 muestra en diagrama general en bloques de las 80 líneas a sensar, las cuales proporcionan la señal CSTILO.....CSTIL79, y que significa circuito sensor de timbrado de la línea 0 hasta la línea 79.

La figura 3.6 muestra el diagrama esquemático del circuito sensor de timbrado, el cual se compone de la siguiente etapas:

- circuito de rectificación,
- etapa de filtraje
- circuito de optoacoplamiento.

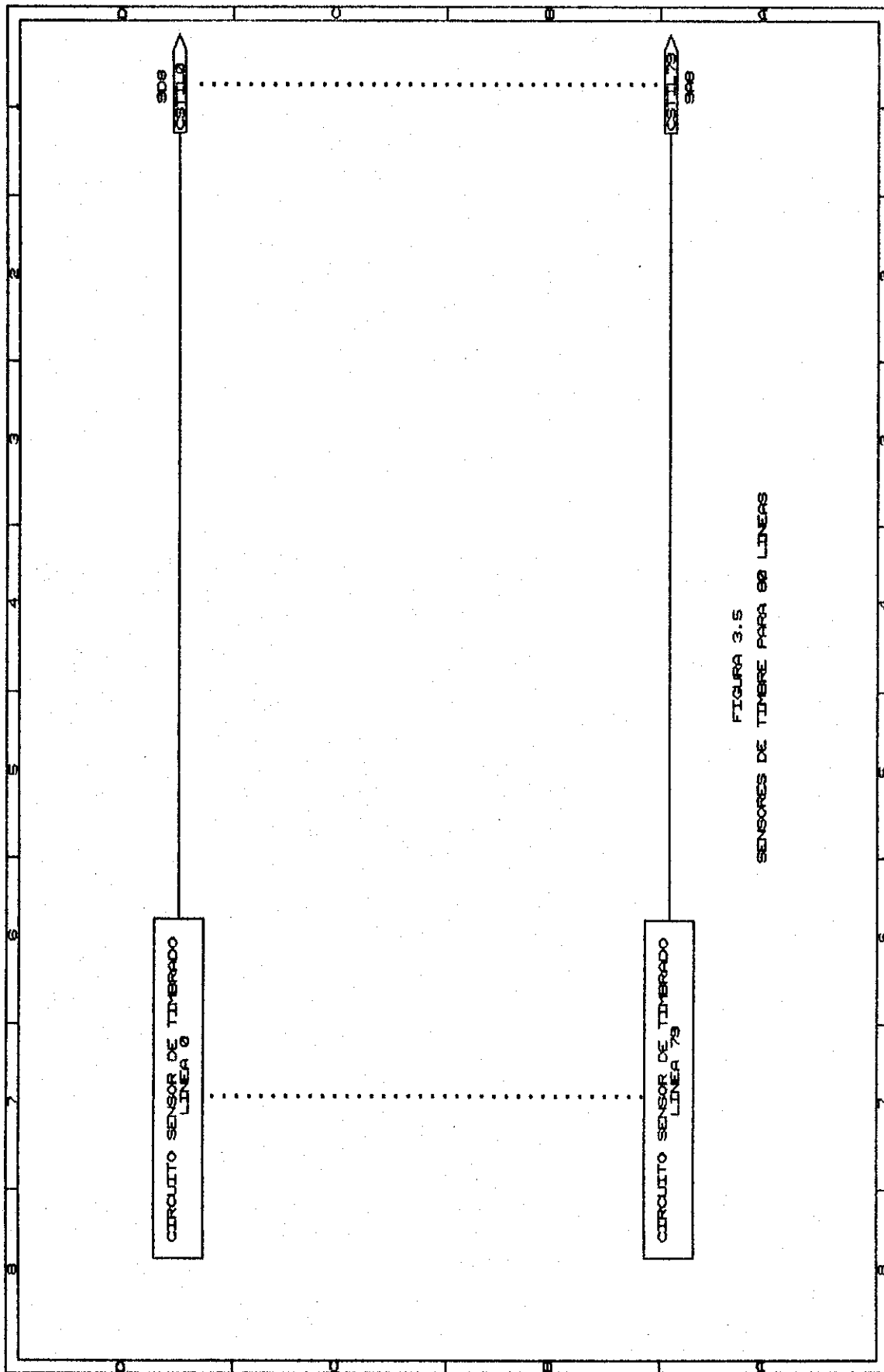


FIGURA 3.5
 SENSORES DE TIMBRE PARA 80 LINEAS

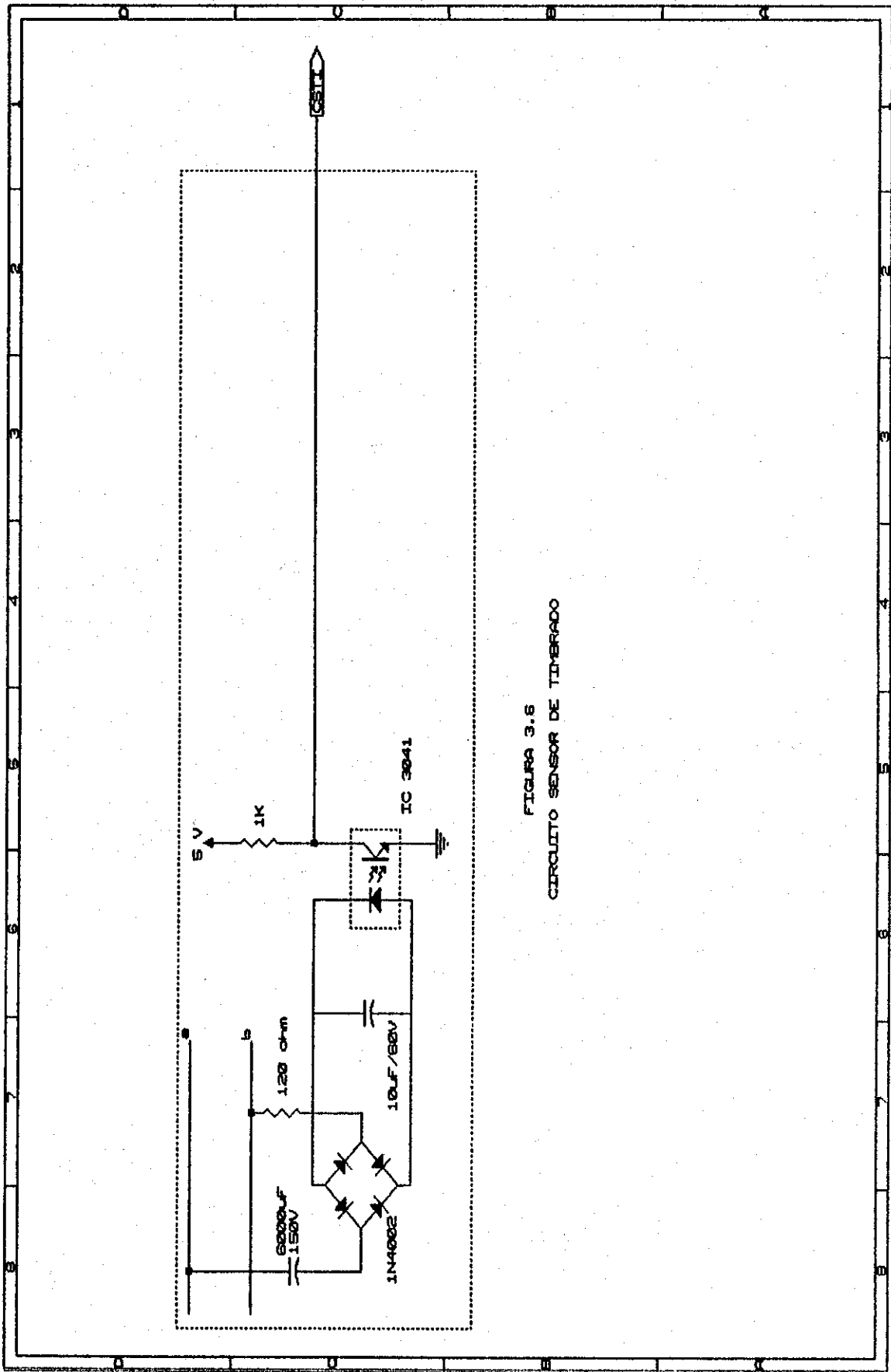


FIGURA 3.6
CIRCUITO SENSOR DE TIMBRADO

-Circuito de rectificación: la señal de timbrado tiene una amplitud de 75 rms y una frecuencia de 25 Hz, y es rectificadora como una corriente cualquiera a través del puente rectificador compuesto por cuatro diodos 1N4002; la salida del rectificador es de una onda completa. Entre el hilo A y el puente se ubica un condensador de 6,000 uF y 150 V, el cálculo de éste se hizo tomando una reactancia capacitiva de 1 ohm y la frecuencia de timbrado de 25 hertz. Este tiene la función de bloquear el voltaje de 48 VDC. Además se colocó una resistencia de 120 ohmios entre el hilo B y el puente de diodos, para limitar la corriente en el optoacoplador.

- Etapa de filtraje: la onda completa proveniente del rectificador es filtrada a través de un condensador de 10uF y 60V, el cual proporciona un voltaje de corriente directa.

- Circuito de optoacoplamiento: se ha colocado un circuito de optoacoplamiento (IC 3041) con el objetivo de separar eléctricamente la línea telefónica del resto del circuito. El voltaje de corriente directa obtenido de la rectificación y filtraje de la frecuencia de 25 Hz, polariza al diodo del opto y esto permite llevar al fototransistor a saturación con lo que se tiene una señal de 0V en su colector. Por lo tanto, una señal de 5V en el colector indica que no existe corriente de timbrado, y un cero indica lo contrario.

La señal proporcionada por el sensor se le ha llamado CSTI, la cual significa circuito sensor de timbrado.

3.6 ETAPA DE COMPRESION

Las señales de salida de los sensores (colgado/descolgado, tono y timbrado), alimentan las entradas de la etapa de compresión, teniendo 240 entradas, 80 por cada uno de los 3 tipos de sensor.

La etapa de compresión está dividida a su vez en 2 subetapas: una comprime de 240 a 15, correspondiendo 5 a cada tipo de sensor. La siguiente subetapa comprime de 15 a 3, y se tiene a la salida de la etapa total de compresión 3 señales, que corresponden una a un sensor de colgado/descolgado, otra a un sensor de tono y otra a un sensor de timbrado.

Las señales que entran a la etapa de compresión se les denomina con las siglas:

- CSC/D = circuito sensor de colgado/descolgado
- CSTO = circuito sensor de tono
- CSTI = circuito sensor de timbrado.

Y las señales de salida de la etapa de compresión son:

- SC/D = sensor de colgado/descolgado
- STO = sensor de tono
- STI = sensor de timbrado.

Los diagramas esquemáticos de los circuitos antes mencionado se pueden observar en las figuras 3.7, 3.8, 3.9; es la etapa de compresión de colgado/descolgado, de tono y de timbrado respectivamente.

Debido a que los tres diagramas son similares en su funcionamiento, se explicará solamente el de la figura 3.7.

La subetapa de compresión de 80 a 5 esta consituido por 5 circuitos integrados de la familia TTL 74150 (multiplexor/selector de datos de 16 a 1); cada uno de estos circuitos tiene en su entrada 16 líneas que se va a sensar (CSC/D L0...L15) y una salida W, que hace un total de 5 salidas, (1 por cada circuito integrado), las cuales alimentan la subetapa de compresión de 5 a 1, que está compuesta por circuito integrado 74151 (multiplexor/selector de datos de 8 a 1 con habilitación), con una única salida de las 5 sensadas esta salida ha sido denominada SC/D (sensor de colgado/descolgado).

Para direccionar qué salida se quiere del 74150, se ha usado un bus de direcciones de 4 bits, ya que para direccionar 16 entradas son necesarias 2 a la 4 (16) combinaciones. Se usaron los bits A0, A1, A2, A3, del bus de direcciones del cpu Z80 de la etapa de control digital.

Para seleccionar cada uno de los circuitos integrados 74150, se usaron las salidas Y0, Y1, Y2, Y3, Y4, del circuito 74138 (decodificador/demultiplexor de 3 líneas a 8 líneas), el cual tiene en sus entradas los bits A4, A5, A6, del bus de direcciones del Z80, ya que para direccionar 5 integrados son suficientes 2 a la 3 (8) combinaciones.

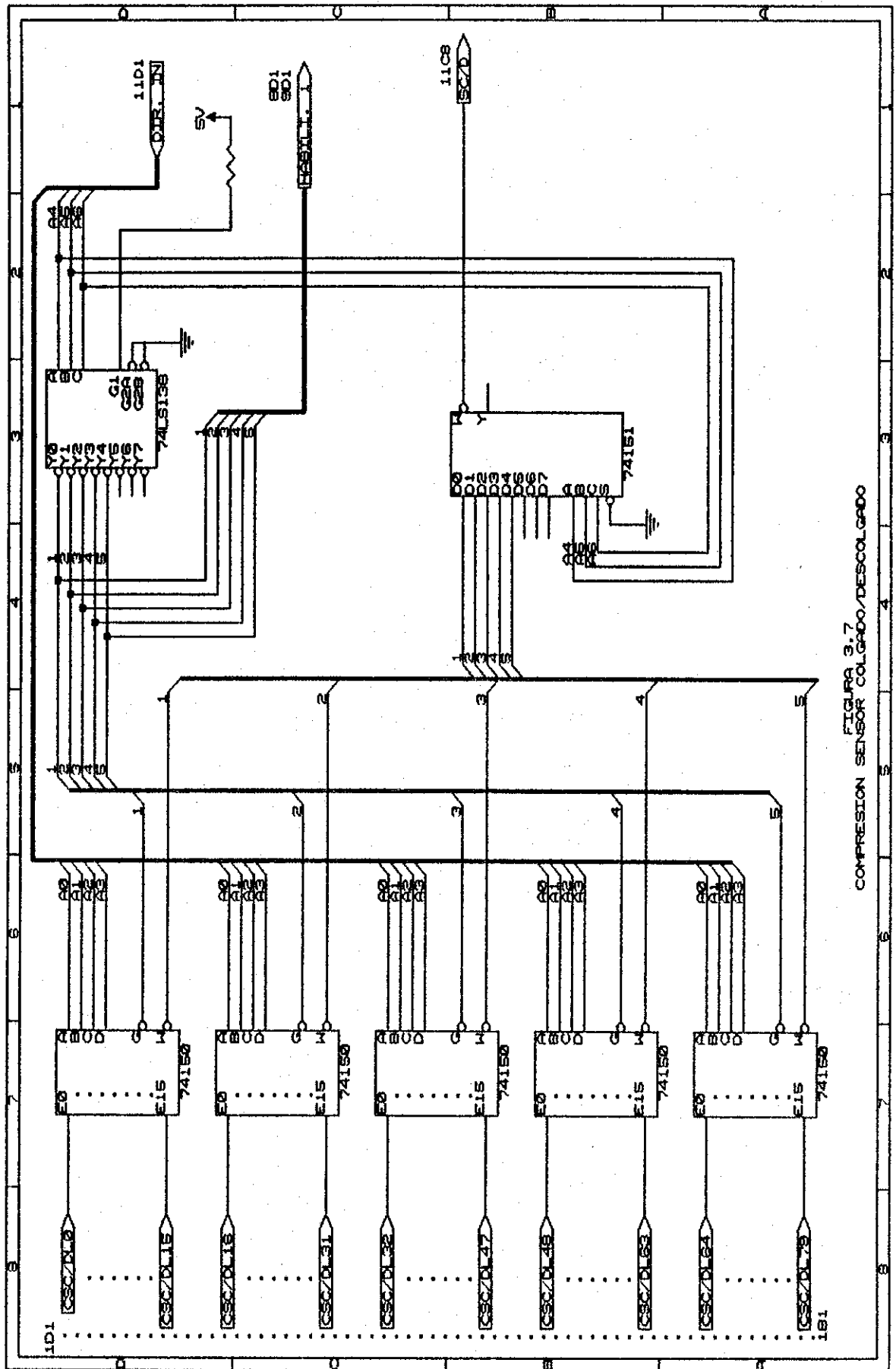


FIGURA 3.7
COMPRESSION SENSOR COLGADO/DESCOLGADO

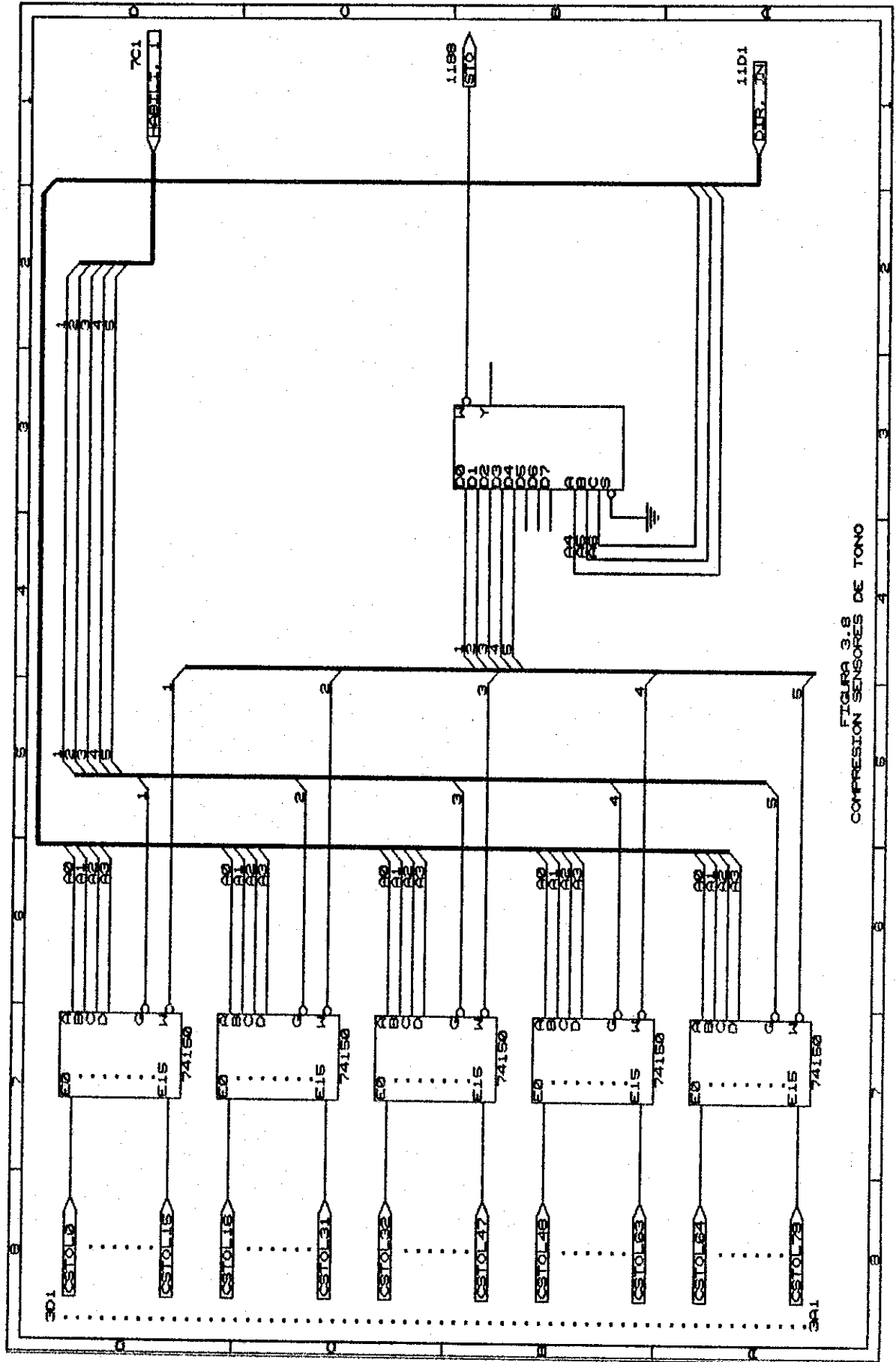


FIGURA 3.8
COMPRESION SENSORES DE TONO

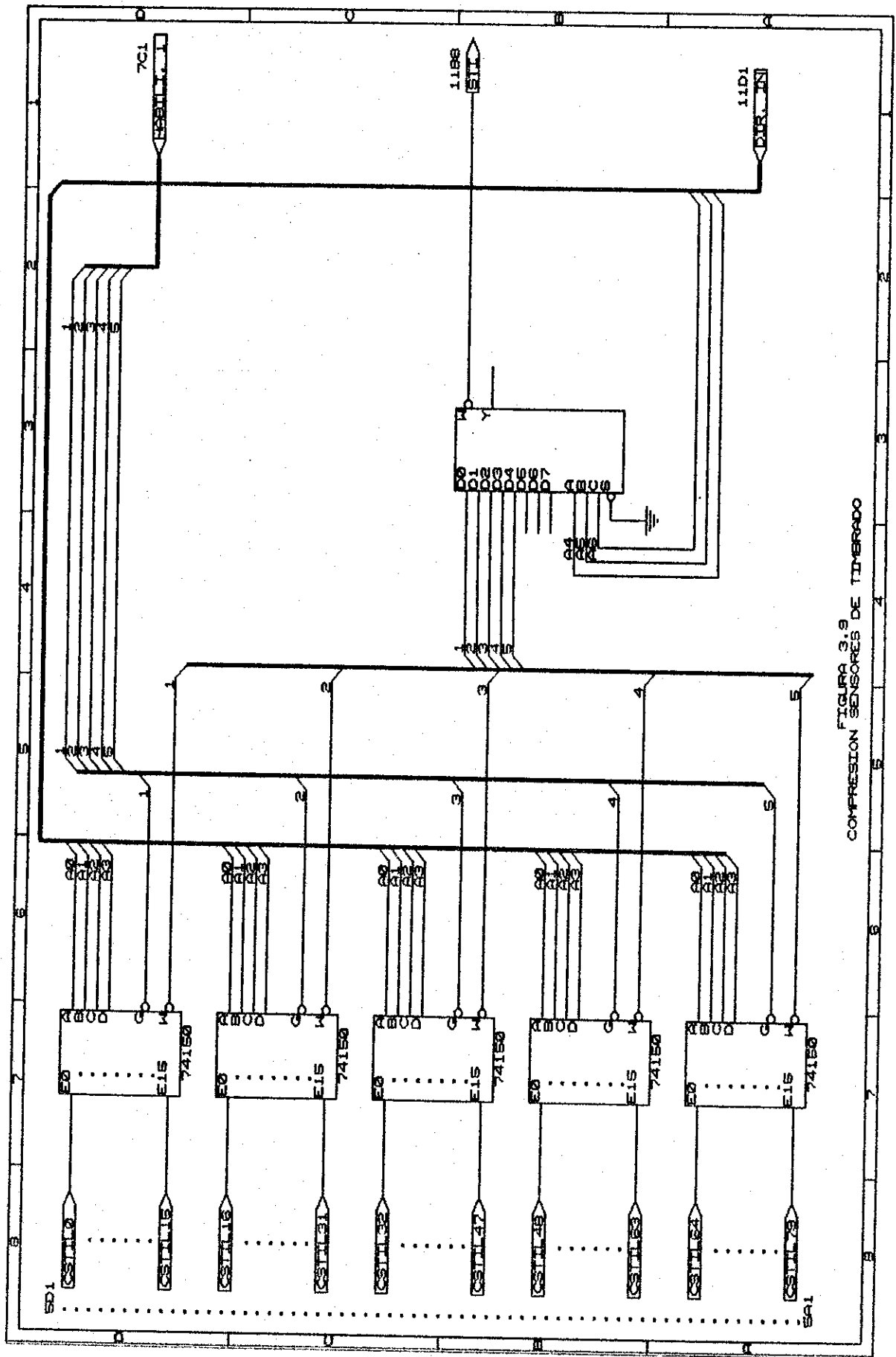


FIGURA 3.9
COMPRESION SENSORES DE TИMERO

3.7 ETAPA DE CONTROL

3.7.1 DESCRIPCION DE LA ETAPA DE CONTROL

La parte principal de ésta etapa es el microprocesador Z80, que es el encargado de todo el proceso de la información.

El microprocesador opera como una parte de un sistema; la interconexión de las partes dentro de este sistema se conoce como interfazado. Generalmente, una interface es un límite compartido entre dos o más dispositivos; esto implica el compartir información.

La mayoría de microprocesadores tienen poco valor funcional en si mismos. La mayoría de ellos no contienen una memoria substancial y pocos tienen puertos de entrada y salida que se conectan directamente a los dispositivos periféricos. Por las características mencionadas anteriormente, un sistema básico basado en microprocesador está compuesto de las siguientes partes. (Figura 3.10)

- Unidad de procesamiento central (CPU).
- Unidad de memoria
- Puertos de entrada.
- Puertos de salida.
- Interfaces.
- Dispositivos periféricos.
- Buses

- Unidad de procesamiento central (CPU). (Figura 3.11)
Basado en un microprocesador Z80, y se encarga del cálculo en las operaciones lógicas y aritméticas, realiza el control de las funciones de todo el sistema. Toma decisiones en función de datos y resultados obtenidos, todas estas funciones se realizan mediante la ejecución de instrucciones obtenidas de la memoria EPROM.

- Unidad de memoria. Está dividida en dos tipos. (Figura 3.12)

- Memoria de lectura-escritura (RAM); ésta sirve para almacenar resultados y datos cambiantes durante la ejecución de un programa.

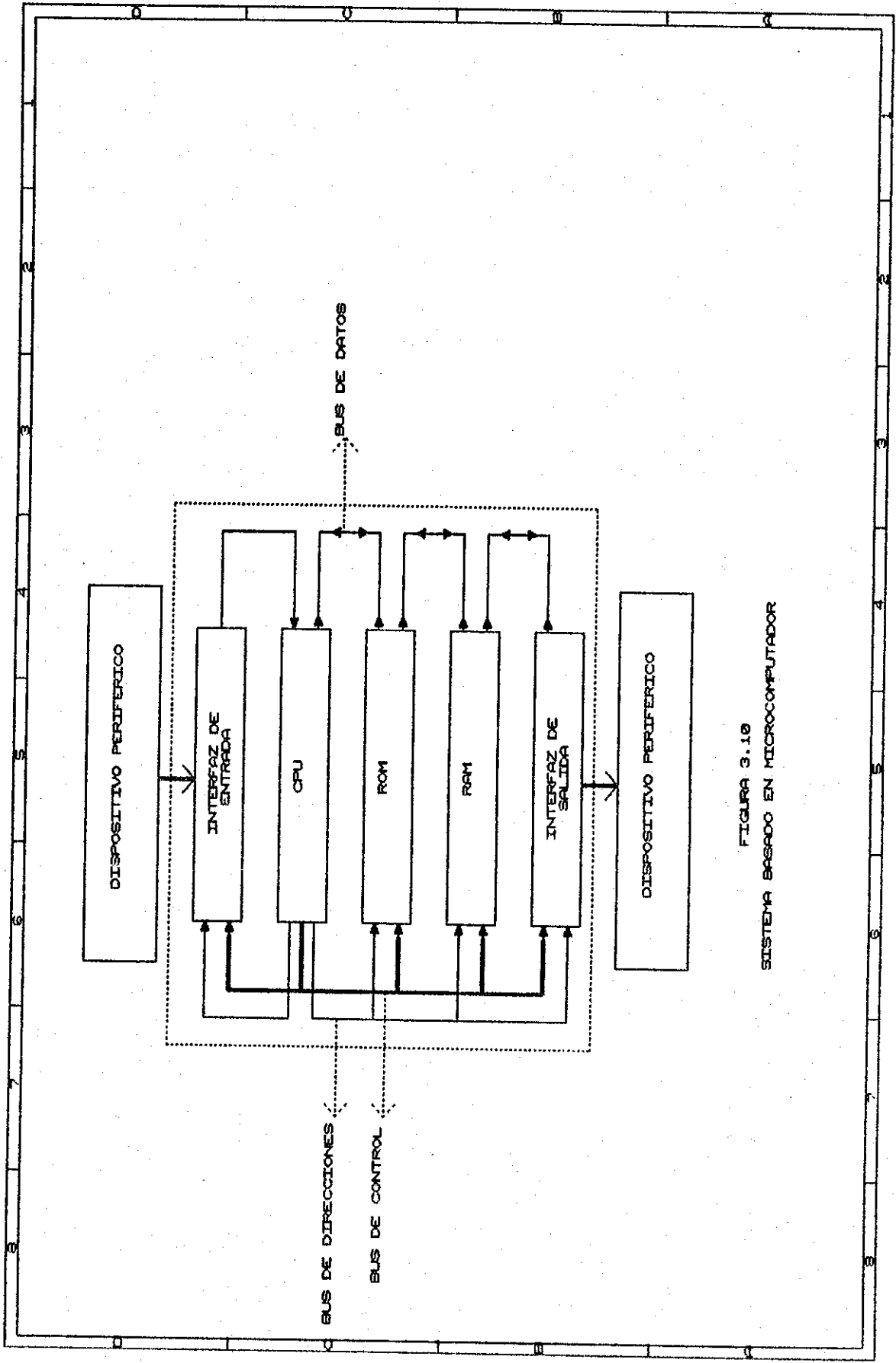


FIGURA 3.10
SISTEMA BASADO EN MICROCOMPUTADOR

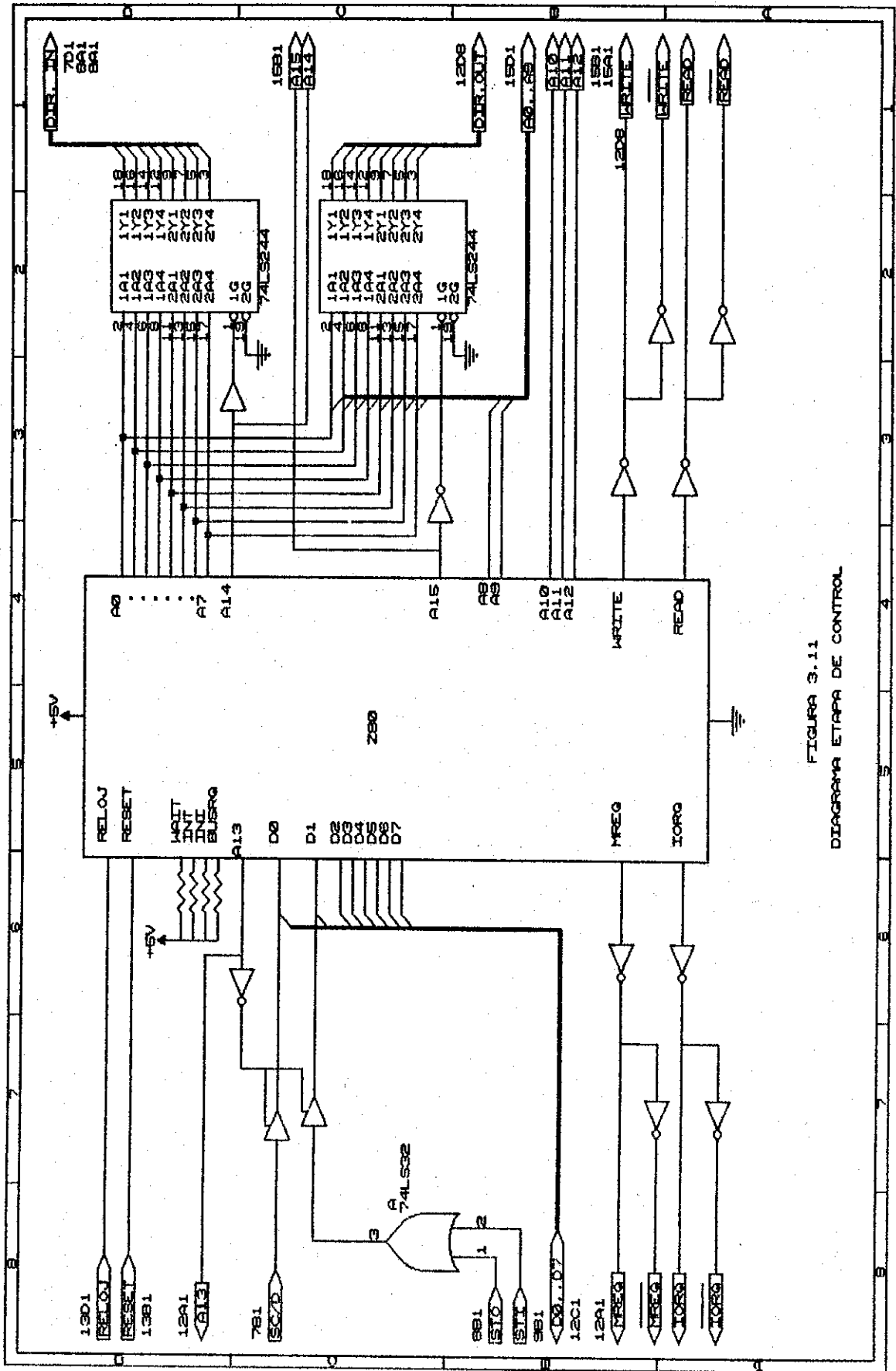


FIGURA 3.11
DIAGRAMA ETAPA DE CONTROL

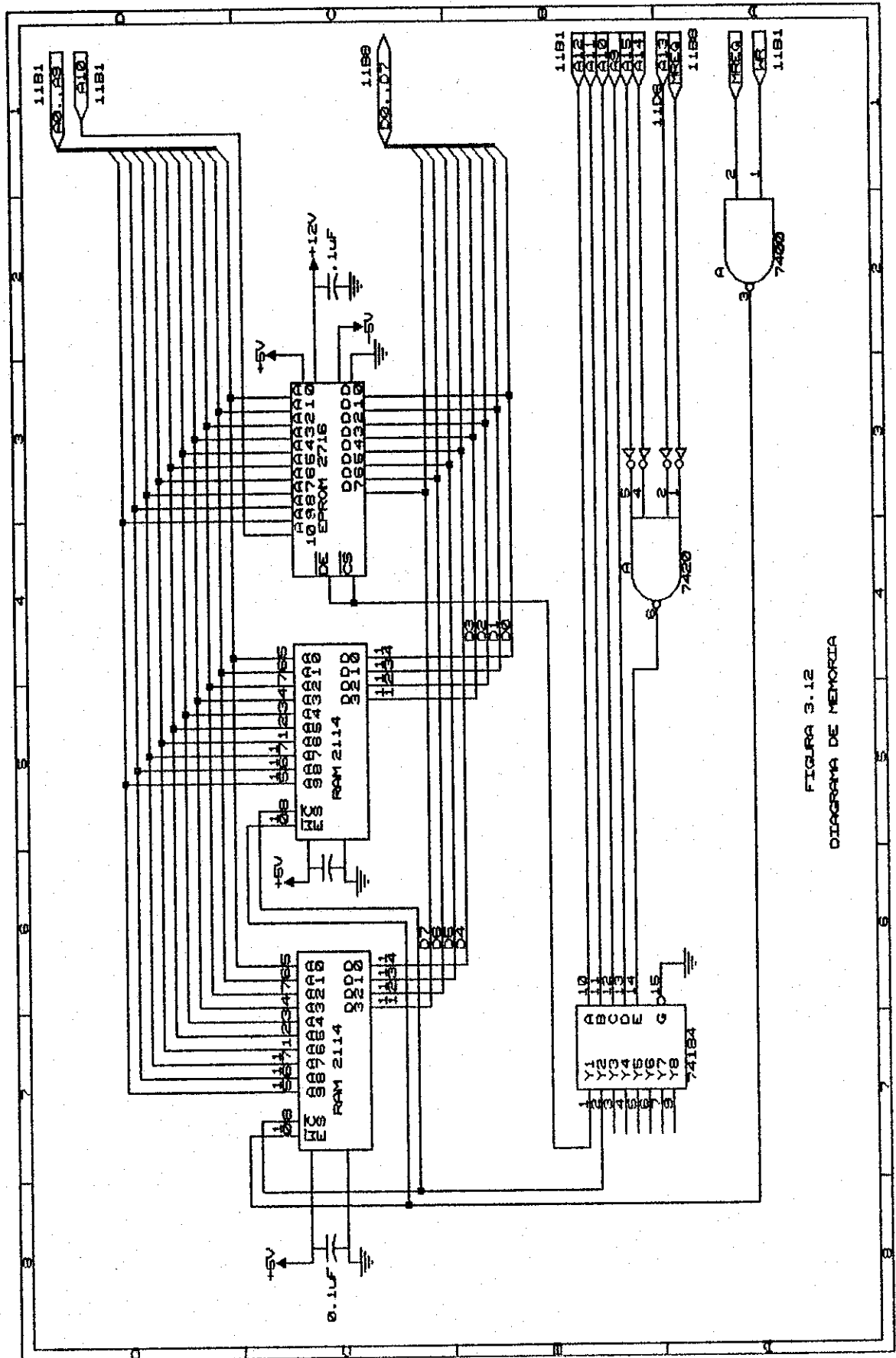


FIGURA 3.12
DIAGRAMA DE MEMORIA

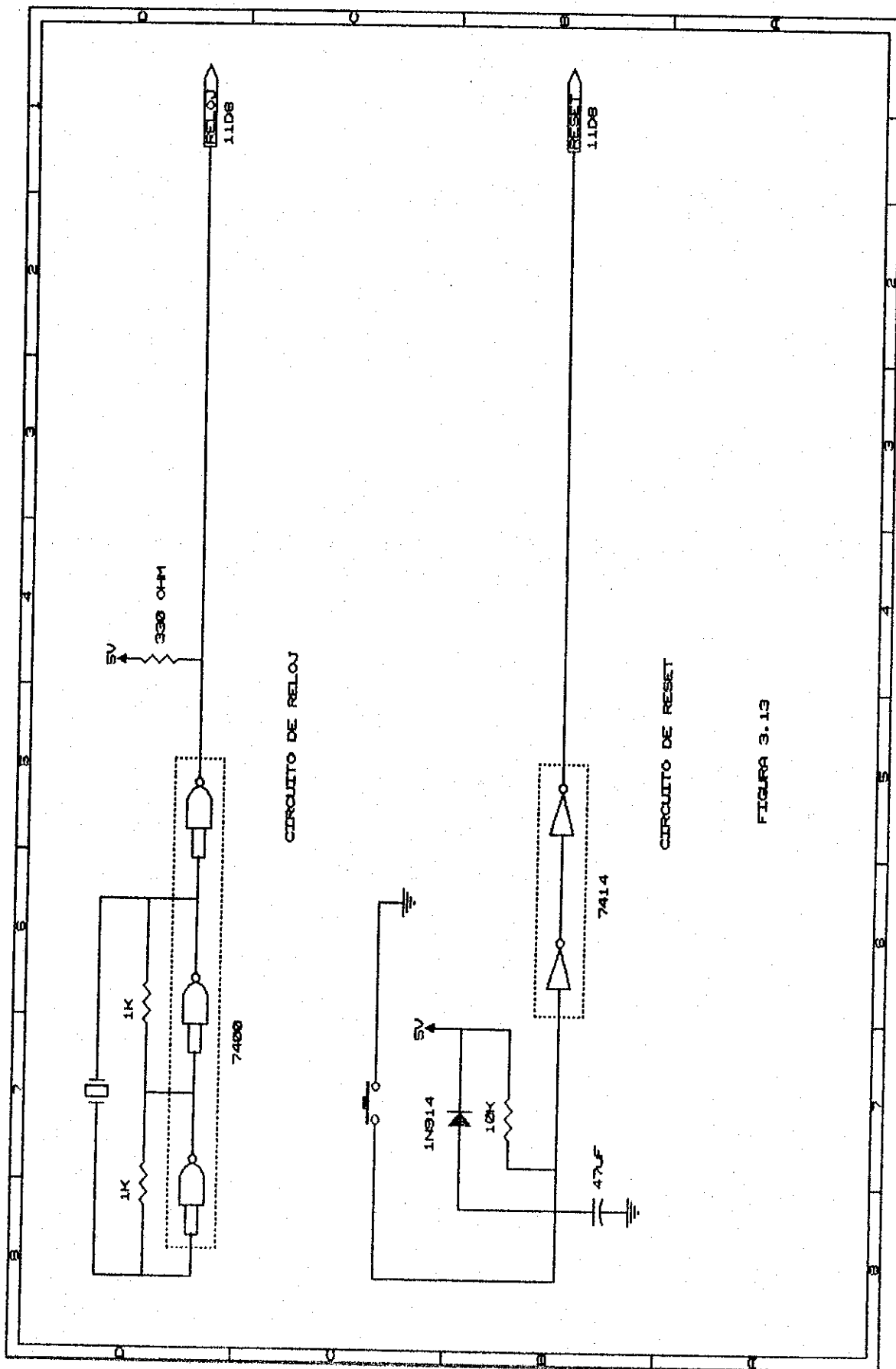


FIGURA 3.13

- Memoria de lectura programable (EPROM), en ésta se almacena el programa que rige el funcionamiento del sistema; información que no varía.

En general, la unidad de memoria se usa para la obtención de instrucciones de programa y almacenamiento de información.

Para el diseño, está integrado por una memoria tipo EPROM 2716 y dos memorias tipo RAM 2114, cada memoria RAM proporciona 4 bits del total de 8 necesarios en el bus de datos.

Para seleccionar el banco de memoria RAM o EPROM se utiliza un circuito 74184 el que habilita el chip select respectivo y hace uso de las señales memory request, A13, A14, A15.

Para habilitar la función de escritura o lectura de las memorias RAM, se hace uso de las señales memory request y write, asumiendo que si la memoria no está en función de lectura, está en función de escritura.

- Puertos e interfaces. Estos permiten al CPU intercambiar información con los dispositivos periféricos. En este caso, nuestros interfaces son: la etapa de compresión y la etapa de transmisión. Anterior y posteriormente descritas respectivamente.

- Dispositivos periféricos. Sirven para intercambiar información con el mundo exterior. En el analizador, son la etapa de sensores de línea y la etapa de monitoreo de estado de líneas.

- Buses. Son los encargados de intercambiar información dentro del sistema. Se dividen en.

-Bus de direcciones: éste es unidireccional y va del CPU hacia todos los componentes del sistema. En la figura 3.11, el bus de direcciones va hacia la etapa de compresión bajo el nombre de direccionamiento entrante, hacia la etapa de transmisión con el nombre de direccionamiento saliente, y hacia el circuito de memorias.

- Bus de datos: es bidireccional y a través de él se envía y recibe información. Recibe información en los datos 0 y 1 provenientes de las etapas de compresión, y envía el dato 3 a la etapa de transmisión. El circuito de memorias intercambia información por el bus de datos completo (D0..D7).

- Bus de control, se utiliza para mantener el sincronismo en todo el sistema, a través de señales de control que envía y recibe el CPU. Las señales de sincronismo reloj y reset vienen de los circuitos de la figura 3.13, y algunas otras señales de control van hacia el circuito de memorias y etapa de transmisión.

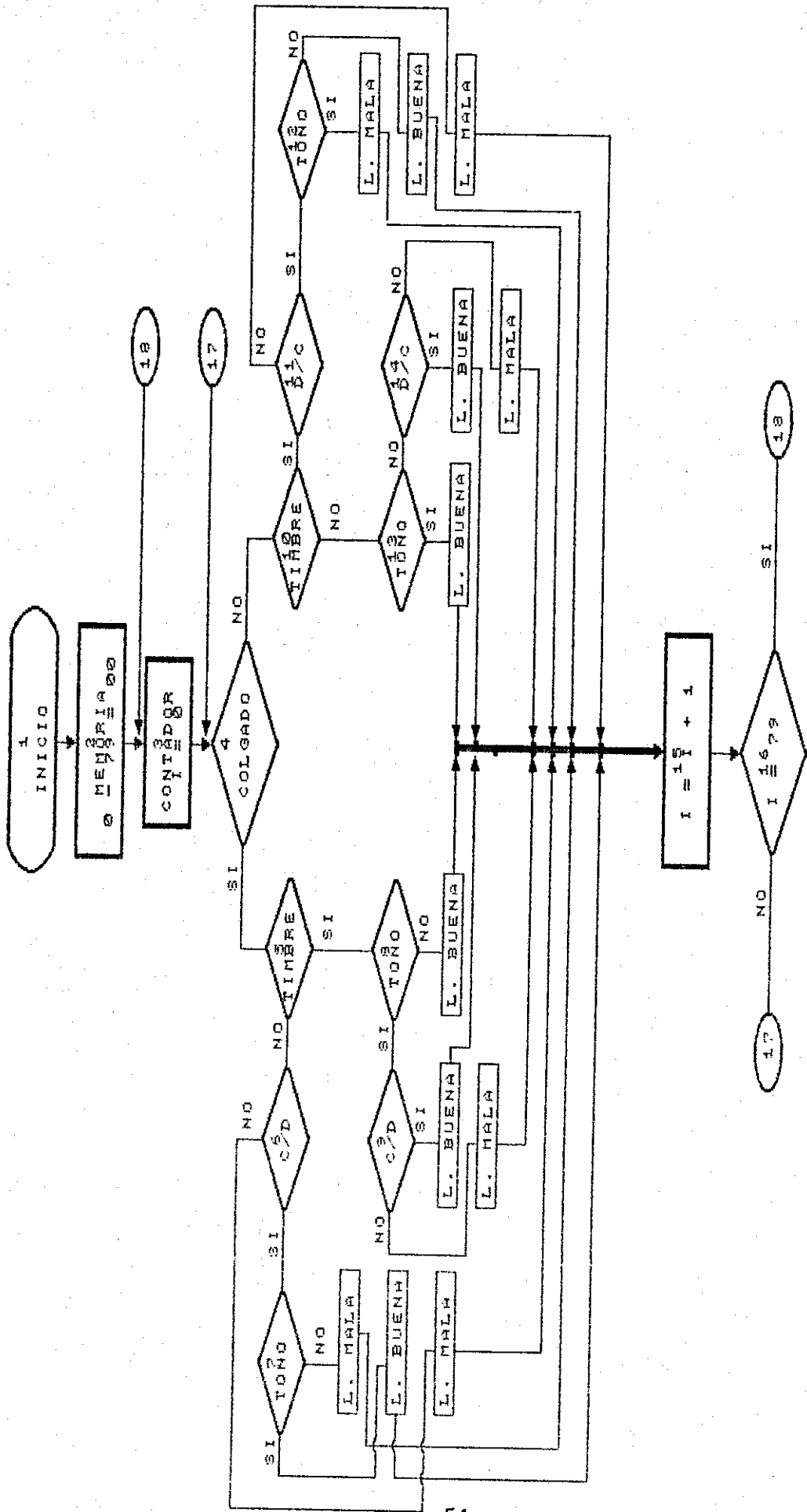
La descripción de pines del microprocesador Z80 la encontramos en el apéndice B.

3.7.2 DESCRIPCION DEL DIAGRAMA DE FLUJO

Para la poder desarrollar el diagrama de flujo, se tuvieron que tomar en cuenta las señales que necesita el microprocesador para poder dar una respuesta satisfactoria al análisis de cada línea.

Para la prueba de las líneas, se toman las señales de los sensores: de colgado/descolgado (SC/D), de tono (STO) y de timbrado (STI), de la figura 3.11. El sensor de colgado/descolgado entra directamente al microprocesador en el dato 0 (D0); los sensores de tono y timbrado son la entrada de una compuerta OR, y la salida de ella entra como dato 1 (D1). Estos datos D0 y D1, son analizados por el microprocesador Z80, éste las analiza según el programa (el cual se describe en la pag 56), almacenado en la memoria EPROM 2716, de la figura 3.12, y dependiendo de la información dada por los sensores, se obtiene un resultado a través del dato 3 (D3) como señal IEL (indicador de estado de línea). En la siguiente página, se presenta el diagrama de flujo que sirvió para realizar el programa almacenado en la memoria.

DIAGRAMA DE FLUJO



- Descripción de los numerales del diagrama de flujo.

- 1 Inicio,
- 2 se carga la memoria con los datos 0 - 79,
- 3 contador, se inicializa en 0,
- 4 verificación del colgado,
- 5 verificación de corriente de timbrado,
- 6 hubo cambio de estado de colgado a descolgado (C/D),
- 7 hay tono después de (C/D),
- 8 hay tono,
- 9 hubo cambio de estado de colgado a descolgado (C/D),
- 10 hay timbre,
- 11 hubo cambio de estado de descolgado a colgado (D/C),
- 12 hay tono después de (D/C),
- 13 hay tono,
- 14 hubo cambio de estado de descolgado a colgado (D/C),
- 15 $I = I + 1$ (se incrementa en 1 el contador),
- 16 se pregunta si $I = 79$,
- 17 si I es diferente a 79, se regresa a analizar el colgado;
- 18 si $I = 79$, se regresa a $I = 0$, a comenzar de nuevo el ciclo.

Inicialmente se almacena en la memoria el número de líneas que se va a probar; en este caso es 80, numeradas de 0 a 79. Luego se inicializa un contador con la línea 0, y a continuación se prueba esta línea.

Luego se pregunta si la línea está en estado colgado (4), se define como buena si satisface las siguientes condiciones, que haya timbre (5) y que no exista tono (8).

En caso contrario, se determina como dañada. Estando en estado colgado y no tiene timbre (5), se pregunta si hubo cambio de estado de colgado a descolgado (6); si la respuesta es sí, se pregunta la existencia de tono (7), si la respuesta es no, la línea tiene avería, y en caso contrario la línea esta buena.

Si se encuentra en la posición (8) y la respuesta a la existencia de tono es positiva, se plantea si hubo un cambio de estado de colgado a descolgado (9); si la respuesta es afirmativa, la línea está en buenas condiciones, en caso contrario, la línea tiene avería.

El procedimiento, para un estado inicial descolgado (4), es similar al anteriormente descrito.

Cuando se ha determinado en estado de una línea se incrementa el contador en 1 (15), y luego se hace la pregunta si la cuenta es igual a 79; si es menor, se va al estado numero (4), donde se inicial la prueba a una nueva línea, con el procedimiento anteriormente descrito. Si la respuesta es igual a 79, se inicia el ciclo de prueba de las 80 líneas. Partiendo del diagrama de flujo anterior, se procedió a desarrollar el siguiente programa; éste es el que usa la EPROM, para que el microprocesador Z80 analice los datos y de las respuestas requeridas.

```
PROGRAMA    1800----->19FF
LINEAS      1A00----->1A5F
MEMORIA     1AC0----->1B30
```

```
1800          LD B, 60          06, 60
1802          LD A, 00          3E, 000
1804          LD DE 6011        11, 60, 1A
1807  BORRE   LD(DE), A         12
1808          INC DE            13
1809          DEC B             05
180A          JP NZ             BORRE  C2, 07, 18
180D  30     LD B, 60          06, 60-
```

180F		LD IX, 001A		DD, 21, 00, 1A
1813	31	BIT 7, (IX + 0)		DD, CB, 00, 7E
1817		JP NZ	2	C2, 48, 18
181A		BIT 7, (IX + 80)		DD, CB, 60, 7E
181E		JP NZ	11	C2, 65, 18
1821		BIT 5, (IX + 0)	27	CA, 33, 18
1828		BIT 6, (IX + 0)		DD, CB, 00, 76
182C		JP NZ	15	C2, 82, 18
182F		LD (IX + 60), 04		DD, 36, 60, 04
1833	27	EXX		D9
1834		LD BC, 0060		01, 00, 60
1837		LD DE, C01A		11, C0, 1A
183A		LD HL, 601A		21, 60, 1A
183D		LDIR		ED, B0
183F		EXX		D9
1840		INC IX		DD, 23
1842		DEC B		05
1843		JP Z	30	CA, 0D, 18
1846		JP	31	C3, 13, 18
1849	2	BIT 7, (IX + 60)		DD, CB, 60, 7E
184D		JP NZ	18	C2, 89, 18
1850		BIT 5, (IX + 60)		
18BA	21	BIT 6(IX + 60)		DD, CB, 60, 76

18BE		JP NZ	23	C2, EC, 18
18C1		BIT 6(IX + 0)		DD, CB, 00, 76
18C5		JP NZ	9	C2, 5E, 18
18C8		LD A, (IX + 60)		DD, 76, 60
18CB		ADD A, 10		C2, 10
18CD		LD (IX + 60), A		DD, 77, 60
18D0		AND A, F0		E6, F0
18D2		CP F0		FE, F0
18D4		JP NZ	27	C2, 33, 18
18D7		LD (IX + 60), 09		DD, 36, 60, 09
18DB		JP	27	C3, 33, 18
18DE	32	LD (IX + 60), 0F		DD, 36, 60, 0F
18E2		JP	27	C3, 33, 18
18E5	23	BIT 6(IX + 0)		DD, CB, 00, 76
18E9		JP Z	9	CA, 5E, 18
18EC		JP	24	C3, C8, 18

3.8 ETAPA DE TRANSMISION

3.8.1 CONSIDERACIONES GENERALES ACERCA DEL RUIDO.

La mayor dificultad que existe en la transmisión de los datos generados digitalmente por un microcomputador para otro microcomputador o para una interface distante, es la limitación que el propio circuito de transmisión presenta en relación a la respuesta y a la atenuación.

Los circuitos y cables que transmiten los datos normalmente no pueden operar a la misma velocidad con que estos datos son producidos, además de eso, son sensibles tanto a la atenuación que ocurre con la distancia como también a eventuales ruidos que puedan ser captados e interpretados en el extremo distante.

Se necesitan tres circuitos integrados 75188 como drivers de línea, a las entradas de estos circuitos llega el bus de direcciones con los bits A0...A6, la señal de write y la señal IEL (indicador estado de línea) ésta señal IEL es la misma que la línea de dato 3 (D3). A la salida de los drivers de líneas tenemos las señales antes mencionadas con niveles +/-12 voltios, los cuales posibilitan la transmisión de datos a una distancia conveniente entre el analizador de líneas y el panel de condición de estado de líneas.

En el extremo del panel de condición de estado de líneas, existen dos circuitos integrados 75189, que constituyen los receptores de líneas; estos proporcionan una salida TTL que es la adecuada para manejar dicho panel. (Figura 3.14)

3.9 ETAPA DE MONITOREO DE ESTADO DE LINEAS

Sirve para visualizar el estado de las líneas; esto lo hace por medio de diodos emisores de luz (leds), ya que se le ha asignado un led a cada línea.

Cuando una línea presenta algún problema, el led correspondiente a ella se enciende. El cátodo de los leds se polarizan a través de las salidas de cinco circuitos 74LS154, normalmente en alto, los cuales al ser direccionados por las señales A0 ...A3, G1 y G2, que son generadas por las señales IEL y A4..A6 respectivamente, les proporcionan una tierra que los polariza y los hace iluminarse. (Figura 3.15)

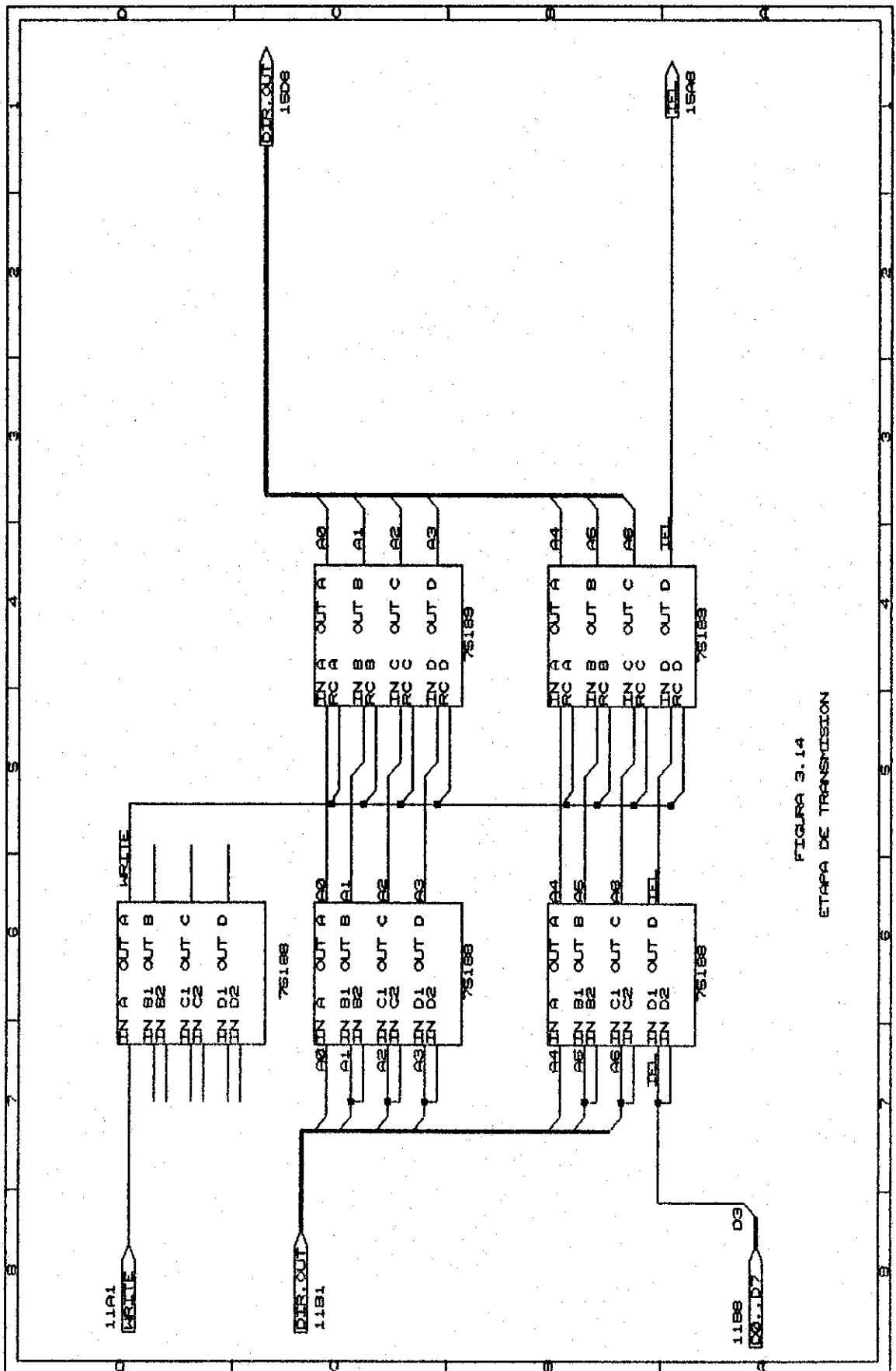


FIGURA 3.14
ETAPA DE TRANSISION

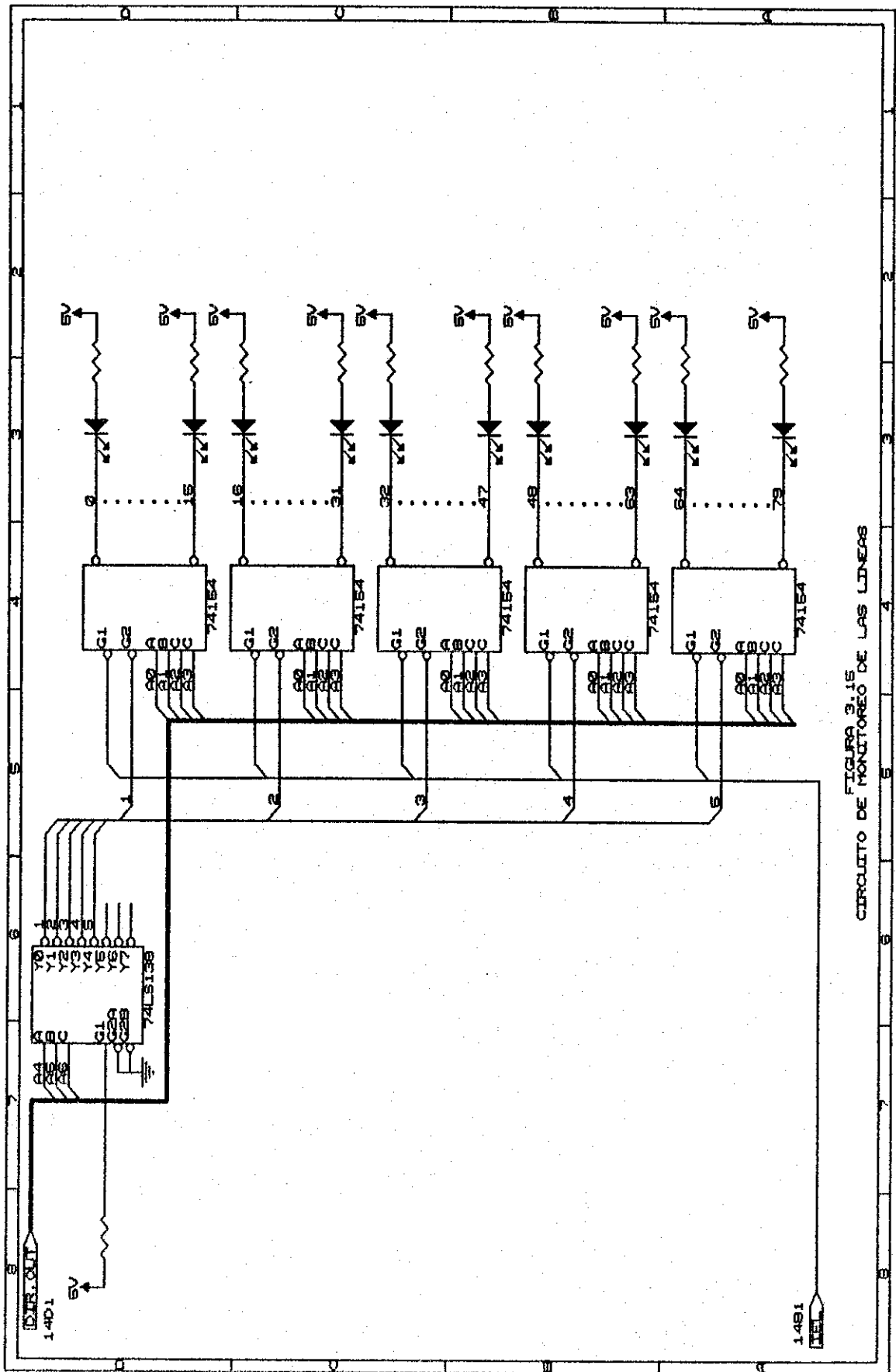


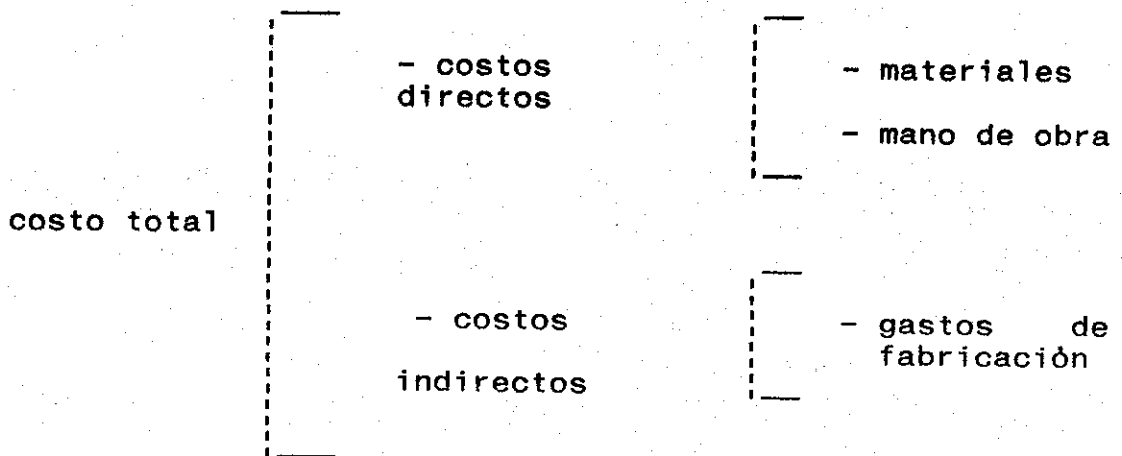
FIGURA 2.15
CIRCUITO DE MONITOREO DE LAS LINEAS

CAPITULO 4

ANALISIS ECONOMICO

Para la realización final del analizador, se hace necesario hacer un análisis económico que permita conocer los costos de elaboración del circuito, esto, es con el fin de evaluar su rentabilidad al ser llevado a la práctica.

Con el fin de obtener el costo total por circuito, éste se dividirá en costos directos y costos indirectos, distribuidos de la siguiente forma:



4.1 COSTOS DIRECTOS

4.1.1 Materiales.

En este renglón se incluyen los componentes que forman el circuito tales como: lineales, digitales y discretos. A continuación, se describen los componentes usados y sus respectivos costos. Estos se obtuvieron con base a cotizaciones recientes, efectuadas con diversos proveedores del mercado local. Para facilitar el análisis se, hará según las etapas del circuito.

En la tabla 4.1, se presenta los costos para los sensores de colgado/descolgado.

Cantidad	componente	costo/unidad Q	costo Q
4	diodos 1N4002	5.90	23.60
2	condensadores 0.5uF, 100 V	4.25	8.50
6	resistencias 1k, 2-20k, 25k 75k, 100k, 1/8 watt	2.00	12.00
1	LM 741	20.00	20.00
1	transistor 2N2222	5.00	5.00
Total x 1 linea			69.10
Total x 80 lineas = 41.50 x 80 =			5,528.00

Tabla 4.1

En la tabla 4.2, se presentan los costos para sensores de tono.

Cantidad	componente	costo/unidad Q	costo Q
4	condensadores 100nF, 10nF, 2.2nF, 500uF	4.25	17.00
2	resistencias 1.5 K, 2K 1/8 watt	2.00	4.00
1	resistencia variable 100K	15.00	15.00
1	transistor ecg 359	5.00	5.00
1	PLL 567	35.00	35.00
Total x 1 linea			76.00
Total x 80 lineas = 24.75 x 80 =			6,080.00

Tabla 4.2

En la tabla 4.3, se presentan los costos para los sensores de timbrado.

Cantidad	componente	costo/unidad Q	costo Q
2	condensadores 100uF, 10uF	4.25	8.50
1	resistencia 120 ohm	2.00	2.00
1	optocoupler	15.00	15.00
4	diodos 1N4002	5.90	23.60
Total x 1 línea			49.10
Total x 80 líneas = 28.75 x 80 =			3,928.00

Tabla 4.3

En la tabla 4.4, se presentan los costos de la etapa de compresión.

Cantidad	componente	costo/unidad Q	costo Q
15	IC TTL 74150	12.75	191.25
3	IC TTL 74151	7.50	38.25
1	IC TTL 74LS138	10.50	10.50
Total			240.00

Tabla 4.4

En la tabla 4.5, se presentan los costos de la etapa de control.

Cantidad	componente	costo/unidad Q	costo Q
2	IC TTL 7414	10.00	20.00
2	IC TTL 74LS244	18.00	18.00
1	IC TTL 74LS32	10.50	10.50
1	microprocesador Z80	150.00	150.00
Total			198.50

Tabla 4.5

En la tabla 4.6, se muestran los costos del circuito de memorias.

Cantidad	componente	costo/unidad Q	costo Q
2	RAM 2114	50.00	100.00
1	EPROM 2716	85.00	85.00
1	IC TTL 74184	12.75	12.75
1	IC TTL 7420	8.75	8.75
1	IC TTL 7400	8.75	8.75
3	condesadores 0.1 uF	4.25	12.75
Total			228.00

Tabla 4.6

En la tabla 4.7, se presentan los costos del circuito de reloj y reset.

Cantidad	componente	costo/unidad Q	costo Q
1	crystal	35.00	35.00
4	resistencias 330 ohm, 2-1k, 10k, 1/8 watt	2.00	8.00
1	interruptor	5.00	5.00
1	diodo 1N914	2.50	2.50
1	condesadores 47 uF	4.25	4.25
Total			54.75

Tabla 4.7

En la tabla 4.8, se presentan los costos de la etapa de transmisión.

Cantidad	componente	costo/unidad Q	costo Q
3	IC 75188	25.00	75.00
2	IC 75189	25.00	50.00
Total			125.00

Tabla 4.8

En la tabla 4.9, se presentan los costos de la etapa de monitoreo de líneas.

Cantidad	componente	costo/unidad Q	costo Q
5	IC TTL 74154	12.75	63.75
1	IC TTL 74LS138	10.50	10.50
80	leds	5.00	400.00
80	resistencias 2.2k,	2.00	160.00
Total			634.00

Tabla 4.9

Por lo tanto, el total de costos de materiales directos es la suma de los totales de las tablas 4.1 hasta la tabla 4.9, y esto nos da el valor de Q8,495.00.

4.1.2 Mano de obra directa.

Se ha considerado que se necesita un ingeniero para el diseño de este circuito, y un técnico en electrónica para el montaje del circuito. Esto nos lleva a los siguientes costos. (Tabla 4.10).

Personal	Horas	Pago x hora	Total
Ingeniero	50	Q100.00	Q10,000.00
Técnico	20	Q 4.00	Q 800.00
Total			Q10,800.00

Tabla 4.10

El total de costos directos son:

Materiales	=	Q17,061.25
	+	
Mano de obra	=	Q10,800.00

Total costos directos	=	Q27,861.25

4.2 COSTOS INDIRECTOS

Estos incluyen los materiales que se utilizan para el montaje del circuito por ejemplo: estaño, press tape, cloruro férrico, placa de cobre, energía eléctrica. Y a estos se le atribuyen un costo aproximado de Q400.00.

El costo total del circuito es el siguiente.

Costos directos	=	Q27,861.25
	+	
Costos indirectos	=	Q 400.00

Costo total	=	Q28,261.25

Un diseño, como el realizado en este trabajo, es muy versátil, ya que se pueden probar las cantidad de líneas que se deseen, y así poder satisfacer las necesidad de controlar cierta cantidad de líneas con buena confiabilidad por usar un microprocesador y a un precio razonable.

CONCLUSIONES

1. La implementación de este diseño da solución al problema de prueba de líneas de PBX, ya que no existe en nuestro medio un equipo como el diseñado.

2. El circuito presenta la característica de modularidad, ya que se adapta a las distintas necesidades del usuario, en lo que a cantidad de líneas por probar se refiere.

3. Los sistemas de análisis de líneas de tecnología digital y fabricación en este medio presentan múltiples ventajas funcionales, técnicas y económicas:

a. Ventajas funcionales. Ya que el diseño es hecho con un sistema con microprocesador, cuya eficiencia es alta, así como su confiabilidad.

b. Ventajas técnicas. Gracias a que el circuito se realizó con componentes discretos, es de fácil reparación en caso de falla.

c. Ventajas económicas. El diseño presentado puede ser realizado con componentes existentes en el mercado nacional.

4. El equipo sí satisface la necesidad de probar un número n de líneas pertenecientes a un PBX.

RECOMENDACIONES

1. Es conveniente que se estudie una secuencia de operación de fabricación del analizador, que permita hacerla más eficiente.
2. Es necesario que las personas que se encarguen de llevar a cabo la fabricación de este analizador, posean experiencia en el montaje de componentes electrónicos.
3. Los circuitos y programas que se utilizaron en este trabajo, no constituyen la única posibilidad de diseño, por lo que en un estudio en laboratorio se podrían mejorar o sustituir los circuitos y programas para el mejoramiento del diseño.
4. Se recomienda usar este equipo en hoteles, empresas, y comercio que dependan mucho de sus líneas telefónicas.

BIBLIOGRAFIA

CEREZO FERNANDEZ, Carlos David. Algunos sistemas de conmutación telefónica. (Tesis Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala). Guatemala 1977.

COUGHLIN, Robert. Circuitos integrados lineales y amplificadores operacionales. Segunda edición. México: Editorial Prentice Hall. 1988.

DEMSEY, Honh. Electrónica digital básica. Edición en español. México: Fondo Educativo Interamericano. 1987.

Departamento de Entrenamiento de GUATEL. Introducción a la conmutación telefónica automática. Guatemala 1976.

ECG. Semiconductor master replacement guide. Decimo cuarta edición. Canada: Phillips ECG Inc. 1987.

HERRERA, Enrique. Fundamentos de ingeniería telefónica. México: Editorial Limusa. 1987.

MAZDA, F. F. Circuitos integrados, tecnología y aplicaciones. Madrid: Editorial Paraninfo. 1980.

APENDICE A

DESCRIPCION DEL CIRCUITO DE ALIMENTACION SUGERIDO

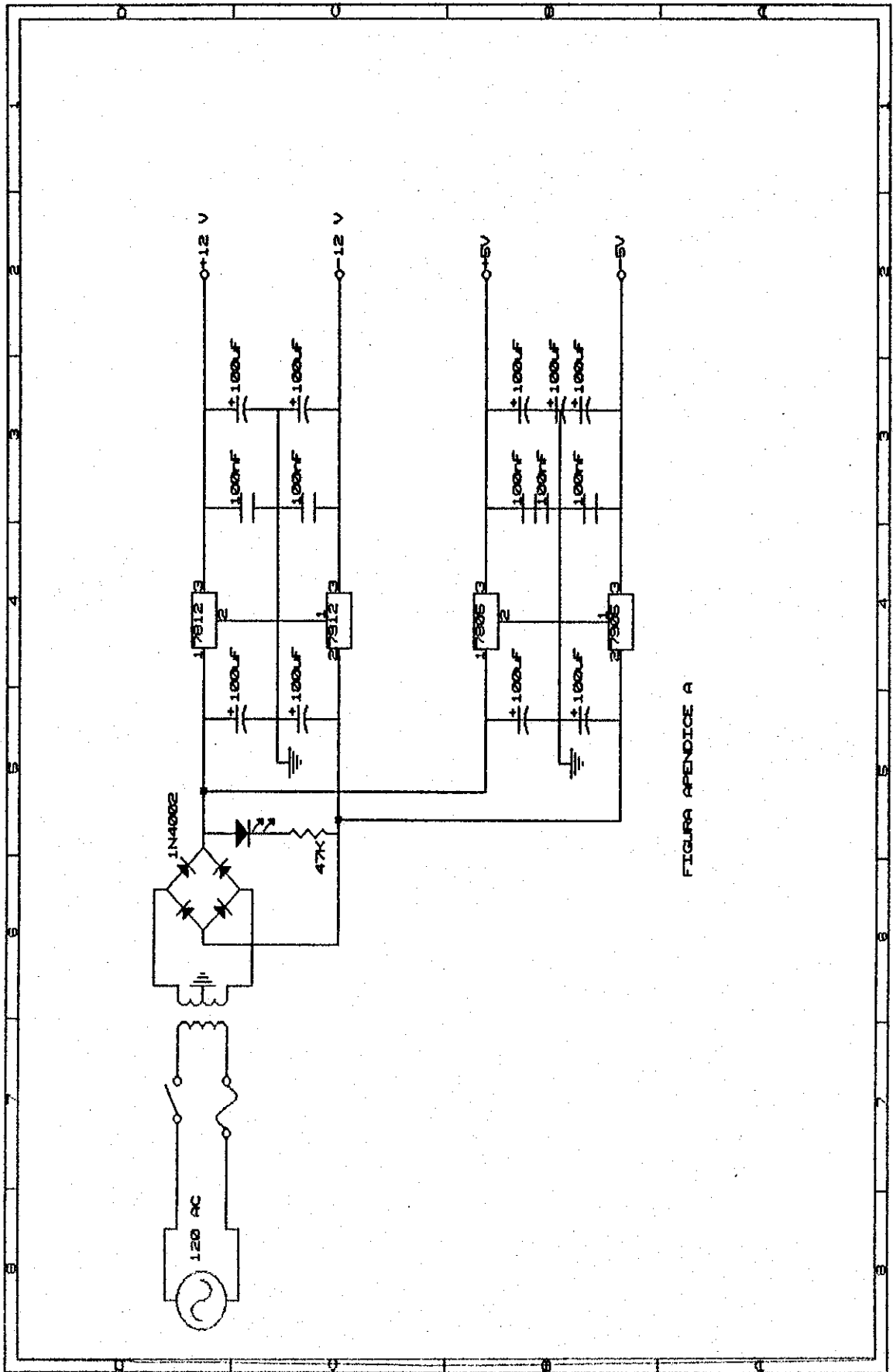


FIGURA APENDICE A

DESCRIPCION DEL CIRCUITO DE ALIMENTACION

Para el funcionamiento del analizador, se necesitan 4 voltajes, +5, -5, +12 y -12 voltios. A continuación, se presenta un circuito sugerido para suministrar la alimentación. (figura apéndice A).

El circuito consta de un transformador que disminuye el voltaje de 120 a 36 voltios. Estos se rectifican por un puente de diodos y luego se filtran por dos condensadores electrolíticos de 100 uF. Este voltaje ahora directo alimenta dos reguladores de voltaje, uno positivo (7812) y uno negativo (7912), los cuales dan la salidas requeridas +12 y -12 voltios.

A la salida de los reguladores, están colocados dos condensadores de 100 nF, que son para eliminar los trasientes de voltaje y luego otro par de 100 uF que proveen un filtraje adicional.

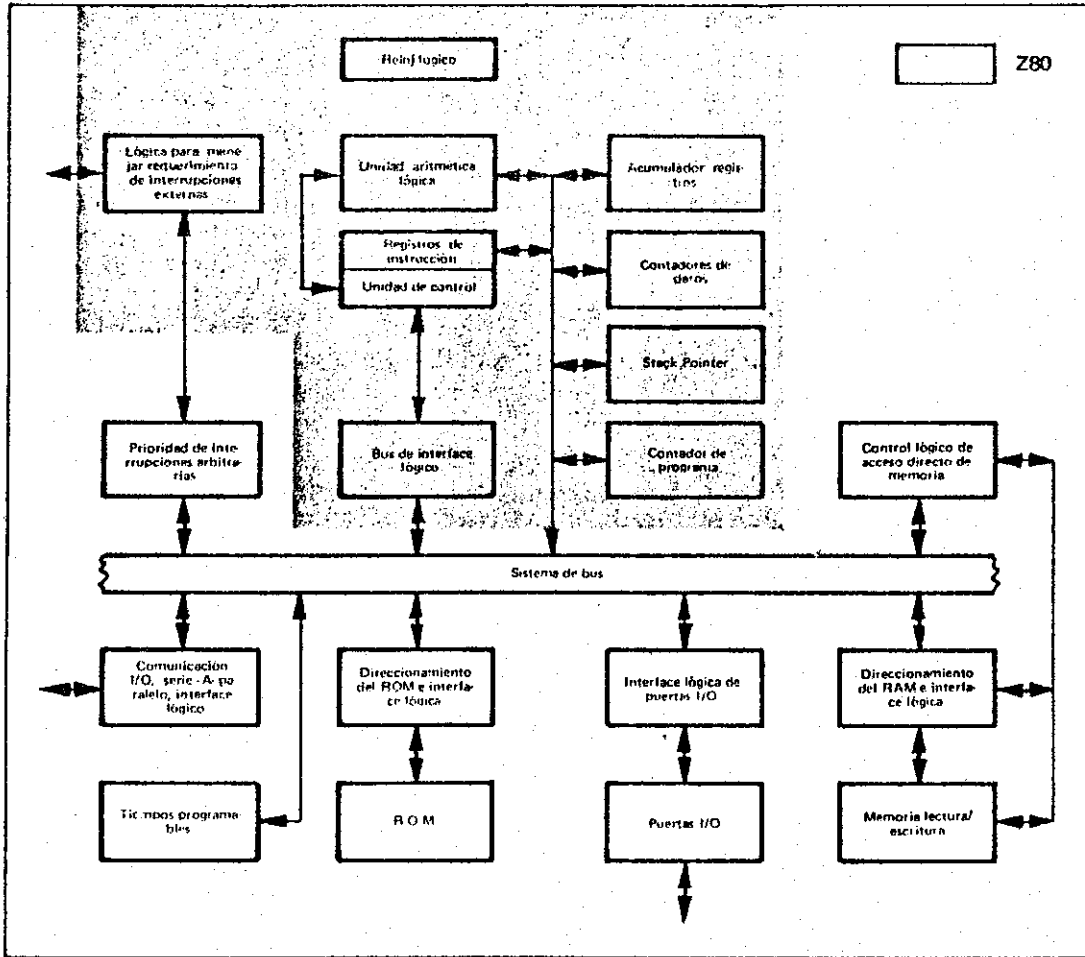
El funcionamiento de la alimentación de 5 voltios es similar al anteriormente descrito, por lo cual no se explicará.

APENDICE B

INFORMACION DEL MICROPROCESADOR Z 80

EL Z80.

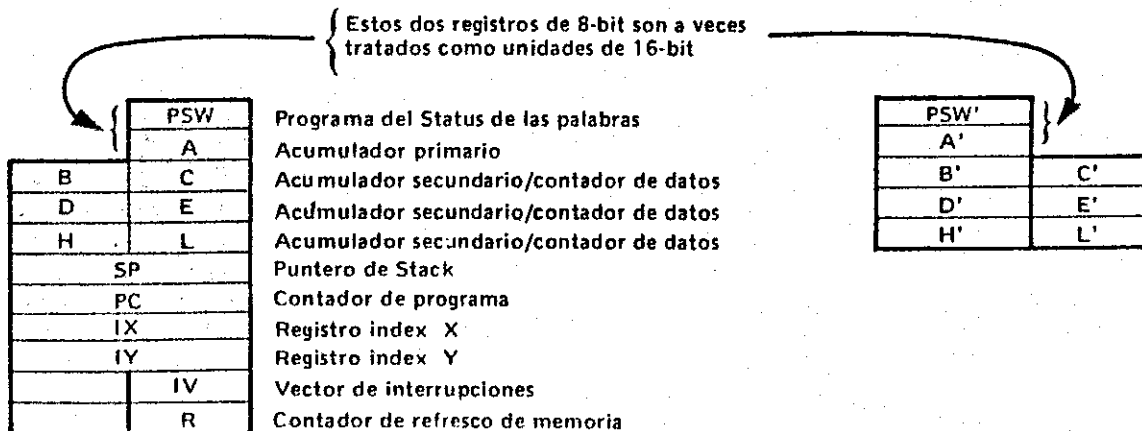
Las funciones implementadas en el CPU del Z80 son ilustradas en la fig. siguiente, esto representa un típico CPU, este es equivalente al CPU del 8080A.



REGISTROS PROGRAMABLES DEL Z80.

El Z80 tiene dos juegos de registros programables de 8-bit y dos PSW.

En cualquier tiempo un juego de registros programables y un PSW estarán activos y accesibles. El Z80 tiene un contador de programa de 16-bit, un puntero de stack de 16-bit, dos registros index de 16-bit, un vector de interrupciones de 8-bit y un Registro de refresco de memoria de 8-bit, la siguiente fig. ilustra los registros del Z80, dentro de la misma los registros del 8080A están sombreados.



Los registros sombreados representan el sub-juego del 8080A

El Z80 usa el PSW los registros A, B, C, D, E, H, L, el puntero de stack y el contador de programa exactamente como el 8080A usa esas mismas localizaciones.

El PSW y los registros A, B, C, D, E, H y L son dobles.

Sólo las instrucciones del Z80 le permiten a usted el acceso de un registro a otro o cambiar el contenido de un registro seleccionado. En cualquier tiempo uno u otro juego de registros está disponible pero no ambos a la vez.

Hay dos registros Index de 16-bit, marcados IX y IY. Estos son más exactamente considerados como registros bases lo cual se hará más aparente cuando nosotros examinemos los modos de direccionamiento del Z80.

Registro de vector de interrupciones. El Z80 reconoce la lógica de interrupción con una instrucción de llamada, dándole a usted la oportunidad de iniciar una rutina de interrupción cuando el orden alto de la dirección del Bytes de la llamada es provisto por el registro de vector de interrupciones.

REGISTRO CONTADOR DE REFRESCO DE MEMORIA

Los dispositivos de memoria dinámica no guardan su contenido por mucho tiempo, independientemente de que si la potencia esté apagada o encendida. Una memoria dinámica deberá por tanto ser accesada en intervalos de milísegundo. Los dispositivos de memoria dinámica compensan estas cortas llegadas por la existencia de circuitos de refresco dinámicos muy simples y baratos. Usando una técnica que permite el acceso a la memoria de forma directa, los circuitos de refresco dinámico periódicamente accesan a las memorias dinámicas reescribiendo el contenido de las memorias. La única lógica necesaria para el refresco dinámico es por medio de un contador el cual lleva cuenta de los procesos de la memoria dinámica. Este es el propósito del registro contador de refresco de memoria del Z80.

El Z80 también tiene una señal especial de control de refresco DMA, por lo tanto el Z80 provee mucho de la lógica de refresco necesario para los dispositivos de memoria dinámica.

MODOS DE DIRECCIONAMIENTO DEL Z80.

Las instrucciones del Z80 utilizan todos los modos de direccionamiento del 8080A. Además cuenta con otros dos:

- 1) Un número de instrucción para referencia de memoria que utiliza los registros IX y IY para indexado o direccionamiento de base relativa.
- 2) Hay algunas instrucciones de salto de dos-byte relativas al programa.

Una instrucción para referencia de memoria que usa los registros IX o IY incluye un solo byte para datos de desplazamiento. El valor de 8-bit provisto por el código de salida es agregado al valor de 16-bit por el índice de registro identificado para computar la dirección de la memoria efectiva.

Las instrucciones de salto de dos-byte provistas por el Z80 suministran dos bytes standard para el programa de direccionamiento relativo. Un desplazamiento único de 8-bit es proporcionado por las instrucciones de salto del código de salida; este desplazamiento de 8-bit es sumado como un valor binario asignado al contenido del contador de programa, después de que el contador de programa ha sido incrementado, para señalar la instrucción siguiente.

Los dos direccionamientos descritos anteriormente son de un valor muy significativo cuando comparamos el Z80 con el 8080A.

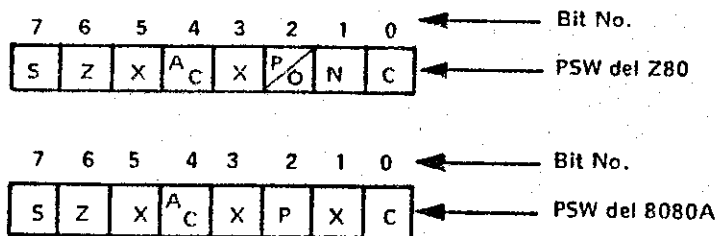
El valor del registro índice proviene no tanto de tener una alternativa de dirección adicional, más bien IX y IY permiten a un programador eficiente economizar más efectivamente los espacios en los registros del CPU. Obsérvese que IX y IY ejecutan la tarea del direccionamiento de memoria como el 8080A lo haría utilizando los registros BC y DE. Liberando los registros BC y DE de la manipulación de datos usted puede reducir significativamente el número de instrucciones de referencia de memoria ejecutadas por el Z80.

STATUS DEL Z80.

Ambos el Z80 y el 8080A usan el PSW en orden para guardar los status de las banderas. Los status de las banderas del Z80 son:

- (C) CARRY
- (Z) CERO
- (S) SIGNO
- (P/O) PARIEDAD/SOBRE FLUJO
- (A_C) AUXILIAR CARRY

Los status son registrados en el PSW por el Z80, comparado al 8080A como sigue:



Los status de Parity/Overflow y Subtract difieren de los del 8080A. Todos los otros status son iguales. Note que el Z80, como el 8080A. Usan la filosofía de pedir prestado para el carry status cuando ejecutan operaciones de sustraer. El 8080A tiene un parity status pero no tiene un overflow status. El Z80 usa sólo un status de bandera para ambas operaciones, lo cual es muy significativo. El overflow status del Z80 es absolutamente standard, esto sólo tiene significado cuando signos binarios aritméticos están siendo ejecutados, en este momento el parity status no tiene significación. Dentro del Z80, por esto, sólo este status es usado en operaciones aritméticas para registros de overflow y en otras operaciones para registros de parity. El status subtract es usado por la instrucción DAA para operaciones BCD, para diferenciar entre la suma o resta decimal. Los status de subtract y auxiliary carry no pueden ser usados como condición para programas de ramificación (saltos condicionales, instrucciones de llamado o regreso).