

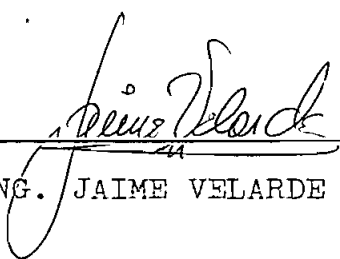
ESCUELA POLITECNICA NACIONAL  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA

SISTEMA DE ALARMA Y COMANDO  
POR VIA TELEFONICA

TESIS PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE  
INGENIERO EN  
ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

JAIME TOSCANO MORALES

CERTIFICO QUE LA PRESENTE TESIS HA  
SIDO DESARROLLADA EN SU TOTALIDAD  
POR EL SR. JAIME TOSCANO MORALES.



---

ING. JAIME VELARDE G.

## Agradecimiento

A todos quienes en forma directa o indirecta colaboraron en la realización de este trabajo, y de manera muy especial al Ingeniero Amilkar Cruz P., al Ingeniero Jaime Velarde G. y al personal de las compañías Ecuacom Cía. Ltda. y Control Proteus Cía. Ltda.

Además, un agradecimiento profundo a mi familia por su constante apoyo.

## INDICE

PAGINA

### CAPITULO I            ALARMAS ELECTRONICAS

1.1	OBJETIVOS	1
1.2	CARACTERISTICAS	2
1.2.1	FIABILIDAD	2
1.2.2	PROTECCIONES	4
1.2.3	COSTO	6
1.3	COMPONENTES	7
1.3.1	SENSORES	7
1.3.1.1	CARACTERISTICAS DE LOS SENSORES	7
1.3.1.2	TIPOS DE SENSORES	9
1.3.2	INDICADORES	14
1.3.3	FUENTES DE ALIMENTACION	15
1.3.4	UNIDAD DE CONTROL	16
1.4	VENTAJAS Y DESVENTAJAS	18

### CAPITULO II            HARDWARE DEL SISTEMA

2.1	DESCRIPCION DEL SISTEMA	20
2.2	INTERFASE DE LINEA	24
2.2.1	CONTESTADOR/MARCADOR TELEFONICO	25
2.2.2	DETECTOR DE TIMBRADAS	28
2.2.3	DETECTOR DE TONOS	31
2.2.4	GENERADOR DE TONOS DE INDICACION	37
2.2.5	COMPARADOR PARA CONTEO DE PULSOS DISCADOS	40
2.3	CONTROL Y SELECCION	41
2.3.1	SELECCION PARA ENTRADA DE DATOS	41

2.3.2	VISUALIZACION DE DATOS	43
2.3.3	ACTIVACION DE CONTACTOS POR TONO	47
2.3.4	GENERADOR DE TONOS DE COMANDO	50
2.4	PROTECCION	54

### CAPITULO III SOFTWARE DEL SISTEMA

3.1	DESCRIPCION DEL PROGRAMA	57
3.2	PROGRAMA PRINCIPAL	62
3.3	SUBROUTINA DE ENTRADA DE DATOS	66
3.3.1	INGRESO DE REGION	66
3.3.2	INGRESO DE TELEFONOS	69
3.3.3	INGRESO DE NUMERO DE TIMBRADAS	76
3.3.4	INGRESO DE TIEMPO DE ESPERA	79
3.4	SUBROUTINA DE COMANDO	82
3.5	SUBROUTINA DE ALARMA	95
3.6	SUBROUTINAS AUXILIARES	106
3.7	LISTADO DEL PROGRAMA	121

### CAPITULO IV IMPLEMENTACION Y RESULTADOS

4.1	IMPLEMENTACION DEL SISTEMA Y CONSTRUCCION DEL EQUIPO	133
4.1.1	EQUIPO BASE	134
4.1.1.1	TARJETA DE CONTROL E INTERFASE	134
4.1.1.2	TARJETA DE VISUALIZACION	136
4.1.1.3	TARJETA DE LA FUENTE DE PODER	137
4.1.2	EQUIPO PORTATIL	139
4.2	DIAGRAMAS	141
4.3	RESULTADOS EXPERIMENTALES	144
4.4	CONCLUSIONES	149

### APENDICES

#### BIELIOGRAFIA

## 1.1 OBJETIVOS

El objetivo de una alarma electrónica es detectar la condición de una variable que nos interese, y procesar esta información, para realizar una función específica, de tal forma de brindar seguridad física a las personas y a los bienes.

Las alarmas electrónicas se utilizan principalmente en procesos industriales y sistemas de seguridad, debido a su alta confiabilidad, costo y tamaño, siendo su confiabilidad parte fundamental, antes que su costo o tamaño.

El propósito más común de una alarma electrónica de seguridad, es la detección, indicación y/o verificación de intentos de entradas o salidas no autorizadas, dentro de las zonas protegidas por el sistema. La alarma actúa como un elemento de disuación y/o detención, que anula o neutraliza la amenaza. En este capítulo se trata principalmente de las alarmas para Sistemas de Seguridad.

Para el diseño de un Sistema de Seguridad se deben tomar varias decisiones de acuerdo al objetivo por el que va a ser creado, los sensores de los que dispondrá y la forma de señalización que tendrá, como también de las precauciones que deberán tenerse, en cuanto a instalación y mantenimiento.

Debe tenerse en cuenta varios factores externos al equipo físico que constituye el sistema, que pueden afectar la eficacia del mismo, como son:

- mantenimiento
- instalación
- normas, procedimientos y personal
- amenazas a las que se puede ver expuesto y por tanto los elementos a protegerse, y
- condiciones ambientales sobre el funcionamiento de los sensores.

## 1.2 CARACTERISTICAS

Un sistema de alarma puede tener un efecto inmediato o con retardo, en cuanto se refiere a la indicación de alarma, el momento en que ésta se ha detectado, según la opción:

- de efecto inmediato: genera la señalización de alarma casi instantaneamente al momento en que se la detecta
- con retardo: en el cual se da un tiempo de espera una vez que se ha detectado, para permitir la desactivación de la alarma. Si durante este tiempo no se ha desactivado, se generará la señalización.

Un sistema de alarma debe tener las siguientes características:

- fiabilidad
- protecciones
- costo

### 1.2.1 Fiabilidad

La primera característica, y la más importante en una alarma es la de su fiabilidad.

Si un sistema de alarma no es completamente seguro, entonces no justificaría su creación. Luego se tendría que, si ésta falla en el momento preciso, o si es propensa a dar falsas señales, quedaría anulado su propósito.

Dentro de esta característica deben considerarse los sensores a ser utilizados, y dentro de ellos, los siguientes aspectos:

a) Condiciones Ambientales

Se debe analizar la forma de funcionamiento de los sensores a utilizarse, de acuerdo a las condiciones ambientales en las que va a trabajar, y por lo tanto se deberá efectuar un chequeo de comprobación y evaluación en el sitio en donde se instalará el sistema, antes, durante y después de su instalación.

b) Interferencias Eléctricas

Que constituyen causas eventuales que pueden alterar el normal funcionamiento de los sensores y de esta forma, producir falsas alarmas.

c) Enlaces de Transmisión

Que constituyen el soporte de la información a transmitirse desde los sensores hasta la unidad de control y desde ésta hacia los indicadores de alarma y que por tanto, son un elemento importante dentro de la fiabilidad del sistema.



Otros aspectos importantes para la fiabilidad del sistema son las normas, procedimientos y personal operativo. Por lo tanto, se deberá instruir a los operadores en su utilización, de tal forma que se pueda asegurar el que se tenga un correcto funcionamiento del mismo.

### 1.2.2 Protecciones

Un aspecto importante a considerar es el de las protecciones, es decir, los elementos a protegerse de tal forma que una alarma no pueda ser anulada fácilmente; pues en este caso tampoco sería muy útil su objetivo.

Luego, debe existir la debida protección de las partes débiles del sistema y se considerarán los siguientes elementos de protección del mismo, como elementos de reserva en el caso que uno o todos los componentes del sistema dejarán de funcionar o funcionaran de forma ineficaz:

- alimentación eléctrica
- protección contra manipulaciones
- protecciones adicionales

#### a) Alimentación Eléctrica

El sistema deberá funcionar con la energía eléctrica de las redes comerciales y proveer en caso de falla de estas redes una fuente alternativa de energía, que permita que siga funcionando.

b) Protección contra manipulaciones

Este tipo de protección se deberá tener, si es posible, en todos los componentes del sistema: sensores, indicadores de alarma, unidad de control y fuentes de energía, tomando en cuenta siempre, aspectos económicos y técnicos dentro de la eficacia del sistema.

La interconexión entre los sensores y los indicadores de alarma (como sirenas), con la unidad de control, deben estar protegidos contra cualquier sabotaje, introduciendo los cables en tubos de acero y con un bucle cerrado de seguridad como una doble protección, instalando además, dos indicadores de alarma, de tal forma que al sabotear el uno, actúe el otro. Se puede incorporar circuitos de protección de los equipos, que sean capaces de detectar las manipulaciones y generar una señal de alarma, como también sistemas de autocomprobación.

c) Protecciones adicionales

Otro tipo de protecciones esta dado, en lo que se refiere a la lógica de control del sistema, de tal forma que pueda procesar la información enviada por los sensores, pero sin producir falsas alarmas, debido a transitorios, para lo cual deberá tomar en cuenta las características del sensor y las condiciones externas que pudieran generar una señal falsa, como las interferencias eléctricas de origen natural como los rayos, o de origen artificial producidas por motores eléctricos, equipos eléctricos de todo tipo y emi-

soras de radio, televisión, radar y comunicaciones, que pueden inducir energía suficiente como para dañar los circuitos sensibles, o para alterar las condiciones normales de los estados de los elementos del sistema.

Las protecciones contra este tipo de eventualidades, se deberán tener también sobre dichos elementos.

### 1.2.3 Costo

En el diseño de un sistema de alarma, un aspecto importante a considerarse, es el del costo que implicaría la implementación de dicho sistema.

Si el sistema esta destinado a la protección de bienes de muy alto valor, el costo no será un impedimento; pero si los bienes a protegerse, si bien son de valor, se deberá considerar un sistema cuya implementación implique el de menor costo, siempre y cuando esto no afecte en la fiabilidad del mismo.

Un sistema de alarma simple, con tecnologías de circuitos integrados, tiene un costo mínimo. Un sistema de alarma electrónico más complejo tendrá un costo mayor, dependiendo de las funciones a realizar, la cantidad y calidad de los elementos que utiliza y las protecciones con las que cuenta. Sin embargo, teniendo en cuenta las consideraciones económicas, no se debe perder de vista el objetivo de cualquier sistema de alarma que es el de ser altamente fiable, no ser de fácil vulneración y brindar seguridad física.

### 1.3 COMPONENTES

Un sistema de alarma consta basicamente de cuatro partes:

- los sensores
- los indicadores
- fuentes de alimentación, y
- unidad de control.

#### 1.3.1 Sensores

El sensor constituye el elemento básico de detección, por lo cual, en la elección del tipo de sensor a utilizarse, se deberá tener en cuenta las siguientes características:

##### 1.3.1.1 Características de los sensores

- Probabilidad de Detección
- Proporción de Falsas Alarmas
- Vulnerabilidad

##### a) Probabilidad de Detección

Este parámetro indica el rendimiento en la detección dentro de la zona cubierta por el sensor. Esta probabilidad de detección implica no solamente las características del sensor sino también las condiciones ambientales del lugar en donde se vaya a instalar.

b) Proporción de Falsas Alarmas

(FALSE ALARM RATE: FAR)

Este parámetro indica el porcentaje de generación de falsas alarmas, debido a causas desconocidas, o a la generación de alarmas espúreas debido a causas conocidas.

La proporción de Falsas Alarmas incide directamente en la fiabilidad del sistema, y por lo tanto una característica - deseable en el mismo, será el de tener alarmas falsas o espúreas, en el menor porcentaje posible; luego, se deberá identificar y analizar el origen de este tipo de alarmas.

c) Vulnerabilidad

Constituye una medida de la calidad del sensor, pues si este es de fácil vulneración, no cumplirá con el objetivo por el cual se lo quiere utilizar, aún cuando posea una buena probabilidad de detección y una baja proporción en la generación de falsas alarmas.

Se puede proteger a los sensores, utilizando circuitos anti-sabotaje, elementos contra manipulaciones, circuitos con capacidad de auto comprobación, sensores puntuales para protección de las partes vulnerables del sistema, o varios sensores de protección mutua.

### 1.3.1.2 Tipos de sensores

Actualmente existe un sinnúmero de sensores que pueden ser utilizados en los más diversos procesos, sin embargo, se describen los más comunes, utilizados esencialmente en los sistemas de seguridad.

#### a) Sensores Pasivos

Basados en la condición de un contacto eléctrico, abierto o cerrado, y que no necesitan una alimentación auxiliar para desempeñar su función; luego se tiene:

##### - Sensor de láminas metálicas

Sensa una vibración mediante un juego de láminas rígidas y flexibles, obteniéndose además un elemento de autoprotección ante cualquier intento de apertura de la tapa del sensor.

##### - Sensor inercial

Constituido de una esfera metálica asentada en un par de contactos que forman un interruptor normalmente cerrado, que ante cualquier movimiento o vibración, produce la alarma.

Existen otros sensores de vibración constituidos por cristales piezo-eléctricos, que permiten detectar vibraciones producidas por taladramiento, martilleo o calor (soplete).

Sin embargo, en todos los sensores de vibración se debe tomar en cuenta vibraciones externas que no constituyen una generación de alarma, y por tanto se deberá tener un elemento de ajuste de la sensibilidad del dispositivo.

b) Detector de ruptura de cristal

Que puede ser mediante una cinta adhesiva conductora, que se adhiere al cristal de tal forma que al romperse, rompe también la cinta; o, de sensores que detectan las frecuencias de sonido características de una rotura de cristal.

c) Sensores Magnéticos

Constituidos por un rele accionado por un imán, que al separarse abre el circuito y produce la alarma.

d) Sensores de proximidad

Para protección de objetos metálicos (como archivos, cajas de seguridad), constituidos por un circuito sintonizado con el interior del elemento metálico a ser protegido, de tal forma que al producirse una variación de la capacitancia del circuito sintonizado, debido a la aproximación o roce de los objetos, activa la alarma.

e) Sensores Infrarrojos

Se basan en la emisión de luz infrarroja, que forma una barrera en el espacio a protegerse, en donde tanto los emisores como los receptores deben ser colocados adecuadamente.

El detector se localiza en un punto focal de una serie de espejos, en donde recibirá la energía irradiada por el emisor, produciéndose la alarma en el momento en que exista una interrupción del haz, causada por el intruso.

Los sensores infrarrojos no son afectados por el movimiento del aire o los sonidos ultrasónicos, y en su instalación no deberán ser dirigidos hacia los sectores que reciban luz solar.

f) Sensores Ultrasónicos

Utilizan frecuencias de sonido por encima de la escala audible y son típicamente entre 20 KHz a 40 KHz.

Un oscilador electrónico genera una frecuencia ultrasónica que alimenta a un receptor, el cual capta el sonido del generador y el reflejado de varias superficies dentro de la zona que esta protegiendo, que normalmente constituyen zonas en forma de gota de agua de 8 metros de ancho y 11 metros de largo.



El momento en que se produce un movimiento dentro de la zona, se experimentará un cambio de frecuencia debido al objeto en movimiento (efecto Doppler), obteniéndose diferencias de frecuencias entre 5 a 30 Hz las cuales son detectables, generándose la alarma.

Sin embargo, estos detectores son propensos a dar falsas alarmas, por lo que las zonas a protegerse deberán ser cuidadosamente examinadas de tal forma que no existan alteraciones, corrientes de aire, movimiento de cortinas, movimiento de animales, etc., que podrían disparar la alarma.

También los sonidos ultrasónicos producidos por radiadores silbantes, maquinaria en movimiento, fugas en las canalizaciones de aire comprimido, de gas, etc., son otras fuentes que pueden generar falsas alarmas.

#### g) Sensores de Microondas

Operan según el principio Doppler de cambio de frecuencia, empleando frecuencias portadoras de radio frecuencia entre 800 MHz a 15 GHz, con una potencia generalmente de 10 mW, pudiendo utilizarse para proteger espacios interiores de hasta 30 mts. de largo y 2.2 mts. de ancho, dependiendo de la antena que se use, así como también pueden proteger zonas externas; en ambos casos, al detectar cualquier movimiento dentro de la zona de protección, activa la alarma.

La energía de microonda puede atravesar vidrio, madera y paredes de yeso, con lo que se puede lograr varias ventajas, siempre y cuando se tenga cuidado de que la disposición de transmisores y receptores cubran únicamente la zona a protegerse, pues movimientos fuera de ella, podrían generar falsas alarmas.

#### h) Sensores de Incendio

Existen de varios tipos y se tiene:

- de sensores iónicos, compuestos de dos cámaras constantemente ionizadas por una fuente de material radioactivo en la cámara interior. El momento en que se desprenden gases o humos debidos a una combustión, y penetran en la cámara exterior, producen un desequilibrio entre las cámaras y disparan el circuito de alarma. El efecto en el medio, debido a la radiación del material de la fuente radioactiva, es inofensivo.
- de sensores termovelocímetros, basados en el principio de aumento de la presión de aire por el aumento de temperatura. El umbral de disparo del circuito de alarma es de un incremento de aproximadamente  $2^{\circ}\text{C}$  por minuto. Si este incremento es mayor, se activa la alarma.
- de detectores ópticos de humo, constituidos por un diodo emisor de luz que permite saturar un fototransistor, solamente por efectos de refracción de la luz emitida por el

diodo, a causa de las partículas de humo que penetren en el detector. Se utiliza para detección de materiales que pueden arder sin llama, pero que desprenden grandes cantidades de humo.

Existe además, otro tipo de sensores que se utilizan en los sistemas de alarmas.

### 1.3.2 Indicadores

Los indicadores de alarma son elementos o procesos, mediante los cuales se informará que se ha detectado cierta condición preestablecida, en la variable que está siendo sensada.

Esta información puede ser proporcionada de diversas formas siendo las más comunes mediante leds, tonos, sirenas, timbres, etc., así como también pueden existir procesos indicadores de alarma, que se realicen el momento en que se ha detectado una alarma.

La selección de un indicador de alarma se la hace de acuerdo a la aplicación que se tendrá dentro del proceso de detección/indicación de alarma, y para esto se deberá tomar en cuenta ciertos aspectos específicos como son:

- Factores humanos: interacción entre el sistema y sus operadores, sea por deficiencias físicas de los usuarios, que exigen la utilización de cierto tipo de indicadores, o a la capacidad de utilización del sistema por parte de los mismos, de acuerdo a su complejidad.

- Método de información:

- . Audible: mediante sirenas, pitos, tonos, mensajes, etc.
- . Visual: mediante luces indicadoras, lecturas digitales, pantallas, impresoras, etc., y,
- . Procesos a realizarse: como marcadores telefónicos, - transmisiones de radio a una central, transmisión de mensajes audibles o escritos, etc.

- Evaluación y datos: se necesitará una cierta planificación, de tal forma que se tenga conocimiento del estado de funcionamiento del sistema, o para determinar el momento en que un elemento esté a punto de falla o necesita mantenimiento.

- Informaciones: sobre la condición de los sensores, localización de las alarmas, hora de los incidentes, instrucciones sobre los procedimientos, etc.

### 1.3.3 Fuentes de alimentación

Constituyen los elementos básicos de soporte, para el funcionamiento del sistema.

Un sistema de alarma debe ser capaz de funcionar con la energía eléctrica de las redes comerciales. Debe poseer además, de una fuente de reserva de emergencia, que permita que el sistema siga funcionando, el momento en que se produzca una falla en la fuente de energía principal.

Las fuentes alternativas de emergencia pueden ser de baterías, celdas solares, plantas eléctricas, etc., las cuales deben tener un mantenimiento continuo, de tal forma que cumplan su objetivo en el momento oportuno.

La capacidad de potencia de estas fuentes deberá permitir que el sistema siga funcionando, como mínimo 8 horas, el momento en que no se tenga la fuente de energía principal (generalmente las redes públicas de fluido eléctrico), y su cálculo dependerá de todos los elementos del sistema, y en especial de algunos indicadores de alarma de gran consumo.

El cambio de una fuente de energía a otra, debe ser automático y no provocar cambios en las condiciones de los elementos del sistema, o la generación de una falsa alarma.

#### 1.3.4 Unidad de Control

La unidad de control es el elemento principal de un sistema de alarma, pues constituye la parte "inteligente" del mismo ya que es capaz de procesar la información que recibe y de generar órdenes según la función a desempeñarse. Es la unidad de Control, la que determina la flexibilidad, facilidad, eficacia y fiabilidad del sistema.

El elemento más sencillo que constituye una unidad de control es un relé que al detectar la alarma, memorice esta información y active una sirena o una luz indicadora.

Luego, la primera función de la unidad de control es la de memorizar la información.

Sin embargo, existen muchas funciones que se pueden realizar de acuerdo a la lógica de control de dicha unidad. La complejidad del sistema estará determinada por los elementos que constituyan la unidad de control.

Gracias a la electrónica se pueden tener unidades de control tan complejas que no solamente puedan controlar sistemas de alarmas contra robo, incendio y asalto, sino que además:

- Entreguen una información completa el momento que se produzca una alarma, de hora, fecha, tipo de alarma, dispositivo que envió la señal y normas de acción a seguirse.
- Pueda manejar el sistema eléctrico, optimizando su utilización.
- Pueda tener un control de accesos a través de lectores de cinta magnéticos y asignar niveles de privilegios.
- Pueda realizar un control de guardias para cumplimiento de horarios y rutas, con circuitos cerrados de televisión.
- Pueda controlar eventos críticas, al producirse condiciones anormales de presión, temperatura, nivel, etc., en procesos o maquinarias.

#### 1.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Las ventajas de una alarma electrónica, respecto a cualquier otra alarma mecánica o eléctrica, están dadas fundamentalmente por la gran capacidad de su unidad de control, en procesar la información que recibe de los sensores y ejecutar una serie de funciones (según su complejidad), con una alta confiabilidad, gran eficacia y mayor facilidad, con equipos pequeños y de bajo costo. Además, ofrecen cierta flexibilidad en cuanto al uso de sensores e indicadores, o a la incorporación de nuevas funciones, de acuerdo a las necesidades del usuario.

La ventaja de una alarma electrónica sobre otra, está dada por el tipo de protecciones con las que cuente, el tipo de sensores e indicadores, y el número de aplicaciones que pueda tener como:

- a) Detección: de presencia de metales, de movimiento, de incendio, de fugas de gas, etc.
- b) Protección: contra intentos de robo o asalto, de operadores de maquinarias con partes móviles, etc.
- c) Control: de temperatura, presión, nivel, del correcto funcionamiento de maquinarias, control fluvial, control de tráfico, etc.

d) Automatización

e) Supervisión: de centrales hidroeléctricas, térmicas o nucleares, de procesos de fabricación, etc.

f) Señalización: de tráfico, de procesos, de redes eléctricas de distribución, etc.

g) Vigilancia: de unidades médicas, de sistemas antirrobo, vigilancia forestal, etc.

Las desventajas que se puedan presentar (como la generación de falsas alarmas, o alarmas de fácil vulneración o desactivación, etc.) en cualquiera de los sistemas, son mínimas respecto a las ventajas que se obtienen en su utilización, y en todo caso, pueden llegar a ser despreciables si se las analiza y corrige haciendo al sistema más complejo, de tal forma que se pueda brindar mayor seguridad y fiabilidad, que es el fin para el que fueron creadas.



## 2.1 DESCRIPCION DEL SISTEMA

El sistema de Alarma y Comando por vía telefónica permite utilizar la línea telefónica como un medio de alarma y comando a distancia.

Dispone de dos entradas de línea telefónica, cuatro contac-  
tos a comandarse de acuerdo a tonos enviados, y una entrada  
general de alarma para utilizar dichas líneas e informar a  
un destinatario programable, el momento en que ésta se pro-  
duzca.

Para su diseño se utiliza el microcontrolador 8748 de INTEL  
debido a su amplia capacidad de memoria y control, y a su  
costo.

El sistema consta de un equipo BASE y un equipo portátil.

La configuración del Sistema, en diagrama de bloques, se la  
puede observar en la figura 2.1.

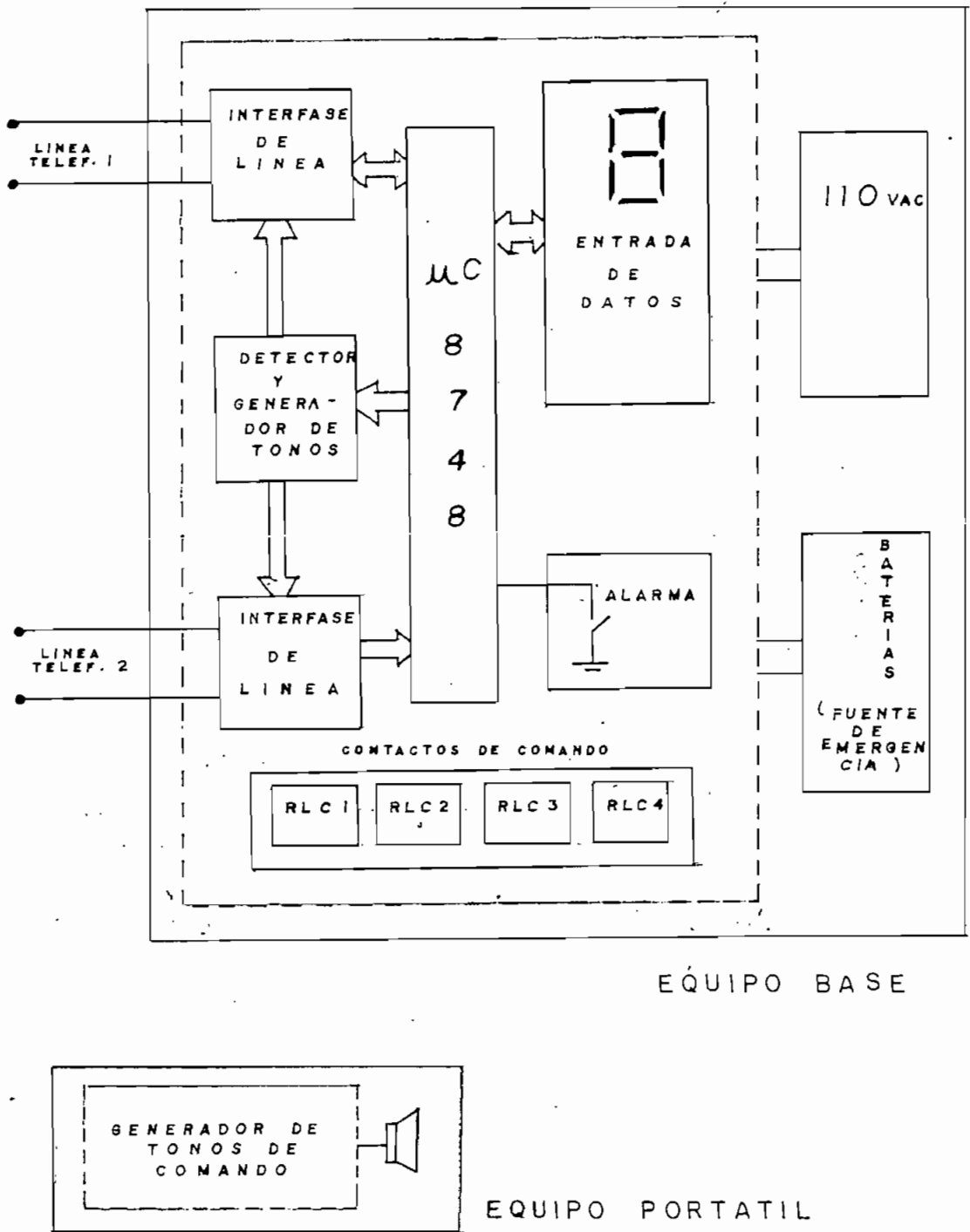


FIG. 2.1 COMPONENTES DEL SISTEMA

## 2.1.1 Funcionamiento

### 2.1.1.1 Activación de contactos por tono

Para activar el proceso de COMANDO, es necesario de dos llamadas telefónicas a cualquiera de las dos líneas a las que se encuentra conectado el equipo, mediante el siguiente procedimiento:

- durante la primera llamada, debe producirse el número de timbradas previamente programado en el proceso de entrada de datos.
  
- se efectúa una segunda llamada (al mismo número telefónico de la primera llamada), dentro del tiempo de espera establecido en el proceso de entrada de datos, para que esta llamada se acepte como válida; haciéndolo un proceso selectivo y seguro.

Si el proceso de activación es válido, el equipo toma la línea, contestando a la segunda llamada, momento en el cual el usuario puede enviar cualquiera de los cuatro tonos que permiten activar su respectivo contacto, mediante un generador de tonos que debe acoplarse acústicamente al micrófono del aparato telefónico (equipo Portátil).

El microcontrolador decodifica los tonos enviados, activa el respectivo contacto y envía un tono de indicación de que el comando se ha ejecutado.

### 2.1.1.2 Alarma

Al activarse la alarma, el microcontrolador selecciona secuencialmente los cuatro números telefónicos previamente programados, a los que llama para enviar una señal de alarma y detectar desde cualquiera de ellos que el mensaje ha sido recibido por el destinatario. La verificación de haber recibido la alarma se la hace pulsando o discando el número 7 (código de verificación), caso contrario el ciclo de alarma es repetitivo, haciéndolo un sistema confiable.

### 2.1.1.3 Entrada de datos

Se puede programar los siguientes parámetros:

- Para comando:

- . número de timbradas en la primera llamada
- . tiempo de espera entre llamadas

- Para alarma:

- . cuatro números telefónicos (código de Región + No. telefónico local)
- . código de Región del equipo Base.

El ingreso de datos se hace por medio de pulsantes de selección, y su visualización a través de un display, leds indicadores de función y leds indicadores de dígitos.

### 2.1.2 Protección

El sistema incluye una fuente de alimentación alternativa, por medio de baterías, como protección en caso de falla en el suministro de energía eléctrica de la red pública, dando mayor seguridad y fiabilidad.

### 2.2 INTERFASE DE LINEA

Se describe como interfase de línea, a los circuitos que actúan directamente o a través del transformador de línea, sobre la línea telefónica.

El transformador de línea esta constituido por dos devanados:

- el primario (600 ohms) conectado a la línea telefónica,
- el secundario, para el procesamiento de la información de entrada/salida.

Los circuitos que constituyen el interfase de línea son:

- contestador/marcador telefónico
- detector de timbrada
- detector de tonos
- generador de tonos de indicación
- comparador para conteo de pulsos discados.

### 2.2.1 Contestador/marcador telefónico

Este circuito se utiliza en cada una de las líneas telefónicas, y tiene las siguientes funciones:

#### a) Contestador telefónico

Toma la línea para entrar en el proceso de activación de contactos por tono, en el momento en que se tenga la segunda llamada considerada como válida, según el proceso de verificación en la subrutina de COMANDO.

#### b) Marcador telefónico

Toma la línea hasta esperar el tono de invitación a marcar y luego, de acuerdo al programa del microcontrolador, marcará un número telefónico.

La configuración del circuito es la siguiente:

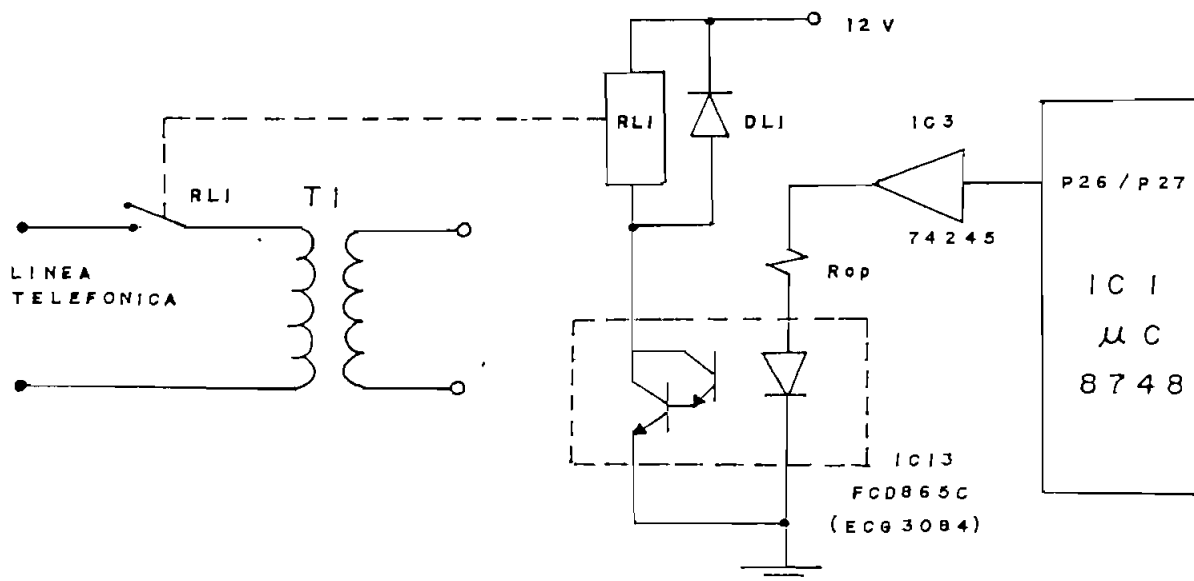


figura 2.2 Contestador/marcador telefónico

El momento en que se cierra el contacto RL, el equipo toma la línea, ya sea para contestar una llamada telefónica, o para esperar el tono de marcación, dándose estas dos condiciones según el programa del microcontrolador 8748.

La marcación de un número telefónico esta dada por los estados activado/desactivado del relé de línea (RL), pulso/pausa, con una frecuencia de discado de 10 pulsos/seg. de acuerdo a la subrutina de marcación (subrutina MARK), en donde se tiene que:

- el pulso (activo el rele de linea) se produce durante 40 mseg.
- la pausa (desactivado el rele de linea) se produce durante 60 mseg.

Después de la marcación de un dígito del número telefónico se mantiene tomada la linea (activo el relé), durante 1seg antes de marcar el siguiente dígito.

Al finalizar la marcación del número telefónico, se mantiene activa la linea.

El relé de linea RL es de 12V y para activarlo se tendrá que:

$$I_{bn} \cong V_{cc}/R_{bn} \qquad \text{ecuación 2.1}$$

donde:

V<sub>cc</sub> = voltaje de polarización

V<sub>cc</sub> = 12V

R<sub>bn</sub> = resistencia de la bobina del relé

R<sub>bn</sub> = 250 ohms

$I_{bn}$  = corriente de activación del relé.

de la ecuación 2.1 se tiene que:

$$I_{bn} = 48 \text{ mA.}$$

por lo que se utiliza el optoacoplador FCD 865C (ECG 3084), cuyo fototransistor puede soportar una corriente de colector de 100 mA.

El parámetro de transferencia de corriente esta dado por:

$$a = I_c / I_f \quad \text{ecuación 2.2}$$

donde:

$I_c$  = corriente de colector del fototransistor

en este caso  $I_c = I_{bn}$

$I_f$  = corriente del LED

Para el optoacoplador ECG 3084

$$a = 100$$

de la ecuación 2.2

$$I_f = 480 \text{ uA}$$

se utiliza uno de los Buffer del CI/ 74245 que constituye un Bus Octal - 3 Estados, cuya corriente de salida en estado al to, permite manejar la corriente del led del optoacoplador.

Luego se tiene que:

$$R_{op} = (V_{oh} - V_{led}) / I_f \quad \text{ecuación 2.3}$$

donde:

$R_{op}$  = resistencia de limitación de corriente del led del optoacoplador

$V_{oh}$  = voltaje de salida en alto del Buffer

$$V_{oh} = 3.4 \text{ V}$$



$V_{led}$  = voltaje de conducción del led

$V_{led} = 1.5V$

de la ecuación 2.3 se tiene que:

$$R_{op} = 3.9 \text{ Kohms.}$$

El estado activado/desactivado del relé, depende del nivel lógico del pin del microcontrolador 8748, que lo esté comandando.

La activación de todos los relés utilizados, se la hace de manera similar, y en todos se pone en paralelo, un diodo de protección (en polarización inversa), para tener un voltaje inverso máximo de 0.6V en el instante en que el relé se desactiva.

### 2.2.2 Detector de timbradas

Este circuito se utiliza en cada una de las líneas telefónicas, y permite detectar las timbradas que se produzcan durante una llamada telefónica, y su configuración esta dada en el circuito de la figura 2.3.

En reposo, en la línea se tiene la señalización de corriente continua (de 48V aproximadamente), que es bloqueada por el condensador de 0.01 uF.

El momento en que se produzca una llamada a cualquiera de los dos números telefónicos a los cuales está conectado el equipo, la Central Telefónica, envía el timbre de señalización (timbrada) que constituye una señal de línea de corriente

te alterna (de 90V aproximadamente) que permiten encender - el Neón, y a su vez saturar el transistor Q1, al variar el valor de la resistencia de base que constituye la fotoresistencia Rf1.

Los valores que toma la fotoresistencia son:

- en obscuridad:  $R_f = 1.5 \text{ Mohms}$

- en iluminación a causa del encendido del Neón:

$R_f = 50 \text{ Kohms}$ .

Para que el transistor Q1 (ECG 123AP) se sature en el momento de la timbrada se debe tener que:

$$i_b > i_c / h_{FE} \quad \text{ecuación 2.4}$$

donde:

$i_b$  = corriente de base de Q1

$i_c$  = corriente de colector de Q1

$h_{FE}$  = ganancia de corriente continua de Q1

para el transistor ECG 123AP se tiene que:

$$h_{FE} = 200$$

$$i_b = (V_{cc} - V_{be(sat)}) / R_f \quad \text{ecuación 2.5}$$

donde:

$V_{cc}$  = voltaje de polarización

$V_{cc} = 5V$

$V_{be(sat)}$  = voltaje base-emisor en saturación

$V_{be(sat)} = 0.6V$

$R_f$  = resistencia de base (valor de la fotoresistencia con iluminación)

$R_f = 50 \text{ Kohms}$

$$i_c = (V_{cc} - V_{ce(sat)})/R_c \quad \text{ecuación 2.6}$$

donde:

$V_{cc}$  = voltaje de polarización

$V_{cc} = 5V$

$V_{ce(sat)}$  = voltaje colector-emisor en saturación

$V_{ce(sat)} = 0.1V$

$R_c$  = resistencia de colector para condición de saturación  
del transistor

De la relación de estas ecuaciones y de los valores de los parámetros se tiene que la condición de saturación para el transistor Q1 (ECG 123 AP) se tiene con:

$$R_c > 278 \text{ ohms}$$

se ha elegido:  $R_c = 1 \text{ Kohm}$

La información de cada saturación del transistor, pasa a través de un Buffer que permite tener niveles lógicos bien definidos en el pòrtico P1 del microcontrolador 8748 y se tiene que, durante una llamada telefónica:

- P10 detecta las timbradas producidas en la línea LTEL1
- P11 detecta las timbradas producidas en la línea LTEL2

En el timbre, la señal de llamada tiene un voltaje nominal de 90 VAC +/- 5 % , 25 Hz. +/- 5% y la siguiente cadencia: 1.2 segundos de señal y 4.6 segundos de pausa.

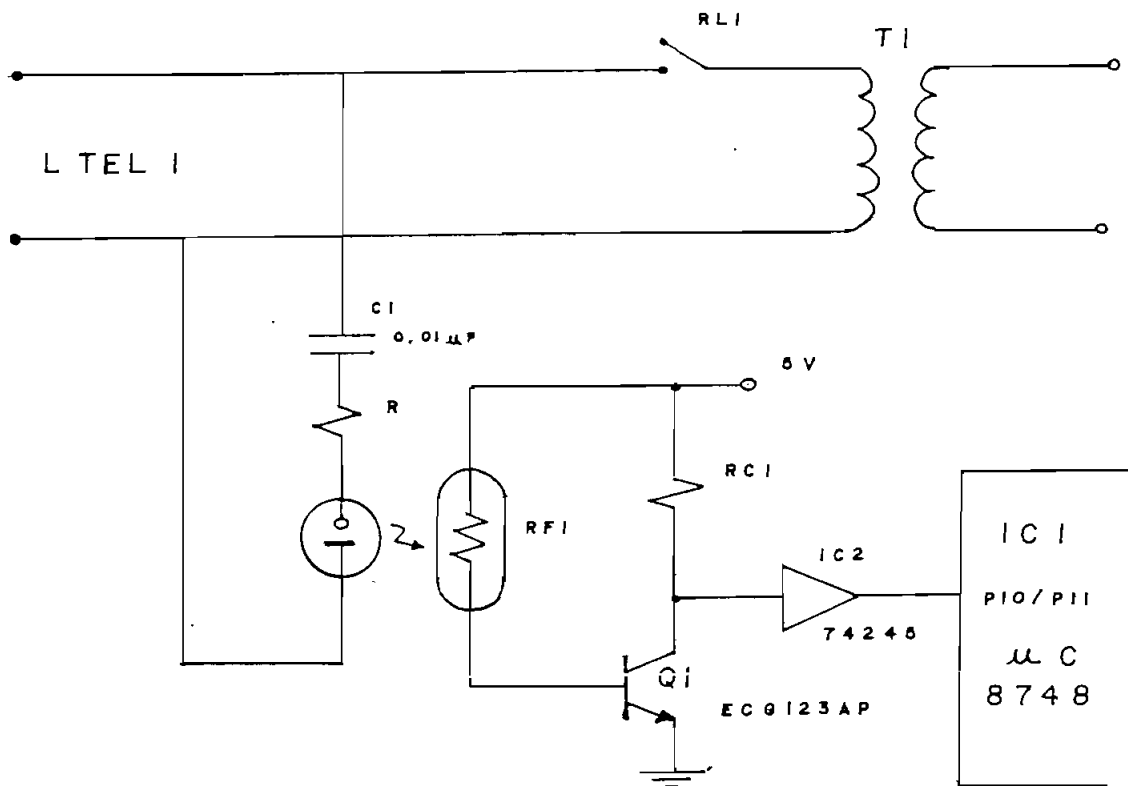


figura 2.3 Detector de timbradas

### 2.2.3 Detector de tonos

Este circuito esta conectado a los secundarios de los transformadores de línea de las dos líneas telefónicas, y permite detectar las señales acústicas enviadas al equipo Base, ya sea por el usuario (utilizando el equipo Portátil), o por la Central Telefónica.

Para la detección de un tono se utiliza el CI. LM 567 (Tone Decoder), de cuyas hojas de aplicación se tiene la siguiente información:

$$f_o = 1 / ( 1.1 R_1.C_1 ) \quad \text{ecuación 2.7}$$

donde:

$f_o$  = frecuencia central del decodificador (frecuencia a ser detectada)

R1 = resistencia de ajuste de frecuencia

C1 = capacitor de ajuste de frecuencia

El ancho de banda del filtro esta dado por:

$$BW = 1070 \sqrt{V_i / (f_o \cdot C_2)} \quad \text{en \% de } f_o$$

ecuación 2.8

donde:

$V_i$  = voltaje de entrada rms  $V_i \leq 200$  mV.

$C_2$  = capacidad de ajuste del filtro ( $\mu F$ )

### 2.2.3.1 Frecuencias a detectarse

Para el proceso de activación de contactos por tono son ne~~ce~~cesarias de cuatro frecuencias, que permitan activar, cada una, su respectivo contacto, pudiendo elegirse dentro de las correspondientes al rango audible; pero se han elegido aquellas que permitan además, realizar otras funciones.

En la subrutina de Alarma, la verificación de haberla recibido, en un sistema con señalización multifrecuencial, se ha escogido que sea pulsando el número 7, por lo que las dos primeras frecuencias a detectarse serán las de la combinación de frecuencias normalizadas por el CCITT para el número 7 que son: 1209 Hz y 852 Hz.

La tercera frecuencia es 770 Hz., asignada por el CCITT para la fila correspondiente a los números 4, 5 y 6.

La cuarta frecuencia elegida no solo permite activar su correspondiente contacto sino también la detección del tono de invitación a marcar, utilizado durante la subrutina de Alarma, como una condición antes de comenzar la marcación de un número telefónico.

El tono de invitación a marcar es un tono continuo que debe ser de 425 Hz. con una tolerancia de + 5 %.

Luego, para la activación de contactos por tono, el generador de tonos de Comando debe generar las siguientes cuatro frecuencias:

$$f_1 = 425 \text{ Hz}$$

$$f_2 = 770 \text{ Hz}$$

$$f_3 = 852 \text{ Hz}$$

$$f_4 = 1209 \text{ Hz}$$

Cada una de ellas activa su respectivo contacto, asignado de acuerdo al proceso de Comando; y, la combinación de dos de ellas permite realizar las siguientes funciones:

- entrar en el proceso de activación de contactos por tono desde el proceso de Alarma
- salir del proceso de Comando.

Por facilidad, debido a los valores comerciales de los elementos, la variación de la frecuencia a ser detectada se la hace variando la resistencia de ajuste R1, que para cada una de las frecuencias esta constituida de una resistencia

fija y un potenciómetro, que permite ajustar dichos valores.

De la ecuación 2.7 y con  $C1 = 0.1 \mu F$ . se tiene que:

- |  |                             |
|--|-----------------------------|
| - para $f1 = 425 \text{ Hz}$             | $R11 = 21.4 \text{ Kohms}$  |
| - para $f2 = 770 \text{ Hz}$             | $R12 = 11.8 \text{ Kohms}$  |
| - para $f3 = 852 \text{ Hz} \checkmark$  | $R13 = 10.67 \text{ Kohms}$ |
| - para $f4 = 1209 \text{ Hz} \checkmark$ | $R14 = 7.52 \text{ Kohms}$  |

### 2.2.3.2 Monitoreo y detección

La información proveniente de la línea telefónica pasa a través del transformador de línea y va a un amplificador de entrada para controlar el nivel de voltaje de entrada a los detectores de tono LM 567. La ganancia del amplificador de audio de entrada, según el circuito de la figura 2.4 , esta dada por:

$$Voe = - Vie.(Pe/Re) \quad \text{ecuación 2.9}$$

donde:

$Vie$  = voltaje de entrada

$Voe$  = voltaje de salida

$Pe$  = potenciómetro de ajuste de ganancia

$Pe = 1 \text{ Mohm.}$

$Re$  = resistencia de relación de ganancia con inversión de fase

$Re = 100 \text{ Kohms}$

por lo que se tiene una ganancia variable de 0 a 10.

Para la detección de los cuatro tonos, se utilizan dos detectores de tono LM 567.

- El pin 2 del p $\acute{o}$ rtico P1 detecta la presencia en la l $\acute{i}$ nea telef $\acute{o}$ nica, de uno de los 4 tonos, y para hacerlo se utiliza una compuerta AND de tal forma que se produzca un OL en el momento en que cualquiera de los dos detectores de tono, detecte la presencia de un tono.

⇒ El pin 7 del p $\acute{o}$ rtico P1 detecta la presencia en la l $\acute{i}$ nea telef $\acute{o}$ nica, de un doble tono, y para hacerlo se utiliza una compuerta OR, de tal forma que exista un OL solo cuando ambos detectores han detectado el respectivo tono.

La variaci $\acute{o}$ n de la frecuencia central de cada uno de los detectores de tono se la hace variando el valor de la resistencia de ajuste R1 mediante un switch an $\acute{a}$ logo cuyo CI. es el ECG 4066B, de acuerdo al programa de la correspondiente subrutina (de Comando o Al $\acute{a}$ rma), seg $\acute{u}$ n el nivel l $\acute{o}$ gico de los pines del BUS del microcontrolador 8748, como se indica en el circuito de la figura 2.4.

Para la detecci $\acute{o}$ n de un tono, solo uno de los pines del BUS tendr $\acute{a}$  un 1L, actuando de esta forma, solo uno de los dos detectores de tono.

- Para la detecci $\acute{o}$ n de un doble tono, dos de los pines del BUS tendr $\acute{a}$ n un 1L de tal forma que act $\acute{u}$ en ambos detectores de tono.



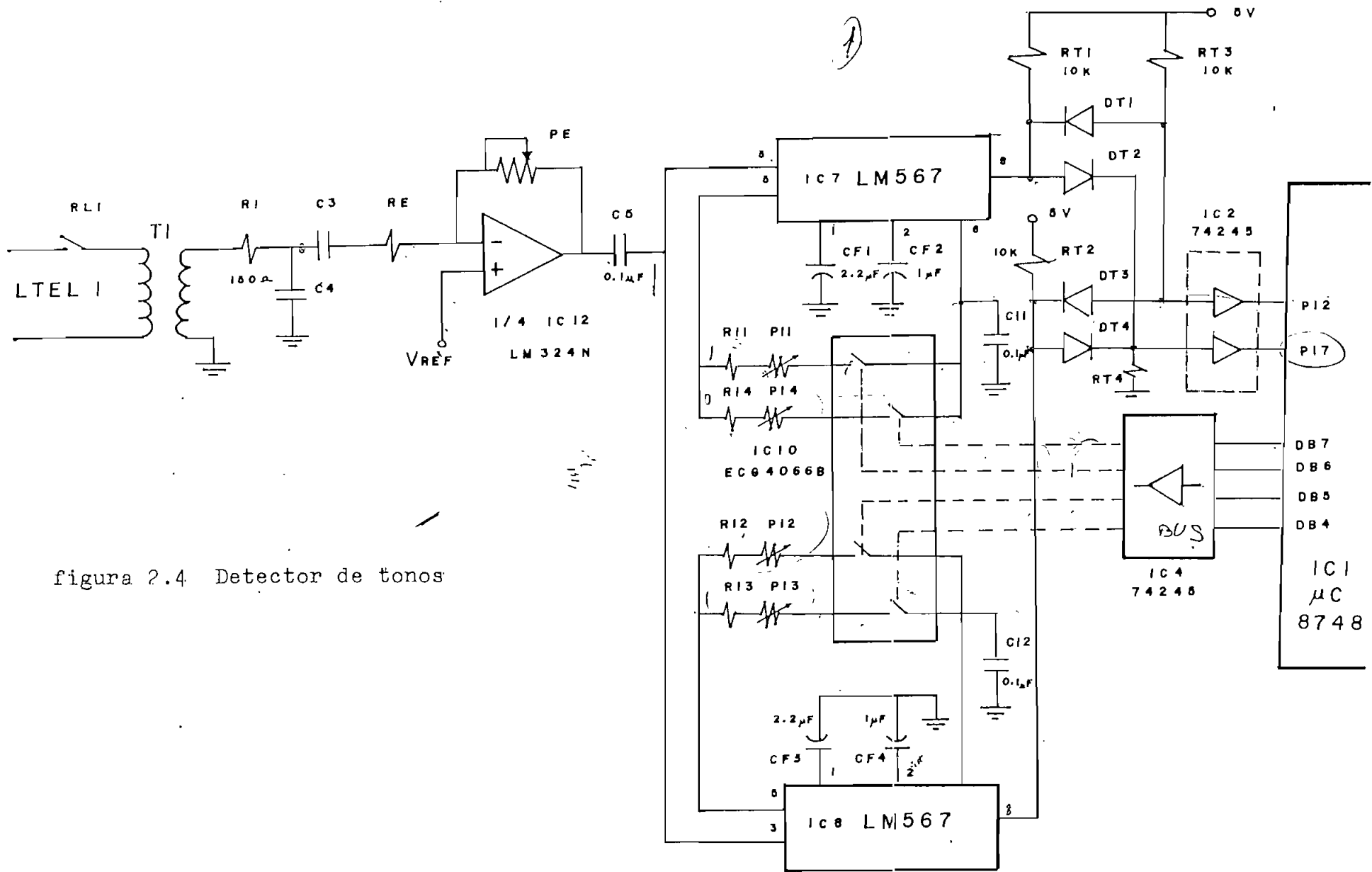


figura 2.4 Detector de tonos

#### 2.2.4 Generador de tonos de indicación

Las funciones de este generador son:

- generar la señal de alarma a ser enviada, como una indicación de que se ha producido la alarma.
- enviar un tono de indicación según el contacto comandado, para indicar que la orden se ha ejecutado.
- enviar un tono para indicar que se ha tomado la línea, durante el proceso de llamada a la subrutina de Comando.
- enviar un tono para indicar que se ha detectado la verificación de haber recibido la señal de alarma.
- enviar un tono para indicar que se ha terminado le ejecu-ción de las subrutinas de Comando o Alarma.

Para la generación de estos tonos se utiliza el CI. LM 566 (Voltage Controlled Oscillator), de cuyas hojas de aplica-ción se tiene la siguiente información:

$$f_0 = (2(V-V_5))/(R_1.C_1.V) \quad \text{ecuación 2.10}$$

donde:

$f_0$  = frecuencia central

$V$  = voltaje de polarización

$V = 12V$

$V_5$  = voltaje de entrada de modulación

$R_1$  = resistencia de ajuste de frecuencia

$R_1 = 10 \text{ Kohms}$

$C_1$  = capacitor de ajuste de frecuencia.

El voltaje  $V_5$ , según el circuito de la figura 2.5 esta dado

por:

$$V_5 = V \cdot (R_a / (R_a + R_b)) \quad \text{ecuación 2.11}$$

y puesto que se debe tener que:

$$V_5 > 3/4 V \quad \text{ecuación 2.12}$$

se elige:  $R_a = 10 \text{ Kohms}$

$R_b = 1 \text{ Kohm}$

La variación de la frecuencia de oscilación se la tiene al variar el capacitor de ajuste de frecuencia C1, a través de un switch análogo ECG 4066B, según el nivel lógico de los pines del BUS del 8748, de acuerdo al programa de la respectiva subrutina.

Las frecuencias generadas pueden tomar cualquier valor dentro del rango audible, y debido a los valores comerciales de los capacitores, se tienen los siguientes valores:

con C11 = 0.01 uF  $f_1 = 1818 \text{ Hz}$

con C12 = 0.015 uF  $f_2 = 1212 \text{ Hz}$

con C13 = 0.022 uF  $f_3 = 826 \text{ Hz}$

con C14 = 0.033 uF  $f_4 = 550 \text{ Hz}$ .

La señal producida por el generador (onda triangular), pasa por un amplificador de audio de salida, cuya ganancia según el circuito de la figura 2.5, esta dada por:

$$V_{os} = V_{is} \cdot (1 + P_s / R_s) \quad \text{ecuación 2.13}$$

donde:

$V_{os}$  = voltaje de salida

Vis = voltaje de entrada

Ps = potenciómetro de ajuste de ganancia

Ps = 1 Mohm

Rs = resistencia de relación de ganancia sin inversión de fase

Rs = 100 Kohms

por lo que se tiene una ganancia variable de 1 a 11.

Los tonos producidos pasan al secundario del transformador de línea al cerrarse el contacto RT, cuyo relé esta comandado de acuerdo al programa de la respectiva subrutina.

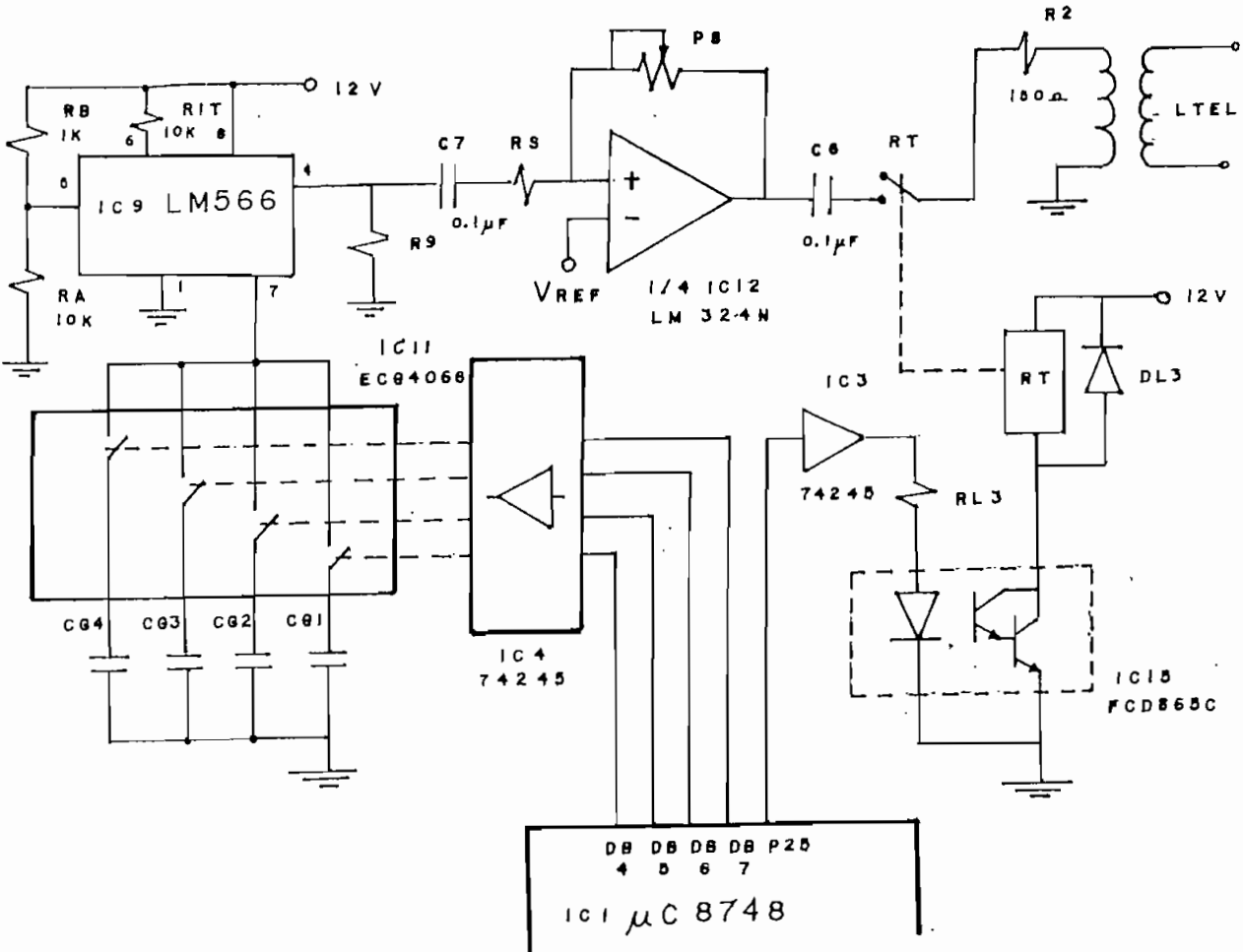


figura 2.5 Generador de tonos de indicación

### 2.2.5 Comparador para conteo de pulsos discados

En la subrutina de Alarma, la verificación de haberla recibido, en un sistema con señalización decádica, se la hace discando el número 7, que constituye el código de verificación, para terminar así con el proceso cíclico.

La configuración del circuito esta dada en la figura 2.6 y constituye un comparador de lazo abierto, que permite contar el número de pulsos producidos al discar un dígito (en un sistema con señalización decádica), una vez que ya se tiene establecida la comunicación telefónica.

Los niveles de entrada al comparador estan dados de tal forma que el cambio de estado en la salida esté dado únicamente por la señal obtenida en el secundario del transformador de línea, debido a los pulsos producidos por el discado de un número y no a una señal de audio que eventualmente pudiera estar presente en la línea.

La información producida debido a las transiciones en los cambios de estado, van hacia el test pin T1 del 8748, cuya entrada esta programada como un contador de eventos externos.

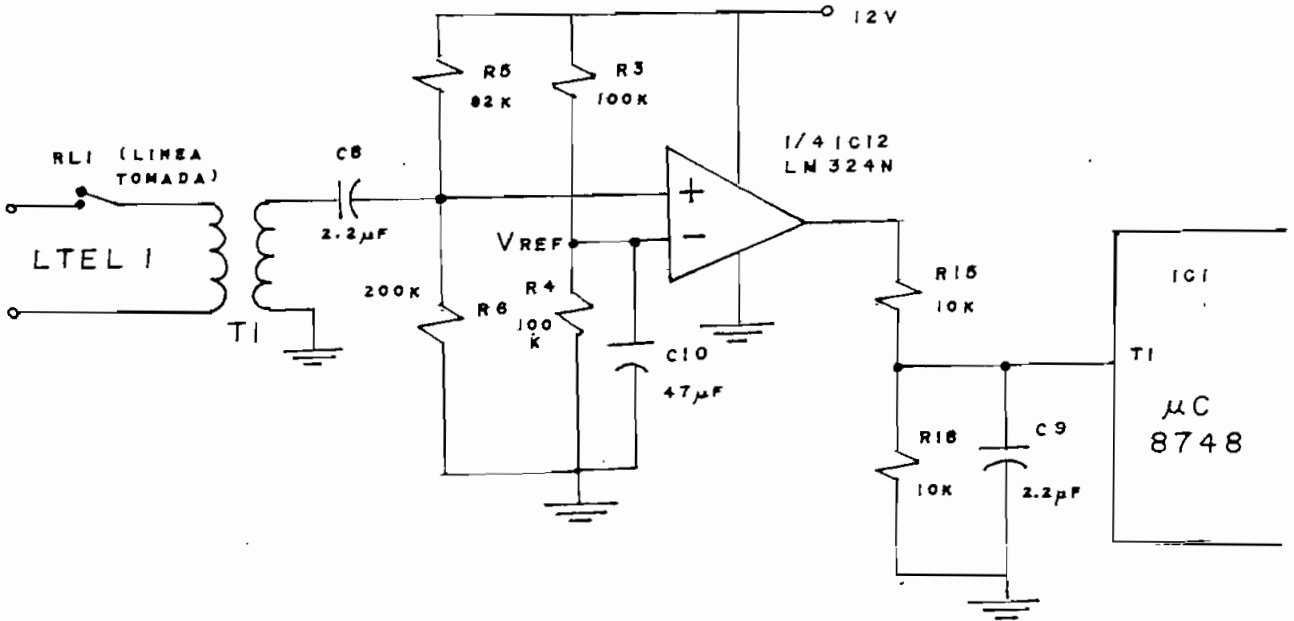


figura 2.6 Comparador para conteo de pulsos discados

## 2.3 CONTROL Y SELECCION

### 2.3.1 Selección para entrada de datos

El usuario dispone de cuatro pulsantes de selección, que sirven tanto para el ingreso de datos como para la visualización de datos anteriormente programados, teniéndose las siguientes opciones:

- Código de Región
- Números telefónicos
- Número de TIMBRADAS
- Tiempo de espera entre llamadas.

El p $\acute{o}$ rtico P1 del 8748 esta destinado para el ingreso de datos y su configuraci $\acute{o}$ n es la siguiente:

- P10 : detecta cada timbrada en la l $\acute{i}$ nea LTEL1
- P11 : detecta cada timbrada en la l $\acute{i}$ nea LTEL2
- P12 : detecta la presencia de tonos
- P13 : detecta la selecci $\acute{o}$ n de REGION
- P14 : detecta la selecci $\acute{o}$ n de N $\acute{u}$ meros Telef $\acute{o}$ nicos
- P15 : detecta la selecci $\acute{o}$ n de n $\acute{u}$ mero de TIMBRADAS
- P16 : detecta la selecci $\acute{o}$ n de TIEMPO de espera
- P17 : detecta la presencia de una doble frecuencia.

Las se $\tilde{n}$ ales en cualquiera de los 8 bits del p $\acute{o}$ rtico P1, est $\acute{a}$ n dadas a trav $\acute{e}$ s de un CI. 74245 que constituye un Bus Octal - 3 Estados, como una protecci $\acute{o}$ n del 8748, pues los niveles l $\acute{o}$ gicos en los bits del p $\acute{o}$ rtico P1 son bien definidos pues est $\acute{a}$ n conectados directamente al bus A del CI. 74245, ya que el cambio de los niveles l $\acute{o}$ gicos del bus B de dicho CI. van a estar dados ya sea por:

- la saturaci $\acute{o}$ n de un transistor en el caso de la detecci $\acute{o}$ n de timbradas.
- la saturaci $\acute{o}$ n del transistor en configuraci $\acute{o}$ n de open-collector de los detectores de tono, el momento de la detecci $\acute{o}$ n.
- el OL producido al presionar el pulsante en el caso de ingreso o visualizaci $\acute{o}$ n de datos.

El pin test T0 del 8748 permite saber si hay una selecci $\acute{o}$ n para el ingreso o visualizaci $\acute{o}$ n de datos, para de esta manera atender a la subrutina de Entrada de datos o a la de Comando.

### 2.3.2 Visualización de datos

La visualización de datos se la hace mediante un display y doce leds, de la siguiente manera:

Cuatro leds son indicadores de función de tal forma que:

- el led LF1 corresponde al de REGION, y se prenderá el momento en que se desee programar el Código de Región del equipo Base, o verificarlo.
- el led LF2 corresponde al de TELEFONOS y se prenderá el momento en que se desee programar un número telefónico, o visualizar los cuatro números telefónicos programados anteriormente.
- el led LF3 corresponde al de TIMBRADAS, y se prenderá el momento en que se desee programar el número de Timbradas en la primera llamada, o verificarlo.
- el led LF4 corresponde al de TIEMPO, y se prenderá el momento en que se desee programar el Tiempo de espera entre la primera y segunda llamada, o verificarlo.

Los ocho leds restantes corresponden a los Leds de Dígitos de un número telefónico, y se encenderán únicamente durante la programación de un número telefónico o la visualización de los cuatro números telefónicos, de tal forma que se pueda distinguir cada uno de los dígitos que corresponden al número telefónico, puesto que el led indica el dígito y el display el valor correspondiente.



Cada número telefónico esta compuesto de ocho dígitos, así:

- el primer dígito es el 0 y corresponde al prefijo nacional.
- el segundo dígito corresponde al del código de Región y se tiene:
  - 2 - para la Región 1 (Quito)
  - 4 - para la Región 2 (Guayaquil)
  - 7 - para la Región 3 (Cuenca)
- los siguientes seis dígitos corresponden al número del teléfono local.

Para la visualización de datos, se utiliza paralelamente, - el BUS (de 8 bits) y el pòrtico P2 (de 8 bits) del microcontrolador 8748, y cuya función es la siguiente:

- Para el BUS
- DB0, DB1 y DB2 constituyen las entradas de selección del demultiplexer 3 a 8 cuyo CI. es el 74138, que permite encender sucesivamente los 8 leds de indicación de cada uno de los dígitos del número telefónico.
- DB3 permite activar Vccsw únicamente en el ingreso o visualización de datos.
- DB4 permite encender el led LF1 (REGION)

- DB5 permite encender el led LF2 (Números telefónicos)
- DB6 permite encender el led LF3 (TIMBRADAS)
- DB7 permite encender el led LF4 (TIEMPO)

Los bits de salida DB0, DB1 y DB2 van directamente a las entradas de selección del CI. 74138.

Los bits de salida DB3, DB4, DB5, DB6 y DB7 pasan a través de un Buffer, como una protección al BUS del 8748, de tal forma que puedan realizar las siguientes funciones:

- DB3 active Vccsw mediante un optoacoplador que activa un relé.
- DB4, DB5, DB6 y DB7 no solamente activen los leds indicadores de función, sino que también actúen sobre los dos switches análogos para seleccionar la frecuencia de oscilación del generador de tonos y de los detectores de tono.
- Para el pórtico P2
- P20, P21, P22 y P23 constituyen las entradas al decodificador BCD a 7 segmentos, cuyo CI. es el 74249, permitiendo visualizar los datos en el display.
- P24 permite habilitar el demultiplexer 3 a 8 (CI. 74138) solo durante el ingreso o visualización de números telefónicos.

- P25 permite enviar la señal de alarma y los tonos de indicación, al activar un relé.

- P26 actúa sobre la segunda línea telefónica LTEL2, para la marcación de un número telefónico, o para tomar línea.

- P27 actúa sobre la primera línea telefónica LTEL1, para la marcación de un número telefónico, o para tomar línea.

Los bits de salida P20, P21, P22 y P23 actúan también sobre los cuatro relés que van a ser activados por su tono respectivo, durante el proceso de Comando.

Los bits de salida P25, P26 y P27 activan su respectivo relé por medio de optoacopladores.

Todas estas funciones se hacen a través del CI. 74245 que es un Bus Octal - 3 Estados, que está siempre habilitado.

Los bits de salida del pórtilo P2 del 8748 están conectados directamente al bus A del CI. 74245, y estas funciones se realizan con el bus B del CI. 74245, como una protección del pórtilo P2.

La configuración de estos circuitos, se la puede observar en el diagrama de la figura 2.7.

### 2.3.3 Activación de contactos por tono

La activación de contactos por tono se la hace mediante la detección de cuatro tonos que al ser procesados en el proceso de Comando, permiten activar el rele (o contacto) correspondiente.

Para la activación de contactos por tono, se usan los siguientes pines del microcontrolador 8748:

- Del p $\acute{o}$ rtico P1

- P12 : para detectar la presencia en la l $\acute{i}$ nea telef $\acute{o}$ nica, de uno de los cuatro tonos, para la activaci $\acute{o}$ n de su respectivo contacto.

El pin P12 tendr $\acute{a}$  un OL en el momento en que se detecte la presencia de un tono; este cambio de 1L a OL es procesado en la subrutina de Comando, y conjuntamente con los datos que se tengan en el BUS del 8748, permiten activar a trav $\acute{e}$ s del p $\acute{o}$ rtico P2, el contacto correspondiente a dicho tono.

- P17 : para detectar la presencia en la l $\acute{i}$ nea telef $\acute{o}$ nica, de una doble frecuencia, ya sea para salir de la subrutina de Comando, o para entrar a ella desde la subrutina de Alarma.

- Del BUS

- DB3 : durante este proceso, este pin tiene siempre un 0L, para mantener desactivado Vccsw y con alimentación a los contactos a ser comandados.

- DB4, DB5, DB6 y DB7 : envían las señales de control a los switches análogos, para de esta manera variar la frecuencia de oscilación de los detectores de tono y del generador de tonos. Luego, para la detección de un tono solo uno de estos pines tendrá un 1L, actuando de esta forma, solo uno de los detectores de tono; mientras que para la detección de una doble frecuencia, se habilitan los dos detectores de tono, con un 1L para cada uno, de acuerdo al software de la subrutina de Comando y de la subrutina de Alarma.

- Del pórtico P2

- P20 : activa el relé que corresponde a la primera frecuencia.

- P21 : activa el relé que corresponde a la segunda frecuencia.

- P22 : activa el relé que corresponde a la tercera frecuencia.

- P23 : activa el relé que corresponde a la cuarta frecuencia.

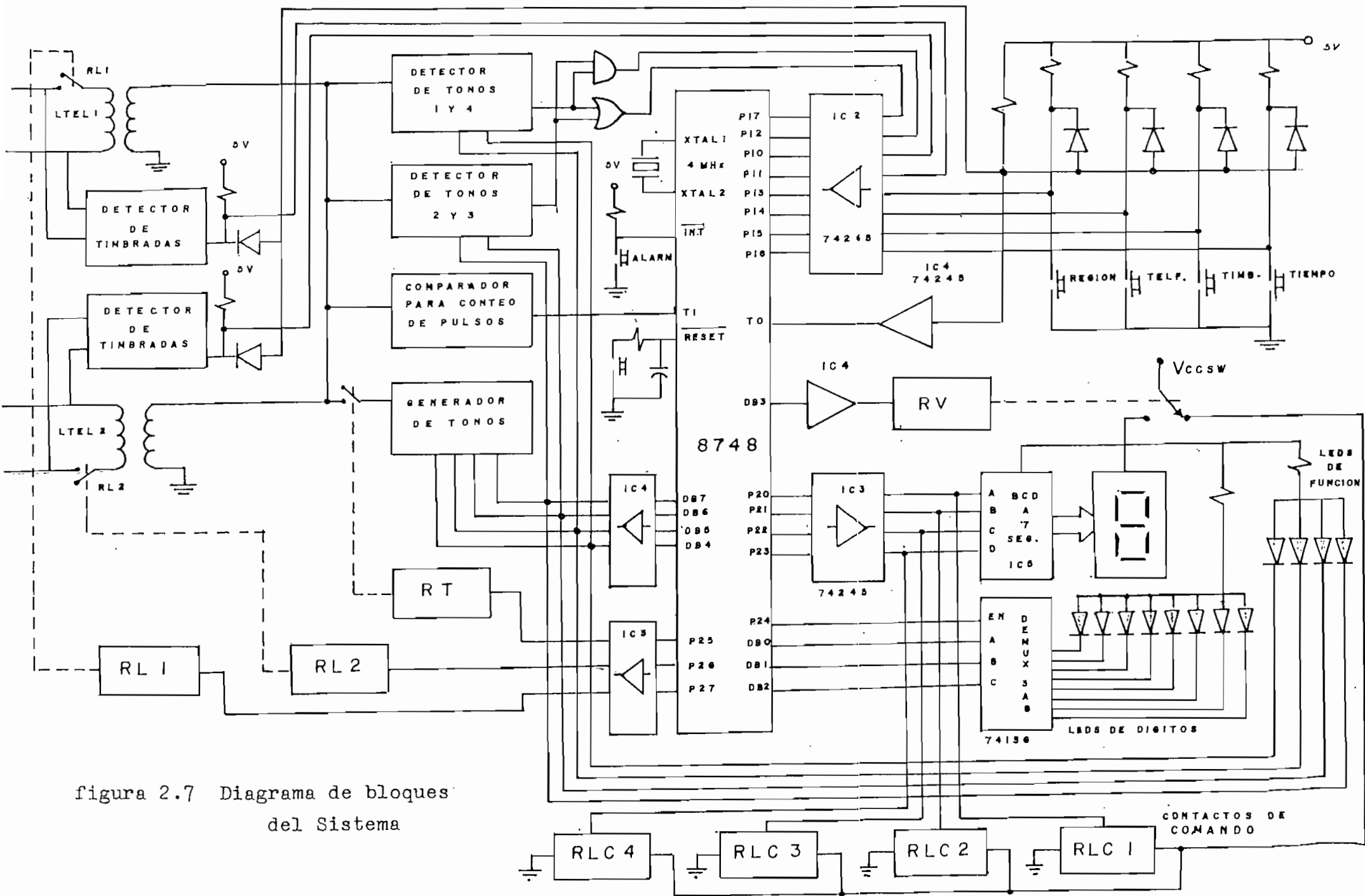


figura 2.7 Diagrama de bloques del Sistema

#### 2.3.4 Generador de tonos de comando

Constituye un generador portátil (equipo portátil), que se debe acoplar acústicamente al micrófono del aparato telefónico, y que permite al usuario ejecutar las siguientes funciones:

- activar/desactivar los cuatro contactos, de acuerdo a su tono respectivo
- ingresar desde el proceso de Alarma al proceso de activación de contactos por tono, al generar el doble tono establecido por el software de dichos procesos, para esta función
- finalizar el proceso de Comando, al generar el doble tono establecido por el software de dicho proceso, para esta función.

Se dispone de cuatro pulsantes para la generación de las frecuencias de comando, y se tiene que:

- para generar un tono, se presiona el pulsante respectivo
- para generar un doble tono, se presiona los pulsantes respectivos.

Para la generación de las cuatro frecuencias se utiliza el CI. LM 324N (Quad Operational Amplifiers), que contiene cuatro amplificadores operacionales, utilizando cada uno de ellos, como un generador de ondas sinusoidales (puente de WIEN).

Para cada una de las frecuencias, la configuración del circuito esta dada en la figura 2.8.

La frecuencia de oscilación del circuito es:

$$f_o = 1 / ( 2\pi R_c.C_c ) \quad \text{ecuación 2.14}$$

Utilizando valores comerciales de condensadores, para cada una de las frecuencias a generarse se tiene que:

- para  $f_{o1} = 425 \text{ Hz}$

con  $C_{c1} = 0.01 \text{ uF}$                        $R_{c1} = 37448 \text{ ohms}$

siendo  $R_{c1} = R_{Lc} + P_{Lc}$

con  $R_{Lc} = 33 \text{ Kohms}$

$P_{Lc} = 5 \text{ Kohms}$  (potenciómetro de ajuste)

para esta frecuencia se tiene un potenciómetro de ajuste debido a que en algunas Centrales Telefónicas, la frecuencia del tono de invitación a marcar, excede la tolerancia especificada y por tanto, el generador de tonos de Comando debe ser capaz de producir una frecuencia igual a la frecuencia del tono de invitación a marcar que envíe la Central Telefónica a la que pertenezcan las líneas telefónicas conectadas en el equipo Base.

- para  $f_{o2} = 770 \text{ Hz}$

con  $C_{c2} = 0.01 \text{ uF}$                        $R_{c2} = 20688 \text{ ohms}$

- para  $f_{o3} = 852 \text{ Hz}$

con  $C_{c3} = 0.033 \text{ uF}$                        $R_{c3} = 5.6 \text{ Kohms}$

- para  $f_{o4} = 1209 \text{ Hz}$

con  $C_{c4} = 0.0015 \text{ uF}$                        $R_{c4} = 87.6 \text{ Kohms}$



La realimentación negativa está dada por las resistencias  $R_{w1}$  y  $R_{w2}$  que deben cumplir la siguiente relación:

$$( R_{w1} + R_{w2} ) / R_{w1} > 3 \quad \text{ecuación 2.15}$$

por lo que se elige:

$$R_{w2} = 33 \text{ Kohms}$$

$$R_{w1} = 25 \text{ Kohms (potenciómetro de ajuste)}$$

$R_{w1}$  permite ajustar la realimentación negativa para que la forma de onda generada sea completamente sinusoidal, pues se pueden tener los siguientes casos:

- la relación de resistencias está en el límite establecido por la ecuación 2.15 y el puente de Wien no oscila
- se cumple en exceso la relación establecida por la ecuación 2.15 y la forma de onda se satura.

El operacional está polarizado con una sola fuente y se utiliza dos diodos zener de tal forma que el voltaje de referencia sea la mitad del voltaje de polarización del operacional, y filtrando el voltaje de referencia a tierra - con un condensador de 47  $\mu\text{F}$ .

Al presionar cualquier pulsante, la frecuencia respectiva se amplifica mediante un amplificador de audio constituido por el CI. LM 380N-8, teniendo esta señal en un parlante - (8ohms 1/2 W), el cual se deberá acoplar acústicamente al micrófono del aparato telefónico. La configuración del circuito se muestra en la figura 2.9.

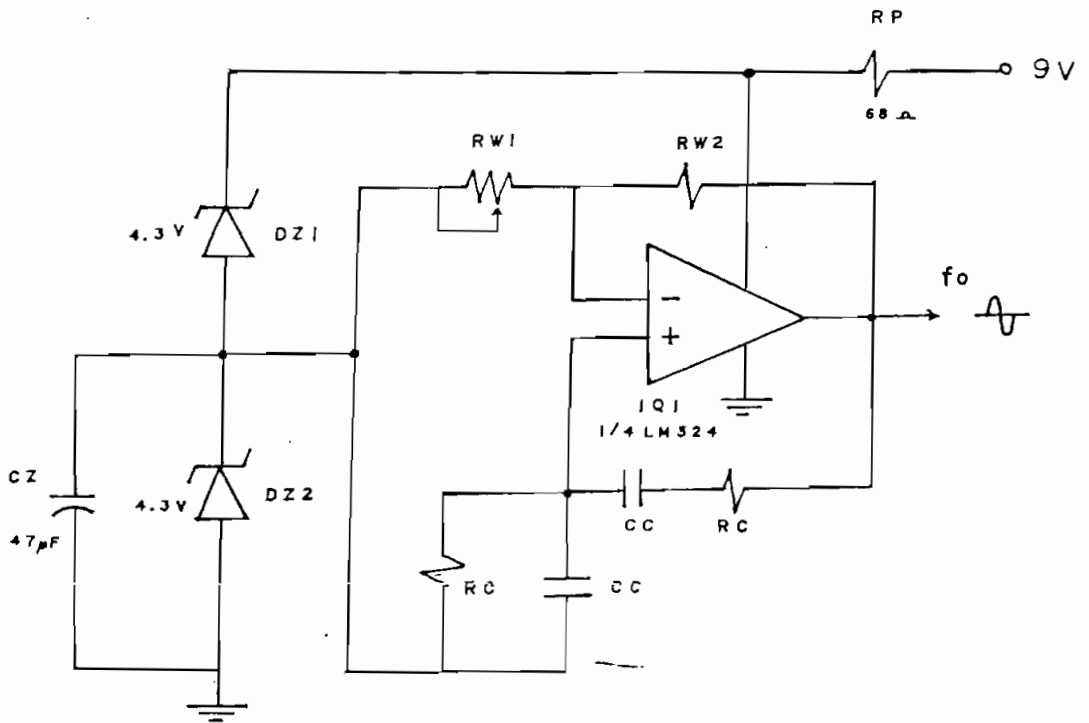


figura 2.8 Puente de Wien

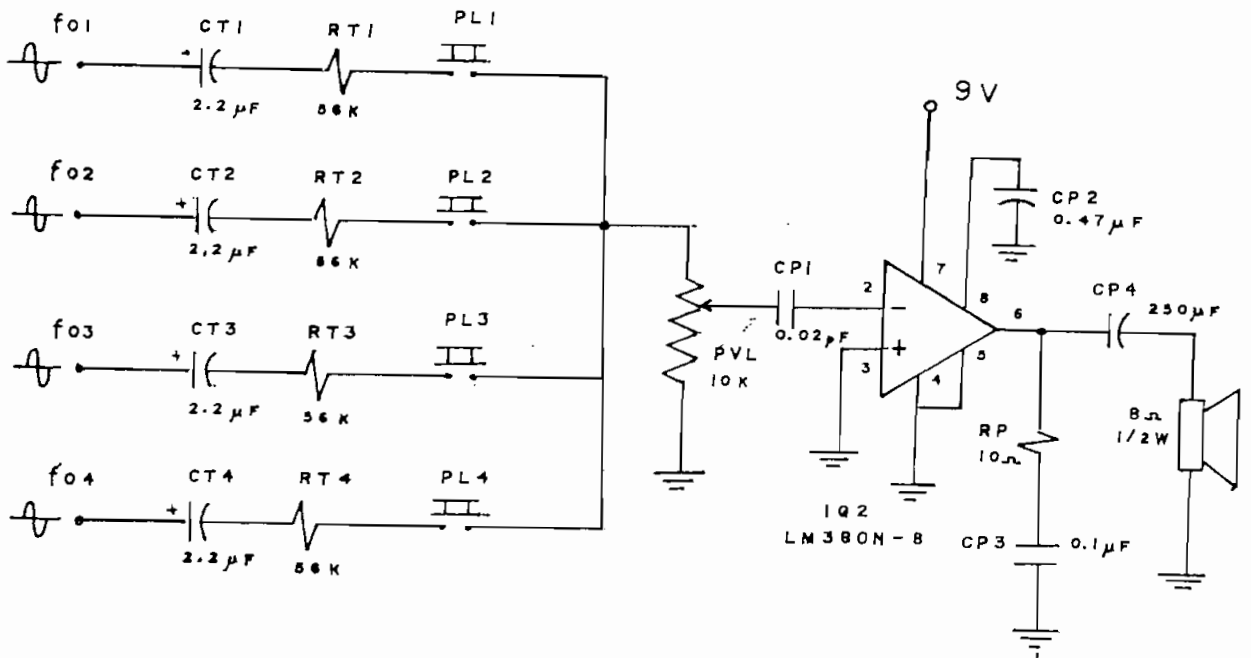


figura 2.9 Generador de tonos de comando

## 2.4 PROTECCION

Como protección se describe al circuito de alimentación del equipo Base, constituido de dos fuentes de energía: una principal y otra de emergencia, de tal forma que el equipo se encuentre siempre alimentado.

La configuración del circuito se la puede observar en la figura 2.10.

La fuente de energía principal constituye la red pública de energía eléctrica, que permite obtener los voltajes de polarización a partir de un transformador y de circuitos de rectificación, filtrado y regulación.

Las baterías constituyen la fuente de energía de emergencia las cuales entran en funcionamiento el momento en que por cualquier motivo falle la fuente de energía principal.

Las baterías deberán proveer como mínimo una corriente de 500 mA/h para asegurar que el equipo Base siga funcionando al menos dos horas desde el fallo en la fuente principal.

La fuente de energía principal alimenta a todo el equipo Base y mediante la resistencia Rx y el diodo Dx1 permite tener una corriente de conservación de carga de las baterías, luego se tiene que:

$$R_x = ( V_I - V_d - V_{bat} ) / I_{cvn} \quad \text{ecuación 2.16}$$

donde:

$R_x$  = resistencia de limitación

$V_I$  = voltaje rectificado y filtrado

$V_I = 13 \text{ V}$

$V_d$  = voltaje en el diodo  $D_{x1}$

$V_d = 0.6 \text{ V}$

$V_{bat}$  = voltaje de las baterías

$V_{bat} = 12 \text{ V}$

$I_{cvm}$  = corriente de conservación de carga de las baterías

$I_{cvm} = 40 \text{ mA}$

luego, de la ecuación 2.16  $R_x = 10 \text{ ohms}$

Los diodos  $D_{x2}$  y  $D_{x3}$  forman una compuerta OR que permite tener siempre los voltajes de polarización  $V_1$  y  $V_2$ , ya sea desde la fuente principal o de la de emergencia.

El voltaje  $V_1$  actúa sobre los reles, el generador de tonos de indicación (CI. LM 566) y sobre el regulador de 5V cuyo CI. es el LM 340T-5 que permite obtener el voltaje  $V_2$  (5V) que polariza a los demás circuitos del equipo Base.

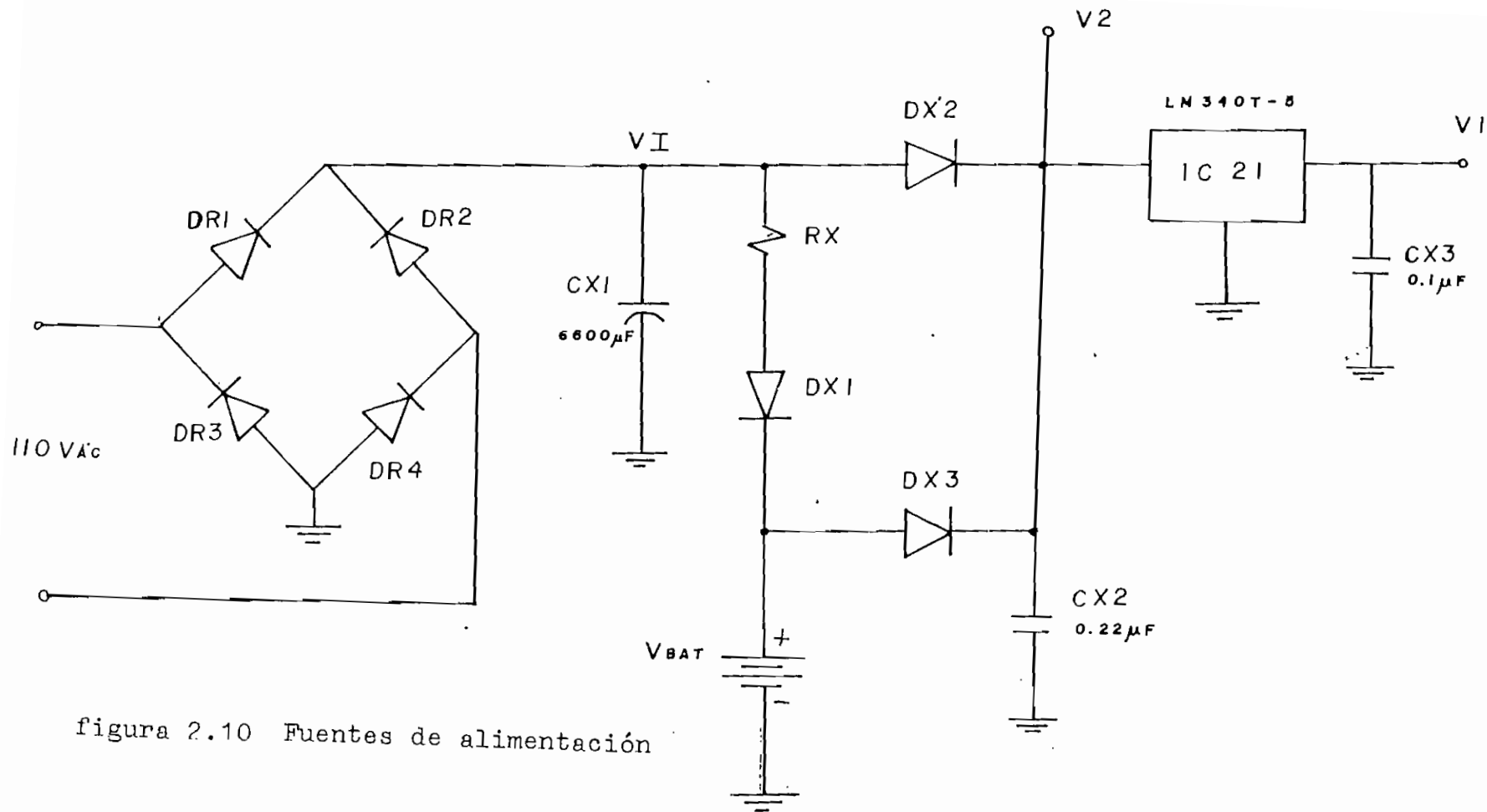


figura 2.10 Fuentes de alimentación

### 3.1 DESCRIPCION DEL PROGRAMA

En este capítulo se describe la función que desempeñan cada una de las subrutinas, y la forma como estas fueron diseñadas, permitiéndole de esta manera, el tener conocimiento de la forma de funcionamiento del sistema.

El programa está dividido en:

- Programa principal
- Subrutina de entrada de datos
- Subrutina de comando
- Subrutina de alarma
- Subrutinas auxiliares

#### Programa principal

Inicialmente, predefine valores a los parámetros a programarse en la subrutina de entrada de datos y que serán utilizados en las subrutinas de comando y alarma.

Mantiene activos los contactos de acuerdo a una orden previa y está en espera de una orden para acudir a cualquiera de las tres subrutinas principales, ya sea para entrada de datos, comando o alarma.

El pin test T0 del microcontrolador 8748 es el que permite saber si es que se requiere la atención, ya sea a la subrutina de entrada de datos o a la de comando. Su nivel lógico

co en reposo es 1L, y se tendrá un OL como indicación de atención a una de las subrutinas, en el momento en que exista una timbrada en cualquiera de las dos líneas, o que se ha presionado un pulsante de cualquiera de las opciones de entrada de datos.

La atención a la subrutina de interrupción constituye la subrutina de alarma, y se lo hará el momento en que exista un OL en el pin INT del 8748.

#### Subrutina de entrada de datos

Esta subrutina permite programar los siguientes parámetros:

- Código de Región (del equipo Base)
- Números telefónicos
- Número de timbradas
- Tiempo de espera

#### a) Código de Región

Permite seleccionar la Región en la que va a trabajar el equipo Base, de tal forma que se pueda distinguir entre llamadas dentro de la misma Región o locales, y llamadas a otra Región o de larga distancia nacional.

Por lo tanto, los números a ser programados dentro del Código de Región son:

- 2 - para la Región 1 (Quito)
- 4 - para la Región 2 (Guayaquil)
- 7 - para la Región 3 (Cuenca)

b) Números telefónicos

Se puede programar cuatro números telefónicos, los cuales serán utilizados dentro de la subrutina de alarma, para llamar secuencialmente a cada uno de ellos, enviando la señal de alarma, en un proceso que terminará únicamente el momento en que de cualquiera de estos números se tenga la confirmación de haber recibido la alarma.

Dentro de esta programación se tendrá que ingresar primero el código de Región correspondiente al número telefónico, de tal forma que al compararlo con el código de Región programado anteriormente, se puedan distinguir entre llamadas locales y de larga distancia nacional.

Una vez programado el código de Región, se programa los seis dígitos que componen el número telefónico local.

c) Número de Timbradas

Es uno de los parámetros a cumplirse dentro del proceso de aceptación de una segunda llamada válida (para la activación de contactos por tono), esto es:



Se programa el número de timbradas que se deberá tener dentro de la primera llamada, para que la segunda llamada en la misma línea, pueda ser considerada como válida si es que cumple el segundo requisito que es el tiempo de espera entre la primera y segunda llamada, y el equipo tome línea y espere las ordenes de activación de contactos por tono.

d) Tiempo de espera entre llamadas

Es el tiempo de espera entre la primera y la segunda llamada, de tal forma que la segunda llamada sea válida si es que antes cumplió con el primer requisito que es el número de timbradas en la primera llamada, consiguiendose de esta manera, que el equipo tome línea y espere las ordenes de activación de contactos por tono.

Si la segunda llamada se produce después de este tiempo de espera, esta se constituirá en una primera llamada de un nuevo proceso.

Subrutina de Comando

Dentro de esta subrutina se procesan los datos de número de timbradas en la primera llamada y tiempo de espera entre llamadas, para aceptar como válida una segunda llamada, en la misma línea donde se produjo la primera.

Una vez que se ha cumplido esto, y el equipo toma la línea contestando así a la segunda llamada, el usuario estará en la posibilidad de activar y desactivar cuatro contactos, - de acuerdo a cuatro diferentes tonos enviados acústicamente con el generador de tonos (equipo Portátil), a través de la línea telefónica.

Dentro de este proceso, el equipo estará en espera de una doble frecuencia que indicará que se quiere finalizar la subrutina de Comando.

#### Subrutina de Alarma

Al producirse la alarma, el equipo tomará alternativamente las dos líneas, hasta esperar en cualquiera de ellas el tono de invitación a marcar, y discará el primer número telefónico que encuentre programado, enviando una señal acústica de alarma a través de la línea telefónica durante dos minutos, tiempo en el cual esperará la confirmación del otro lado de la línea, de haber recibido la alarma.

Esta confirmación puede ser hecha de dos formas:

- en un sistema con señalización decádica, se deberá discar el número 7 (código de verificación)
- en un sistema con señalización multifrecuencial, se deberá pulsar el número 7 (código de verificación).

Si la confirmación de alarma no se produce, se procede a llamar al siguiente número telefónico, y se continuará con este proceso cíclico, hasta que de cualquiera de estos números se tenga la confirmación de haberla recibido.

El momento en que se ha confirmado el haber recibido la alarma, se puede enviar la respectiva doble frecuencia que permite entrar directamente en el proceso de activación de contactos por tono; en caso contrario, el proceso de alarma finaliza cerrando la línea y manteniendo la condición de los contactos.

### 3.2 PROGRAMA PRINCIPAL

La primera función del programa principal es la de predefinir valores de los parámetros a ser programados en el proceso de entrada de datos, de la siguiente manera:

- 3 minutos para el tiempo de espera entre llamadas
- 4 timbradas durante la primera llamada
- 2 como código de Región del equipo Base
- 0 en todos los dígitos de los cuatro números telefónicos.

Luego, entra en un lazo en el cual realiza las siguientes funciones:

- habilita la interrupción
- mantiene la condición de activado/desactivado de los contactos según su última orden
- espera orden para atender a las subrutinas de Comando o Entrada de datos.

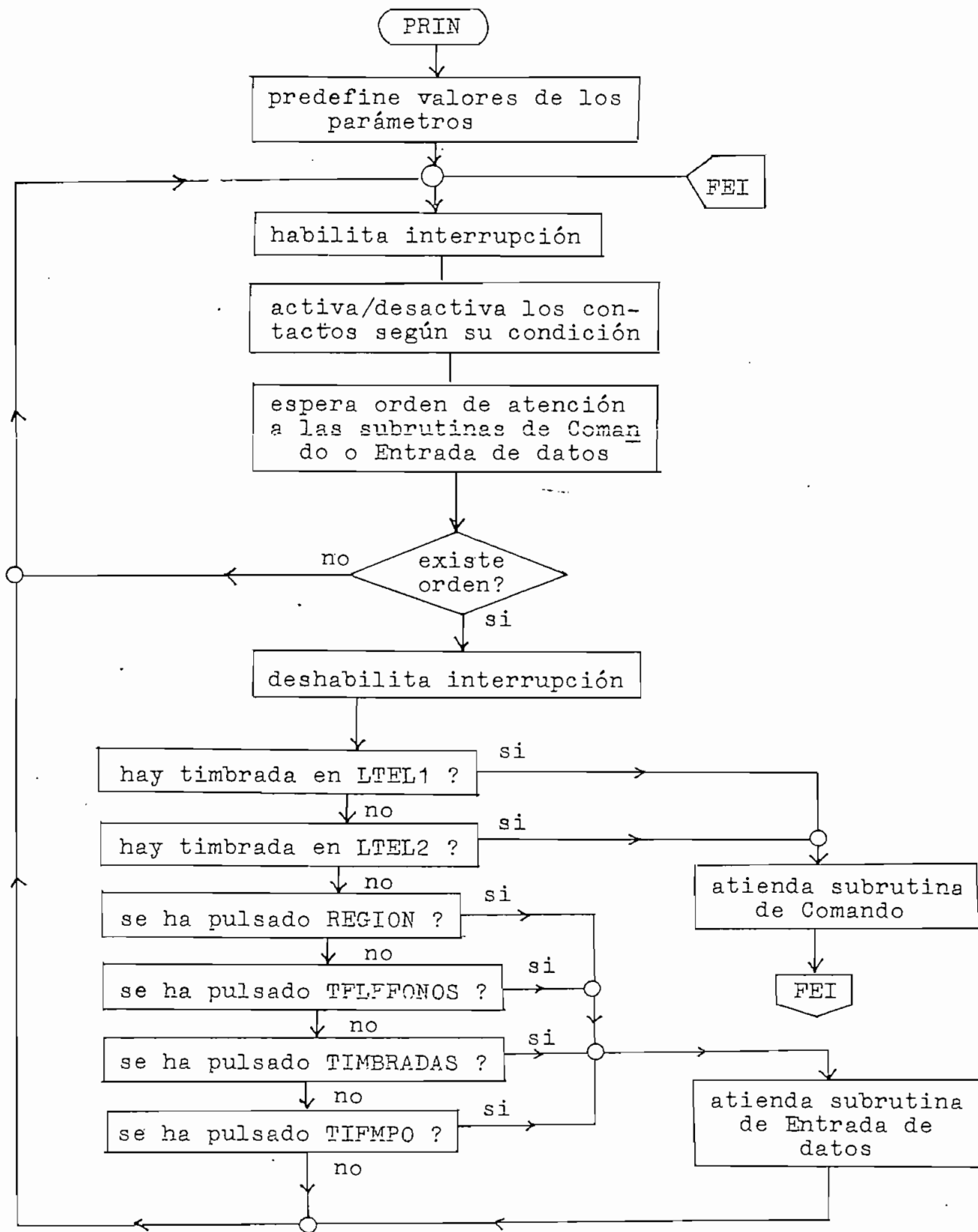
Para acudir a la subrutina de Alarma, se lo hará el momento en que se produzca una interrupción, de acuerdo a la condición del nivel lógico que se tenga en el pin de interrupción INT del microcontrolador 8748.

El momento en que se produzca la interrupción, el programa causa un salto a la subrutina de interrupción, cuya primera instrucción esta en la localidad 3 de la memoria por lo que la instrucción de esta localidad es un salto hacia la subrutina de Alarma propiamente dicha.

Para acudir a las subrutinas de Entrada de datos o de Comando, el programa principal esta chequeando permanentemente la condición del pin test T0, que tendrá un nivel de OL el momento en que deba atender a cualquiera de estas dos subrutinas, chequeando los niveles lógicos de los bits del p<sub>ó</sub>r<sub>t</sub>i<sub>c</sub>o P1 en donde se tendrá que:

- si b0 = 0 se produjo una timbrada en la línea LTEL1 y acudirá a la subrutina de Comando
- si b1 = 0 se produjo una timbrada en la línea LTEL2 y acudirá a la subrutina de Comando
- si b3 = 0 se ha pulsado la tecla de REGION y acudirá a la subrutina de Entrada de datos
- si b4 = 0 se ha pulsado la tecla de TELEFONOS y acudirá a la subrutina de Entrada de datos
- si b5 = 0 se ha pulsado la tecla de TIMBRADAS y acudirá a la subrutina de Entrada de datos
- si b6 = 0 se ha pulsado la tecla de TIEMPO y acudirá a la subrutina de Entrada de datos.

3.2.1 Diagrama de flujo del programa principal



### 3.2.2 Listado del programa principal

```

CPU      "8048.TEL"
ORG      000H
PRIN:    EN      I      ;habilita interrupcion
        JMP      DFIN   ;predefine valores de los
        ;parametros
        JMP      ALAR   ;acude a la subrutina de
        ;alarma el momento en que se
        ;produzca una interrupcion
FEI:     EN      I      ;habilita interrupcion
        ANL      BUS,#0 ;desactiva Vccsw
        MOV      RO,#32 ;puntero a la localidad de me-
        ;moria que contiene la condi-
        ;cion de los contactos
        MOV      A,@RO  ;activa/desactiva los contactos
        OUTL    P2,A    ;segun su condicion
        JTO     FEI     ;espera orden de atencion a las
        ;subrutinas de entrada de datos
        ;o de Comando
        DIS     I      ;deshabilita interrupcion
        IN      A,P1    ;existe orden?
        CPL     A
        JB0    AGE     ;timbrada en la linea LTEL1
        JB1    AGE     ;timbrada en la linea LTEL2
        JB3    PREG    ;se ha pulsado la tecla REGION
        JB4    PTEL    ;se ha pulsado la tecla TELEFONOS
        JB5    PBEL    ;se ha pulsado la tecla TIMBRADAS
        JB6    PTIP    ;se ha pulsado la tecla TIEMPO
        JMP     FEI     ;ninguna de estas opciones
AGE:     CALL    LLAM   ;atiende a la subrutina de
        ;Comando
        JMP     FEI
PREG:    CALL    REG    ;atiende a la subrutina de REGION
        JMP     FEI
PTEL:    CALL    TEL    ;atiende a la subrutina de
        ;TELEFONOS
        JMP     FEI
PBEL:    CALL    BEL    ;atiende a la subrutina de
        ;TIMBRADAS
        JMP     FEI
PTIP:    CALL    TIM    ;atiende a la subrutina de TIEMPO
        JMP     FEI

```

### 3.3 SUBROUTINA DE ENTRADA DE DATOS

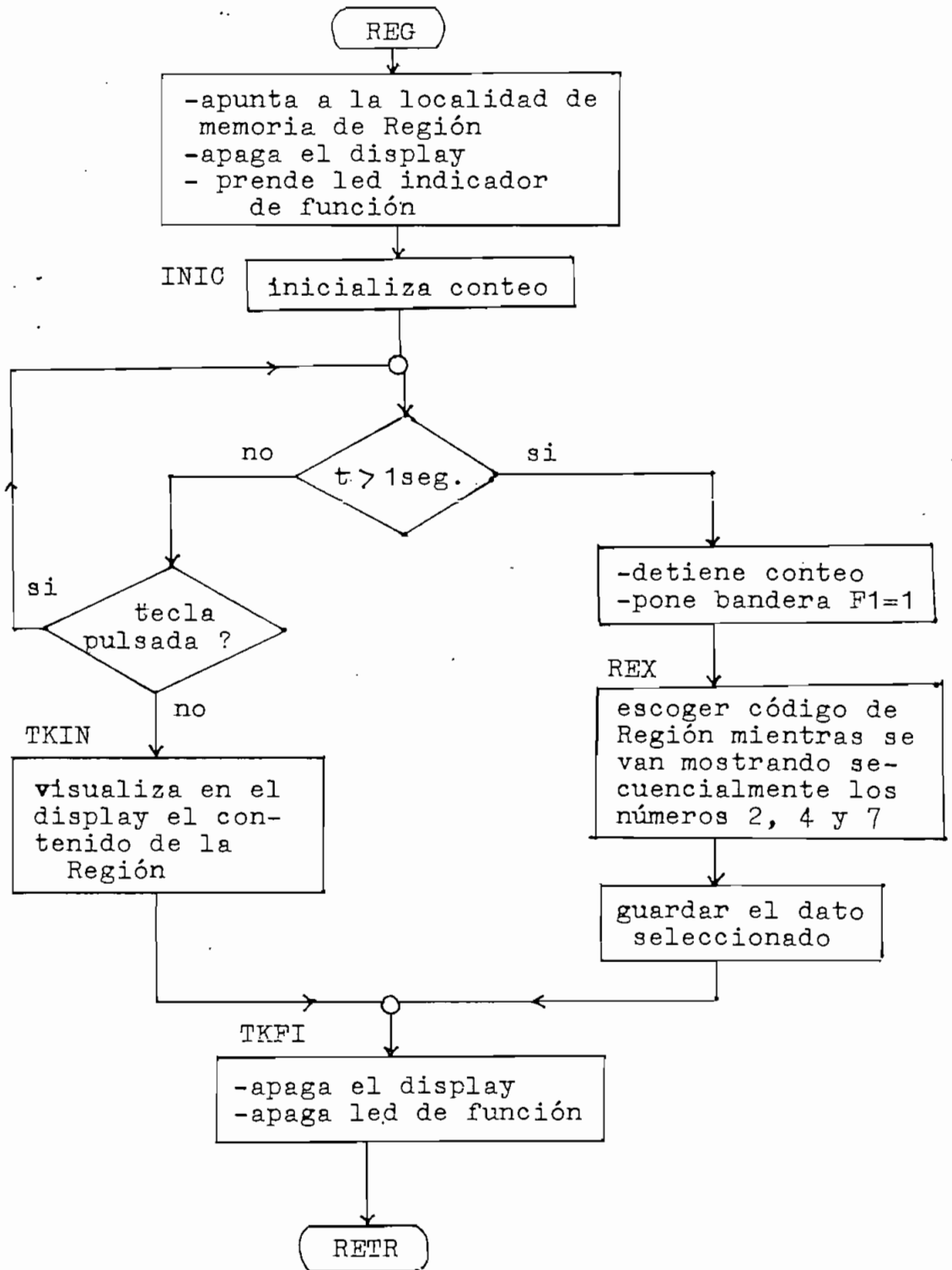
Permite programar los parámetros a ser utilizados en las subrutinas de Comando y Alarma, y se tiene que:

- al presionar el pulsante de cualquiera de las opciones, se enciende el correspondiente led de función
- si el pulsante es presionado por más de 1seg. se entra al modo de programación del respectivo parámetro
- si el pulsante es presionado por menos de 1seg, se entra al modo de verificación del parámetro programado anteriormente
- se finaliza la programación/verificación, apagando el display y el led indicador de función.

#### 3.3.1 Ingreso de Región

- a) En el modo de verificación, se muestra en el display por 3 seg. el contenido de la Región previamente programado.
- b) En el modo de programación, aparecen secuencialmente en el display los números 2, 4 y 7 correspondientes a las distintas Regiones, seleccionándose cualquiera de ellos el momento en que se deje de presionar el pulsante en el número que se desea.

### 3.3.1.1 Diagrama de flujo del ingreso de Región





### 3.3.1.2 Listado del programa de la subrutina de ingreso de Código de Región

```
REG:  MOV    R0,#35    ;apunta a la localidad de
      ;memoria de Region
      ORL    P2,#0FH  ;apaga el display
      MOV    A,#0E6H  ;prende el led de funcion
      OUTL   BUS,A    ;y activa Vccsw
      CALL   INIC
ONE:   JTF    CNR      ;chequeo de tiempo para
      IN     A,P1     ;visualizacion o entrada
      JB3   MR        ;de datos por el estado
      JMP   ONE       ;del bit 3 de P1
CNR:   DJNZ  R7,ONE   ;fin de chequeo e inicio
      STOP  TCNT     ;de entrada de dato
      CLR   F1
      CPL   F1       ;F1=1 bandera de Region
      CALL  REX      ;para la subrutina REX
      MOV   A,R5     ;guarda el dato seleccion-
      MOV   @R0,A    ;nado en la sub. REX
      JMP   UR
MR:    CALL  TKIN    ;muestra en el display el
      ;dato
UR:    CALL  TKFI    ;apaga Vccsw y da un tiempo
      ;de espera
      CLR   F1       ;resetea la bandera
      RETR
```

### 3.3.2 Ingreso de teléfonos

a) En el modo de verificación se muestra el contenido de los cuatro números telefónicos, de la siguiente forma:

Se encienden alternativamente los 8 leds correspondientes a cada dígito del número telefónico y se muestra en el display su respectivo valor; luego se tiene que:

- al encenderse el primer led de dígitos, el display muestra 0, como prefijo nacional
- al encenderse el segundo led de dígitos, el display muestra el correspondiente valor del código de Región de dicho número
- los 6 dígitos correspondientes al número telefónico local se van mostrando alternativamente en el display e indicando a que dígito corresponde, mediante los restantes leds de dígitos.

Una vez que se ha terminado de mostrar un número telefónico, se apagan por 2seg. el display y los leds de dígitos, para nuevamente empezar a mostrar el siguiente número telefónico.

Cuando se ha terminado de mostrar los cuatro números telefónicos, desactiva Vccsw y retorna al programa principal.

b) El modo de programación consta de tres etapas:

b1) como primer paso, en el display aparecen secuencialmente los números 1, 2, 3 y 4 como indicadores de que número telefónico es el que se desea programar. Una vez seleccionado, se prende el primer led de dígitos y aparece 0 en el display, como primer dígito del número telefónico.

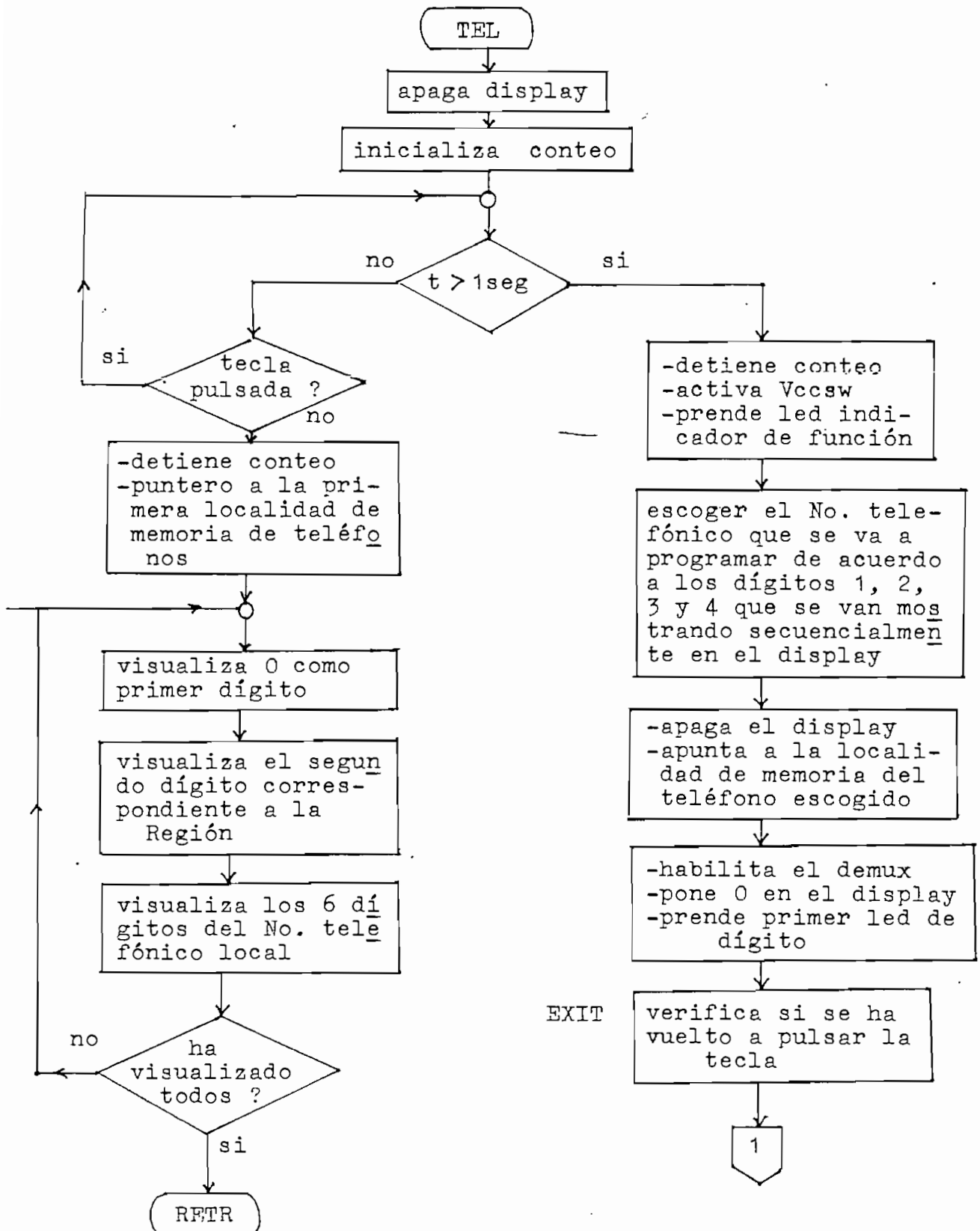
b2) Luego se enciende el segundo led de dígitos y en el display aparecen secuencialmente los números 2, 4 y 7 de tal forma de poder ingresar como segundo dígito, el código de Región.

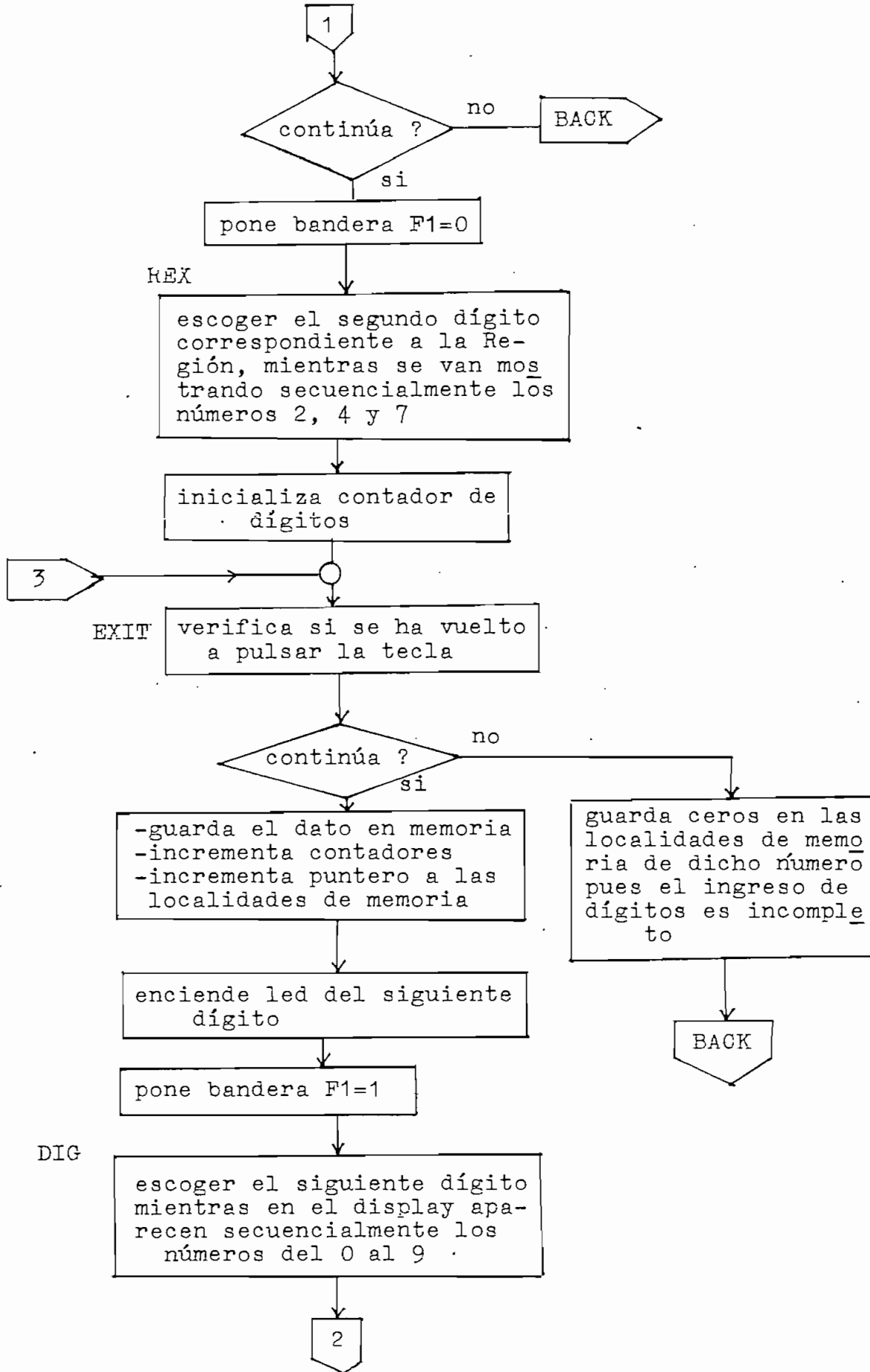
b3) Luego se encienden sucesivamente los restantes leds de dígitos y aparecen en el display secuencialmente los números del 0 al 9 hasta seleccionar uno de ellos y completar la programación del número telefónico local.

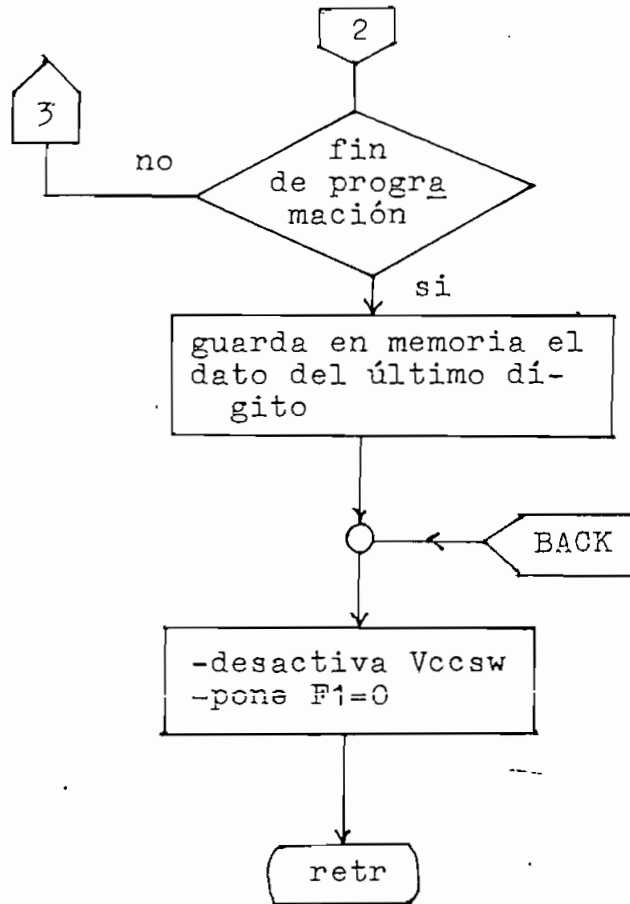
Durante el ingreso de cada uno de los dígitos, se chequea si se ha vuelto a presionar el pulsante de TELEFONOS hasta completar el ingreso del número telefónico.

Si el ingreso es incompleto, se almacena ceros en las localidades de memoria correspondientes a dicho número, evitando de esta manera, el que se pueda marcar a un número telefónico erróneo.

### 3.3.2.1 Diagrama de flujo de ingreso de números telefónicos







### 3.3.2.2 Listado del programa de la subrutina de ingreso de Números Telefónicos

```

TEL:   ORL      P2,#OFH ;apaga el display
        CALL    INIC
TWO:   JTF      CONT    ;chequeo de tiempo para vi-
        IN      A,P1    ;sualizacion o entrada de
        JB4     MTE     ;datos por el estado del
        JMP     TWO     ;bit 4 de P1
CONT:  DJNZ     R7,TWO
        JMP     DTE
MTE:   STOP     TCNT    ;fin de chequeo e inicio de
        MOV     R5,#4   ;visualizacion de los 4 nu-
                        ;meros telefonicos
        MOV     R0,#36 ;puntero a la localidad de
                        ;memoria del primer numero
LUL:   CALL     UNO     ;muestra 0 como primer digito
        CALL     DOS    ;muestra el digito de Region
        CALL     VIST   ;muestra alternativamente los
                        ;6 digitos del numero telef.
        DJNZ     R5,LUL ;lazo hasta mostrar los 4 nu-
                        ;meros telefonicos
DTE:   RETR     STOP    ;fin de chequeo e inicio de
        STOP     TCNT   ;entrada de datos
        MOV     R3,#0D8H
        MOV     A,R3    ;activa Vccsw y prende el led
        OUTL    BUS,A   ;de funcion
        MOV     R0,#1   ;puntero de indicacion del
                        ;numero telefonico
TRES:  MOV     A,R0     ;indicacion de que numero se
        CALL    MIZE    ;quiere programar
        JB4     NUM    ;chequeo de aceptacion
        MOV     A,R0
        JB2     QUOI
        JMP     GAN
QUOI:  MOV     R0,#0
GAN:   INC     R0
NUM:   ORL      P2,#OFH ;apaga el display
        MOV     R7,#60
        CALL    TIME
        MOV     A,R0
        DEC     A
        JZ     TU      ;primer numero telefonico
        DEC     A
        JZ     TD      ;segundo numero telefonico
        DEC     A
        JZ     TT      ;tercer numero telefonico
        MOV     R0,#57 ;puntero a la primera locali-
        JMP     DROI   ;dad del cuarto numero telef.
TU:   MOV     R0,#36   ;puntero a la primera locali-
        JMP     DROI   ;dad del primer numero telef.
TD:   MOV     R0,#43   ;puntero a la primera locali-
        JMP     DROI   ;dad del segundo numero telef.
TT:   MOV     R0,#50   ;puntero a la primera locali-
DROI:  MOV     A,R0    ;dad del tercer numero telef.
        MOV     R1,A

```

```
MOV      A,#10H    ;habilita el demux y pone 0
CALL    MIZE      ;al display
INC     R3        ;enciende led del siguiente
MOV     A,R3      ;digito
OUTL   BUS,A
CALL    EXIT      ;verifica ingreso completo
MOV     A,R2
JNZ     BACK
CLR     F1        ;bandera de No. telefonico
CALL    REX      ;para la subrutina REX
MOV     R4,#6     ;contador de digitos de
                ;numero telefonico
MIX:    CALL     EXIT ;verifica ingreso completo
MOV     A,R2
JNZ     NPT
MOV     A,R5      ;guarda el digito del numero
                ;telefonico

MOV     @R0,A
INC     R0
INC     R3        ;enciende el led del siguien-
MOV     A,R3      ;te digito
OUTL   BUS,A
CLR     F1        ;banderas de No. telefonico
CPL     F1        ;para la subrutina DIG
CALL    DIG
DJNZ   R4,MIX
MOV     A,R5
MOV     @R0,A
JMP     BACK
NPT:    MOV     R2,#7 ;almacena ceros si el numero
CERO:   CLR     A   ;ingresado es incompleto
MOV     @R1,A
INC     R1
DJNZ   R2,CERO
BACK:   ANL     BUS,#0 ;desactiva Vccsw
CLR     F1
RETR
```



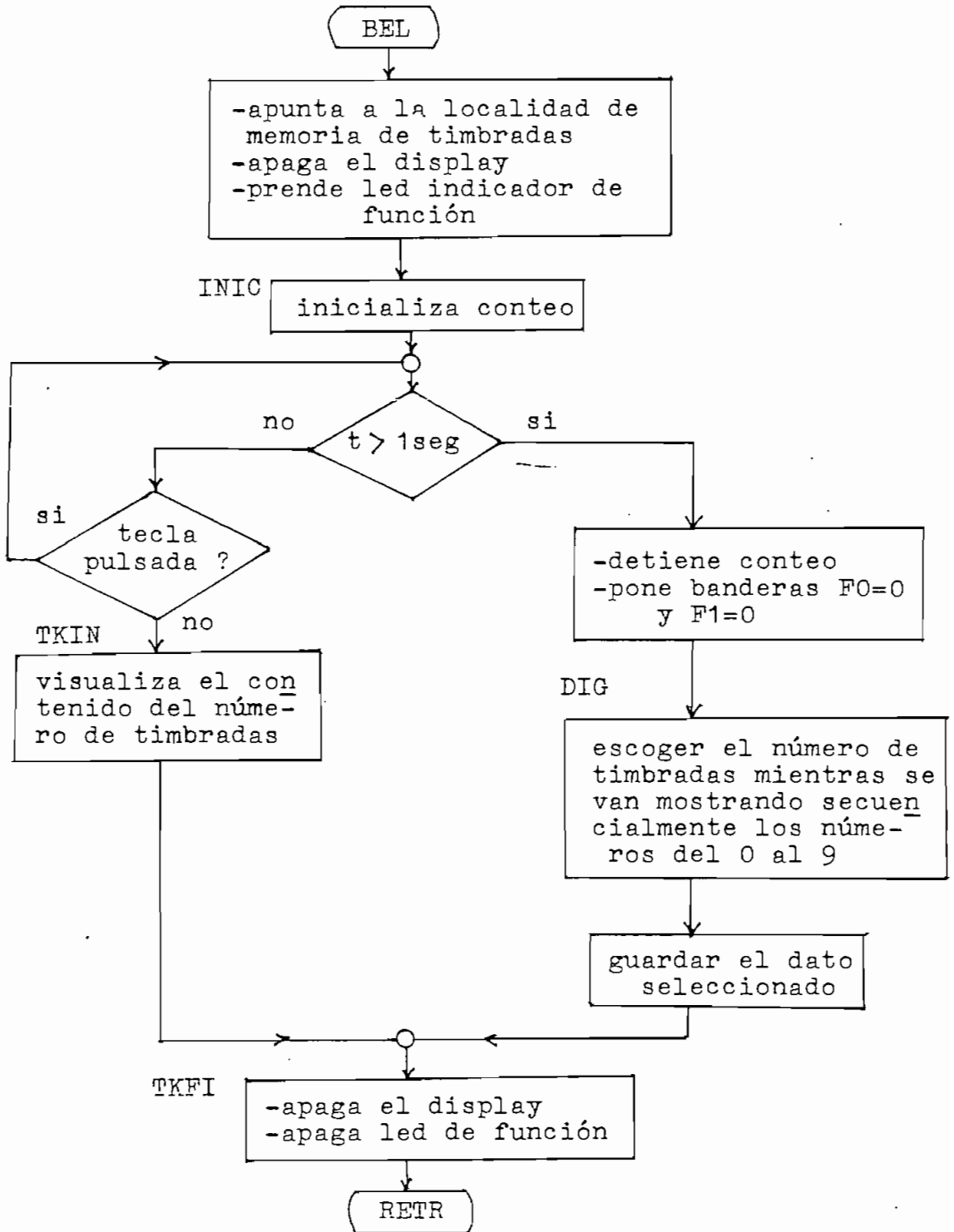
### 3.3.3 Ingreso de número de timbradas

El ingreso de número de timbradas permite hacer más selectivo el acceso a la activación de contactos, puesto que el equipo no tomará línea en una primera llamada, sino que esta sirve para la aceptación de una segunda llamada, solamente si se cumple dentro de la primera, el número de timbradas - que el usuario ha programado.

Se tiene que:

- a) En el modo de verificación, se muestra en el display por 3 seg. el contenido del número de timbradas previamente programado.
  
- b) En el modo de programación, aparecen secuencialmente en el display los números del 0 al 9, para la selección de uno de ellos como dato, y de acuerdo a esto se tiene:
  - 1 - una timbrada durante la primera llamada
  - 2 - dos timbradas durante la primera llamada
  - 3 - tres timbradas . . .
  - .
  - .
  - 9 - nueve timbradas . . .
  - 0 - diez timbradas durante la primera llamada

3.3.3.1 Diagrama de flujo del ingreso de número de timbradas



### 3.3.3.2 Listado del programa de la subrutina de ingreso de Número de Timbradas

```
BEL:   MOV     R0,#34    ;apunta a la localidad de
        ;memoria del No. de timbradas
        ORL     P2,#0FH ;apaga el display
        MOV     A,#0B8H ;prende el led de funcion y
        OUTL    BUS,A   ;activa Vccsw
        CALL    INIC
HOT:   JTF     CNB      ;chequeo de tiempo para vi-
        IN      A,P1    ;sualizacion o entrada de da-
        JBS     MB      ;tos por el estado del bit
        JMP     HOT      ;5 de P1
CNB:   DJNZ    R7,HOT
        STOP    TCNT    ;fin de chequeo e inicio de
        ;entrada de dato
        CLR     F0      ;banderas para el No. de tim-
        CLR     F1      ;bradas en la subrutina DIG
        CALL    DIG
        MOV     A,R5     ;guarda el dato del No. de
        MOV     @R0,A    ;timbradas seleccionado en
        ;la subrutina DIG
        JMP     LUG
MB:    CALL    TKIN     ;muestra en el display el dato
LUG:   CALL    TKFI     ;apaga Vccsw y da un tiempo
        ;de espera
        RETR
```

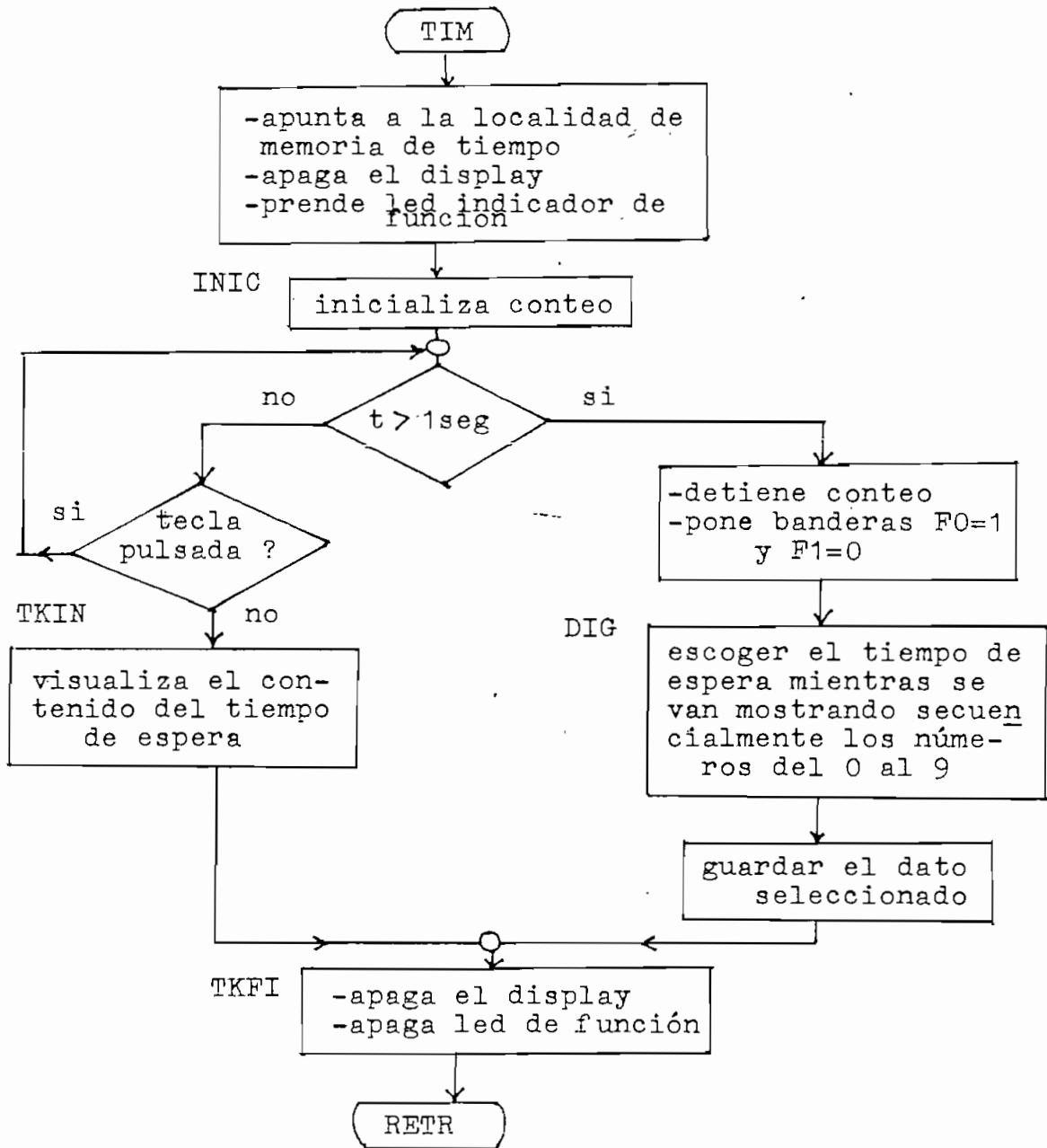
### 3.3.4 Ingreso de tiempo de espera

Esta subrutina permite ingresar otro parámetro más de selectividad para la activación de contactos, que es el tiempo de espera entre la primera y la segunda llamada. Esto es, si durante la primera llamada se ha cumplido con el número de timbradas programado, se inicia el tiempo de espera durante el cual se aceptará una segunda llamada en la misma línea donde se produjo la primera; en caso contrario, el sistema volverá a condiciones iniciales y no se aceptará la segunda llamada, sino que esta pasará a ser la primera llamada de un nuevo proceso.

Se tiene que:

- a) En el modo de verificación, se muestra en el display por 3 seg, el contenido del tiempo de espera previamente programado.
- b) En el modo de programación, aparecen secuencialmente en el display los números del 0 al 9, para la selección de uno de ellos como dato, y de acuerdo a esto se tiene:
  - 1 - un minuto de espera entre llamadas
  - 2 - dos minutos de espera entre llamadas
  - 3 - tres minutos . . .
  - .
  - 9 - nueve minutos . . .
  - 0 - diez minutos de espera entre llamadas

3.3.4.1 Diagrama de flujo del ingreso del tiempo de espera



### 3.3.4.2 Listado del programa de la subrutina de ingreso de Tiempo de espera entre llamadas

```
TIM:    MOV      R0,#33    ;apunta a la localidad de me-
        ORL      P2,#0FH  ;apaga el display
        MOV      A,#78H  ;prende el led de funcion y
        OUTL    BUS,A    ;activa Vccsw
        CALL    INIC
MON:    JTF      CNT      ;chequeo de tiempo para vi-
        IN       A,P1    ;sualizacion o entrada de da-
        JB      MTI      ;tos por el estado del bit 6
        JMP     MON      ;de P1
CNT:    DJNZ    R7,MON    ;fin de chequeo e inicio de
        STOP    TCNT     ;entrada de dato
        CLR     F0       ;banderas para el tiempo de
        CPL     F0       ;espera en la subrutina DIG
        CLR     F1
        CALL    DIG
        MOV     A,R5     ;guarda el dato de tiempo de
        MOV     @R0,A    ;espera seleccionado en la
        ;subrutina DIG
        JMP     LACE
MTI:    CALL    TKIN     ;muestra en el display el dato
LACE:   CALL    TKFI     ;apaga Vccsw y da un tiempo de
        ;espera
        RETR
```

### 3.4 SUBROUTINA DE COMANDO

En esta subrutina se procesan los datos de número de timbradas en la primera llamada, y tiempo de espera entre la primera y segunda llamada, para aceptar como válida esta última, estableciendo un enlace telefónico entre el equipo y el usuario, momento en el cual se podrá mediante tonos enviados acústicamente a través de la línea telefónica, activar o desactivar cuatro contactos de acuerdo a la frecuencia de cada tono.

El momento en que se produzca una timbrada en cualquiera de las dos líneas, y si corresponde a la primera llamada, pone una bandera para indicar en cual de las dos líneas se produjo, así:

FO = 0 para la línea telefónica LTEL2

FO = 1 para la línea telefónica LTEL1

Cuenta, de acuerdo a la bandera FO, el número de timbradas que se produce en dicha línea y mediante un lazo de tiempo chequea si ha dejado de timbrar, pasando luego a la verificación del número de timbradas.

Se compara el número de timbradas contado en la primera llamada, con el número de timbradas programado, y se tiene que:

Pone F1 = 1 para aceptación de la segunda llamada, si el número de timbradas contado en la primera llamada es igual al

número de timbradas programado, o si se ha producido una timbrada más o una timbrada menos que el número de timbradas programado, introduciéndolo de esta forma un margen de error, ya que el retorno de llamada que recibe el usuario no está sincronizado con la información de timbrada.

Luego se pasará a un tiempo de espera (programado) en el que se esperará una segunda llamada en la misma línea, para aceptarla como válida.

Pone  $F1 = 0$  si el número de timbradas contado en la primera llamada difiere en más de una unidad al número de timbradas programado, y por tanto, una segunda llamada que se produzca en la misma línea, pasará a ser la primera llamada de un nuevo proceso.

Si eventualmente durante este proceso se produce una llamada en la otra línea, las timbradas que se produzcan no serán tomadas en cuenta pues se estarán procesando únicamente aquellas que se produzcan en la línea direccionada por la bandera  $F0$ .

Una vez cumplido el primer requisito, se tomará la información del Tiempo de espera, y mediante un lazo de tiempo se aceptará una segunda llamada. Dentro de este lazo se chequea la condición del pin test  $T0$  que indicará el momento en que se produzca una llamada en cualquiera de las dos líneas, y de acuerdo a esto se tiene que:

- si  $F1 = 0$  se procesa como una primera llamada



- si F1 = 1 se procesa como una segunda llamada.

Si la llamada no se ha producido en la misma línea que la primera llamada, regresa al tiempo de espera de una segunda llamada.

Si la llamada se ha producido en la misma línea que la primera llamada, la aceptará y esperará 6seg. antes de tomar la línea para contestarla; en ese momento se producirá el enlace telefónico entre el usuario y el equipo, y se podrá iniciar el proceso de activación/desactivación de contactos por tono.

El momento que toma la línea, la condición previa de los contactos se mantiene y su nueva condición será la siguiente:

- si un contacto estaba activado y recibe una nueva orden se desactivará
- si un contacto estaba desactivado y recibe una nueva orden se activará.

El proceso de activación de los contactos es el siguiente:

Se activa uno de los dos detectores de tono durante 1 seg. para la detección de una sola frecuencia y se tiene que:

- si no se ha enviado dicho tono se prepara la detección del siguiente tono y chequea si se desea finalizar la subrutina.

- si dicho tono ha sido enviado, se activa/desactiva el correspondiente contacto y se actualiza esta información y se envía un tono de indicación (de activado o desactivado) para informar de que se ha ejecutado la orden. Quita el tono de indicación y se chequea si se desea finalizar la subrutina.

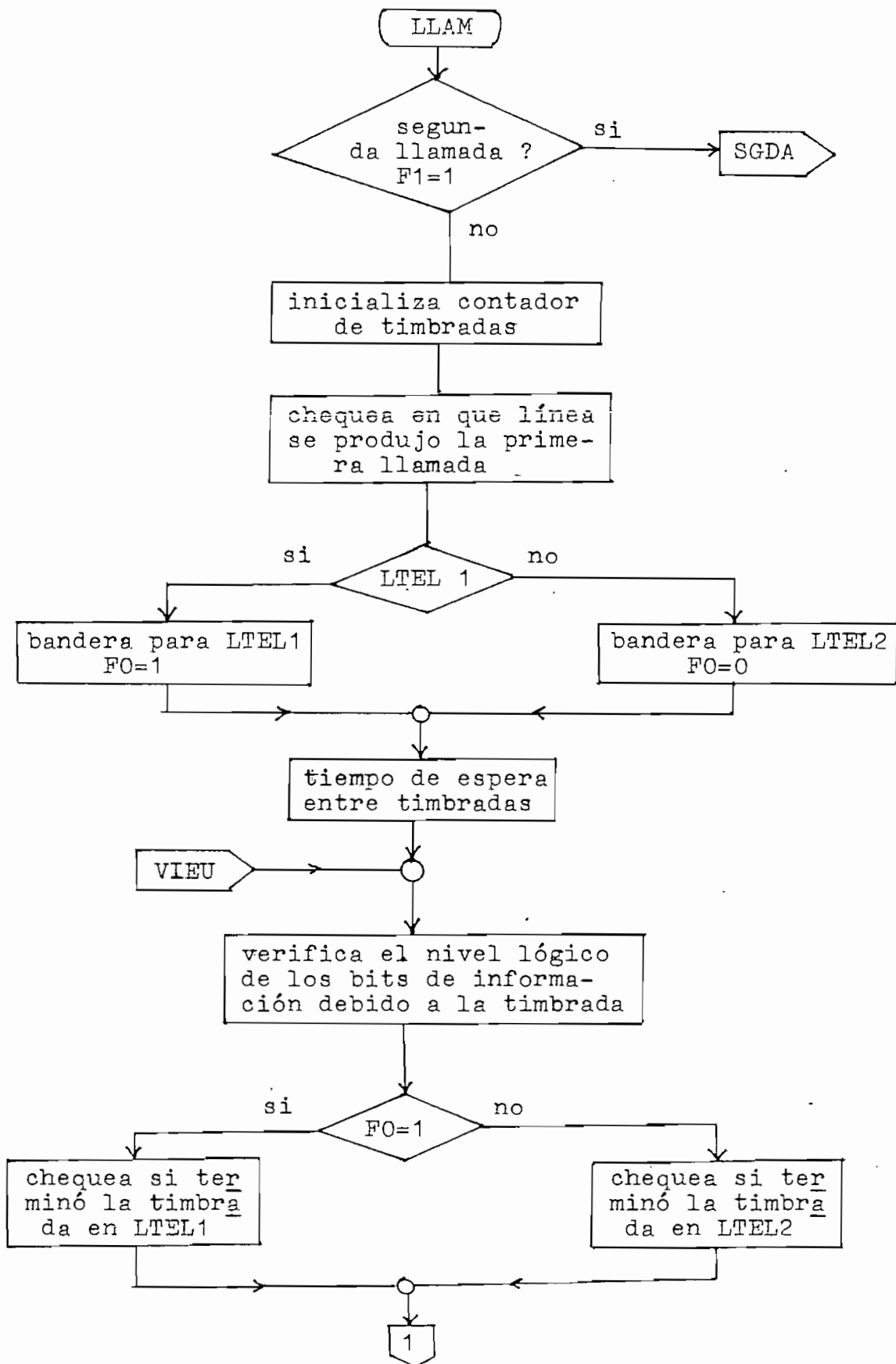
El chequeo de finalización de la subrutina es el siguiente:

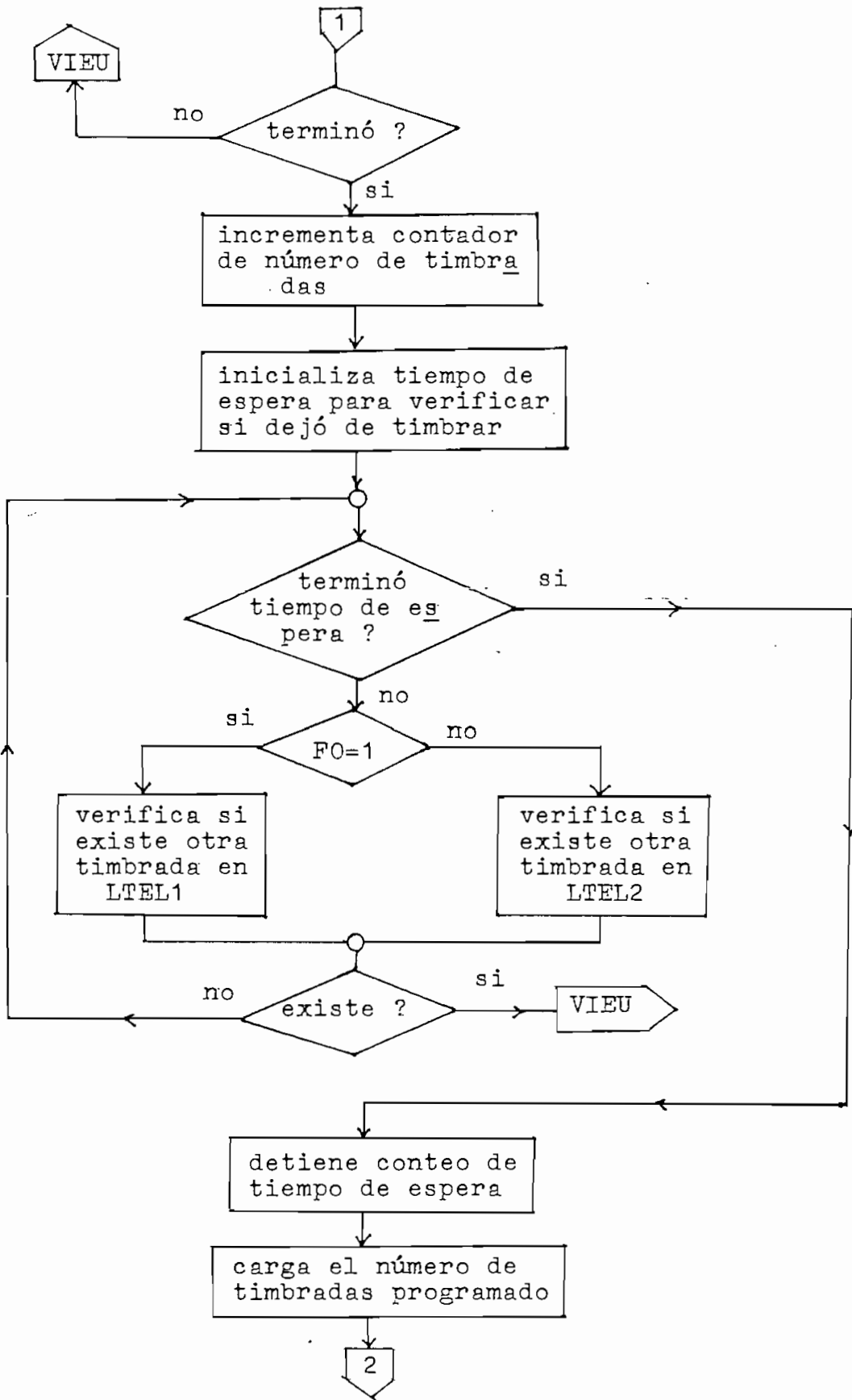
Se activan los dos detectores de tono por 1seg. para la detección de la doble frecuencia correspondiente a fin de la subrutina y se tendrá que:

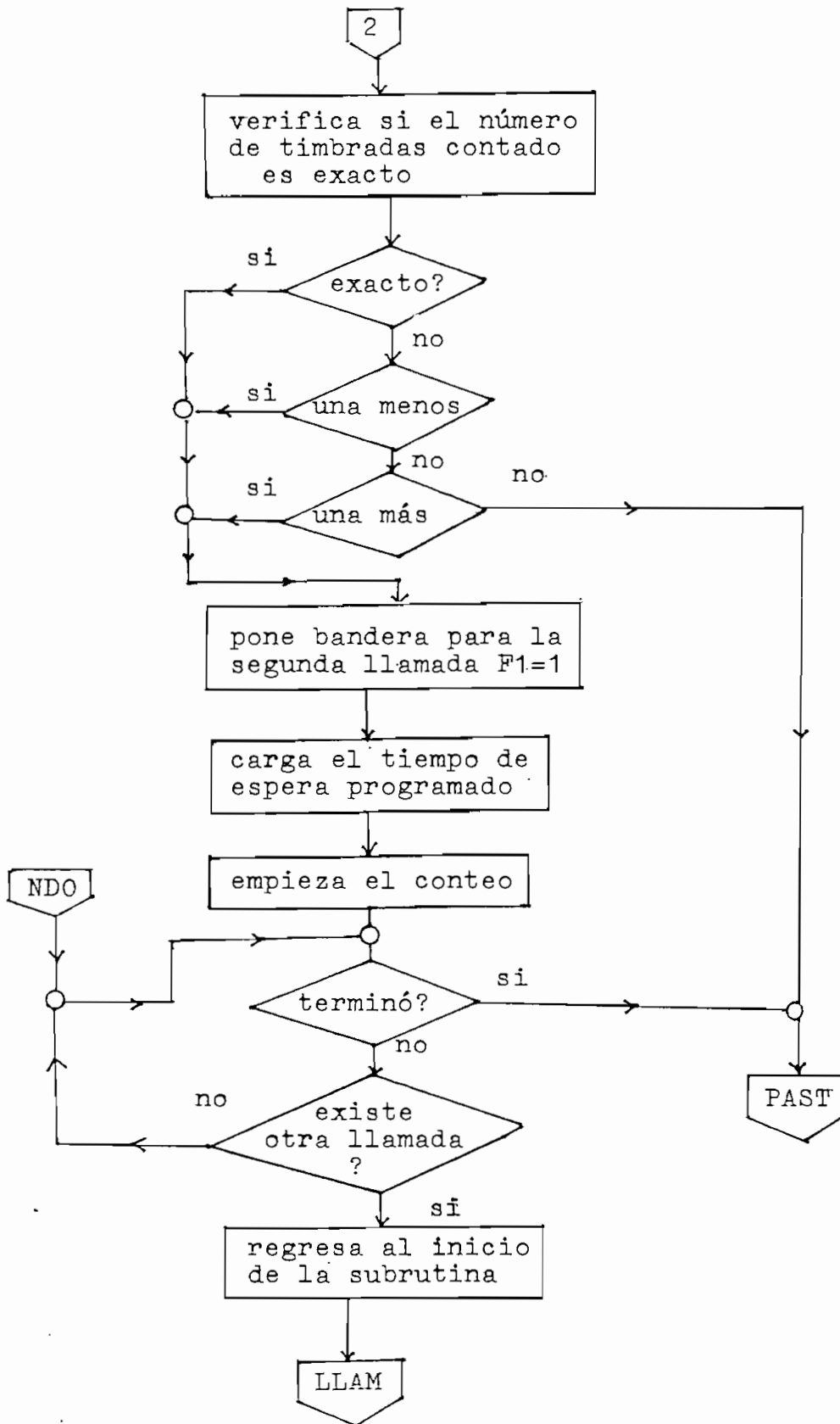
- si no se ha enviado esta doble frecuencia, se empezará nuevamente el proceso de activación/desactivación de contactos, con el siguiente tono.
- si se ha enviado esta doble frecuencia, se finalizará la subrutina, cerrando la línea y manteniendo la nueva condición de activación/desactivación de los contactos.

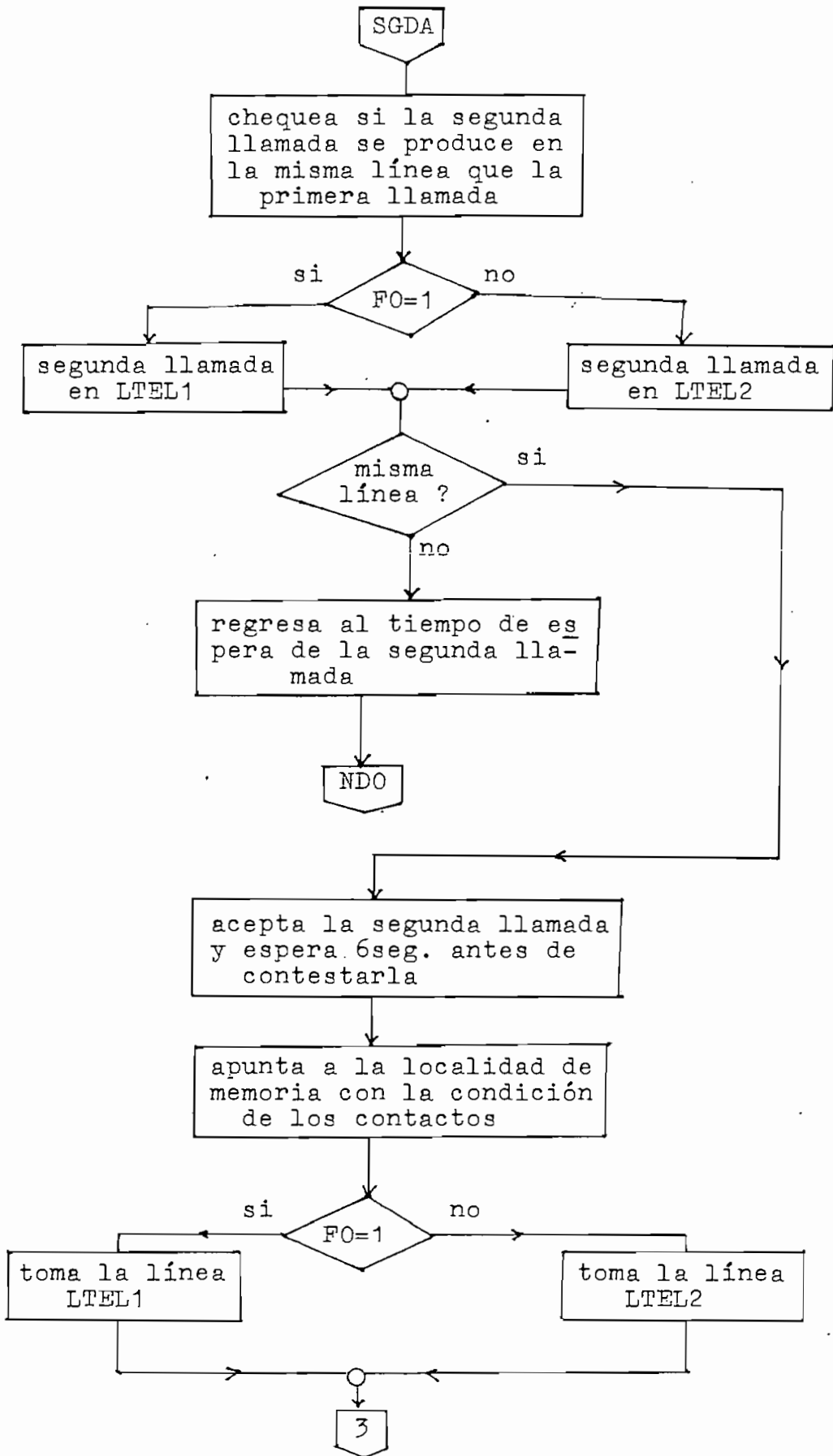
Si por cualquier motivo se llegara a cortar la comunicación telefónica, se tiene un lazo de tiempo que permite finalizar la subrutina si por más de 1 minuto no se recibe ninguna orden de comando. El contador de este lazo de tiempo se inicializa con cada orden de comando que reciba.

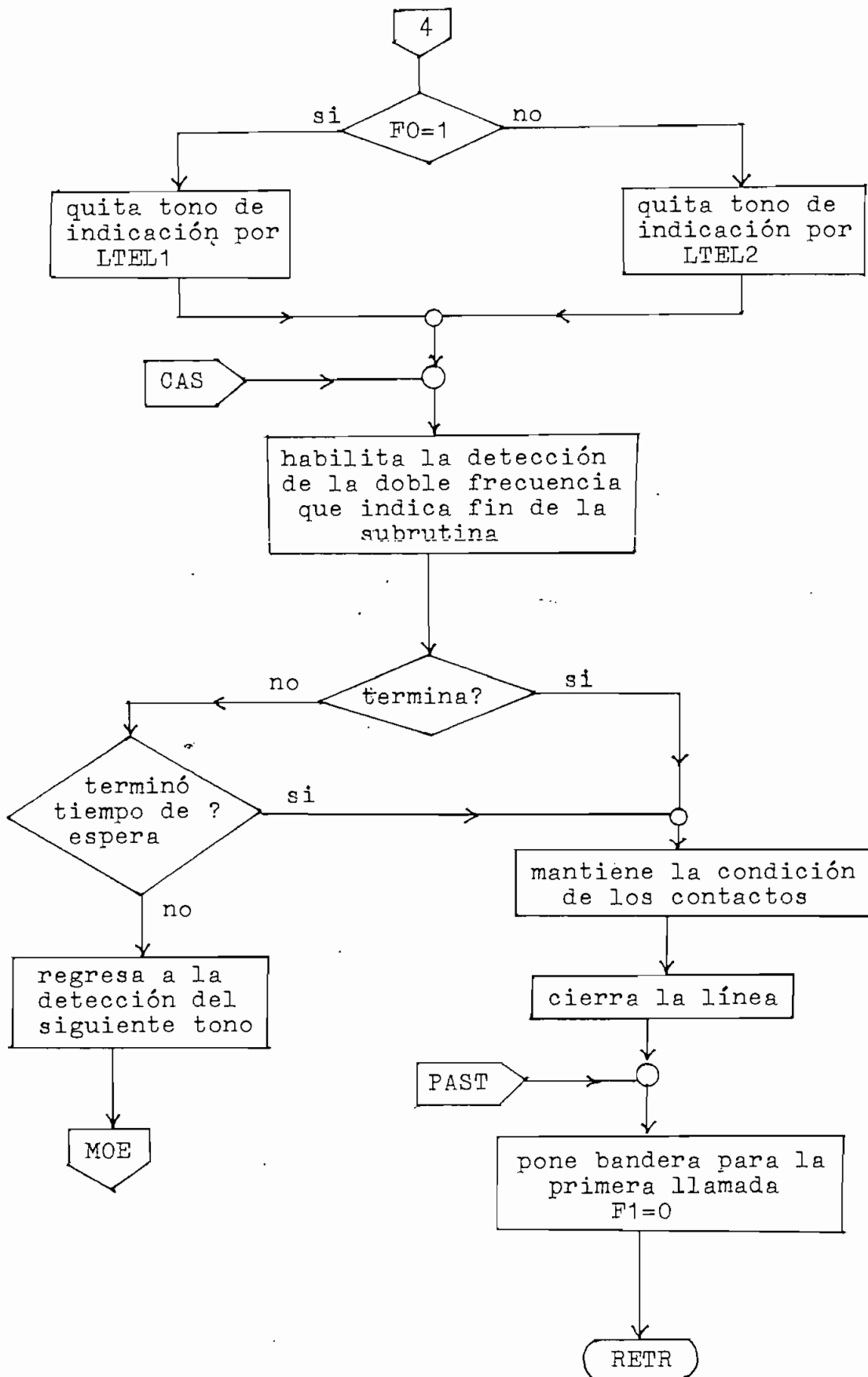
3.4.1 Diagrama de flujo de la subrutina de Comando











3.4.2 Listado de la subrutina de COMANDO

```

LLAM:  JF1    CAN      ;segunda llamada?
      MOV    R5,#0    ;inicializa contador de
                        ;timbradas
      IN     A,P1
      CPL   A
      JB1   LINU     ;bandera para la linea LTEL1
      JMP   VIE     ;FO = 0
CAN:    JMP   SBDA
LINU:   CPL   FO     ;bandera para la linea LTEL2
                        ;FO = 1
VIE:    MOV    R7,#40 ;tiempo de espera entre
      CALL  TIME    ;timbradas
      STOP  TCNT    ;detiene conteo
VIEU:   IN     A,P1
      CPL   A
      JFO   LIND
      JBO   VIEU    ;chequea si termino la timbrada
                        ;en LTEL2
LIND:   JMP   MAP
      JB1   VIEU    ;chequea si termino la timbrada
                        ;en LTEL1
MAP:    INC    R5    ;incrementa contador de
                        ;timbradas
      CALL  INIC
      MOV    R7,#200 ;inicializa tiempo de espera
TIN:    JTF   MUE    ;conteo de tiempo de espera
      IN     A,P1    ;para verificar si dejo de
      CPL   A        ;timbrar
      JFO   LINT
      JBO   VIE     ;existe otra timbrada en LTEL2
      JMP   TIN
LINT:   JB1   VIE     ;existe otra timbrada en LTEL1
      JMP   TIN
MUE:    DJNZ  R7,TIN ;dejo de timbrar?
VERI:   STOP  TCNT    ;detiene conteo
      MOV    R0,#34  ;apunta a la localidad de memo-
                        ;ria que contiene el numero de
                        ;timbradas
      MOV    A,@R0
      CALL  DIEZ     ;si es 0 ponga 10
      CPL   A
      ADD   A,R5
      CPL   A
      JZ    EXA     ;numero exacto - numero valido
      DEC  A
      JZ    EXA     ;una timbrada menos - valido
      INC  A
      INC  A
      JZ    EXA     ;una timbrada mas - valido
      JMP   PAST    ;numero de timbradas no valido
EXA:    CPL   F1     ;acepta la primera llamada y po-
                        ;ne bandera F1=1 para la segunda
                        ;llamada

```



```
DEC      RO      ;apunta a la localidad de memoria
MOV      A,@RO   ;que contiene el tiempo de espera
CALL     DIEZ    ;si es 0 ponga 10
MOV      R6,A    ;contador de tiempo de espera
DATA:    MOV      RO,#8 ;contador de minutos
BOR:     MOV      R7,#OFFH
        ANL      BUS,#OF7H
        CLR      A      ;inicializa conteo desde 0
        MOV      T,A
JAK:     STRT    T      ;empieza conteo
NDO:     JTF     SQL
        JTO     NDO    ;existe otra llamada?
        JMP     LLAM
SQL:     STQP    TCNT
        DJNZ   R7,JAK
        DJNZ   RO,BOR
        DJNZ   R6,DATA ;termino tiempo de espera?
FAST:    MOV      R5,#0
        CLR      F1
        RETR
SGDA:    MOV      R5,#0 ;segunda llamada valida
        IN      A,P1
        CPL     A
        JFO     MLIN
        JBO     PRET   ;segunda llamada en LTEL2
        JMP     NDO    ;no es de la misma linea que
                        ;la primera llamada
MLIN:    JB1     PRET   ;segunda llamada en LTEL1
        JMP     NDO    ;no es de la misma linea que
                        ;la primera llamada
PRET:    MOV      R7,#200 ;acepta la segunda llamada y
        CALL    TIME   ;espera 5seg. antes de tomar
                        ;linea para contestarla
        MOV     R6,#100
        MOV     RO,#32 ;apunta a la localidad de memo-
                        ;ria con la condicion de los
                        ;contactos
        MOV     R1,#31 ;apunta a la localidad de memo-
                        ;ria con la condicion de las
                        ;lineas
        JFO     VAL
        MOV     A,#40H ;toma la LTEL2
        JMP     GO
VAL:     MOV     A,#80H ;toma la LTEL1
GO:      MOV     @R1,A  ;guarda la condicion de las lineas
        MOV     R4,#10H ;inicializa primer detector de to-
                        ;no en la primera frecuencia
        CALL    WRIT   ;envia tono de indicacion
ACTI:    MOV     R5,#1  ;inicializa primer contacto
        MOV     R4,#10H ;inicializa primer detector de tono
MOE:     MOV     A,R4   ;activa detector de tono
        OUTL   BUS,A
        MOV     R7,#33 ;tiempo de espera
        CALL    TIME
        CALL    INIC
        MOV     R7,#30
CIO:     IN      A,P1
```

```

CPL      A
JB2      ROCI      ;detecta tono?
MOV      A,R4      ;prepara la deteccion del si-
RL       A         ;guiente tono
JB0      DIC       ;ultimo detector?
MOV      R4,A      ;prepara la condicion del si-
MOV      A,R5      ;guiente contacto
RL       A
MOV      R5,A
JMP      CAS
DIC:     MOV      R4,#10H ;inicializa primer detector
        MOV      R5,#1   ;inicializa primer contacto
        JMP      CAS
ROCI:    JTF      LOR       ;margen de seguridad
        JMP      CIO
LOR:     DJNZ     R7,CIO
        STOF    TCNT
        MOV      R6,#100 ;inicialice contador de tiempo
                        ;de espera de ordenes de
                        ;Comando
        MOV      A,@R0
        XRL     A,R5      ;active/desactive contacto
        MOV      @R0,A    ;guarde informacion
        CALL   WRIT      ;envia tono de indicacion
        MOV      A,@R1
        ORL     A,@R0
        ORL     A,#20H
        OUTL   P2,A
        MOV      R7,#10  ;tiempo de espera
        CALL   TIME
        MOV      A,@R1
        ORL     A,@R0
        OUTL   P2,A      ;quita tono de indicacion
CAS:     MOV      A,#90H  ;habilita los detectores de tono
        OUTL   BUS,A     ;para la doble frecuencia que
                        ;indica fin de subrutina
        MOV      R7,#30  ;tiempo de espera
        CALL   TIME
        CALL   INIC
        MOV      R7,#30
ITA:     IN      A,P1
        CPL     A
        JB7     LIA      ;desea terminar?
        DJNZ   R6,MDE    ;termina tiempo sin tener
                        ;ordenes de comando?
        JMP     FINA
LIA:     JTF     ESP      ;margen de seguridad
        JMP     ITA
ESP:     DJNZ   R7,ITA
FINA:    MOV     A,@R0    ;fin de subrutina, mantiene
        OUTL   P2,A     ;condicion de los contactos y
                        ;cierra la linea
        CLR    F1       ;resetea bandera de segunda
                        ;llamada
        STOF    TCNT
        RETR

```

### 3.5 SUBROUTINA DE ALARMA

La subrutina de Alarma es propiamente la subrutina de atención a la interrupción. El momento en que se produzca una interrupción, y se halle habilitada, causa un salto a la localidad 3 de memoria en donde encuentra la primera instrucción de esta subrutina que constituye un salto al proceso de alarma.

En esta subrutina se procesan los siguientes datos almacenados en la memoria RAM:

- el código de Región programado para el equipo Base.
- los 4 números telefónicos programados
- la condición de los 4 contactos (activado/desactivado)

Al ejecutarse la subrutina de alarma, el equipo Base coge una de las líneas, espera 5seg. y detecta si existe o no el tono de invitación a marcar. Si no existe, coge la otra línea y realiza el mismo proceso, hasta detectar en cualquiera de ellas dicho tono.

Una vez que ha detectado el tono de invitación a marcar, pone un puntero a las localidades de memoria del primer número telefónico y chequea si esta programado o no. Si no esta programado, incrementa el puntero a las localidades de memoria del siguiente número telefónico y realiza el mismo proceso, hasta encontrar un número telefónico programado.

El momento que encuentra un número telefónico programado,

compara el código de Región de dicho número, con el código de Región del equipo Base y se tendrá que:

- si son iguales, marcará solamente los seis dígitos que corresponden al número telefónico local,
- si son diferentes, marcará el número 0 que corresponde al prefijo nacional, y luego los siete dígitos que corresponden al número significativo nacional (el dígito de Región y los seis dígitos del número telefónico local).

De esta forma se distingue entre llamadas locales y de larga distancia nacional. Durante el proceso de marcación se mantiene la condición de los contactos.

Ya marcado el número telefónico, envía una señal acústica - de alarma a través de la línea telefónica, como indicativo de que se ha producido la ALARMA, y espera la confirmación del otro lado de la línea, de que se la ha recibido.

Esta confirmación puede ser hecha de dos formas:

a) para un sistema con señalización decádica:

Se habilita el pin test T1 como entrada para contador de eventos externos y se empieza el conteo del timer desde cero incrementándose el conteo en el registro del Timer, con cada transición de 1L a 0L que se produzca en T1. El conteo del número de transiciones producidas al discar un número - desde el otro lado de la línea, se lo hace dentro de un lazo. Al salir de este lazo, verifica si el número discado

es el 7, que corresponde al número de confirmación de haber recibido la alarma. Si no lo es, inicializa el conteo desde cero y espera nuevamente la verificación dentro del mismo lazo, hasta que se produzca la confirmación, o termine el tiempo de la llamada de alarma.

b) para un sistema con señalización multifrecuencial:

Deja de enviar la señal acústica de alarma y se habilita - los dos detectores de tono en las correspondientes frecuencias a detectarse el momento que del otro lado de la línea se pulse el número 7, que corresponde al número de confirmación de haber recibido la alarma. El momento en que se deje de escuchar la señal acústica de alarma, se deberá - pulsar el número de confirmación. Se detectará la doble frecuencia producida al pulsar el número desde el otro lado de la línea.

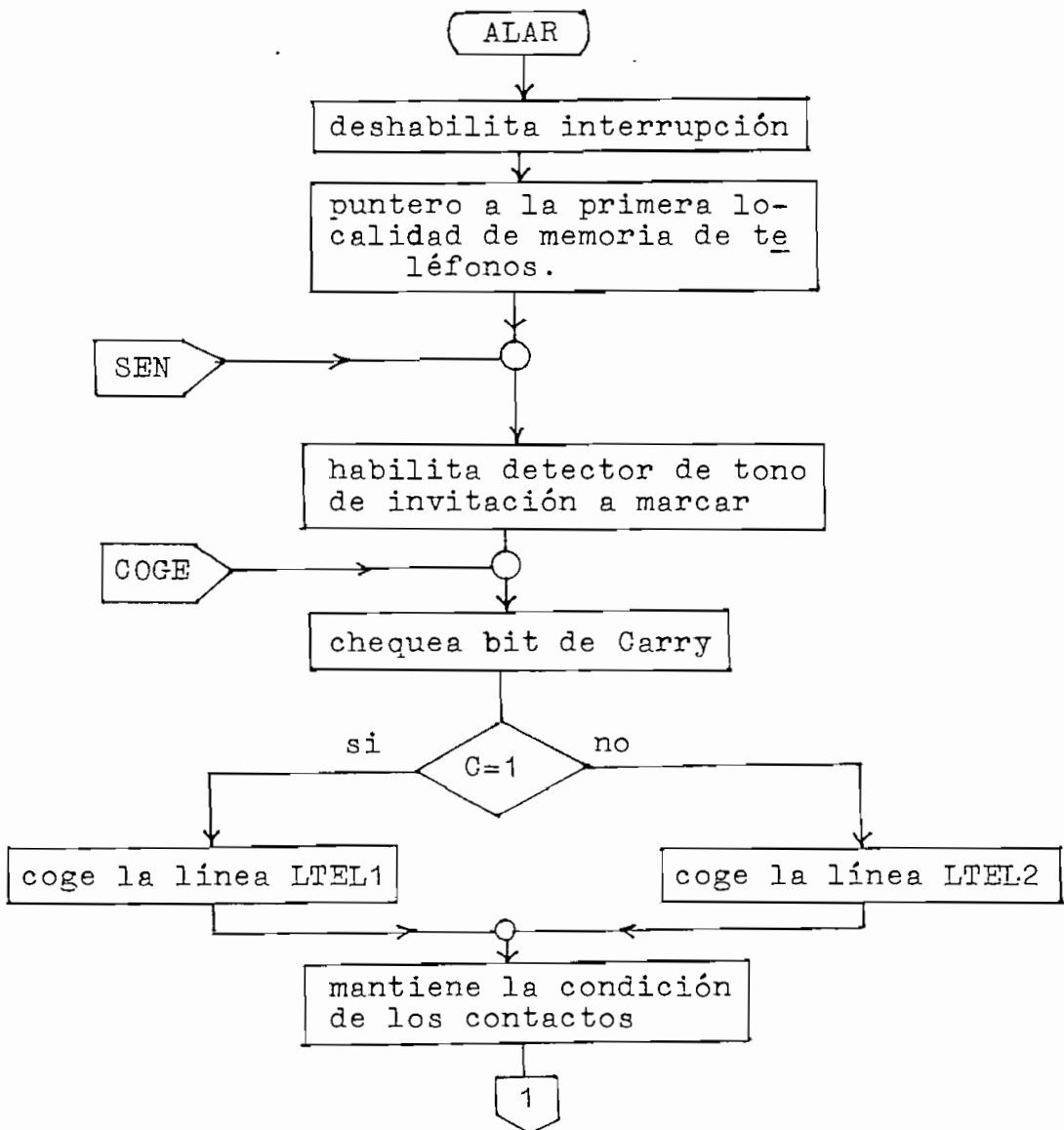
Si la confirmación no es válida, enviará nuevamente la señal de alarma y comenzará nuevamente el proceso, hasta esperar la confirmación, o que termine el tiempo de la llamada de alarma.

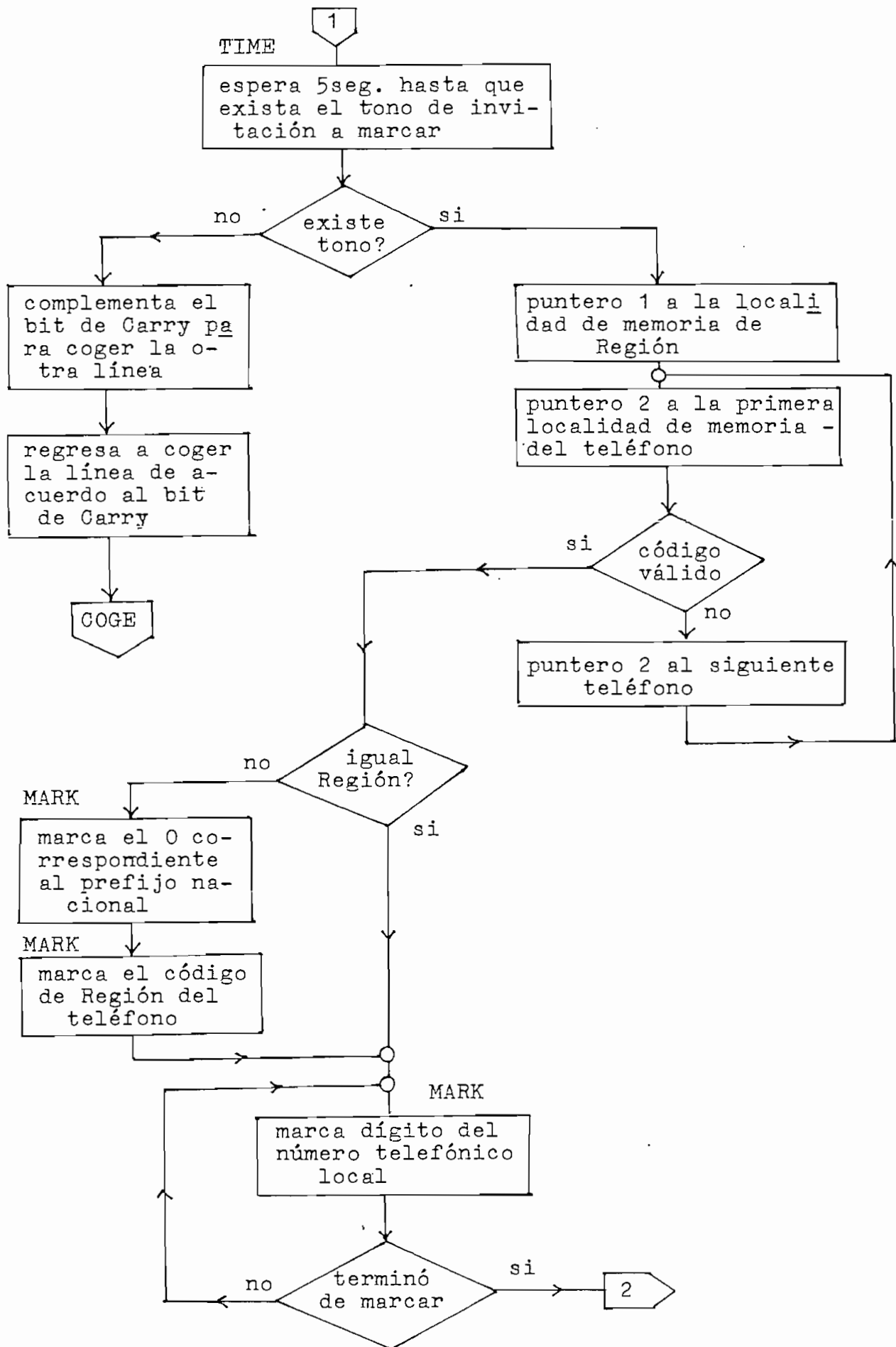
En ambos casos, si no se produce la confirmación y termina el tiempo de la llamada de alarma, comenzará nuevamente el proceso total, marcando el siguiente número telefónico programado.

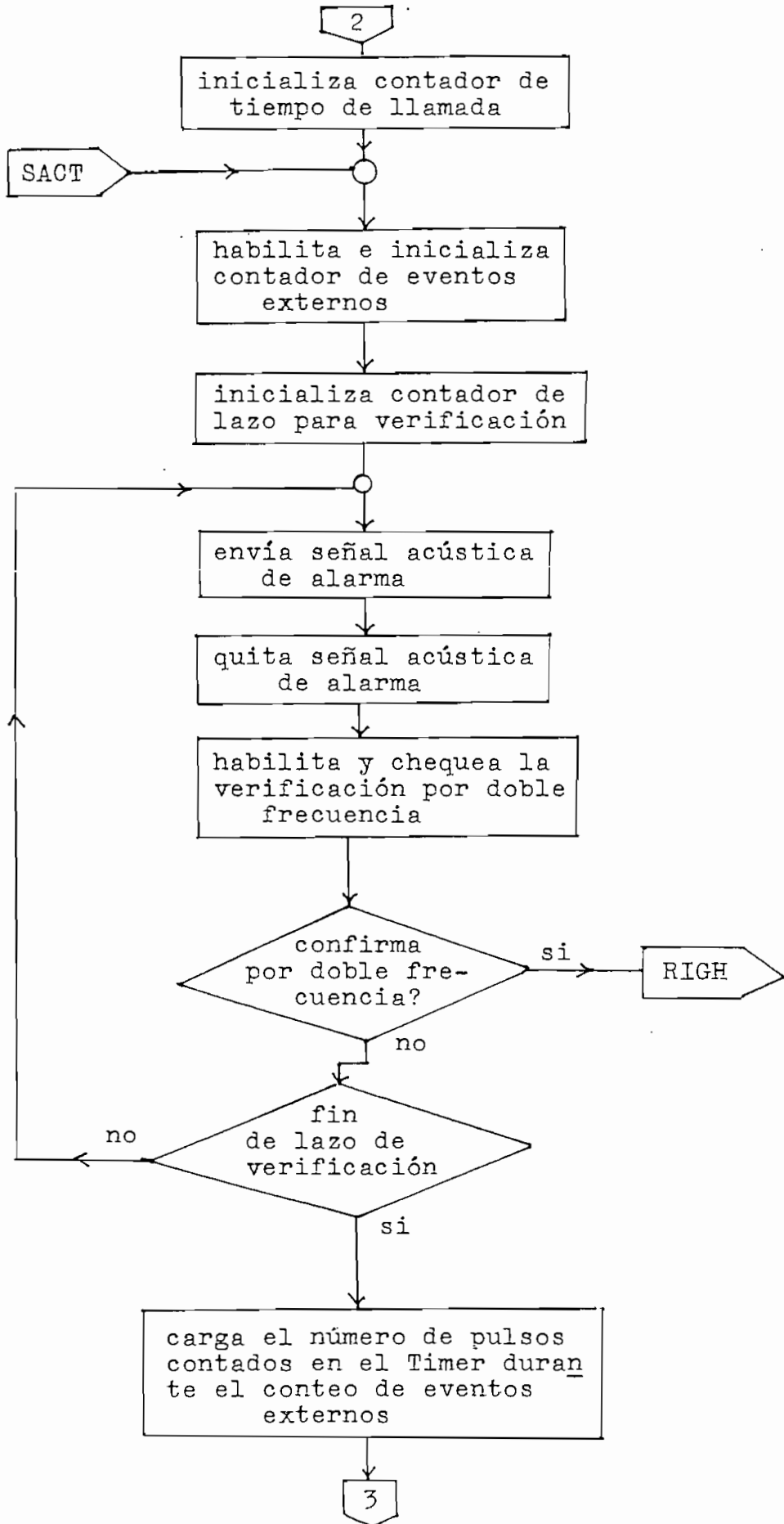
Si se produce la confirmación de haber recibido la señal -

de alarma, por cualquiera de las dos formas, se envía un tono de indicación y se habilita los dos detectores de tono para la detección de la doble frecuencia correspondiente que permite ingresar al proceso de activación de contactos por tono desde la subrutina de Alarma. Si no se envía esta información, cierra la línea y mantiene la condición de los contactos, terminando así la subrutina.

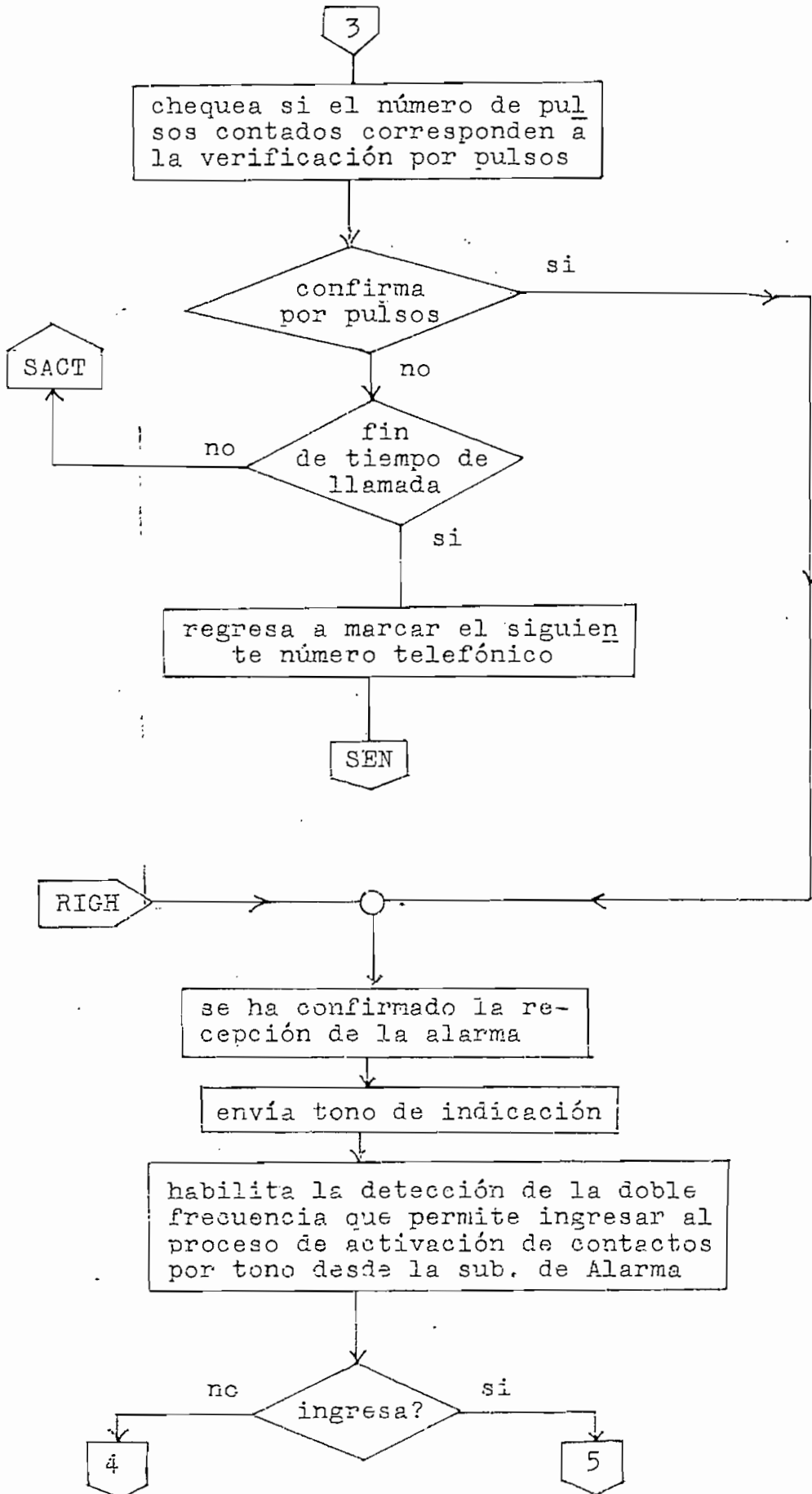
3.5.1 Diagrama de flujo de la subrutina de Alarma

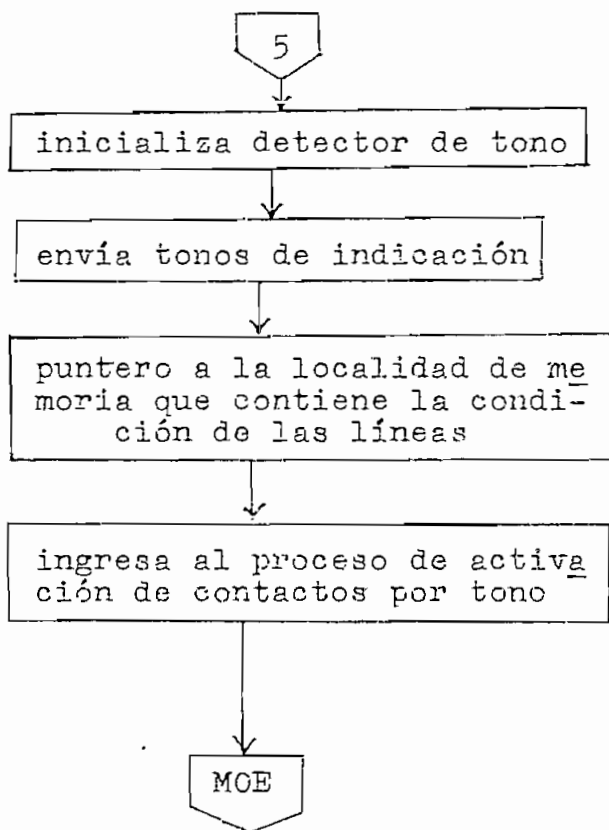
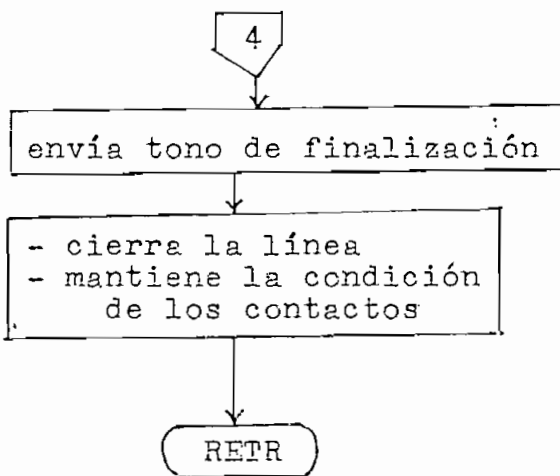












### 3.5.2 Listado de la subrutina de ALARMA

```

ALAR:  DIS      I      ;deshabilita interrupcion
      CLR      C      ;resetea bandera de Carry
      MOV      R1,#36 ;puntero a la localidad de me-
                        ;moria de los numeros telef.
SEN:   DIS      TCNTI ;deshabilita conteo de eventos
                        ;externos
      MOV      A,#10H ;habilita detector de tono de
      OUTL     BUS,A  ;marcar
COGE:  MOV      R0,#31 ;puntero a la localidad de me-
                        ;moria de la condicion de las
                        ;lineas
      JC       LUN
      MOV      A,#40H ;toma la LTEL2
      JMP      LOD
LUN:   MOV      A,#80H ;toma la LTEL1
LOD:   MOV      @R0,A  ;guarda la condicion de las
                        ;lineas
      INC      R0      ;puntero a la localidad de me-
                        ;moria de la condicion de los
                        ;contactos
      ORL      A,@R0   ;mantiene la condicion de los
      OUTL     P2,A    ;contactos
      MOV      R6,#60  ;inicializa contador
      MOV      R7,#167 ;tiempo de espera de 5seg.
      CALL    TIME     ;hasta que exista tono de
                        ;invitacion a marcar
DIX:   IN       A,P1
      CPL      A
      JB2     VIG      ;existe tono de marcar?
      CPL      C      ;bandera para tomar la otra
                        ;linea
      JMP     COGE
VIG:   DJNZ    R6,DIX  ;tiempo de espera
      MOV      R0,#35 ;puntero a la localidad de me-
                        ;moria del codigo de Region
CICL:  DIS      TCNTI ;carga puntero de telefonos
      MOV      A,R1   ;ultimo telefono?
      XRL     A,#40H
      JNZ     PELU
      MOV      R1,#36 ;inicializa puntero a telef.
PELU:  MOV      A,@R1 ;carga codigo de Region del
                        ;numero telefonico
      JNZ     ALLE    ;codigo invalido
RIO:   MOV      A,R1  ;apunte al siguiente numero
      ADD     A,#7    ;telefonico
      MOV      R1,A
      JMP     CICL    ;regrese a chequeo
ALLE:  XRL     A,@R0  ;compare con el codigo de
                        ;Region del equipo Base
      JZ      EQUX   ;igual Region?
EQUX:  JMP     DID
DID:   MOV      R2,#0 ;marque el prefijo nacional
      CALL   MARK
      MOV      A,@R1 ;marque el codigo de Region
      MOV      R2,A  ;del numero telefonico
      CALL   MARK

```

```

EQU:   INC      R1
       MOV      R6,#6      ;contador de numero de digitos
                               ;a marcarse
APEL:  MOV      A,@R1      ;marcacion de cada uno de los
       MOV      R2,A      ;digitos
       CALL    MARK
       INC      R1
       DJNZ   R6,APEL     ;termino de marcar?
       MOV      R3,#27    ;contador de tiempo de llamada
SACT:  DIS      TCNTI
       EN      TCNTI      ;habilita contador de eventos
                               ;externos
       CLR      A          ;inicializa el conteo con
       MOV      T,A        ;cero
       STRT   CNT         ;empieza el conteo
       MOV      R5,#3     ;inicializa contador de lazo
                               ;para verificacion por pulsos
NEF:   ORL      P2,#20H   ;permite enviar los tonos de
                               ;alarma
       MOV      R4,#8     ;inicializacion de tonos
       MOV      R6,#4     ;contador de tonos
INDI:  MOV      A,R4      ;envia indicacion
       RL      A
       MOV      R4,A
       OUTL   BUS,A
       CALL   TIXE       ;tiempo de espera
       DJNZ   R6,INDI
       ANL    P2,#0CFH   ;quita tonos de alarma
       MOV    A,#0AOH   ;habilita detectores para veri-
       OUTL  BUS,A     ;ficacion por doble frecuencia
       CALL  TIXE       ;tiempo de espera
SEV:   MOV      R4,#50
       IN      A,P1
       CPL    A
       J27   TONU       ;verifica por doble frecuencia
       JMP   ARR
NEFU:  JMP      NEF
ARR:   DJNZ   R5,NEFU   ;termino lazo para verificacion
                               ;por pulsos ?
       MOV    A,T        ;carga el numero de pulsos
                               ;contados
       STOP  TCNT       ;detiene conteo
       XRL   A,#7       ;compara con el codigo de
                               ;verificacion
       JZ    RIGH      ;exacto?
       DJNZ  R3,SACT   ;termino tiempo de llamada?
       JMP   SEN        ;reqrese a marcar el proximo
                               ;numero telefonico
TONU:  DJNZ   R4,SEV
RIGH:  DIS      TCNTI    ;se ha confirmado la recepcion
                               ;de la alarma
       STOP  TCNT       ;detiene conteo
       MOV   A,#60H     ;envia tono de confirmacion
       OUTL  BUS,A
       ORL   P2,#20H
       MOV   R7,#50     ;tiempo de espera
       CALL TIME
       ANL   P2,#0CFH   ;quita tono de confirmacion

```

```
MOV      A,#50H    ;habilita los detectores de tono
OUTL    BUS,A     ;para permitir el ingreso al pro-
                ;ceso de comando

MOV      R6,#0FFH
MOV      R4,#35
FYN:    IN        A,P1
CPL     A
JB7     KIE      ;desea ingresar ?
JMP     TEMP
KIE:    DJNZ     R4,FYN
MOV     A,#40H   ;envia tono 1 de indicacion e
MOV     R4,A     ;inicializa detector de tono
OUTL    BUS,A
ORL     P2,#20H
MOV     R7,#30  ;tiempo de espera
CALL   TIME
MOV     A,#80H   ;envia tono 2 de indicacion
OUTL    BUS,A
MOV     R7,#30  ;tiempo de espera
CALL   TIME
ANL     P2,#0CFH ;quita tonos de indicacion
MOV     R1,#31  ;puntero a la localidad de me-
                ;moria de la condicion de las
                ;lineas
JMP     MOE     ;ingresa al proceso de activacion.
                ;de contactos por tono

TEMP:   DJNZ     R6,FYN
MOV     A,#10H  ;envia tono de finalizacion
OUTL    BUS,A
ORL     P2,#20H
MOV     R7,#50  ;tiempo de espera
CALL   TIME
ANL     P2,#0FH ;cierra la linea y mantiene la con-
                ;dicion de los contactos

RETR
```

### 3.6 SUBRUTINAS AUXILIARES

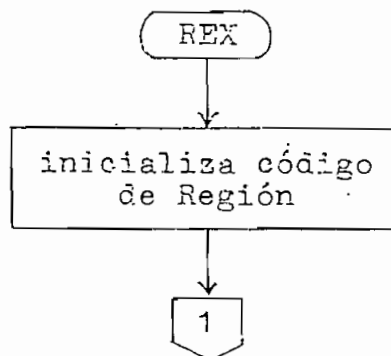
Se describen las principales subrutinas auxiliares utilizadas dentro de las tres subrutinas principales, que fueron creadas con el objeto de economizar el 1K de memoria EPROM del microcontrolador 8748, y además porque se requiere de ciertos procesos repetitivos en cada una de ellas.

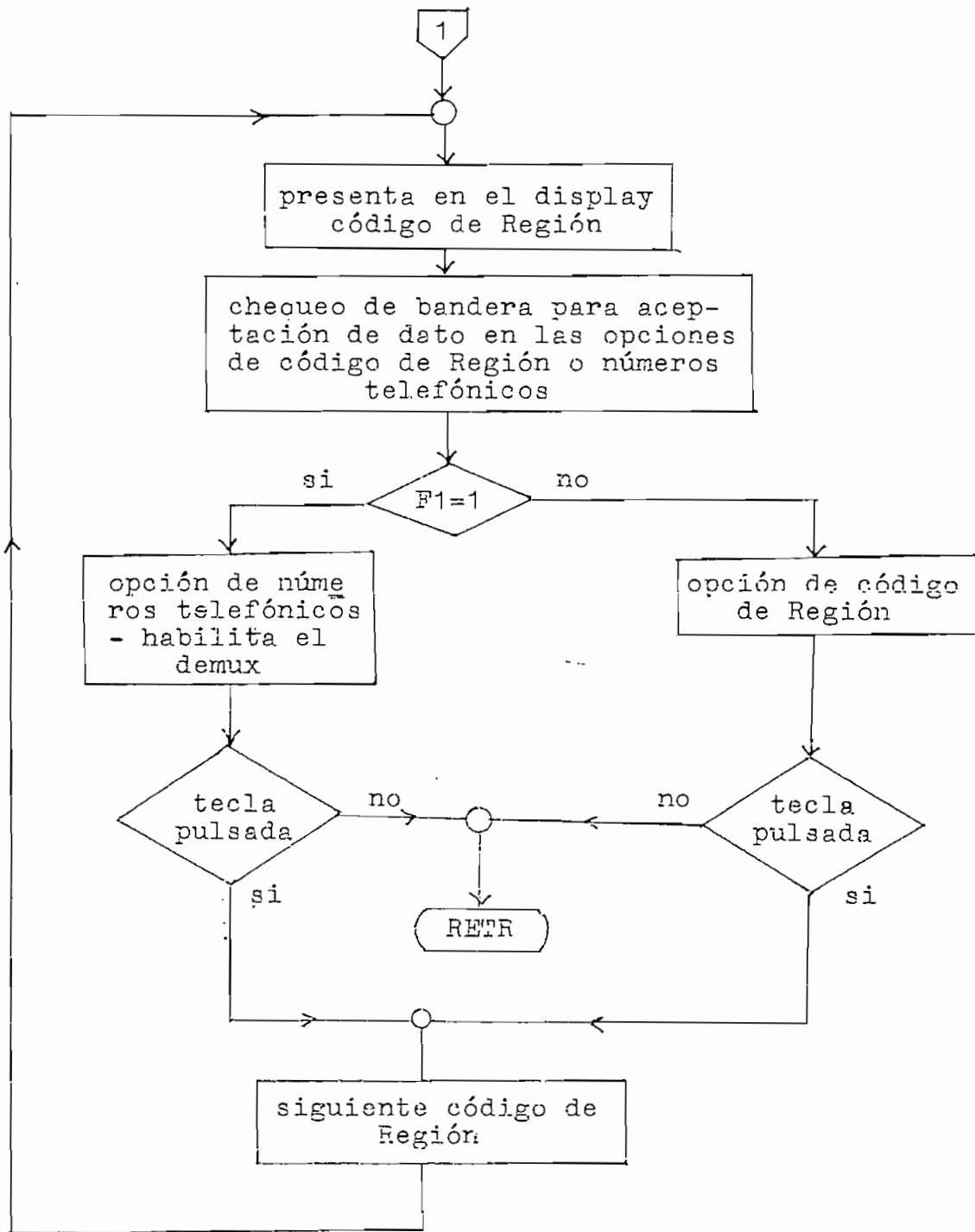
#### 3.6.1 Subrutina " REX "

Muestra secuencialmente en el display los números 2, 4 y 7 correspondientes a los códigos de Región, en las opciones de Código de Región del equipo Base y entrada de números telefónicos, de acuerdo a la condición de la bandera F1, para chequeo de aceptación de dato según el nivel lógico de los bits 3 o 4 del pórtico P1.

El dato se lo almacena en el registro R5.

##### 3.6.1.1 Diagrama de flujo de la subrutina REX





3.6.1.2 Listado del programa de la  
subrutina REX

```
REX:    MOV     R5,#2    ;inicializa numero de
        ;codigo de Region
CELE:   MOV     A,R5
        DEC     A
        DEC     A
        JZ     QUEL    ;#2 como codigo de Region
        DEC     A
        DEC     A
        JZ     QUEL    ;#4 como codigo de Region
        DEC     A
        DEC     A
        JZ     QUEL    ;#7 como codigo de Region
ELLE:   INC     R5
        MOV     A,R5
        JB3    CRIS
        JMP     CELE
CRIS:   MOV     R5,#2
        JMP     CELE
QUEL:   JF1     GINA    ;chequea bandera para saber
        ;la opcion
        MOV     A,R5    ;opcion de numeros telefonicos
        ORL    A,#10H  ;habilita el demux
        CALL   MIZE
        JB4    YADI    ;chequeo de aceptacion de dato
        JMP     ELLE
GINA:   MOV     A,R5    ;opcion de codigo de Region
        CALL   MIZE
        JB3    YADI    ;chequeo de aceptacion de dato
        JMP     ELLE
YADI:   RETR
```

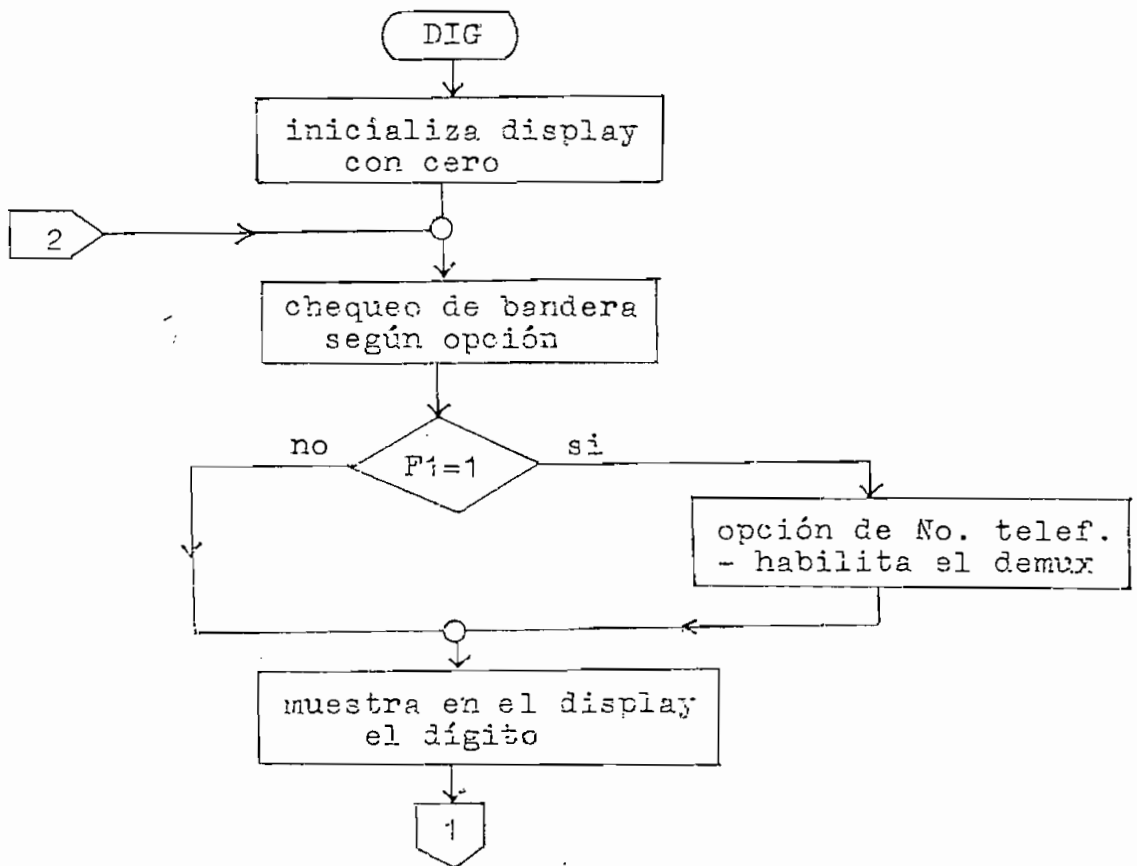


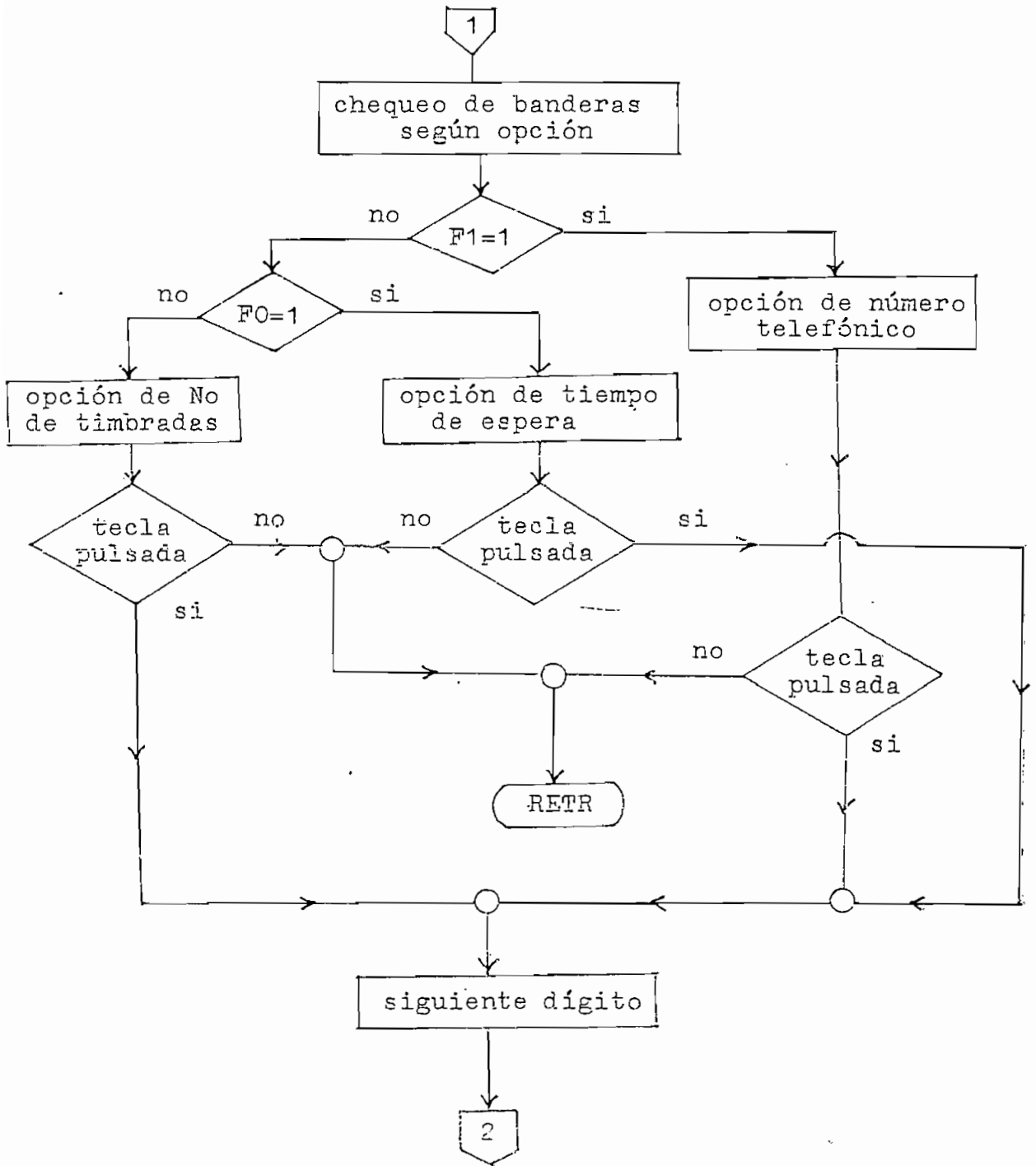
### 3.6.2 Subrutina " DIG "

Muestra secuencialmente en el display los números del 0 al 9, en las opciones de entrada de números telefónicos, número de timbradas y tiempo de espera, de acuerdo a la condición de las banderas F0 y F1, para chequeo de aceptación de dato según el nivel lógico de los bits 4, 5 ó 6 del Pórtico P1.

El dato se lo almacena en el registro R5.

#### 3.6.2.1 Diagrama de flujo de la subrutina DIG





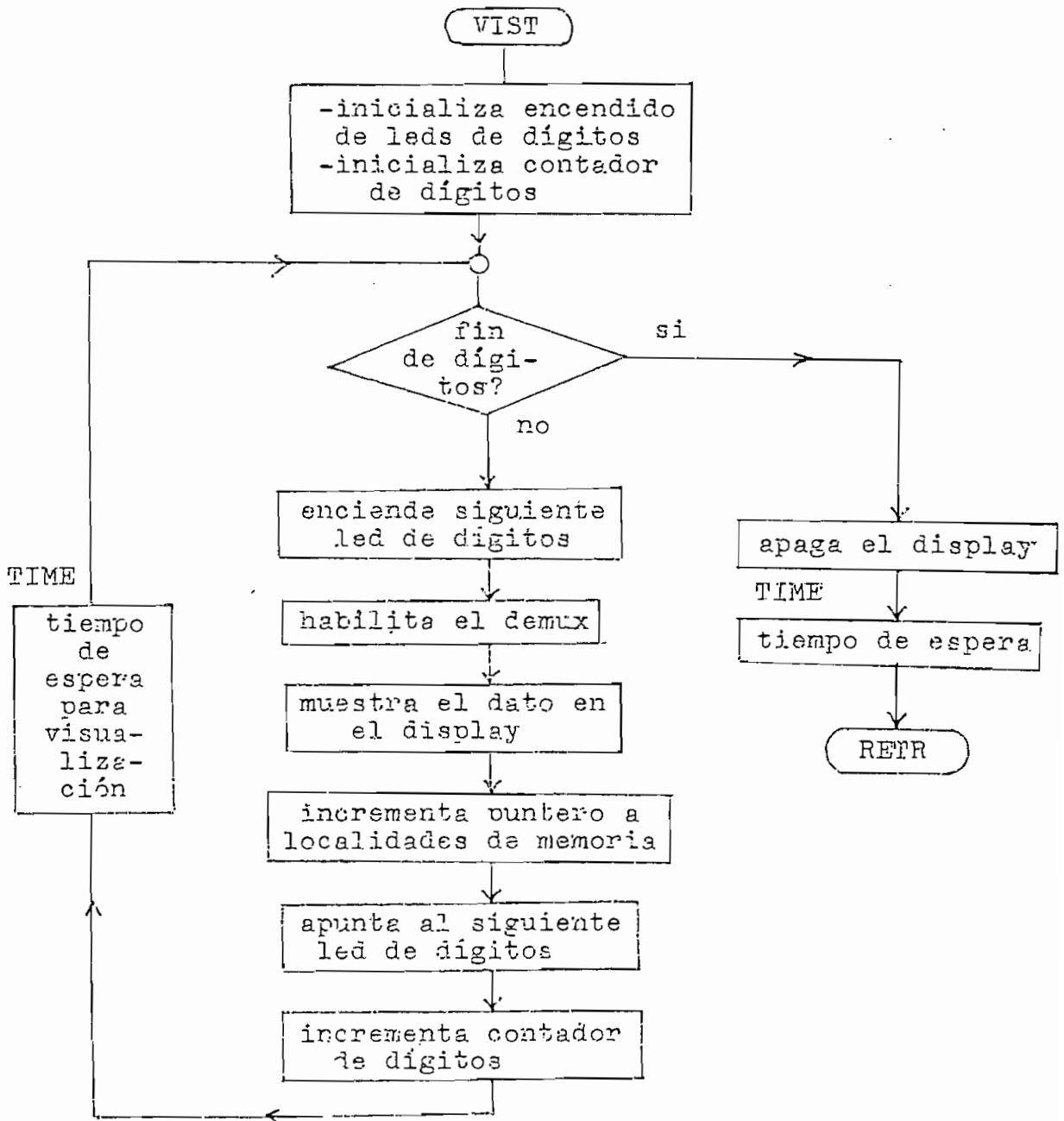
3.6.2.2 Listado del programa de la  
subrutina DIG

```
DIG:    MOV     R5,#0    ;inicializa el display con 0
LCD:    MOV     A,R5
        JF1     FON     ;chequeo de bandera segun la
        JMP     ECO     ;opcion
FON:    ORL     A,#10H  ;opcion de numero telefonico
        ;habilita el demux
ECO:    CALL    MIZE
        JF1     MOI     ;chequeo de banderas segun
        JF0     TOI     ;opcion
        JB5     ARM     ;chequeo de aceptacion para
        ;la opcion de timbradas
MOI:    JMP     OPE
        JB4     ARM     ;chequeo de aceptacion para
        ;la opcion de numero telef.
TOI:    JMP     OPE
        JB6     ARM     ;chequeo de aceptacion para
        ;opcion de tiempo de espera
OPE:    INC     R5      ;incrementa digito
        MOV     A,R5
        ADD     A,#6
        JB4     CAP
        JMP     LCD
CAP:    MOV     R5,#0    ;inicializa digito
        JMP     LCD
ARM:    RETR
```

### 3.6.3 Subrutina " VIST "

Enciende sucesivamente los restantes 6 leds de dígitos del número telefónico y al mismo tiempo muestra en el display su respectivo valor, teniendo como puntero de esas localidades de memoria al registro R0.

#### 3.6.3.1 Diagrama de flujo de la subrutina VIST



3.6.3.2 Listado del programa de la  
subrutina VIST

```
VIST:  MOV      R3,#0DAH      ;activa Vccsw e
      ;inicializa encendido del ter-
      ;cer led de digitos
      MOV      R4,#2        ;inicializa contador de numero
      ;de digitos
SUR:   MOV      A,R4
      JNB     VUEL
      MOV      A,R3
      OUTL    BUS,A
      MOV      A,@R0        ;carga el dato direccionado por
      ;R0 en el acumulador
      ORL     A,#10H        ;habilita el demux
      OUTL    P2,A
      INC     R0
      INC     R3            ;para encender el siguiente
      ;led de digito
      INC     R4
      MOV     R7,#33        ;tiempo de espera para
      CALL    TIME         ;visualizacion
      JMP     SUR
VUEL:  MOV      A,#0FH      ;fin de visualizacion de datos
      OUTL    P2,A        ;apaga el display
      MOV     R7,#70        ;tiempo de espera
      CALL    TIME
      RETR
```

### 3.6.4 Subrutina " MARK "

Esta subrutina es utilizada dentro de la subrutina de alarma y permite la marcación de un dígito del número telefónico, cuyo valor viene dado en el registro R2, y teniendo al bit de Carry como bandera de indicación de la línea telefónica en donde se debe marcar.

La marcación esta dada de acuerdo al número de pulsos y pausas correspondientes al valor de dicho dígito y en donde se tiene que:

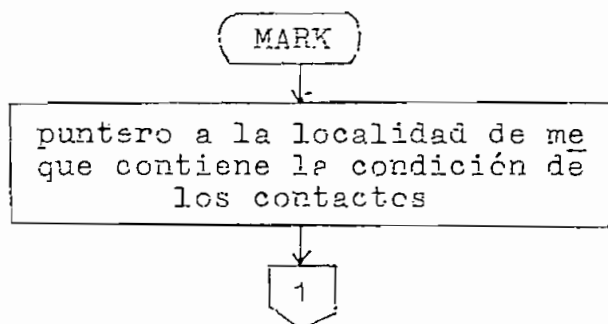
1 pulso = 40 mseg.

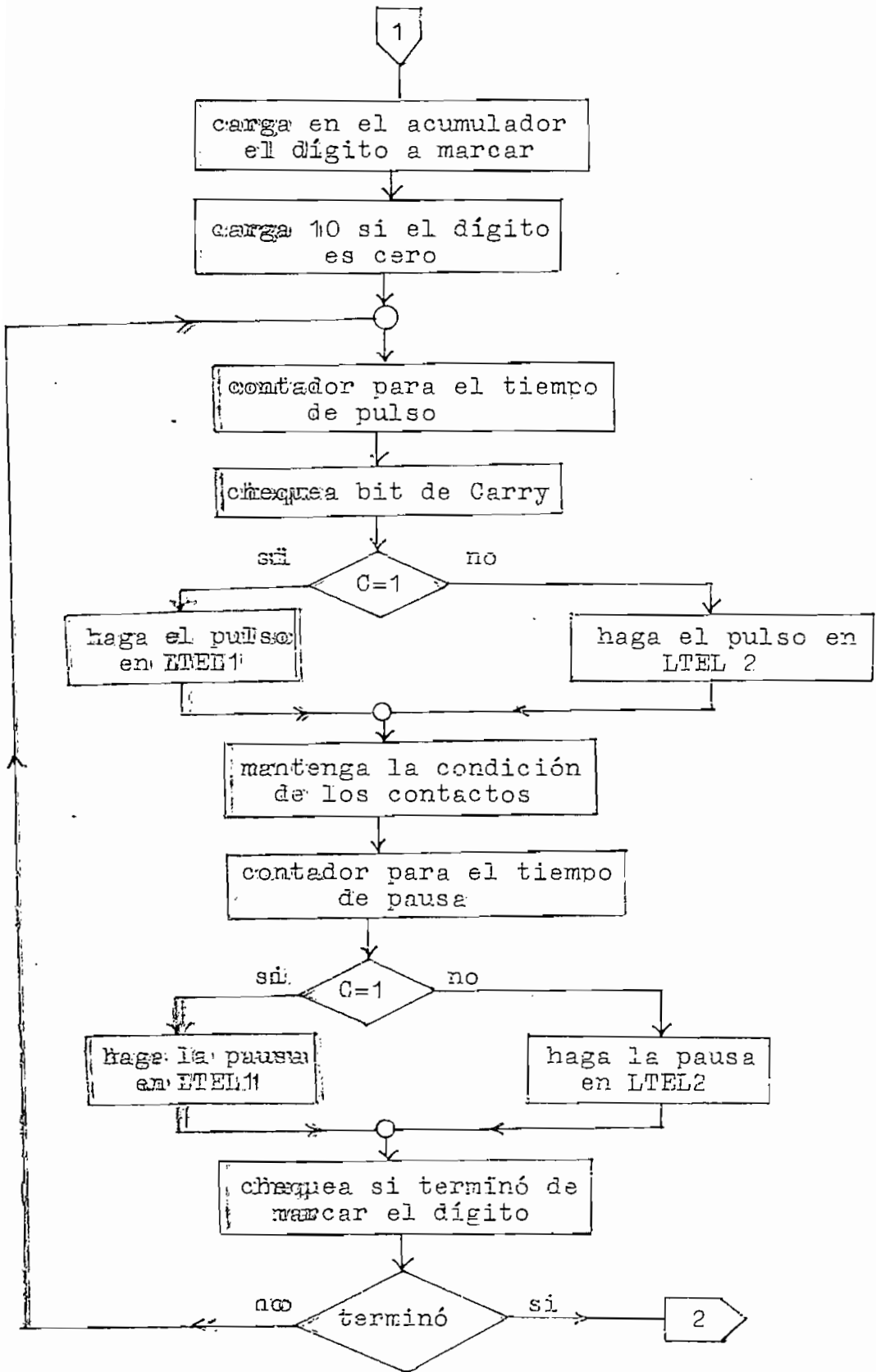
1 pausa = 60 mseg.

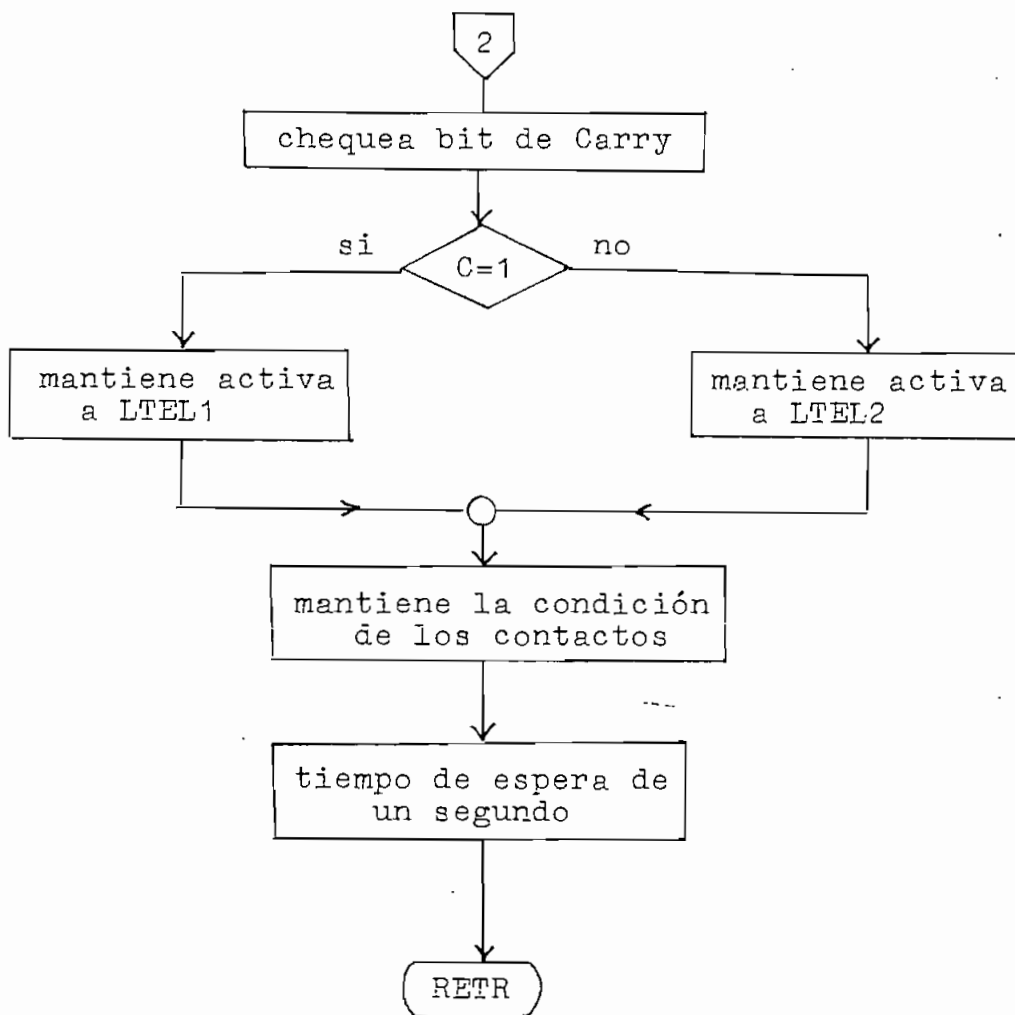
Durante la marcación de dicho dígito se mantiene a los contactos activados o desactivados, de acuerdo a su condición.

Una vez terminada la marcación del dígito, se da un tiempo de espera de 1seg. manteniendo activa la línea, antes de empezar a marcar un nuevo dígito.

#### 3.6.4.1 Diagrama de flujo de la subrutina MARK









3.6.4.2 Listado del programa de la  
subrutina MARK

```
MARK:  MOV    R0,#32    ;puntero a la localidad de me-
        ;moria que almacena la condicion
        ;de los contactos
        MOV    A,R2    ;carga en el acumulador el digito
        ;a marcarse
        CALL   DIEZ    ;carga 10 si el digito es 0
        MOV    R2,A
FER:    MOV    R7,#1    ;contador para el pulso
        JC     ABRE
        MOV    A,#40H   ;toma linea LTEL2
        JMP    CIER
ABRE:   MOV    A,#80H   ;toma linea LTEL1
CIER:   ORL    A,@R0    ;mantiene la condicion de los
        ;contactos
        OUTL   P2,A
        CALL   TIME    ;tiempo de pulso
        MOV    R7,#2    ;contador para la pausa
        ANL   P2,#0FH
        CALL   TIME    ;tiempo de pausa
        DJNZ  R2,FER    ;termino de marcar?
        JC     FAN
        MOV    A,#40H   ;mantiene activa LTEL2
        JMP    FLA
FAN:    MOV    A,#80H   ;mantiene activa LTEL1
FLA:    ORL    A,@R0    ;mantiene la condicin de los
        ;contactos
        CALL   MIZE    ;espera 1 seg.
        RETR
```

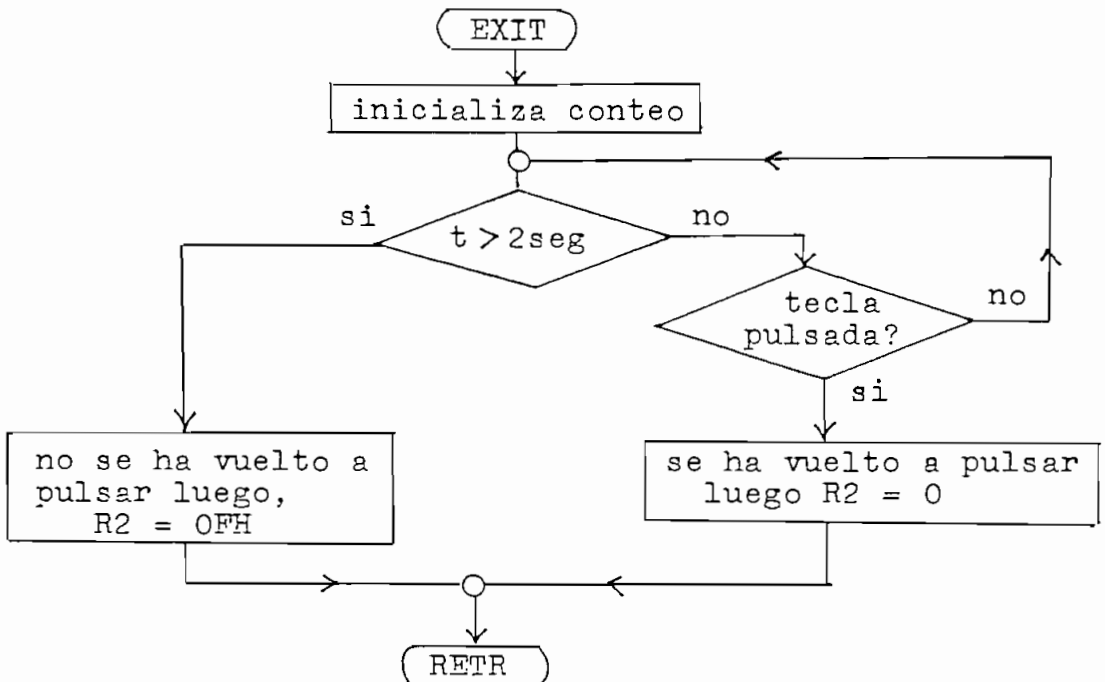
### 3.6.5 Subrutina " EXIT "

Durante el ingreso de un número telefónico, esta subrutina chequea si se ha vuelto a presionar la tecla de TELEFONOS después de programar cada uno de los dígitos, hasta completar la programación, dando un tiempo de 2seg. para volver a presionarla.

La condición de este chequeo viene dada en el registro R2 de la siguiente forma:

- si R2 = 0 se ha vuelto a presionar la tecla y se puede seguir ingresando el número telefónico.
- si R2 = OFH la tecla no se ha vuelto a presionar y se considera un ingreso incompleto.

#### 3.6.5.1 Diagrama de flujo de la subrutina EXIT



### 3.6.5.2 Listado del programa de la subrutina EXIT

```
EXIT:  CALL    INIC    ;inicializa Timer
        MOV     R7,#50 ;inicializa contador
RELE:  JTF     EXU     ;salte si existe overflow
        IN      A,P1
        CPL     A
        JB4    EXD     ;comprueba si se ha vuelto
                        ;a pulsar la tecla
        JMP     RELE
EXD:   MOV     R2,#0   ;se ha vuelto a pulsar
        RETR
EXU:   DJNZ    R7,RELE ;tiempo de espera
        MOV     R2,#0FH ;no se ha vuelto a pulsar
        RETR
```

### 3.6.6 Subrutina " TIME "

Esta subrutina es concebida para dar un tiempo de espera variable, de acuerdo a un contador (el registro R7), utilizando el Timer del microcontrolador 8748.

Para el cálculo de este tiempo variable se tiene que:

$$f(\text{xtal}) = 4 \text{ MHz} \quad \text{luego:}$$

la frecuencia del reloj interno para cada ciclo de máquina será:

$$f(\text{clk}) = f(\text{xtal})/15 \quad \text{ecuación 3.1}$$

$$f(\text{clk}) = 266.7 \text{ MHz}$$

y la frecuencia del reloj del Timer al pasar por el prescaler será:

$$f(\text{timer}) = 266.7 \text{ MHz} / 32 \quad \text{ecuación 3.2}$$

$$f(\text{timer}) = 8.33 \text{ KHz.}$$

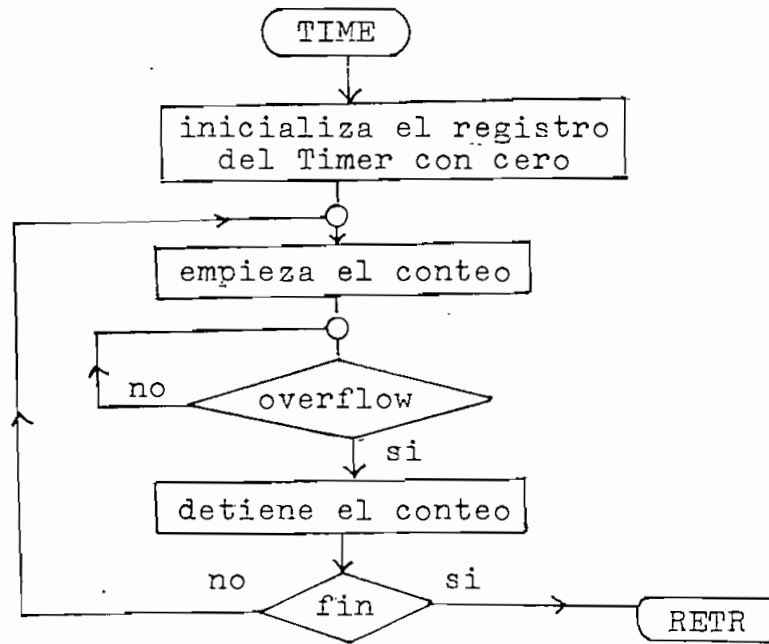
lo que implica que la cuenta del Timer se incrementará cada 120 useg. por lo que si dicha cuenta comienza desde cero se tendrá 30.72 mseg. cuando se detecte un overflow en el TIMER, luego se tiene que:

$$t(\text{variable}) = n.(30.72\text{mseg}) \quad \text{ecuación 3.3}$$

donde:

n = valor del registro R7 (contador de lazo)

### 3.6.6.1 Diagrama de flujo de la subrutina TIME



### 3.6.6.2 Listado del programa de la subrutina TIME

```
TIME: CLR A ;inicializa el Timer con
      MOV T,A ;cero
JAW: STRT T ;empieza el conteo
TMJF: JTF SCML ;salte si existe overflow
      ;en el Timer
      JMP TMJF
SCML: STOP TCNT ;detiene el conteo
      DJNZ R7,JAW ;lazo con el contador
      ;externo
RETR
```

### 3.7 LISTADO DEL PROGRAMA

Este es el software utilizado para el Sistema de ALARMA y COMANDO por vía telefónica, indicado de la siguiente manera:

Dirección / Código / Etiqueta / Opcode / Operando

000000		CFU	"8048.TEL"
000000		ORG	000H
000000 05	FRIN:	EN	I
000001 64B3		JMP	DFIN
000003 44B9		JMP	ALAR
000005 05	FEI:	EN	I
000006 9800		ANL	BUS,#0
000008 B820		MOV	RO,#32
00000A F0		MOV	A,@RO
00000B 3A		OUTL	P2,A
00000C 3605		JTO	FEI
00000E 15		DIS	I
00000F 09		IN	A,F1
000010 37		CPL	A
000011 121F		JBO	AGE
000013 321F		JB1	AGE
000015 7223		JB3	PREG
000017 9227		JB4	PTEL
000019 B22B		JB5	PBEL
00001B D22F		JB6	PTIP
00001D 0405		JMP	FEI
00001F 34C9	AGE:	CALL	LLAM
000021 0405		JMP	FEI
000023 1433	PREG:	CALL	REG
000025 0405		JMP	FEI
000027 1454	PTEL:	CALL	TEL
000029 0405		JMP	FEI
00002B 14DB	PBEL:	CALL	BEL
00002D 0405		JMP	FEI
00002F 14FB	PTIP:	CALL	TIM
000031 0405		JMP	FEI
000033 B823	REG:	MOV	RO,#35
000035 8A0F		ORL	P2,#OFH
000037 23E8		MOV	A,#OEBH
000039 02		OUTL	BUS,A
00003A 34C2		CALL	INIC
00003C 1643	ONE:	JTF	CNR
00003E 09		IN	A,F1
00003F 724E		JB3	MR
000041 043C		JMP	ONE
000043 EF3C	CNR:	DJNZ	R7,ONE
000045 65		STOP	TCNT
000046 A5		CLR	F1
000047 B5		CPL	F1
000048 3424		CALL	REX
00004A FD		MOV	A,R5

00004B	A0		MOV	@R0,A
00004C	0450		JMP	UR
00004E	3419	MR:	CALL	TKIN
000050	341D	UR:	CALL	TKFI
000052	A5		CLR	F1
000053	93		RETR	
000054	8A0F	TEL:	ORL	P2,#0FH
000056	34C2		CALL	INIC
000058	165F	TWO:	JTF	CONT
00005A	09		IN	A,P1
00005B	9263		JB4	MTE
00005D	0458		JMP	TWO
00005F	EF58	CONT:	DJNZ	R7,TWO
000061	0471		JMP	DTE
000063	65	MTE:	STOP	TCNT
000064	BD04		MOV	R5,#4
000066	B824		MOV	RO,#36
000068	34A9	LUL:	CALL	UND
00006A	34B1		CALL	DOS
00006C	3451		CALL	VIST
00006E	ED68		DJNZ	R5,LUL
000070	93		RETR	
000071	65	DTE:	STOP	TCNT
000072	BBDB		MOV	R3,#0DBH
000074	FB		MOV	A,R3
000075	02		OUTL	BUS,A
000076	B801		MOV	RO,#1
000078	FB	TRES:	MOV	A,RO
000079	34BB		CALL	MIZE
00007B	9287		JB4	NUM
00007D	FB		MOV	A,RO
00007E	5282		JB2	QUOI
000080	0484		JMP	GAN
000082	B800	QUOI:	MOV	RO,#0
000084	1B	GAN:	INC	RO
000085	0478		JMP	TRES
000087	8A0F	NUM:	ORL	P2,#0FH
000089	BF3C		MOV	R7,#60
00008B	54AE		CALL	TIME
00008D	FB		MOV	A,RO
00008E	07		DEC	A
00008F	C69B		JZ	TU
000091	07		DEC	A
000092	C69F		JZ	TD
000094	07		DEC	A
000095	C6A3		JZ	TT
000097	B839		MOV	RO,#57
000099	04A5		JMP	DROI
00009B	B824	TU:	MOV	RO,#36
00009D	04A5		JMP	DROI
00009F	B82B	TD:	MOV	RO,#43
0000A1	04A5		JMP	DROI
0000A3	B832	TT:	MOV	RO,#50
0000A5	FB	DROI:	MOV	A,RO
0000A6	A9		MOV	R1,A
0000A7	2310		MOV	A,#10H
0000A9	34BB		CALL	MIZE
0000AB	1B		INC	R3
0000AC	FB		MOV	A,R3
0000AD	02		OUTL	BUS,A
0000AE	3495		CALL	EXIT

0000B0	FA		MOV	A,R2
0000B1	96D4		JNZ	BACK
0000B3	A5		CLR	F1
0000B4	3424		CALL	REX
0000B6	BC06		MOV	R4,#6
0000B8	3495	MIX:	CALL	EXIT
0000BA	FA		MOV	A,R2
0000BB	96CD		JNZ	NPT
0000BD	FD		MOV	A,R5
0000BE	A0		MOV	@R0,A
0000BF	1B		INC	R0
0000C0	1B		INC	R3
0000C1	FB		MOV	A,R3
0000C2	02		OUTL	BUS,A
0000C3	A5		CLR	F1
0000C4	B5		CPL	F1
0000C5	346F		CALL	DIG
0000C7	ECB8		DJNZ	R4,MIX
0000C9	FD		MOV	A,R5
0000CA	A0		MOV	@R0,A
0000CB	04D4		JMP	BACK
0000CD	BA07	NPT:	MOV	R2,#7
0000CF	27	CERO:	CLR	A
0000D0	A1		MOV	@R1,A
0000D1	19		INC	R1
0000D2	EACF		DJNZ	R2,CERO
0000D4	9800	BACK:	ANL	BUS,#0
0000D6	A5		CLR	F1
0000D7	93		RETR	
0000D8	B822	BEL:	MOV	R0,#34
0000DA	8A0F		ORL	P2,#0FH
0000DC	23B8		MOV	A,#0B8H
0000DE	02		OUTL	BUS,A
0000DF	34C2		CALL	INIC
0000E1	16E8	HOT:	JTF	CNB
0000E3	09		IN	A,P1
0000E4	B2F3		JB5	MB
0000E6	04E1		JMP	HOT
0000E8	EFE1	CNB:	DJNZ	R7,HOT
0000EA	65		STOP	TCNT
0000EB	85		CLR	F0
0000EC	A5		CLR	F1
0000ED	346F		CALL	DIG
0000EF	FD		MOV	A,R5
0000F0	A0		MOV	@R0,A
0000F1	04F5		JMP	LUG
0000F3	3419	MB:	CALL	TKIN
0000F5	341D	LUG:	CALL	TKFI
0000F7	93		RETR	
0000F8	B821	TIM:	MOV	R0,#33
0000FA	8A0F		ORL	P2,#0FH
0000FC	2378		MOV	A,#78H
0000FE	02		OUTL	BUS,A
0000FF	34C2		CALL	INIC
000101	1608	MON:	JTF	CNT
000103	09		IN	A,P1
000104	D214		JB6	MTI
000106	2401		JMP	MON

000108	EF01	CNT:	DJNZ	R7,MON
00010A	65		STOP	TCNT
00010B	85		CLR	F0
00010C	95		CPL	F0
00010D	A5		CLR	F1
00010E	346F		CALL	DIG
000110	FD		MOV	A,R5
000111	A0		MOV	@R0,A
000112	2416		JMP	LACE
000114	3419	MTI:	CALL	TKIN
000116	341D	LACE:	CALL	TKFI
000118	93		RETR	
000119	65	TKIN:	STOP	TCNT
00011A	F0		MOV	A,@R0
00011B	3A		OUTL	P2,A
00011C	93		RETR	
00011D	BF42	TKFI:	MOV	R7,#66
00011F	54AE		CALL	TIME
000121	9800		ANL	BUS,#0
000123	93		RETR	
000124	BD02	REX:	MOV	R5,#2
000126	FD	CELE:	MOV	A,R5
000127	07		DEC	A
000128	07		DEC	A
000129	C63E		JZ	QUEL
00012B	07		DEC	A
00012C	07		DEC	A
00012D	C63E		JZ	QUEL
00012F	07		DEC	A
000130	07		DEC	A
000131	07		DEC	A
000132	C63E		JZ	QUEL
000134	1D	ELLE:	INC	R5
000135	FD		MOV	A,R5
000136	723A		JB3	CRIS
000138	2426		JMP	CELE
00013A	BD02	CRIS:	MOV	R5,#2
00013C	2426		JMP	CELE
00013E	7649	QUEL:	JF1	GINA
000140	FD		MOV	A,R5
000141	4310		ORL	A,#10H
000143	34BB		CALL	MIZE
000145	9250		JB4	YADI
000147	2434		JMP	ELLE
000149	FD	GINA:	MOV	A,R5
00014A	34BB		CALL	MIZE
00014C	7250		JB3	YADI
00014E	2434		JMP	ELLE
000150	93	YADI:	RETR	
000151	BBDA	VIST:	MOV	R3,#0DAH
000153	BC02		MOV	R4,#2
000155	FC	SUR:	MOV	A,R4
000156	7267		JB3	VUEL
000158	FB		MOV	A,R3
000159	02		GUTL	BUS,A
00015A	F0		MOV	A,@R0
00015B	4310		ORL	A,#10H
00015D	3A		OUTL	P2,A



00015E	18		INC	R0
00015F	1B		INC	R3
000160	1C		INC	R4
000161	BF21		MOV	R7,#33
000163	54AE		CALL	TIME
000165	2455		JMP	SUR
000167	230F	VUEL:	MOV	A,#0FH
000169	3A		OUTL	P2,A
00016A	BF46		MOV	R7,#70
00016C	54AE		CALL	TIME
00016E	93		RETR	
00016F	BD00	DIG:	MOV	R5,#0
000171	FD	LCD:	MOV	A,R5
000172	7676		JF1	FON
000174	2478		JMP	ECD
000176	4310	FON:	ORL	A,#10H
000178	3488	ECD:	CALL	MIZE
00017A	7682		JF1	MOI
00017C	B686		JF0	TOI
00017E	B294		JB5	ARM
000180	2488		JMP	OPE
000182	9294	MOI:	JB4	ARM
000184	2488		JMP	OPE
000186	D294	TOI:	JB6	ARM
000188	1D	OPE:	INC	R5
000189	FD		MOV	A,R5
00018A	0306		ADD	A,#6
00018C	9290		JB4	CAP
00018E	2471		JMP	LCD
000190	BD00	CAP:	MOV	R5,#0
000192	2471		JMP	LCD
000194	93	ARM:	RETR	
000195	34C2	EXIT:	CALL	INIC
000197	BF32		MOV	R7,#50
000199	16A4	RELE:	JTF	EXU
00019B	09		IN	A,P1
00019C	37		CPL	A
00019D	92A1		JB4	EXD
00019F	2499		JMP	RELE
0001A1	BA00	EXD:	MOV	R2,#0
0001A3	93		RETR	
0001A4	EF99	EXU:	DJNZ	R7,RELE
0001A6	BA0F		MOV	R2,#0FH
0001A8	93		RETR	
0001A9	23D8	UND:	MOV	A,#0D8H
0001AB	02		OUTL	BUS,A
0001AC	2310		MOV	A,#10H
0001AE	34BB		CALL	MIZE
0001B0	93		RETR	
0001B1	23D9	DOS:	MOV	A,#0D9H
0001B3	02		OUTL	BUS,A
0001B4	F0		MOV	A,@R0
0001B5	4310		ORL	A,#10H
0001B7	34BB		CALL	MIZE
0001B9	18		INC	R0
0001BA	93		RETR	
0001BB	3A	MIZE:	OUTL	P2,A
0001BC	BF21		MOV	R7,#33
0001BE	54AE		CALL	TIME

0001C0	09		IN	A,P1
0001C1	93		RETR	
0001C2	27	}	INIC:	CLR A
0001C3	62		MOV T,A	
0001C4	BF11		MOV R7,#17	
0001C6	55		STRT T	
0001C7	93		RETR	
0001C8	00		NOP	
0001C9	76D3	LLAM:	JF1	CAN
0001CB	BD00		MOV	R5,#0
0001CD	09		IN	A,P1
0001CE	37		CPL	A
0001CF	32D5		JB1	LINU
0001D1	24D6		JMP	VIE
0001D3	442E	CAN:	JMP	SGDA
0001D5	95	LINU:	CPL	F0
0001D6	BF28	VIE:	MOV	R7,#40
0001D8	54AE		CALL	TIME
0001DA	65		STOP	TCNT
0001DB	09	VIEU:	IN	A,P1
0001DC	37		CPL	A
0001DD	B6E3		JF0	LIND
0001DF	12DB		JB0	VIEU
0001E1	24E5		JMP	MAP
0001E3	32DB	LIND:	JB1	VIEU
0001E5	1D	MAP:	INC	R5
0001E6	34C2		CALL	INIC
0001E8	BFC8		MOV	R7,#200
0001EA	16F8	TIN:	JTF	MUE
0001EC	09		IN	A,P1
0001ED	37		CPL	A
0001EE	B6F4		JF0	LINT
0001F0	12D6		JB0	VIE
0001F2	24EA		JMP	TIN
0001F4	32D6	LINT:	JB1	VIE
0001F6	24EA		JMP	TIN
0001F8	EFEA	MUE:	DJNZ	R7,TIN
0001FA	65	VERI:	STOP	TCNT
0001FB	B822		MOV	RO,#34
0001FD	F0		MOV	A,@RO
0001FE	74EF		CALL	DIEZ
000200	37		CPL	A
000201	6D		ADD	A,R5
000202	37		CPL	A
000203	C60E		JZ	EXA
000205	07		DEC	A
000206	C60E		JZ	EXA
000208	17		INC	A
000209	17		INC	A
00020A	C60E		JZ	EXA
00020C	442A		JMP	PAST
00020E	B5	EXA:	CPL	F1
00020F	C8		DEC	RO
000210	F0		MOV	A,@RO
000211	74EF		CALL	DIEZ
000213	AE		MOV	R6,A
000214	B808	DATA:	MOV	RO,#8
000216	BFFF	BOR:	MOV	R7,#OFFH

000218	98F7		ANL	BUS, #0F7H
00021A	27		CLR	A
00021B	62		MOV	T, A
00021C	55	JAK:	STRT	T
00021D	1623	NDO:	JTF	SQL
00021F	361D		JTO	NDO
000221	24C9		JMP	LLAM
000223	65	SQL:	STOP	TCNT
000224	EF1C		DJNZ	R7, JAK
000226	E816		DJNZ	R0, BOR
000228	EE14		DJNZ	R6, DATA
00022A	BD00	PAST:	MOV	R5, #0
00022C	A5		CLR	F1
00022D	93		RETR	
00022E	BD00	SGDA:	MOV	R5, #0
000230	09		IN	A, P1
000231	37		CPL	A
000232	B63B		JFO	MLIN
000234	123C		JBO	PRET
000236	441D		JMP	NDO
000238	323C	MLIN:	JB1	PRET
00023A	441D		JMP	NDO
00023C	BFC8	PRET:	MOV	R7, #200
00023E	54AE		CALL	TIME
000240	BE64		MOV	R6, #100
000242	B820		MOV	R0, #32
000244	B91F		MOV	R1, #31
000246	B64C		JFO	VAL
000248	2340		MOV	A, #40H
00024A	444E		JMP	GO
00024C	2380	VAL:	MOV	A, #80H
00024E	A1	GO:	MOV	@R1, A
00024F	BC10		MOV	R4, #10H
000251	74CD		CALL	WRIT
000253	BD01	ACTI:	MOV	R5, #1
000255	BC10		MOV	R4, #10H
000257	FC	MDE:	MOV	A, R4
000258	02		OUTL	BUS, A
000259	BF21		MOV	R7, #33
00025B	54AE		CALL	TIME
00025D	34C2		CALL	INIC
00025F	BF1E		MOV	R7, #30
000261	09	CIO:	IN	A, P1
000262	37		CPL	A
000263	5275		JB2	ROCI
000265	FC		MOV	A, R4
000266	E7		RL	A
000267	126F		JBO	DIC
000269	AC		MOV	R4, A
00026A	FD		MOV	A, R5
00026B	E7		RL	A
00026C	AD		MOV	R5, A
00026D	448F		JMP	CAS
00026F	BC10	DIC:	MOV	R4, #10H
000271	BD01		MOV	R5, #1
000273	448F		JMP	CAS
000275	1679	ROCI:	JTF	LOR
000277	4461		JMP	CIO
000279	EF61	LOR:	DJNZ	R7, CIO

00027B	65		STOP	TCNT
00027C	BE64		MOV	R6,#100
00027E	F0		MOV	A,@R0
00027F	DD		XRL	A,R5
000280	A0		MOV	@R0,A
000281	74CD		CALL	WRIT
000283	F1		MOV	A,@R1
000284	40		ORL	A,@R0
000285	4320		ORL	A,#20H
000287	3A		OUTL	P2,A
000288	BF0A		MOV	R7,#10
00028A	54AE		CALL	TIME
00028C	F1		MOV	A,@R1
00028D	40		ORL	A,@R0
00028E	3A		OUTL	P2,A
00028F	2390	CAS:	MOV	A,#90H
000291	02		OUTL	BUS,A
000292	BF1E		MOV	R7,#30
000294	54AE		CALL	TIME
000296	34C2		CALL	INIC
000298	BF1E		MOV	R7,#30
00029A	09	ITA:	IN	A,P1
00029B	37		CPL	A
00029C	F2A2		JB7	LIA
00029E	EE57		DJNZ	R6,M0E
0002A0	44AB		JMP	FINA
0002A2	16A6	LIA:	JTF	ESP
0002A4	449A		JMP	ITA
0002A6	EF9A	ESP:	DJNZ	R7,ITA
0002A8	F0	FINA:	MOV	A,@R0
0002A9	3A		OUTL	P2,A
0002AA	A5		CLR	F1
0002AB	B5		CLR	F0
0002AC	65		STOP	TCNT
0002AD	93		RETR	
0002AE	27	TIME:	CLR	A
0002AF	62		MOV	T,A
0002B0	55	JAW:	STRT	T
0002B1	16B5	TMJF:	JTF	SCML
0002B3	44B1		JMP	TMJF
0002B5	65	SCML:	STOP	TCNT
0002B6	EFB0		DJNZ	R7,JAW
0002B8	93		RETR	
0002B9	15	ALAR:	DIS	I
0002BA	97		CLR	C
0002BB	B924		MOV	R1,#36
0002BD	35	SEN:	DIS	TCNTI
0002BE	2310		MOV	A,#10H
0002C0	02		OUTL	BUS,A
0002C1	B81F	COGE:	MOV	R0,#31
0002C3	F6C9		JC	LUN
0002C5	2340		MOV	A,#40H
0002C7	44CB		JMP	L0D
0002C9	23B0	LUN:	MOV	A,#80H
0002CB	A0	L0D:	MOV	@R0,A
0002CC	18		INC	R0
0002CD	40		ORL	A,@R0
0002CE	3A		OUTL	P2,A
0002CF	BE3C		MOV	R6,#60

0002D1	BFA7		MOV	R7,#167
0002D3	54AE		CALL	TIME
0002D5	09	DIX:	IN	A,P1
0002D6	37		CPL	A
0002D7	52DC		JB2	VIG
0002D9	A7		CPL	C
0002DA	44C1		JMP	COGE
0002DC	EED5	VIG:	DJNZ	R6,DIX
0002DE	B823		MOV	R0,#35
0002E0	35	CICL:	DIS	TCNTI
0002E1	F9		MOV	A,R1
0002E2	D340		XRL	A,#40H
0002E4	96EB		JNZ	PELU
0002E6	B924		MOV	R1,#36
0002E8	F1	PELU:	MOV	A,@R1
0002E9	96F1		JNZ	ALLE
0002EB	F9	RIO:	MOV	A,R1
0002EC	0307		ADD	A,#7
0002EE	A9		MOV	R1,A
0002EF	44E0		JMP	CICL
0002F1	D0	ALLE:	XRL	A,@R0
0002F2	C6F6		JZ	EQUX
0002F4	44FB		JMP	DID
0002F6	6400	EQUX:	JMP	EQU
0002F8	BA00	DID:	MOV	R2,#0
0002FA	7481		CALL	MARK
0002FC	F1		MOV	A,@R1
0002FD	AA		MOV	R2,A
0002FE	7481		CALL	MARK
000300	19	EQU:	INC	R1
000301	BE06		MOV	R6,#6
000303	F1	APEL:	MOV	A,@R1
000304	AA		MOV	R2,A
000305	7481		CALL	MARK
000307	19		INC	R1
000308	EE03		DJNZ	R6,APEL
00030A	BB1B		MOV	R3,#27
00030C	35	SACT:	DIS	TCNTI
00030D	25		EN	TCNTI
00030E	27		CLR	A
00030F	62		MOV	T,A
000310	45		STRT	CNT
000311	BD03		MOV	R5,#3
000313	8A20	NEF:	ORL	P2,#20H
000315	BC0B		MOV	R4,#8
000317	BE04		MOV	R6,#4
000319	FC	INDI:	MOV	A,R4
00031A	E7		RL	A
00031B	AC		MOV	R4,A
00031C	02		OUTL	BUS,A
00031D	74A9		CALL	TIXE
00031F	EE19		DJNZ	R6,INDI
000321	9ACF		ANL	P2,#0CFH
000323	23A0		MOV	A,#0A0H
000325	02		OUTL	BUS,A
000326	74A9		CALL	TIXE
000328	BC32		MOV	R4,#50
00032A	09	SEV:	IN	A,P1

00032B	37		CPL	A
00032C	F23E		JB7	TONU
00032E	6432		JMP	ARR
000330	6413	NEFU:	JMP	NEF
000332	ED30	ARR:	DJNZ	R5,NEFU
000334	42		MOV	A,T
000335	65		STOF	TCNT
000336	D307		XRL	A,#7
000338	C640		JZ	RIGH
00033A	EB0C		DJNZ	R3,SACT
00033C	44BD		JMP	SEN
00033E	EC2A	TONU:	DJNZ	R4,SEV
000340	35	RIGH:	DIS	TCNTI
000341	65		STOF	TCNT
000342	2380		MOV	A,#80H
000344	02		OUTL	BUS,A
000345	8A20		ORL	P2,#20H
000347	BF32		MOV	R7,#50
000349	54AE		CALL	TIME
00034B	9ACF		ANL	P2,#0CFH
00034D	2350		MOV	A,#50H
00034F	02		OUTL	BUS,A
000350	BEFF		MOV	R6,#0FFH
000352	BC23		MOV	R4,#35
000354	09	FYN:	IN	A,P1
000355	37		CPL	A
000356	F25A		JB7	KIE
000358	6473		JMP	TEMP
00035A	EC54	KIE:	DJNZ	R4,FYN
00035C	2340		MOV	A,#40H
00035E	AC		MOV	R4,A
00035F	02		OUTL	BUS,A
000360	8A20		ORL	P2,#20H
000362	BF1E		MOV	R7,#30
000364	54AE		CALL	TIME
000366	2380		MOV	A,#80H
000368	02		OUTL	BUS,A
000369	BF1E		MOV	R7,#30
00036B	54AE		CALL	TIME
00036D	9ACF		ANL	P2,#0CFH
00036F	B91F		MOV	R1,#31
000371	4457		JMP	MOE
000373	EE54	TEMP:	DJNZ	R6,FYN
000375	2310		MOV	A,#10H
000377	02		OUTL	BUS,A
000378	8A20		ORL	P2,#20H
00037A	BF32		MOV	R7,#50
00037C	54AE		CALL	TIME
00037E	9A0F		ANL	P2,#0FH
000380	93		RETR	
000381	B820	MARK:	MOV	R0,#32
000383	FA		MOV	A,R2
000384	74EF		CALL	DIEZ
000386	AA		MOV	R2,A
000387	BF01	FER:	MOV	R7,#1
000389	F68F		JC	ABRE
00038B	2340		MOV	A,#40H
00038D	6491		JMP	CIER

00038F	2380	ABRE:	MOV	A, #80H
000391	40	CIER:	ORL	A, @R0
000392	3A		OUTL	P2, A
000393	54AE		CALL	TIME
000395	BF02		MOV	R7, #2
000397	9A0F		ANL	P2, #0FH
000399	54AE		CALL	TIME
00039B	EAB7		DJNZ	R2, FER
00039D	F6A3		JC	FAN
00039F	2340		MOV	A, #40H
0003A1	64A5		JMP	FLA
0003A3	2380	FAN:	MOV	A, #80H
0003A5	40	FLA:	ORL	A, @R0
0003A6	34BB		CALL	MIZE
0003A8	93		RETR	
0003A9	BFFF	TIXE:	MOV	R7, #0FFH
0003AB	BAFF	JAX:	MOV	R2, #0FFH
0003AD	00	JAXU:	NOF	
0003AE	EAAD		DJNZ	R2, JAXU
0003B0	EFAB		DJNZ	R7, JAX
0003B2	93		RETR	
0003B3	BB20	DFIN:	MOV	R0, #32
0003B5	27		CLR	A
0003B6	A0		MOV	@R0, A
0003B7	18		INC	R0
0003B8	2303		MOV	A, #3
0003BA	A0		MOV	@R0, A
0003BB	18		INC	R0
0003BC	2304		MOV	A, #4
0003BE	A0		MOV	@R0, A
0003BF	18		INC	R0
0003C0	2302		MOV	A, #2
0003C2	A0		MOV	@R0, A
0003C3	18		INC	R0
0003C4	BF1C		MOV	R7, #28
0003C6	27	FTEL:	CLR	A
0003C7	A0		MOV	@R0, A
0003C8	18		INC	R0
0003C9	EFC6		DJNZ	R7, FTEL
0003CB	0405		JMP	FEI
0003CD	FC	WRIT:	MOV	A, R4
0003CE	02		OUTL	BUS, A
0003CF	FD		MOV	A, R5
0003D0	37		CPL	A
0003D1	40		ORL	A, @R0
0003D2	DD		XRL	A, R5
0003D3	37		CPL	A
0003D4	C6DC		JZ	OFF
0003D6	BF28		MOV	R7, #40
0003D8	74E7		CALL	BELL
0003DA	64E0		JMP	PACK
0003DC	BF78	OFF:	MOV	R7, #120
0003DE	74E7		CALL	BELL
0003E0	74E4	PACK:	CALL	UP
0003E2	3A		OUTL	P2, A
0003E3	93		RETR	
0003E4	F1	UP:	MOV	A, @R1
0003E5	40		ORL	A, @R0

#### 4.1 IMPLEMENTACION DEL SISTEMA Y CONSTRUCCION DEL EQUIPO

Diseñados todos los circuitos que constituyen el HARDWARE del Sistema y el programa total que constituye el SOFTWARE y que permite controlar y automatizar las funciones ha ejecutarse y almacenar los datos que se requieren, se implementa dicho Sistema, construyendo un equipo que puede realizar todas las operaciones para las que fue creado.

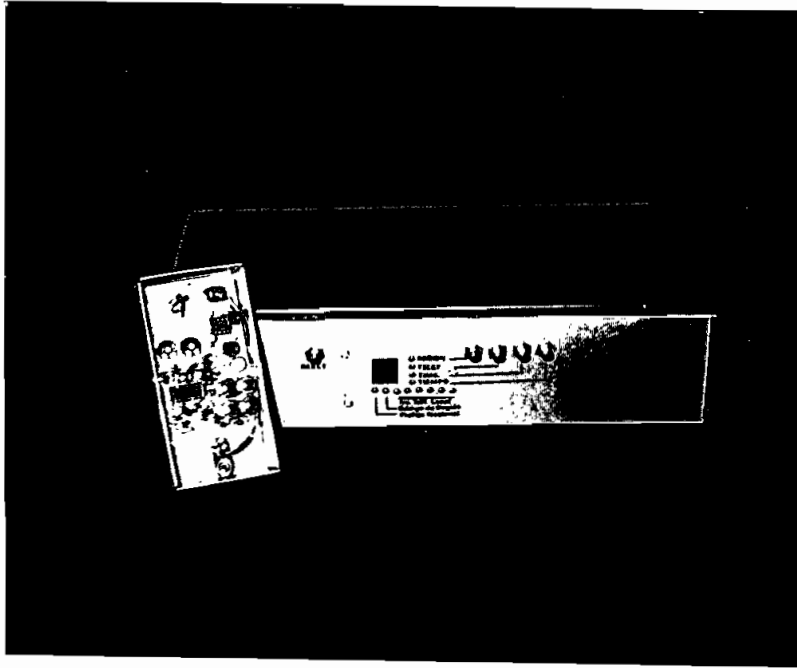
El Sistema consta de un equipo BASE y un equipo Portátil.

El equipo BASE tiene dos entradas para dos líneas telefónicas, una entrada de alarma y cuatro contactos a comandarse de acuerdo a tonos enviados a través de la línea telefónica.

El equipo Portátil tiene un generador de 4 frecuencias sinusoidales, un amplificador de audio y 4 pulsantes que permite generar tonos para ser enviados a través de la línea telefónica.

La configuración física del equipo Base se muestra en la fotografía 4.1 en donde se puede observar el pulsante de Reset, los 4 pulsantes de selección para entrada de datos, los 4 leds indicadores de función, los 8 leds indicadores de dígitos y el display, elementos que permiten la programación y visualización de los parámetros especificados dentro del proceso de entrada de datos. Se puede observar - también el equipo Portátil que permite comandar los contactos del equipo Base a través de la línea telefónica.





fotografía 4.1 Equipos del Sistema

#### 4.1.1 Equipo Base

El equipo Base consta de las siguientes tarjetas:

- tarjeta de control e interfase
- tarjeta de visualización
- tarjeta de fuente de poder

##### 4.1.1.1 Tarjeta de control e interfase

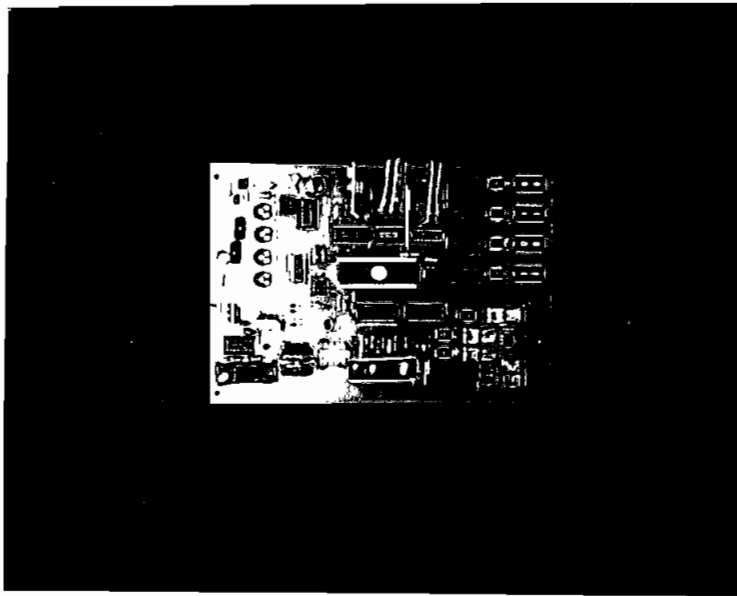
Cuyo circuito impreso y sus componentes se puede observar en la fotografía 4.2 y en el diagrama de la figura 4.1.

Esta tarjeta contiene todos los circuitos para:

- el control y automatización de las funciones ha ser eje-

cutadas por el Sistema

- el procesamiento de la información recibida y enviada por el Sistema
- el interfase entre el Sistema y los elementos externos ha conectarse: las dos líneas telefónicas, la entrada de alarma y los 4 contactos a ser comandados y que están a disposición del usuario.



fotografía 4.2 Componentes de la tarjeta de control e interfase

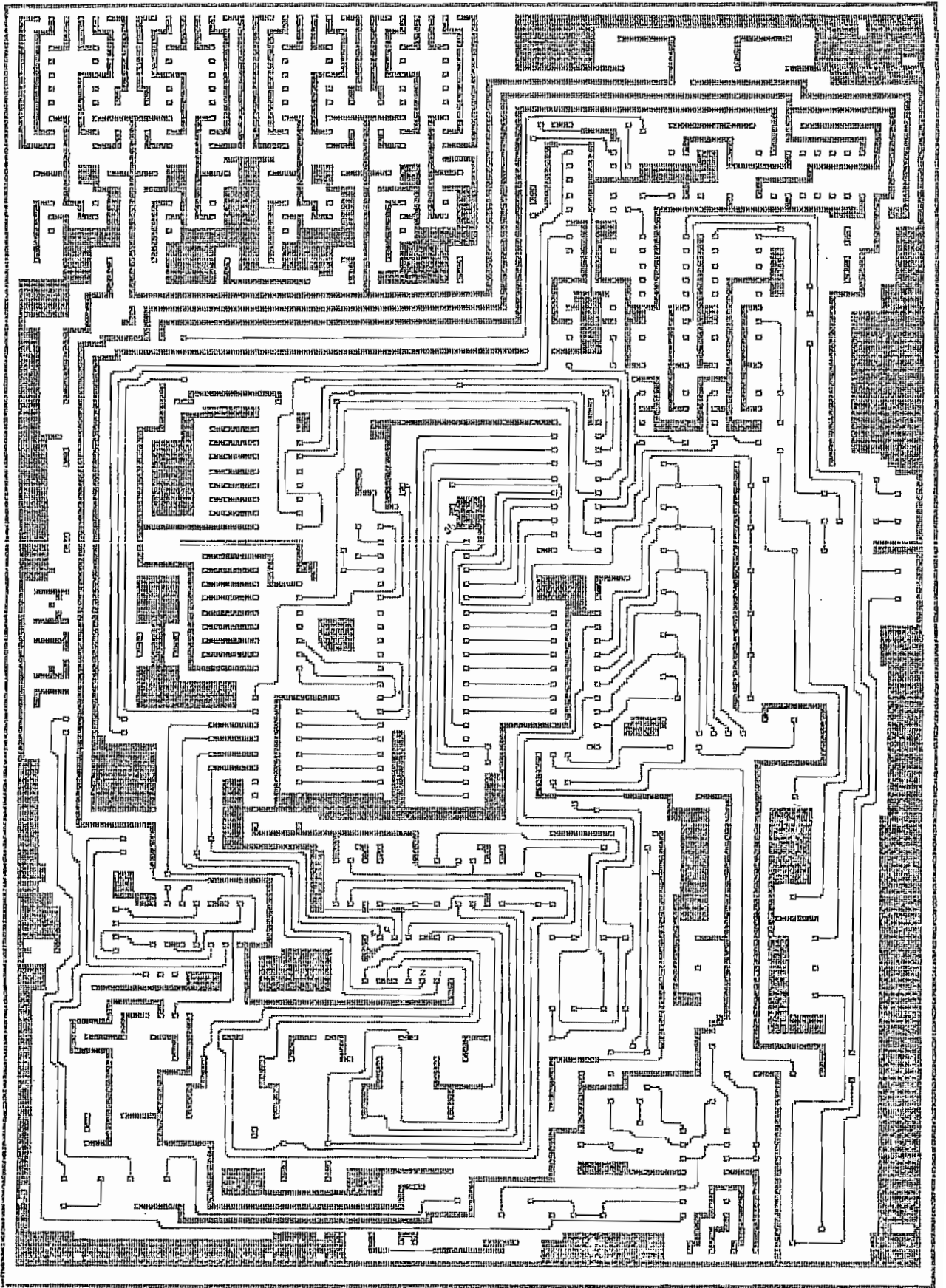


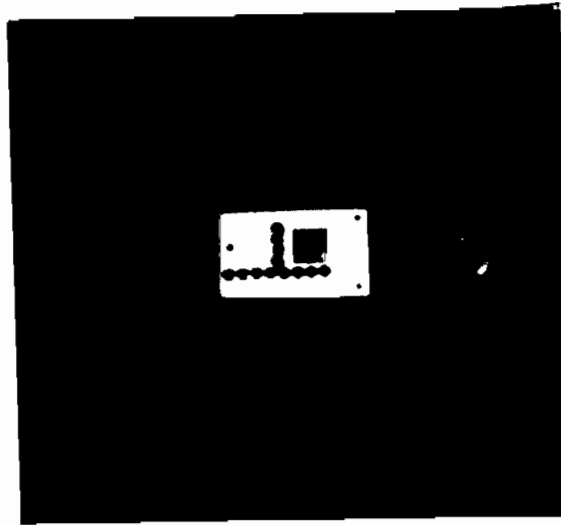
figura 4.1 Diagrama del circuito impreso de la tarjeta de control e interfase

#### 4.1.1.2 Tarjeta de visualización

Cuyo circuito impreso y sus componentes se puede observar en la fotografía 4.3 y en el diagrama de la figura 4.2.

Esta tarjeta contiene todos los elementos que permiten:

- visualizar mediante leds el parámetro seleccionado en el proceso de programación o verificación de datos
- visualizar mediante el display su respectivo valor
- visualizar secuencialmente cada uno de los dígitos del número telefónico, mediante los leds de dígitos y el display.



fotografía 4.3 Componentes de la tarjeta de  
visualización

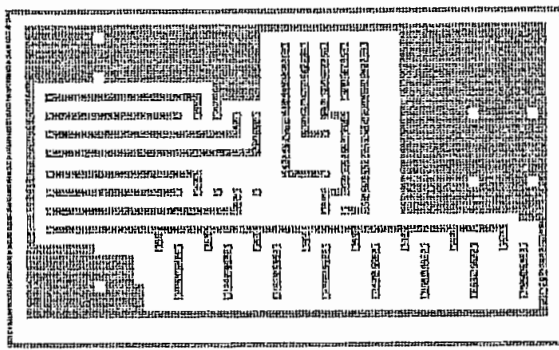


figura 4.2 Diagrama del circuito impreso de la tarjeta de visualización

#### 4.1.1.3 Tarjeta de la fuente de poder

Cuyo circuito impreso y sus componentes se puede observar en la fotografía 4.4 y en el diagrama de la figura 4.3

En esta tarjeta se obtienen los voltajes de polarización de 12 V y 5 V para los circuitos de las tarjetas de control e interfase y de visualización, mediante circuitos de rectificación, filtrado y regulación de la fuente de energía principal que constituye la red pública de energía eléctrica.

Contiene además, la entrada de las baterías que constituyen la fuente de energía de emergencia, el circuito de carga de las baterías y la compuerta OR constituida de diodos, que permiten mantener siempre polarizado al equipo Base.



fotografía 4.4 Componentes de la tarjeta de la fuente de poder

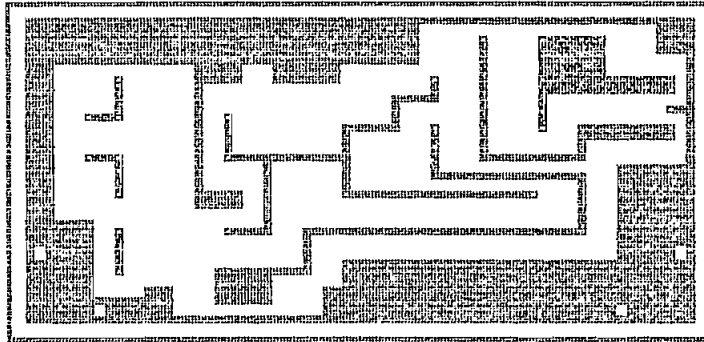
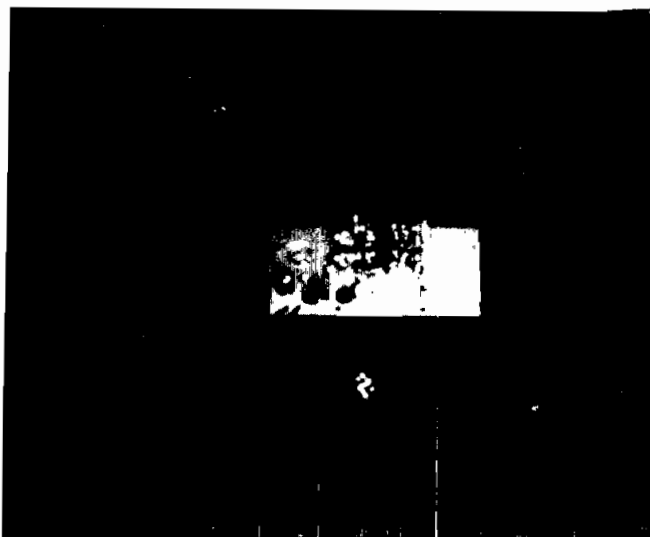


figura 4.3 Diagrama del circuito impreso de la tarjeta de la fuente de poder

#### 4.1.2 Equipo Portátil

Constituído de una tarjeta de generación de los 4 tonos de control y comando y cuyo circuito impreso y sus componentes se puede observar en la fotografía 4.5 y en el diagrama de la figura 4.4



fotografía 4.5 Componentes de la tarjeta del generador  
de tonos de control y comando

Esta tarjeta contiene los siguientes circuitos:

- cuatro generadores de onda sinusoidal para cada una de las frecuencias utilizadas para los procesos de alarma y comando
- un amplificador de audio de los tonos seleccionados, de tal forma que la información sea enviada acústicamente a través de la línea telefónica.

El equipo Portátil contiene además los cuatro pulsantes de selección de tonos.

4.1.2.1 C.I. de la tarjeta del generador de tonos de control y comando

IQ1	LM 324N	Quad Operational Amplifiers
IQ2	LM 380N-8	Audio Amplifier

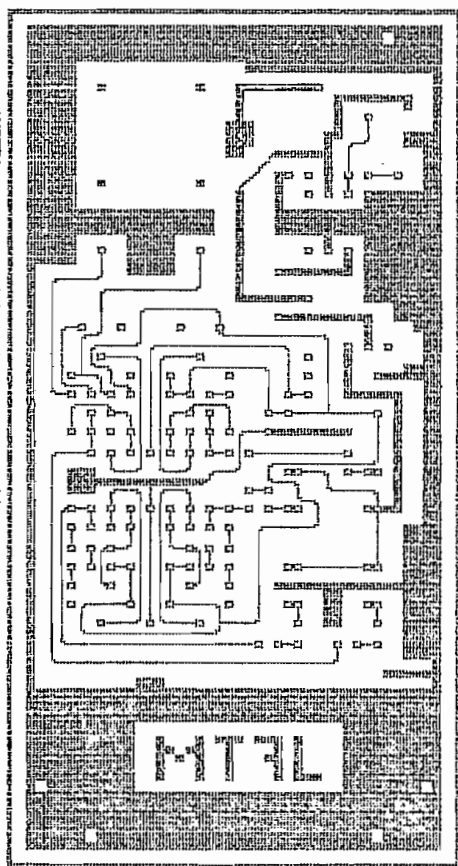


figura 4.4 Diagrama del circuito impreso de la tarjeta del generador de tonos de control y comando



## 4.2 DIAGRAMAS

### 4.2.1 Diagrama de bloques del Sistema

El diagrama de bloques del Sistema se lo puede observar en la figura 2.7 del capítulo II, página 49.

### 4.2.2 Diagrama eléctrico del Sistema

El diagrama eléctrico del Sistema se lo puede observar en la figura 4.5.

### 4.2.3 Diagrama de distribución de C.I. del circuito de control, procesamiento y entrada de datos

El diagrama de distribución de los circuitos integrados se lo puede observar en la figura 4.6.

### 4.2.4 Lista de C.I. del circuito de control, procesamiento y entrada de datos

IC1	8748	Microcontrolador
IC2-4	74245	Bus Octal - 3 Estados
IC5	74138	Demultiplexer 3 a 8
IC6	74249	Decodificador BCD a 7 segmentos
IC7-8	LM 567	Tone Decoder
IC9	LM 566	Voltage Controlled Oscillator
IC10-11	ECG 4066E	Switch análogo
IC12	LM 324N	Quad Operational Amplifiers
IC13-20	FCD 865C	Optoacoplador

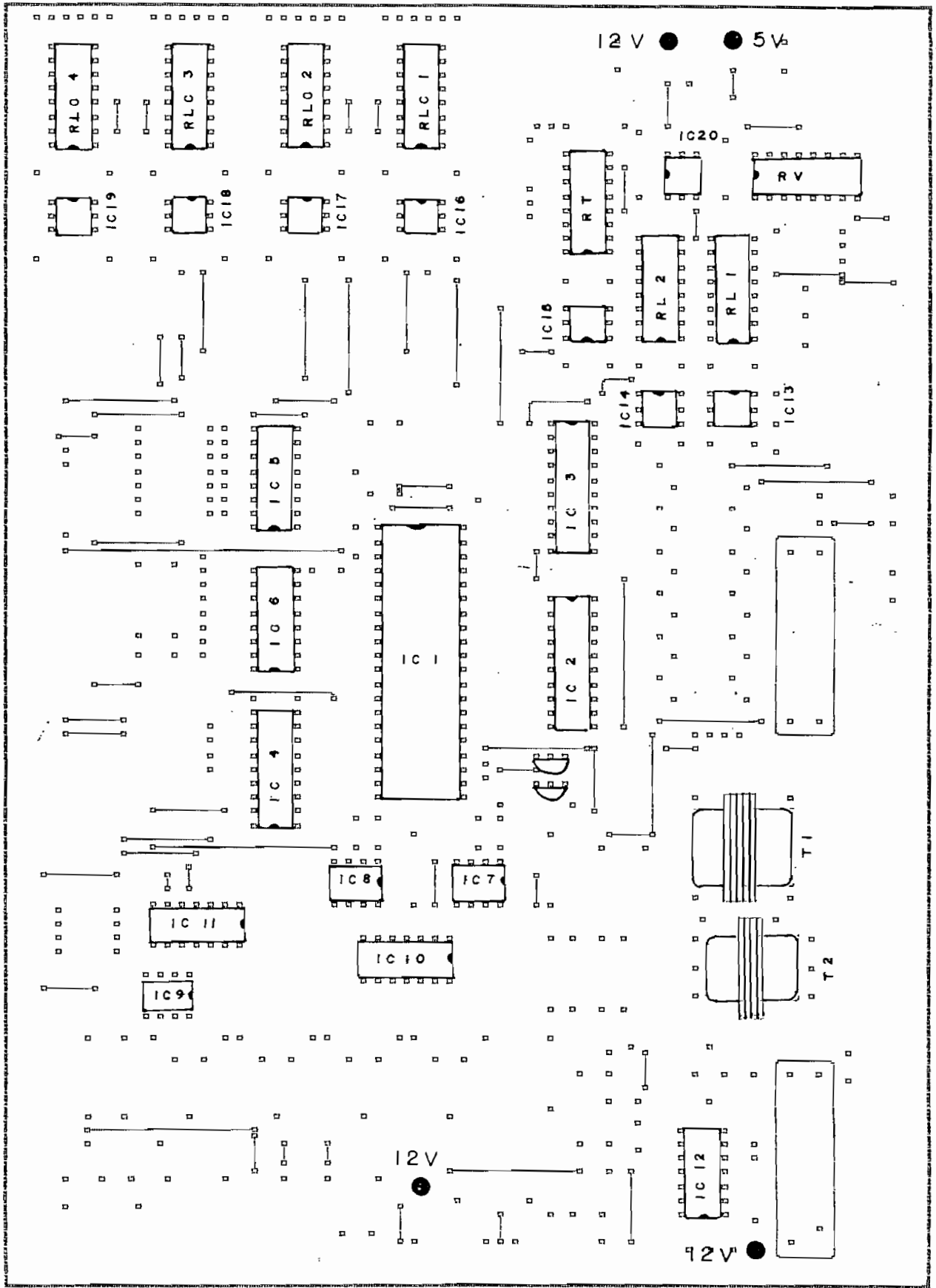


figura 4.6 Diagrama de distribución de C.I.

#### 4.3 RESULTADOS EXPERIMENTALES

Una vez instalado el equipo previamente calibrado según el procedimiento indicado en el manual de operación, se procedió a realizar las siguientes pruebas:

##### a) Ingreso de datos

Al inicializar el proceso se comprueba que se han almacenado los valores de predefinición asignados a cada uno de los parámetros.

Se verifica el funcionamiento del proceso de entrada de datos, programando cada uno de los parámetros y comprobando que se han almacenado dichos valores.

##### b) Verificación del proceso de comando

##### b.1) Verificación de los detectores de timbrada

Se comprueba el funcionamiento de los detectores de timbrada de cada una de las líneas, para garantizar un ingreso posterior al proceso de activación de contactos, para esto se llama a los dos números telefónicos a los que se encuentra conectado el equipo Base y se verifica que se produzca un OL en el pin correspondiente, con cada timbrada que reciba.

b.2) Verificación de toma de línea para  
contestar a la segunda llamada válida

Se realiza una llamada a cualquiera de los dos números telefónicos a los que se encuentre conectado el equipo Base y se espera hasta que se haya producido el número de timbradas programado en el proceso de entrada de datos. Si este número no es igual al programado, el proceso se inicializa tomando a una segunda llamada, como la primera llamada de un nuevo proceso.

Si este número es igual y se realiza una segunda llamada - al mismo número de la primera llamada, dentro del tiempo de espera programado, el equipo Base contesta esta segunda llamada, enviando un tono de indicación. Si la segunda llamada se la hace después del tiempo de espera, se la considera como la primera llamada de un nuevo proceso.

b.3) Verificación de activación de contactos  
por tono

El momento en que el equipo contesta a la segunda llamada, se acopla acústicamente el generador de tonos de comando al micrófono del aparato telefónico desde donde se produjo la llamada.

Los detectores de tono deben estar previamente calibrados para la detección de las cuatro frecuencias que van a ser

enviadas a través de la línea telefónica, según el procedimiento indicado en el manual de operación.

Al enviar un tono y al ser detectado, se activa el respectivo contacto y se envía un tono de indicación de haber ejecutado la orden, cuya frecuencia depende del contacto activado/desactivado y cuyo tiempo de duración está dado de la siguiente manera:

- si el contacto se activa, se envía el tono de indicación por 2seg.
- si el contacto se desactiva, se envía el tono de indicación por 5seg.

De esta forma el usuario tiene una verificación de la orden que se ejecutó (activado o desactivado).

El proceso de activación o desactivación se lo puede hacer cuantas veces se lo desee, y para finalizarlo se debe enviar el doble tono de fin de subrutina, para que el equipo Base cierre la línea y mantenga a los contactos activados o desactivados de acuerdo a la última orden recibida.

El inconveniente que se presenta durante este proceso está dado por la elevada distorsión que presentan algunos de los micrófonos de los aparatos telefónicos, pues aunque tienen una buena sensibilidad, el propósito de su uso no necesita de una alta fidelidad y por tanto, el que los tonos que se generen delante de su membrana se reproduzcan sin la mayor distorsión, va a depender de la calidad de los

gránulos de carbón, por lo que en algunos casos, no será posible que el equipo Base pueda ejecutar las órdenes de comando, ya que no podrá detectar dichos tonos.

Se puede activar/desactivar los contactos, utilizando el teclado de señalización de los aparatos telefónicos multifrecuenciales, de la siguiente manera:

- si se pulsa los números 5 ó 6 se comanda al contacto correspondiente a la frecuencia de 770 Hz.
- si se pulsa los números 8 ó 9 se comanda el contacto correspondiente a la frecuencia de 852 Hz.
- si se pulsa el número 1 se comanda al contacto correspondiente a la frecuencia de 1209 Hz.

Esto es debido a que si bien cada uno de estos números generan una señal compuesta de dos frecuencias, los cuatro detectores de tono están calibrados para la detección de solo una de ellas.

Se tiene además que:

- si se pulsa el número 7 existirá la ambigüedad del contacto comandado ya que no se podrá tener certeza de querer comandar el contacto correspondiente a la frecuencia de 852 Hz o al de la frecuencia de 1209 Hz.
- similarmente ocurre con los contactos correspondientes a las frecuencias de 770 Hz y de 1209 Hz, si se pulsa el número 4. Sin embargo este número equivale al doble tono

de fin de subrutina y por lo tanto al pulsarlo ejecuta esta función.

Si por cualquier eventualidad se cortara la comunicación telefónica, el equipo Base al dejar de recibir ordenes de comando por más de un minuto, cerrará la línea y mantendrá los contactos activados o desactivados según su última orden.

c) Verificación del proceso de alarma

Una vez programados los parámetros de código de Región del equipo Base y por lo menos uno de los cuatro números telefónicos, se activa la alarma, para verificar que el equipo toma alternativamente las dos líneas para empezar el proceso de Alarma.

Cuando el equipo toma la línea y detecta el tono de invitación a marcar, empieza el proceso de marcación del número telefónico programado, y se comprueba que la llamada a dicho número es correcta. Adicionalmente el destinatario escucha la señal de Alarma.

Se programan varios números telefónicos, y como primer paso, no se verifica desde ninguno de ellos, el haber recibido la alarma y se comprueba que este proceso sea cíclico.

Luego, desde cualquiera de estos números telefónicos, se espera la llamada de alarma y al contestar se verifica ( de

cualquiera de las dos formas: mediante tonos o pulsos de discado ), que se ha recibido la alarma y se escucha el tono que el equipo envía, de haber recibido esta información.

Después de este tono, el equipo espera el doble tono que permite ingresar al proceso de activación de contactos.

Si no se envía el doble tono de control, el equipo envía el tono de finalización, cierra la línea y mantiene la condición de los contactos, terminando así el proceso de alarma una vez que se ha asegurado que el destinatario ha recibido la señal de alarma.

Si se envía el doble tono de control, el equipo envía el tono de indicación que informa al usuario el ingreso al proceso de activación de contactos por tono.

#### 4.4 CONCLUSIONES

El objetivo del sistema diseñado es el de aprovechar la red telefónica existente, para poder enviar y recibir informaciones que permitan controlar eventos en lugares en donde, en determinados momentos, no exista la presencia humana.

El sistema cuenta con un proceso de comando, en el cual el usuario, al establecer una comunicación telefónica con el equipo, tiene a su disposición cuatro contactos a los cuales puede conectar sistemas de control y/o de seguridad, - pudiendo activarlos o desactivarlos desde cualquier lugar



utilizando la vía telefónica como enlace, obteniéndose de esta manera, las múltiples ventajas que ofrece este tipo de control a distancia, como por ejemplo, el de evitar robos con una simulación de presencia humana, o de control y optimización del sistema eléctrico en el encendido y apagado de luces, aire acondicionado, etc.

El usuario tiene también la ventaja de informar al sistema el lugar o los lugares en donde lo pueda localizar, programando cuatro números telefónicos, de tal forma que el sistema le envíe una señal de alarma en el momento en que esta se produzca, de acuerdo a la alarma que se haya instalado, ya sea para evitar robos, incendios, o en el momento en que se produzcan condiciones anormales en ciertos procesos o maquinarias, asegurándose de que reciba esta señal y dándole la posibilidad de efectuar acciones inmediatas de control mediante el proceso de comando.

El sistema entonces, puede considerarse como un interfase entre algunos sistemas alternativos (de control y/o de seguridad) y el usuario, mediante la vía telefónica.

Su implementación se la hizo en base a un microcontrolador debido no solamente a su amplia capacidad de control y a su costo, sino también a que implica el uso del menor número de circuitos, aumentando así la confiabilidad de dicho Sistema.

## 1. INTRODUCCION

El Sistema de Alarma y Comando por vía telefónica, permite al usuario el utilizar la línea telefónica como un medio de alarma y comando a distancia.

El Sistema consta de un equipo BASE y un equipo PORTATIL.

El equipo BASE tiene dos entradas para dos líneas telefónicas, una entrada de alarma y cuatro contactos a comandarse de acuerdo a tonos enviados a través de la línea telefónica.

En el equipo PORTATIL, se tiene un generador de cuatro frecuencias sinusoidales, un amplificador de audio y cuatro pulsantes. Al presionar cada pulsante se produce el tono respectivo, cuya información al ser enviada por la línea telefónica (al acoplar el parlante del equipo Portátil con el micrófono del aparato telefónico), permite activar el respectivo contacto. El equipo Portátil permite además, generar dobles tonos (al presionar simultáneamente dos pulsantes), para poder realizar las siguientes funciones:

- entrar al proceso de Comando desde el proceso de Alarma
- salir del proceso de Comando.

### 1.1 Proceso de Comando

Para activar el proceso de Comando, son necesarias dos llamadas telefónicas a cualquiera de las dos líneas a las que se encuentra conectado el equipo BASE, mediante el siguien-

te proceso:

- durante la primera llamada, debe producirse el número de timbradas previamente programado en el proceso de entrada de datos
- se efectúa una segunda llamada (al mismo número telefónico de la primera llamada), dentro del tiempo de espera establecido en el proceso de entrada de datos, para que se acepte esta llamada como válida.

Estos dos requisitos (número de timbradas en la primera llamada y tiempo de espera entre llamadas), son necesarios para que el equipo BASE conteste a la segunda llamada y se inicie el proceso de activación de contactos por tono. En caso contrario, esta llamada será considerada como la primera llamada de un nuevo proceso.

Si el proceso de activación es válido, el equipo BASE toma la línea para contestar a la segunda llamada, y envía un tono de indicación, informando al usuario que puede enviar cualquiera de los cuatro tonos que permiten activar/desactivar el respectivo contacto. En cualquier momento, el usuario puede enviar el doble tono que permite finalizar dicho proceso.

Si por cualquier eventualidad se cortara la comunicación telefónica, el equipo BASE al dejar de recibir por más de un minuto, órdenes de Comando, finalizará el proceso. La finalización del proceso de Comando consiste en cerrar la línea y mantener a los contactos activos de acuerdo a su última -

orden.

## 1.2 Proceso de Alarma

El usuario dispone de una entrada de alarma a la que se deberá conectar un contacto que al cerrarse, la active.

Al activarse la alarma, se inicia un proceso cíclico, que consiste en llamar secuencialmente a cuatro números telefónicos programados por el usuario, a los que enviará una señal de alarma, esperando desde cualquiera de dichos números se verifique el haberla recibido, momento en el cual termina dicho proceso.

### 1.2.1 Verificación de haber recibido la señal de alarma

Esta función permite al Sistema, asegurarse de que el usuario ha recibido la alarma, terminando el proceso cíclico de llamada a los números telefónicos programados.

La verificación de haber recibido la alarma, se la puede hacer de dos formas:

#### a) Sistema con señalización decádica

Si el número telefónico que recibe la señal de alarma esta conectado a una red con señalización decádica, la verificación de haber recibido dicha señal se la hace discando el No. 7 que constituye el código de verificación.

## b) Sistema con señalización multifrecuencial

Si el número telefónico que recibe la señal de alarma esta conectado a una red con señalización multifrecuencial, la verificación de haber recibido dicha señal se la hace pulsando el No. 7 que constituye el código de verificación.

### 1.2.2 Ingreso al proceso de activación de Contactos

Una vez que el usuario ha verificado el haber recibido la señal de alarma, puede enviar el doble tono que permite ingresar directamente al proceso de activación de contactos - por tono, en caso contrario, el equipo BASE cierra la línea y finaliza así el proceso de Alarma.

## 2. OPERACION DEL SISTEMA

### 2.1 Programación de parámetros

Se pueden programar los siguientes parámetros:

#### - Para Comando:

- . número de timbradas en la primera llamada
- . tiempo de espera entre llamadas

#### - Para Alarma:

- . 4 números telefónicos (código de Región + No. telefónico local)
- . Código de Región del equipo BASE.

El ingreso de datos se hace por medio de pulsantes de selección y su visualización a través de un display, leds indicadores de función y leds indicadores de dígitos.

#### 2.1.1 Número de timbradas en la primera llamada

##### a) Función:

Permite programar el número de timbradas que se deberán tener en la primera llamada para poder ingresar en el proceso de activación de contactos por tono. Si este parámetro no se programa, su valor de predefinición es 4.

##### b) Modo de programación:

- presionar por más de 1seg. el pulsante correspondiente a TIMBRADA
- se enciende el led de función de TIMBRADA
- aparecen secuencialmente los números del 0 al 9, en donde se tiene que:
  - 1 = una timbrada en la primera llamada
  - 2 = dos timbradas . . .
  - 3 = tres timbradas . . .
  - .
  - 9 = nueve timbradas . . .
  - 0 = diez timbradas en la primera llamada
- para programar cualquiera de ellos, se deja de presionar el pulsante en el momento en que aparezca en el display el número seleccionado, el cual se lo guarda en memoria

Este valor queda visualizado en el display por 2seg., y luego se apagan el led indicador de función y el display, finalizando así la programación de este parámetro.

c) Modo de verificación:

- presionar el pulsante correspondiente a TIMBRADA por menos de 1seg.
- se enciende el led de función de TIMBRADA
- se visualiza en el display, por 2seg. el valor almacenado en memoria, como dato para el número de timbradas en la primera llamada
- se apagan el led de función y el display, finalizando así la verificación de este parámetro.

2.1.2 Tiempo de espera entre llamadas

a) Función:

Permite programar el tiempo de espera entre llamadas, durante el cual se acepta una segunda llamada como válida, para poder ingresar en el proceso de activación de contactos por tono. Si este parámetro no se programa, su valor de predefinición es 3.

b) Modo de programación:

- presionar por más de 1seg. el pulsante correspondiente a TIEMPO
- se enciende el led de función de TIEMPO
- aparecen secuencialmente los números del 0 al 9, en donde

se tiene que:

1 = un minuto de espera entre llamadas

2 = dos minutos de espera . . .

3 = tres minutos de espera . . .

.

9 = nueve minutos de espera . . .

0 = diez minutos de espera entre llamadas

- para programar cualquiera de ellos, se deja de presionar el pulsante en el momento en que aparezca en el display el número seleccionado, el cual se lo guarda en memoria.

Este valor queda visualizado en el display por 2seg., y luego se apagan el led indicador de función y el display, finalizando así la programación de este parámetro.

c) Modo de verificación:

- presionar el pulsante correspondiente a TIEMPO por menos de 1seg.
- se enciende el led de función de TIEMPO
- se visualiza en el display, por 2seg. el valor almacenado en memoria, como dato para el tiempo de espera entre llamadas
- se apagan el led de función y el display, finalizando así la verificación de este parámetro.

### 2.1.3 Números Telefónicos

a) Función:

La programación de 4 números telefónicos permite al equipo



Base, el "rastrear" al destinatario, para enviarle una señal de alarma, el momento en que esta se produzca.

Cada número telefónico consta de 8 dígitos, y se tiene:

- 0 como primer dígito, correspondiente al prefijo nacional
- el segundo dígito corresponde al código de Región del número, así:
  - 2 - para la Región 1 (Quito)
  - 4 - para la Región 2 (Guayaquil)
  - 7 - para la Región 3 (Cuenca)
- los siguientes 6 dígitos corresponden al número telefónico local.

Si no se programa los números telefónicos, el valor de predefinición para todos los dígitos es de 0.

b) Modo de programación:

- presionar por más de 1seg. el pulsante correspondiente a TELEFONOS
- se enciende el led de función de TELEFONOS

b.1) Selección de uno de los números telefónicos

- aparecen secuencialmente en el display los números 1, 2, 3 y 4 como indicadores de cual de los números telefónicos se desea programar
- para seleccionar uno de ellos, se deja de presionar el pulsante de TELEFONOS, el momento en que aparezca en el

display el número deseado, que constituirá un puntero a las localidades de memoria correspondientes a dicho número.

- una vez seleccionado el número telefónico a programarse, se debe presionar nuevamente el pulsante correspondiente a TELEFONOS para programar dicho número, en caso contrario la programación es incompleta.

b.2) Programación del número telefónico:

- se enciende el primer led de dígitos y se visualiza en el display el número 0, como primer dígito del número telefónico, correspondiente al prefijo nacional.
- se enciende el segundo led de dígitos, y se visualiza secuencialmente los números 2, 4 y 7 correspondientes a los códigos de Región.
- para programar el dígito de Región, se deja de presionar el pulsante en el momento en que aparezca en el display - el número seleccionado, el cual se lo guarda en memoria.
- presionar nuevamente el pulsante de TELEFONOS, para seguir programando el número telefónico, en caso contrario, se tendrá una programación incompleta.
- al haber presionado nuevamente el pulsante de TELEFONOS, aparecen secuencialmente los números del 0 al 9 para programar los 6 dígitos correspondientes al número telefónico local.
- para programar cada uno de los dígitos, se deja de presionar el pulsante, en el momento en que aparezca en el display el número seleccionado, el cual se lo guarda en memoria.

- en la programación de cada dígito se irá encendiendo su correspondiente led de dígito.
- para la programación del siguiente dígito se presiona nuevamente el pulsante de TELEFONOS, para seguir programando dicho número, en caso contrario se considera una programación incompleta.
- se realiza este procedimiento hasta terminar de programar todos los dígitos del número telefónico local.
- al finalizar la programación del número telefónico, se apagan los leds de dígitos, el led de función y el display.
- si durante la programación no se vuelve a presionar el pulsante de TELEFONOS, la programación es incompleta y se almacenarán ceros en todos los dígitos correspondientes a dicho número, finalizando así este proceso.

c) Modo de verificación:

Permite visualizar los 4 números telefónicos almacenados en la memoria.

- se presiona el pulsante de TELEFONOS, por menos de 1seg.
- se enciende el led de función de TELEFONOS
- se van visualizando secuencialmente los 4 números telefónicos almacenados en la memoria, de la siguiente manera:
- se enciende el primer led de dígito y aparece en el display el número 0, correspondiente al prefijo nacional.
- se enciende el segundo led de dígitos y aparece en el display el correspondiente valor del código de Región de dicho número.

- luego se muestran sucesivamente los 6 dígitos del número telefónico local, mediante su correspondiente led de dígito y con su respectivo valor en el display.
- al finalizar la visualización de un número telefónico se apagan los leds de dígitos y el display, por 2seg. antes de comenzar con la visualización del siguiente número telefónico.
- al finalizar la visualización de los 4 números telefónicos, se apagan los leds de dígitos, el led de función y el display, finalizando así este proceso.

#### 2.1.4 Código de Región

##### a) Función:

Se programa el código de Región del equipo BASE, para que al compararlo con el código de Región de cada uno de los números telefónicos almacenados, se distinga entre llamadas telefónicas locales y llamadas telefónicas de larga distancia nacional. Luego, el código de Región a programarse, corresponderá al de la Región en donde se instala el equipo BASE. Si este parámetro no se programa, su valor de predefinición es 2.

##### b) Modo de programación:

- presionar por más de 1seg. el pulsante correspondiente a REGION.
- se enciende el led de función de REGION
- aparecen secuencialmente los números 2, 4 y 7 correspondientes a los distintos códigos de Región.

- para programar cualquiera de ellos se deja de presionar el pulsante, en el momento en que aparezca en el display el número seleccionado, el cual se lo guarda en memoria.

Este valor queda visualizado en el display por 2seg., y luego se apagan el led indicador de función y el display, finalizando así la programación de este parámetro.

c) Modo de verificación:

- presionar el pulsante correspondiente a REGION, por menos de 1seg.
- se enciende el led de función de REGION
- se visualiza en el display, por 2seg. el valor almacenado en memoria, como dato para el código de Región del equipo Base.
- se apagan el led de función y el display, finalizando así la verificación de este parámetro.

## 2.2 OPERACIÓN DEL PROCESO DE COMANDO

Para la operación del proceso de Comando se debe previamente calibrar el equipo Portátil y durante el proceso, calibrar el equipo Base, para asegurar el correcto funcionamiento del Sistema. Para esto, se deberá referir a los siguientes diagramas:

figura A.1 Diagrama de calibración de la tarjeta  
de control e interfase

Este diagrama muestra la distribución de los circuitos integrados utilizados en la tarjeta de control e interfase, así como también indica los puntos de polarización y los puntos de prueba para la verificación y los potenciómetros de ajuste para la calibración.

figura A.2 Diagrama de calibración del generador  
de tonos de comando

Este diagrama muestra la distribución de los circuitos integrados utilizados en el equipo Portátil así como también la ubicación de los potenciómetros de ajuste para la calibración.

### 2.2.1 Calibración del equipo Portátil

Se debe chequear la forma de onda para cada una de las frecuencias, en los siguientes pines del CI. LM 324N ( IQ 1 ) según la figura A.2.

- en el pin 1 chequear la forma de onda para la frecuencia más alta y ajustar el potenciómetro RA 4 hasta obtener una forma de onda sinusoidal.
- en el pin 14 chequear la forma de onda para la tercera frecuencia y ajustar el potenciómetro RA 3 hasta obtener una forma de onda sinusoidal.

- en el pin 8 chequear la forma de onda para la segunda frecuencia y ajustar el potenciómetro RA 2 hasta obtener una forma de onda sinusoidal.
- en el pin 7 chequear la forma de onda para la primera frecuencia y ajustar RP 1, RP 2 y RA 1 hasta obtener una forma de onda sinusoidal.

Presionar cada uno de los pulsantes y ajustar el potenciómetro de volumen PVL hasta un nivel máximo en que no distorsione la forma de onda de ninguna de las 4 frecuencias.

#### 2.2.2 Procedimiento para entrar en el proceso de Comando

Se deberá conocer previamente los valores programados para el número de timbradas en la primera llamada y el tiempo de espera entre llamadas, y disponer del equipo Portátil.

- realizar una llamada telefónica a cualquiera de los dos números telefónicos a los que se encuentra conectado el equipo Base.
- contabilizar el número de timbradas previamente programado y cerrar la línea.
- realizar una segunda llamada al mismo número donde se realizó la primera llamada, dentro del tiempo de espera previamente programado.

Si no se cumple cualquiera de estos dos requisitos, se con-

sidera a la segunda llamada, como una primera llamada de un nuevo proceso.

Si se cumplen estos dos requisitos, el equipo Base toma la línea, contestando a la segunda llamada, enviando además un tono de indicación que permite al usuario saber que el equipo Base está listo para el proceso de activación de contactos por tono.

### 2.2.3 Procedimiento para activación de contactos por tono

Una vez que el equipo Base ha contestado a la segunda llamada y ha enviado el tono de indicación, se acopla el parlante del equipo Portátil al micrófono del aparato telefónico desde donde se llamó, para poder enviar los respectivos tonos de activación/desactivación de los 4 contactos que el usuario dispone en el equipo Base.

- para activar/desactivar el contacto RLC 1 del equipo Base se presiona el pulsante PL 1 del equipo Portátil, ajustando el potenciómetro P11 del equipo Base y verificando que se produce un OL en TP1 y TP3.
- similarmente, para activar/desactivar el contacto RLC 2 se presiona el pulsante PL 2 y se ajusta el potenciómetro P12 verificando que se produce un OL en TP2 y TP3.
- para activar/desactivar el contacto RLC 3 se presiona el



pulsante PL 3 y se ajusta el potenciómetro P13 verificando que se produce un OL en TP2 y TP3.

- para activar/desactivar el contacto RLC 4 se presiona el pulsante PL 4 y se ajusta el potenciómetro P14 verificando que se produce un OL en TP1 y TP3.
- se puede finalizar este proceso en cualquier momento, al presionar simultáneamente los pulsantes PL 2 y PL 4 generando el doble tono que permite realizar esta función, y verificando que se produce un OL en el pin 3 de IC 2.

### 2.3 OPERACION DEL PROCESO DE ALARMA

Para la operación del proceso de Alarma se debe haber programado anteriormente, por lo menos uno de los 4 números telefónicos y el código de Región del equipo Base.

Además, se debe haber conectado en la entrada de Alarma del equipo Base un contacto que al cerrarse informe al equipo - que la alarma se ha producido.

El equipo Base debe estar conectado a una o dos líneas telefónicas, las que se utilizarán para enviar la señal de alarma al destinatario programado. Si se tiene la disponibilidad de una sola línea, realizará todas sus funciones con dicha línea.

- el momento en que se produce la alarma, el equipo Base to

ma alternativamente las dos líneas telefónicas (si las hu  
biere) hasta esperar en cualquiera de ellas el tono de in  
vitación a marcar.

- el momento en que exista en la línea dicho tono, carga en la memoria el primer número telefónico programado al que llamará para enviar la señal acústica de alarma.
- envía esta señal durante 2 minutos, tiempo en el cual el usuario deberá confirmar el haberla recibido
- la confirmación de haber recibido la alarma se hace pulsando o discando el número 7 (código de verificación) desde el aparato telefónico que recibe la llamada de alarma.
- si durante los 2 minutos no se ha verificado el haber recibido la señal de alarma, busca el siguiente número telefónico programado y realiza nuevamente el proceso.
- este proceso es cíclico hasta que de cualquiera de los números telefónicos programados se confirme el haber recibido la alarma.
- el momento de confirmar dicha recepción, el equipo Base envía un tono de indicación de haber recibido esta información y pregunta además si el usuario desea ingresar al proceso de activación de contactos por tono
- si después de confirmar y recibir el tono de indicación - el usuario no envía ninguna indicación, el proceso de alarma termina cerrando la línea y manteniéndolo la condición de los contactos.
- si el usuario desea ingresar en el proceso de activación de contactos por tono, debe enviar el doble tono de control que permite realizar esta función, utilizando el equipo Portátil así:

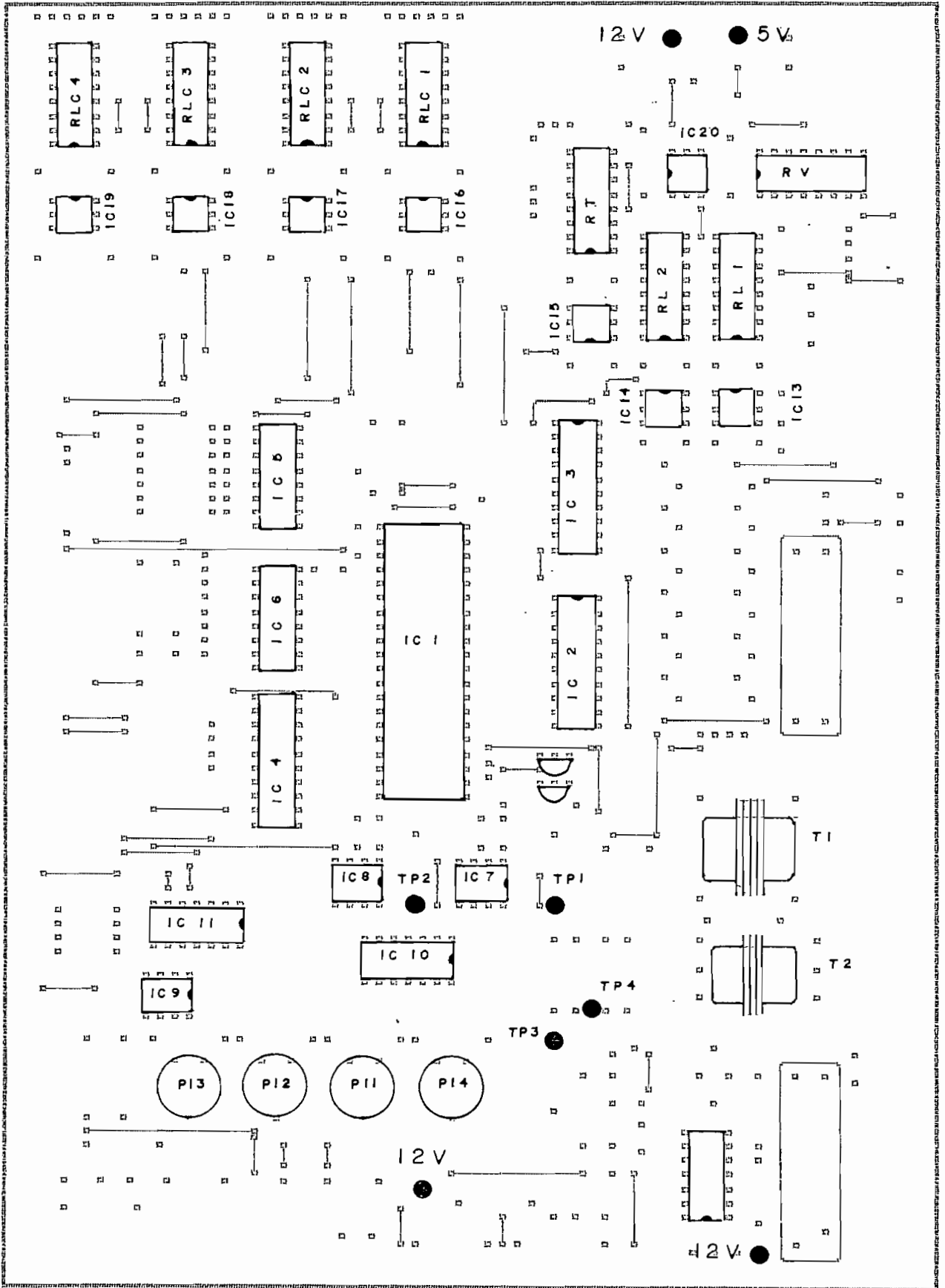


figura A.1 Diagrama de calibración de la tarjeta de control e interfase

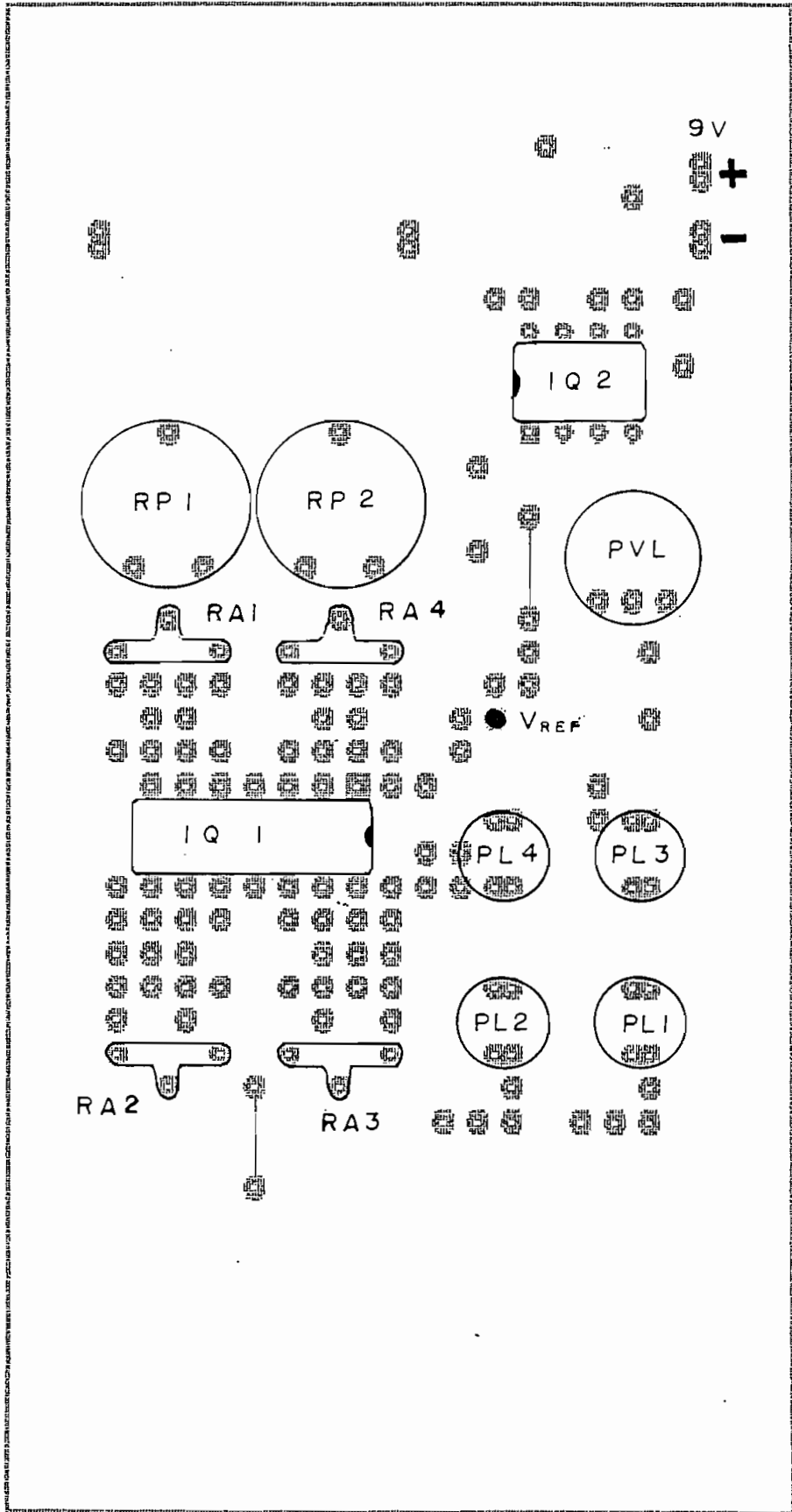


figura A.2 Diagrama de calibración del generador de tonos de comando



## 8041/8741 UNIVERSAL PERIPHERAL INTERFACE 8-BIT MICROCOMPUTER

- Fully Compatible With MCS-80™ and MCS-48™ Microprocessor Families
- Single Level Interrupt
- 8-Bit CPU Plus ROM, RAM, I/O, Timer and Clock in a Single Package
- Single 5V Supply
- Alternative to Custom LSI
- Pin Compatible ROM and EPROM Versions
- 1K x 8 ROM/EPROM, 64 x 8 RAM, 18 Programmable I/O Pins
- Asynchronous Data Register For Interface to Master Processor
- Expandable I/O

*USO*

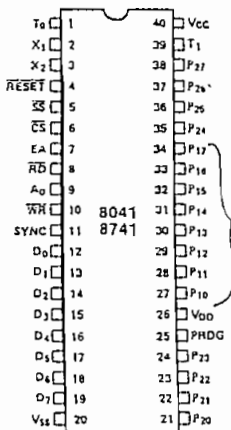
The Intel® 8041/8741 is a general purpose, programmable interface device designed for use with a variety of 8-bit microprocessor systems. It contains a low cost microcomputer with program memory, data memory, 8-bit CPU, I/O ports, timer/counter, and clock in a single 40-pin package. Interface registers are included to enable the UPI device to function as a peripheral controller in MCS-80™, MCS-85™, MCS-48™, and other 8-bit systems.

The UPI-41™ has 1K words of program memory and 64 words of data memory on-chip. To allow full user flexibility the program memory is available as ROM in the 8041 version or as UV-erasable EPROM in the 8741 version. The 8741 and the 8041 are fully pin compatible for easy transition from prototype to production level designs.

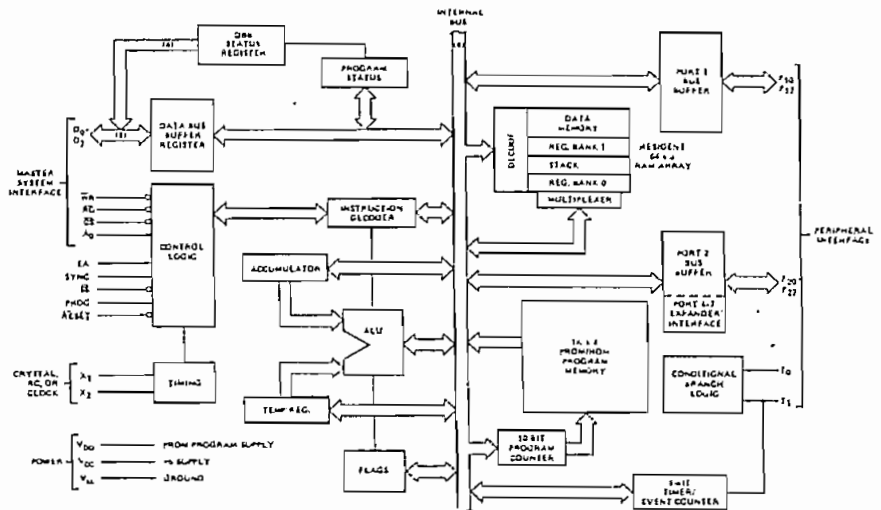
The device has two 8-bit, TTL compatible I/O ports and two test inputs. Individual port lines can function as either inputs or outputs under software control. I/O can be expanded with the 8243 device which is directly compatible and has 16 I/O lines. An 8-bit programmable timer/counter is included in the UPI device for generating timing sequences or counting external inputs. Additional UPI features include: single 5V supply, low power standby mode (In the 8041), single-step mode for debug (In the 8741), single level interrupt, and dual working register banks.

Because it's a complete microcomputer, the UPI provides more flexibility for the designer than conventional LSI interface devices. It is designed to be an efficient controller as well as an arithmetic processor. Applications include keyboard scanning, printer control, display multiplexing and similar functions which involve interfacing peripheral devices to microprocessor systems.

### PIN CONFIGURATION



### BLOCK DIAGRAM



8041/8741

PIN DESCRIPTION

<u>Signal</u>	<u>Description</u>	<u>Signal</u>	<u>Description</u>
D <sub>0</sub> -D <sub>7</sub>	Three-state, bi-directional, DATA BUS BUFFER lines used to interface the UPI-41 to an 8-bit master system data bus.	X <sub>1</sub> , X <sub>2</sub>	Inputs for a crystal, R-C or an external timing signal to determine internal oscillator frequency.
P <sub>10</sub> -P <sub>17</sub>	8-bit, PORT 1, quasi-bi-directional I/O lines.	SYNC	Output signal which occurs once per UPI-41 instruction cycle. SYNC can be used as a strobe for external circuitry; it is also used to synchronize single step operation.
P <sub>20</sub> -P <sub>27</sub>	8-bit, PORT 2, quasi-bi-directional I/O lines  The lower 4-bits (P <sub>20</sub> -P <sub>23</sub> ) interface directly to the 8243 I/O expander device and contain address and data information during PORT 4-7 access.	EA	External access input which allows emulation, testing and PROM/ROM verification.
$\overline{WR}$	I/O write input which enables the master CPU to write data and command words to the UPI-41 DATA BUS BUFFER.	PROG	Multifunction pin used as the program pulse input during PROM programming.  During I/O expander access the PROG pin acts as an address/data strobe to the 8243.
$\overline{RD}$	I/O read input which enables the master CPU to read data and status words from the DATA BUS BUFFER or status register.	$\overline{RESET}$	Input used to reset status flip-flops and to set the program counter to zero.  $\overline{RESET}$ is also used during PROM programming and verification.
$\overline{CS}$	Chip select input used to select one UPI-41 out of several connected to a common data bus.	$\overline{SS}$	Single step input used in the 8741 in conjunction with the SYNC output to step the program through each instruction.
A <sub>0</sub>	Address input used by the master processor to indicate whether byte transfer is data or command.	V <sub>CC</sub>	+5V power supply pin. Low power standby pin in ROM version.
T <sub>0</sub> , T <sub>1</sub>	Input pins which can be directly tested using conditional branch instructions.  T <sub>1</sub> also functions as the event timer input (under software control).  T <sub>0</sub> is used during PROM programming and verification in the 8741.	V <sub>DD</sub>	+5V during normal operation. Programming supply pin during PROM programming.
		V <sub>SS</sub>	Circuit ground potential.

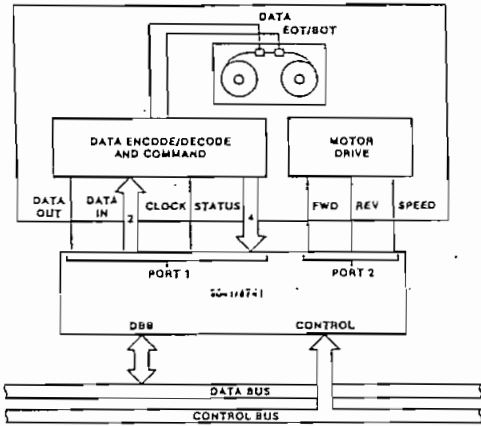
8041/8741

UPI INSTRUCTION SET

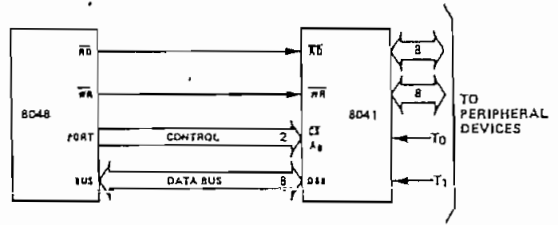
Mnemonic	Description	Bytes	Cycles	Mnemonic	Description	Bytes	Cycles
<b>ACCUMULATOR</b>				<b>CONTROL</b>			
ADD A,Rr	Add register to A	1	1	EN I	Enable IBF Interrupt	1	1
ADD A,@Rr	Add data memory to A	1	1	DIS I	Disable IBF Interrupt	1	1
ADD A,#data	Add immediate to A	2	2	SEL RBO	Select register bank 0	1	1
ADDC A,Rr	Add immed. to A with carry	1	1	SEL RB1	Select register bank 1	1	1
ADDC A,@Rr	Add immed. to A with carry	1	1	NOP	No Operation	1	1
ADDC A,#data	Add immed. to A with carry	2	2	<b>REGISTERS</b>			
ANL A,Rr	AND register to A	1	1	INC Rr	Increment register	1	1
ANL A,@Rr	AND data memory to A	1	1	INC @Rr	Increment data memory	1	1
ANL A,#data	AND immediate to A	2	2	DEC Rr	Decrement register	1	1
ORL A,Rr	OR register to A	1	1	<b>SUBROUTINE</b>			
ORL A,@Rr	OR data memory to A	1	1	CALL addr	Jump to subroutine	2	2
ORL A,#data	OR immediate to A	2	2	RET	Return	1	2
XRL A,Rr	Exclusive OR register to A	1	1	RETR	Return and restore status	1	2
XRL A,@Rr	Exclusive OR data memory to A	1	1	<b>FLAGS</b>			
XRL A,#data	Exclusive OR immediate to A	2	2	CLR C	Clear Carry	1	1
INC A	Increment A	1	1	CPL C	Complement Carry	1	1
DEC A	Decrement A	1	1	CLR F0	Clear Flag 0	1	1
CLR A	Clear A	1	1	CPL F0	Complement Flag 0	1	1
CPL A	Complement A	1	1	CLR F1	Clear F1 Flag	1	1
DA A	Decimal Adjust A	1	1	CPL F1	Complement F1 Flag	1	1
SWAP A	Swap digits of A	1	1	<b>BRANCH</b>			
RL A	Rotate A left	1	1	JMP addr	Jump unconditional	2	2
RLC A	Rotate A left through carry	1	1	JMPP @A	Jump indirect	1	2
RR A	Rotate A right	1	1	DJNZ R,addr	Decrement register and skip	2	2
RRC A	Rotate A right through carry	1	1	JC addr	Jump on Carry = 1	2	2
<b>INPUT/OUTPUT</b>				JNC addr	Jump on Carry = 0	2	2
IN A,Pp	Input port to A	1	2	JZ addr	Jump on A Zero	2	2
OUTL Pp,A	Output A to port	1	2	JNZ addr	Jump on A not Zero	2	2
ANL Pp,#data	AND immediate to port	2	2	JTO addr	Jump on T0 = 1	2	2
ORL Pp,#data	OR immediate to port	2	2	JNT0 addr	Jump on T0 = 0	2	2
IN A,0BB	Input 0BB to A, clear IBF	1	1	JT1 addr	Jump on T1 = 1	2	2
OUT 0BB,A	Output A to 0BB, set OBF	1	1	JNT1 addr	Jump on T1 = 0	2	2
MOVD A,Pp	Input Expander port to A	1	2	JF0 addr	Jump on F0 Flag = 1	2	2
MOVD Pp,A	Output A to Expander port	1	2	JF1 addr	Jump on F1 Flag = 1	2	2
ANLD Pp,A	AND A to Expander port	1	2	JTF addr	Jump on Timer Flag = 1, Clear Flag	2	2
ORLO Pp,A	OR A to Expander port	1	2	JNIBF addr	Jump on IBF Flag = 0	2	2
<b>DATA MOVES</b>				JOBf addr	Jump on OBF Flag = 1	2	2
MOV A,Rr	Move register to A	1	1	JBb addr	Jump on Accumulator Bit	2	2
MOV A,@Rr	Move data memory to A	1	1				
MOV A,#data	Move immediate to A	2	2				
MOV Rr,A	Move A to register	1	1				
MOV @Rr,A	Move A to data memory	1	1				
MOV Rr,#data	Move immediate to register	2	2				
MOV @Rr,#data	Move immediate to data memory	2	2				
MOV A,PSW	Move PSW to A	1	1				
MOV PSW,A	Move A to PSW	1	1				
XCH A,Rr	Exchange A and register	1	1				
XCH A,@Rr	Exchange A and data memory	1	1				
XCHD A,@Rr	Exchange digit of A and register	1	1				
MOVP A,@A	Move to A from current page	1	2				
MOVP3 A,@A	Move to A from page 3	1	2				
<b>TIMER/COUNTER</b>							
MOV A,T	Read Timer/Counter	1	1				
MOV T,A	Load Timer/Counter	1	1				
STRT T	Start Timer	1	1				
STRT CNT	Start Counter	1	1				
STOP TCNT	Stop Timer/Counter	1	1				
EN TCNTI	Enable Timer/Counter Interrupt	1	1				
DIS TCNTI	Disable Timer/Counter Interrupt	1	1				

8041/8741

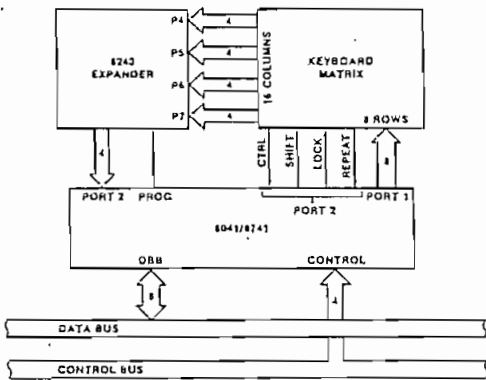
APPLICATIONS



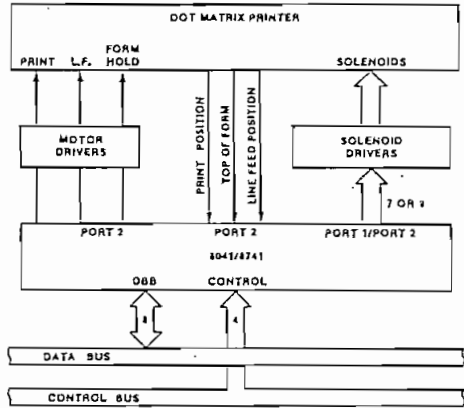
DIGITAL CASSETTE CONTROLLER



8041 INTERFACE TO SINGLE CHIP 8048



8041-8243 KEYBOARD SCANNER



8041 MATRIX PRINTER INTERFACE



TTL  
MSI

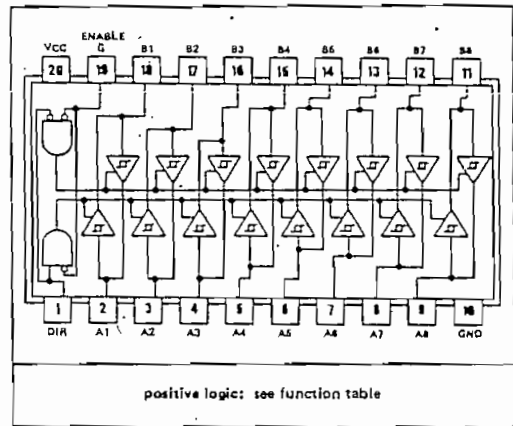
## TYPES SN54LS245, SN74LS245 OCTAL BUS TRANSCEIVERS WITH 3-STATE OUTPUTS

BULLETIN NO. DL-S 7712471, OCTOBER 1976—REVISED AUGUST 1977

- Bi-directional Bus Transceiver in a High-Density 20-Pin Package
- 3-State Outputs Drive Bus Lines Directly
- P-N-P Inputs Reduce D-C Loading on Bus Lines
- Hysteresis at Bus Inputs Improve Noise Margins
- Typical Propagation Delay Times, Port-to-Port . . . 8 ns
- Typical Enable/Disable Times . . . 17 ns

TYPE	I <sub>OL</sub> (SINK CURRENT)	I <sub>OH</sub> (SOURCE CURRENT)
SN54LS245	12 mA	-12 mA
SN74LS245	24 mA	-15 mA

SN54LS245 . . . J PACKAGE  
SN74LS245 . . . J OR N PACKAGE  
(TOP VIEW)



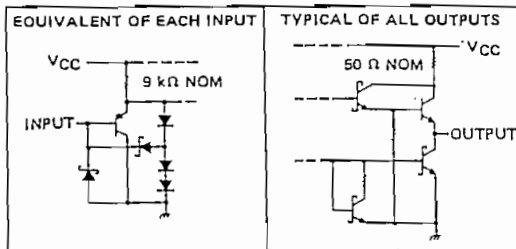
### description

These octal bus transceivers are designed for asynchronous two-way communication between data buses. The control function implementation minimizes external timing requirements.

The device allows data transmission from the A bus to the B bus or from the B bus to the A bus depending upon the logic level at the direction control (DIR) input. The enable input ( $\bar{G}$ ) can be used to disable the device so that the buses are effectively isolated.

The SN54LS245 is characterized for operation over the full military temperature range of  $-55^{\circ}\text{C}$  to  $125^{\circ}\text{C}$ . The SN74LS245 is characterized for operation from  $0^{\circ}\text{C}$  to  $70^{\circ}\text{C}$ .

### schematics of inputs and outputs



FUNCTION TABLE

ENABLE $\bar{G}$	DIRECTION CONTROL DIR	OPERATION
L	L	B data to A bus
L	H	A data to B bus
H	X	Isolation

H = high level, L = low level, X = irrelevant

### absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

Supply voltage, $V_{CC}$ (see Note 1)	7 V
Input voltage	7 V
Operating free-air temperature range: SN54LS245	$-55^{\circ}\text{C}$ to $125^{\circ}\text{C}$
SN74LS245	$0^{\circ}\text{C}$ to $70^{\circ}\text{C}$
Storage temperature range	$-65^{\circ}\text{C}$ to $150^{\circ}\text{C}$

NOTE 1: Voltage values are with respect to network ground terminal.

## TYPES SN54LS245, SN74LS245 OCTAL BUS TRANSCEIVERS WITH 3-STATE OUTPUTS

REVISED AUGUST 1977

recommended operating conditions

PARAMETER	SN54LS245			SN74LS245			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, $V_{CC}$	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output current, $I_{OH}$			-12			-15	mA
Low-level output current, $I_{OL}$			12			24	mA
Operating free-air temperature, $T_A$	-55		125	0		70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS†	SN54LS245			SN74LS245			UNIT
		MIN	TYP‡	MAX	MIN	TYP‡	MAX	
$V_{IH}$ High-level input voltage		2			2			V
$V_{IL}$ Low-level input voltage					0.8			V
$V_{IK}$ Input clamp voltage	$V_{CC} = \text{MIN}, I_I = -18 \text{ mA}$	-1.5			-1.5			V
Hysteresis ( $V_{T+} - V_{T-}$ ) A or B input	$V_{CC} = \text{MIN}$	0.2	0.4		0.2	0.4	V	
$V_{OH}$ High-level output voltage	$V_{CC} = \text{MIN}, V_{IH} = 2 \text{ V}, V_{IL} = V_{IL \text{ max}}$ $I_{OH} = -3 \text{ mA}$	2.4	3.4		2.4	3.4	V	
	$I_{OH} = \text{MAX}$	2			2			
$V_{OL}$ Low-level output voltage	$V_{CC} = \text{MIN}, V_{IH} = 2 \text{ V}, V_{IL} = V_{IL \text{ max}}$ $I_{OL} = 12 \text{ mA}$				0.4			V
	$I_{OL} = 24 \text{ mA}$				0.5			
$I_{OZH}$ Off-state output current, high-level voltage applied	$V_{CC} = \text{MAX}, \bar{G} \text{ at } 2 \text{ V}$ $V_O = 2.7 \text{ V}$				10			$\mu\text{A}$
$I_{OZL}$ Off-state output current, low-level voltage applied	$V_{CC} = \text{MAX}, \bar{G} \text{ at } 2 \text{ V}$ $V_O = 0.4 \text{ V}$				-200			
$I_I$ Input current at maximum input voltage	A or B	$V_{CC} = \text{MAX}, V_I = 5.5 \text{ V}$			0.1			mA
	DIR or G	$V_{CC} = \text{MAX}, V_I = 7 \text{ V}$			0.1			
$I_{IH}$ High-level input current	$V_{CC} = \text{MAX}, V_{IH} = 2.7 \text{ V}$				20			$\mu\text{A}$
$I_{IL}$ Low-level input current	$V_{CC} = \text{MAX}, V_{IL} = 0.4 \text{ V}$				-0.2			
$I_{OS}$ Short-circuit output current‡	$V_{CC} = \text{MAX}$	-40	-225		-40	-225	mA	
$I_{CC}$ Supply current	Total, outputs high	48	70		48	70	mA	
	Total, outputs low	62	90		62	90		
	Outputs at Hi-Z	64	95		64	95		

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.

‡ All typical values are at  $V_{CC} = 5 \text{ V}, T_A = 25^\circ\text{C}$ .

§ Not more than one output should be shorted at a time, and duration of the short-circuit should not exceed one second.

switching characteristics,  $V_{CC} = 5 \text{ V}, T_A = 25^\circ\text{C}$

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT	
$t_{PLH}$ Propagation delay time, low-to-high-level output	$C_L = 45 \text{ pF}, R_L = 667 \Omega, \text{ See Note 2}$		8	12	ns	
$t_{PHL}$ Propagation delay time, high-to-low-level output			8	12	ns	
$t_{PZL}$ Output enable time to low level				27	40	ns
$t_{PZH}$ Output enable time to high level				25	40	ns
$t_{PLZ}$ Output disable time from low level	$C_L = 5 \text{ pF}, R_L = 667 \Omega, \text{ See Note 2}$		15	25	ns	
$t_{PHZ}$ Output disable time from high level			15	25	ns	

NOTE 2: Load circuit and waveforms are shown on page 3-11.

**TTL  
MSI**

**TYPES SN54LS138, SN54LS139, SN54S138, SN54S139,  
SN74LS138, SN74LS139, SN74S138, SN74S139  
DECODERS/DEMULTIPLEXERS**

BULLETIN NO. DL-S 7611804, DECEMBER 1972—REVISED OCTOBER 1978

- Designed Specifically for High-Speed: Memory Decoders Data Transmission Systems
- 'S138 and 'LS138 3-to-8-Line Decoders Incorporate 3 Enable Inputs to Simplify Cascading and/or Data Reception
- 'S139 and 'LS139 Contain Two Fully Independent 2-to-4-Line Decoders/ Demultiplexers
- Schottky Clamped for High Performance

TYPE	TYPICAL PROPAGATION DELAY (3 LEVELS OF LOGIC)	TYPICAL POWER DISSIPATION
'LS138	22 ns	32 mW
'S138	8 ns	245 mW
'LS139	22 ns	34 mW
'S139	7.5 ns	300 mW

**description**

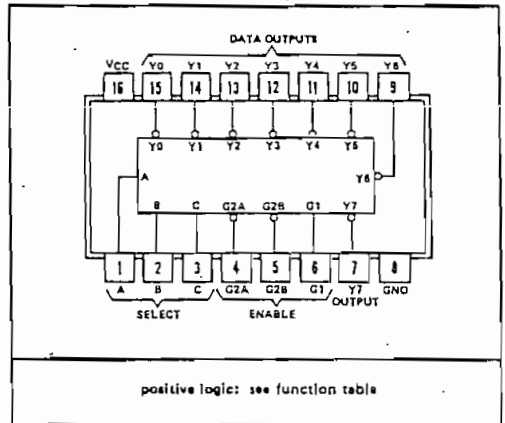
These Schottky-clamped TTL MSI circuits are designed to be used in high-performance memory-decoding or data-routing applications requiring very short propagation delay times. In high-performance memory systems these decoders can be used to minimize the effects of system decoding. When employed with high-speed memories utilizing a fast-enable circuit the delay times of these decoders and the enable time of the memory are usually less than the typical access time of the memory. This means that the effective system delay introduced by the Schottky-clamped system decoder is negligible.

The 'LS138 and 'S138 decode one-of-eight lines dependent on the conditions at the three binary select inputs and the three enable inputs. Two active-low and one active-high enable inputs reduce the need for external gates or inverters when expanding. A 24-line decoder can be implemented without external inverters and a 32-line decoder requires only one inverter. An enable input can be used as a data input for demultiplexing applications.

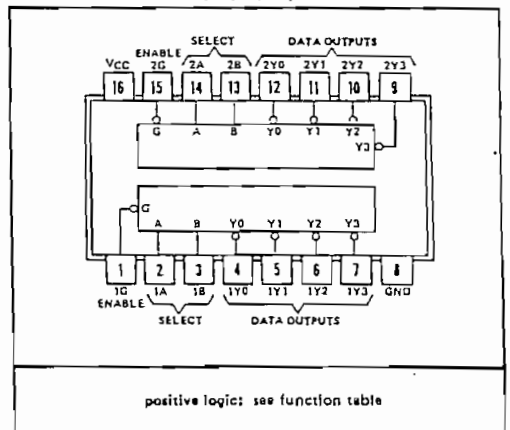
The 'LS139 and 'S139 comprise two individual two-line-to-four-line decoders in a single package. The active-low enable input can be used as a data line in demultiplexing applications.

All of these decoders/demultiplexers feature fully buffered inputs each of which represents only one normalized Series 54LS/74LS load ('LS138, 'LS139) or one normalized Series 54S/74S load ('S138, 'S139) to its driving circuit. All inputs are clamped with high-performance Schottky diodes to suppress line-ringing and simplify system design. Series 54LS and 54S devices are characterized for operation over the full military temperature range of -55°C to 125°C; Series 74LS and 74S devices are characterized for 0°C to 70°C Industrial systems.

SN54LS138, SN54S138 ... J OR W PACKAGE  
SN74LS138, SN74S138 ... J OR N PACKAGE  
(TOP VIEW)

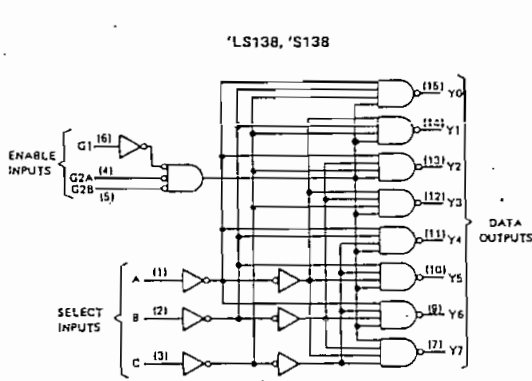


SN54LS139, SN54S139 ... J OR W PACKAGE  
SN74LS139, SN74S139 ... J OR N PACKAGE  
(TOP VIEW)



TYPES SN54LS138, SN54S138, SN54LS139, SN54S139  
SN74LS138, SN74S138, SN74LS139, SN74S139  
DECODERS/DEMULTIPLEXERS

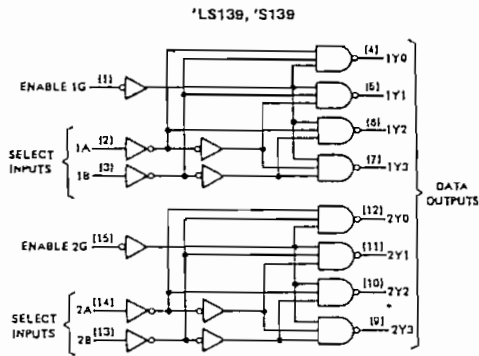
functional block diagrams and logic



'LS138, 'S138  
FUNCTION TABLE

INPUTS					OUTPUTS							
ENABLE		SELECT										
G1	G2*	C	B	A	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
X	H	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
L	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
H	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H
H	L	L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H
H	L	L	H	L	H	H	L	H	H	H	H	H
H	L	L	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H
H	L	H	L	L	H	H	H	L	H	H	H	H
H	L	H	L	H	H	H	H	L	H	H	H	H
H	L	H	H	L	H	H	H	H	L	H	H	H
H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H

\*G2 = G2A + G2B  
H = high level, L = low level, X = irrelevant

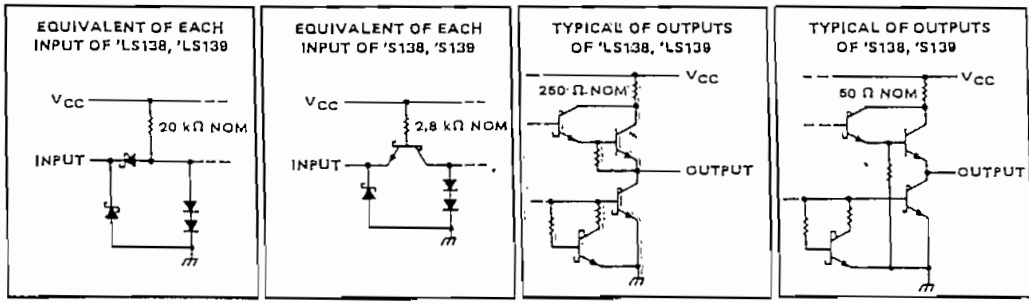


'LS139, 'S139  
(EACH DECODER/DEMULTIPLEXER)  
FUNCTION TABLE

INPUTS			OUTPUTS			
ENABLE		SELECT				
G	B	A	Y0	Y1	Y2	Y3
H	X	X	H	H	H	H
L	L	L	L	H	H	H
L	L	H	H	L	H	H
L	H	L	H	H	L	H
L	H	H	H	H	H	L

H = high level, L = low level, X = irrelevant

schematics of inputs and outputs



## TYPES SN54LS138, SN54LS139, SN74LS138, SN74LS139, DECODERS/DEMULTIPLEXERS

REVISED OCTOBER 1976

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

Supply voltage, $V_{CC}$ (see Note 1)	7 V
Input voltage	7 V
Operating free-air temperature range: SN54LS138, SN54LS139 Circuits	-55°C to 125°C
SN74LS138, SN74LS139 Circuits	0°C to 70°C
Storage temperature range	-65°C to 150°C

NOTE 1: Voltage values are with respect to network ground terminal.

recommended operating conditions

	SN54LS138 SN54LS139			SN74LS138 SN74LS139			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, $V_{CC}$	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output current, $I_{OH}$			-400			-400	$\mu$ A
Low-level output current, $I_{OL}$			4			8	mA
Operating free-air temperature, $T_A$	-55		125	0		70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS†	SN54LS138 SN54LS139		SN74LS138 SN74LS139		UNIT
		MIN	TYP‡	MAX	MIN	
$V_{IH}$ High-level input voltage		2		2		V
$V_{IL}$ Low-level input voltage				0.7		0.8 V
$V_{IK}$ Input clamp voltage	$V_{CC} = \text{MIN}, I_I = -18 \text{ mA}$			-1.5		-1.5 V
$V_{OH}$ High-level output voltage	$V_{CC} = \text{MIN}, V_{IH} = 2 \text{ V}, V_{IL} = V_{IL \text{ max}}, I_{OH} = -400 \mu\text{A}$	2.5	3.4	2.7	3.4	V
$V_{OL}$ Low-level output voltage	$V_{CC} = \text{MIN}, V_{IH} = 2 \text{ V}, V_{IL} = V_{IL \text{ max}}$					V
	$I_{OL} = 4 \text{ mA}$	0.25	0.4	0.25	0.4	
	$I_{OL} = 8 \text{ mA}$			0.35	0.5	
$I_I$ Input current at maximum input voltage	$V_{CC} = \text{MAX}, V_I = 7 \text{ V}$			0.1		0.1 mA
$I_{IH}$ High-level input current	$V_{CC} = \text{MAX}, V_I = 2.7 \text{ V}$			20		20 $\mu$ A
$I_{IL}$ Low-level input current	$V_{CC} = \text{MAX}, V_I = 0.4 \text{ V}$			-0.4		-0.4 mA
$I_{OS}$ Short-circuit output current‡	$V_{CC} = \text{MAX}$	-6	-40	-5	-42	mA
$I_{CC}$ Supply current	$V_{CC} = \text{MAX},$ Outputs enabled and open					mA
	*LS138	6.3	10	6.3	10	
	*LS139	6.8	11	6.8	11	

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions for the applicable device type.

‡ All typical values are at  $V_{CC} = 5 \text{ V}, T_A = 25^\circ\text{C}$ .

§ Not more than one output should be shorted at a time.

switching characteristics,  $V_{CC} = 5 \text{ V}, T_A = 25^\circ\text{C}$

PARAMETER ¶	FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	LEVELS OF DELAY	TEST CONDITIONS	SN54LS138 SN74LS138		SN54LS139 SN74LS139		UNIT
					MIN	TYP	MAX	MIN	
$t_{PLH}$	Binary Select	Any	2	$C_L = 15 \text{ pF},$ $R_L = 2 \text{ k}\Omega,$ See Note 2	13	20	13	20	ns
$t_{PHL}$					27	41	22	33	ns
$t_{PLH}$			3		18	27	18	29	ns
$t_{PHL}$					26	39	25	38	ns
$t_{PLH}$	Enable	Any	2		12	18	16	24	ns
$t_{PHL}$					21	32	21	32	ns
$t_{PLH}$			3		17	26			ns
$t_{PHL}$					25	38			ns

¶  $t_{PLH}$  is propagation delay time, low-to-high-level output;  $t_{PHL}$  is propagation delay time, high-to-low-level output.

NOTE 2: Load circuits and waveforms are shown on page 3-11.

## TYPES SN54S138, SN54S139, SN74S138, SN74S139 DECODERS/DEMULTIPLEXERS

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

Supply voltage, $V_{CC}$ (see Note 1)	7 V
Input voltage	5.5 V
Operating free-air temperature range: SN54S138, SN54S139 Circuits	-55°C to 125°C
SN74S138, SN74S139 Circuits	0°C to 70°C
Storage temperature range	-65°C to 150°C

NOTE 1: Voltage values are with respect to network ground terminal.

recommended operating conditions

	SN64S138 SN74S139			SN74S138 SN74S139			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, $V_{CC}$	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output current, $I_{OH}$			-1			-1	mA
Low-level output current, $I_{OL}$			20			20	mA
Operating free-air temperature, $T_A$	-55		125	0		70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS†	SN54S138 SN74S138		SN54S139 SN74S139		UNIT
		MIN	TYP‡	MAX	MIN	
$V_{IH}$ High-level input voltage		2		2		V
$V_{IL}$ Low-level input voltage		0.8		0.8		V
$V_{IK}$ Input clamp voltage		-1.2		-1.2		V
$V_{OH}$ High-level output voltage	$V_{CC} = \text{MIN}$ , $I_I = -18 \text{ mA}$ $V_{IL} = 0.8 \text{ V}$ , $I_{OH} = -1 \text{ mA}$	2.5 3.4		2.5 3.4		V
		SN54S <sup>1</sup> SN74S <sup>1</sup>				
$V_{OL}$ Low-level output voltage	$V_{CC} = \text{MIN}$ , $V_{IH} = 2 \text{ V}$ , $V_{IL} = 0.8 \text{ V}$ , $I_{OL} = 20 \text{ mA}$	0.5		0.5		V
$I_I$ Input current at maximum input voltage	$V_{CC} = \text{MAX}$ , $V_I = 5.5 \text{ V}$	1		1		mA
$I_{IH}$ High-level input current	$V_{CC} = \text{MAX}$ , $V_I = 2.7 \text{ V}$	50		50		µA
$I_{IL}$ Low-level input current	$V_{CC} = \text{MAX}$ , $V_I = 0.5 \text{ V}$	-2		-2		mA
$I_{OS}$ Short-circuit output current§	$V_{CC} = \text{MAX}$	-40	-100	-40	-100	mA
$I_{CC}$ Supply current	$V_{CC} = \text{MAX}$ , Outputs enabled and open	49	74	60	90	mA

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions for the applicable device type.

‡ All typical values are at  $V_{CC} = 5 \text{ V}$ ,  $T_A = 25^\circ \text{C}$ .

§ Not more than one output should be shorted at a time, and duration of the short-circuit test should not exceed one second.

switching characteristics,  $V_{CC} = 5 \text{ V}$ ,  $T_A = 25^\circ \text{C}$

PARAMETER †	FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	LEVELS OF DELAY	TEST CONDITIONS	SN54S138, SN74S138		SN54S139 SN74S139		UNIT
					MIN	TYP	MAX	MIN	
$t_{PLH}$	Binary select	Any	2	$C_L = 15 \text{ pF}$ , $R_L = 280 \Omega$ , See Note 3	4.5	7	5	7.5	ns
$t_{PHL}$					7	10.5	5.5	10	
$t_{PLH}$					7.5	12	7	12	ns
$t_{PHL}$					8	12	8	12	
$t_{PLH}$	Enable	Any	2		5	8	5	8	ns
$t_{PHL}$					7	11	5.5	10	
$t_{PLH}$					7	11			ns
$t_{PHL}$					7	11			

†  $t_{PLH}$  = propagation delay time, low-to-high-level output

‡  $t_{PHL}$  = propagation delay time, high-to-low-level output

NOTE 3: Load circuits and waveforms are shown on page 3-10.

## TYPES SN54249, SN74249 BCD-TO-SEVEN-SEGMENT DECODERS/DRIVERS

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

Supply voltage, $V_{CC}$ (see Note 1)	7 V
Input voltage	5.5 V
Current forced into any output in the off state	1 mA
Operating free-air temperature range: SN54249	-55°C to 125°C
SN74249	0°C to 70°C
Storage temperature range	-65°C to 150°C

NOTE 1: Voltage values are with respect to network ground terminal.

recommended operating conditions

	SN54249			SN74249			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, $V_{CC}$	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output voltage, $V_{OH}$	5.5			5.5			V
High-level output current, $I_{OH}$	BI/RBO			-200			$\mu$ A
Low-level output current, $I_{OL}$	a thru g			10			10
	BI/RBO			8			8
Operating free-air temperature, $T_A$	-55			125			0
				0			70
							°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER		TEST CONDITIONS†	MIN	TYP‡	MAX	UNIT
$V_{IH}$	High-level input voltage		2			V
$V_{IL}$	Low-level input voltage				0.8	V
$V_{IK}$	Input clamp voltage	$V_{CC} = \text{MIN}$ , $I_I = -12 \text{ mA}$			-1.5	V
$V_{OH}$	High-level output voltage	BI/RBO $V_{CC} = \text{MIN}$ , $V_{IH} = 2 \text{ V}$ , $V_{IL} = 0.8 \text{ V}$ , $I_{OH} = \text{MAX}$	2.4	3.7		V
$I_{OH}$	High-level output current	a thru g $V_{CC} = \text{MIN}$ , $V_{IH} = 2 \text{ V}$ , $V_{IL} = 0.8 \text{ V}$ , $V_{OH} = 5.5 \text{ V}$			250	$\mu$ A
$V_{OL}$	Low-level output voltage	$V_{CC} = \text{MIN}$ , $V_{IH} = 2 \text{ V}$ , $V_{IL} = 0.8 \text{ V}$ , $I_{OL} = \text{MAX}$	0.27	0.4		V
$I_I$	Input current at maximum input voltage	Any input except BI/RBO $V_{CC} = \text{MAX}$ , $V_I = 7 \text{ V}$			1	mA
$I_{IH}$	High-level input current	Any input except BI/RBO $V_{CC} = \text{MAX}$ , $V_I = 2.4 \text{ V}$			40	$\mu$ A
$I_{IL}$	Low-level input current	Any input except BI/RBO $V_{CC} = \text{MAX}$ , $V_I = 0.4 \text{ V}$			-1.6	mA
		BI/RBO			-4	
$I_{OS}$	Short-circuit output current	BI/RBO $V_{CC} = \text{MAX}$			-4	mA
$I_{CC}$	Supply current	$V_{CC} = \text{MAX}$ , See Note 2	53		90	mA

†For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.

‡All typical values are at  $V_{CC} = 5 \text{ V}$ ,  $T_A = 25^\circ\text{C}$ .

NOTE 2:  $I_{CC}$  is measured with all outputs open and all inputs at 4.5 V.

switching characteristics,  $V_{CC} = 5 \text{ V}$ ,  $T_A = 25^\circ\text{C}$

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
$t_{PHL}$	Propagation delay time, high-to-low-level output from A input			100	ns
$t_{PLH}$	Propagation delay time, low-to-high-level output from A input	$C_L = 15 \text{ pF}$ , $R_L = 667 \Omega$		100	ns
$t_{PHL}$	Propagation delay time, high-to-low-level output from RBI input	See Note 5		100	ns
$t_{PLH}$	Propagation delay time, low-to-high-level output from RBI input			100	ns

NOTE 5: Load circuit and voltage waveforms are shown on page 3-10.

## TYPES SN54LS249, SN74LS249 BCD-TO-SEVEN-SEGMENT DECODERS/DRIVERS

REVISED OCTOBER 1976

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

Supply voltage, $V_{CC}$ (see Note 1)	7 V
Input voltage	7 V
Current forced into any output in the offstate	1 mA
Operating free-air temperature range: SN54LS249	-55°C to 125°C
SN74LS249	0°C to 70°C
Storage temperature range	-65°C to 150°C

NOTE 1: Voltage values are with respect to network ground terminal.

recommended operating conditions

	SN54LS249			SN74LS249			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, $V_{CC}$	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output voltage, $V_{OH}$	a thru g			5.5			V
High-level output current, $I_{OH}$	BI/RBO			-50			μA
Low-level output current, $I_{OL}$	a thru g			4			mA
	BI/RBO			1.6			
Operating free-air temperature, $T_A$	-55		125	0		70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER		TEST CONDITIONS†	SN54LS249		SN74LS249		UNIT
			MIN	TYP‡	MAX	MIN	
$V_{IH}$	High-level input voltage		2		2		V
$V_{IL}$	Low-level input voltage				0.7		V
$V_{IK}$	Input clamp voltage	$V_{CC} = \text{MIN}, I_I = -18 \text{ mA}$	-1.5		-1.5		V
$V_{OH}$	High-level output voltage	BI/RBO $V_{CC} = \text{MIN}, V_{IH} = 2 \text{ V}, V_{IL} = V_{IL \text{ max}}, I_{OH} = -50 \text{ μA}$	2.4	4.2	2.4	4.2	V
$I_{OH}$	High-level output current	a thru g $V_{CC} = \text{MIN}, V_{IH} = 2 \text{ V}, V_{IL} = V_{IL \text{ max}}, V_{OH} = 5.5 \text{ V}$	250		250		μA
$V_{OL}$	Low-level output voltage	BI/RBO $V_{CC} = \text{MIN}, V_{IH} = 2 \text{ V}, V_{IL} = V_{IL \text{ max}}$	$I_{OL} = 1.6 \text{ mA}$		$I_{OL} = 1.6 \text{ mA}$		V
			$I_{OL} = 3.2 \text{ mA}$		$I_{OL} = 3.2 \text{ mA}$		
		a thru g $V_{CC} = \text{MIN}, V_{IH} = 2 \text{ V}, V_{IL} = V_{IL \text{ max}}$	$I_{OL} = 4 \text{ mA}$		$I_{OL} = 4 \text{ mA}$		V
			$I_{OL} = 8 \text{ mA}$		$I_{OL} = 8 \text{ mA}$		V
$I_I$	Input current at maximum input voltage	Any input except BI/RBO $V_{CC} = \text{MAX}, V_I = 7 \text{ V}$	0.1		0.1		mA
$I_{IH}$	High-level input current	Any input except BI/RBO $V_{CC} = \text{MAX}, V_I = 2.7 \text{ V}$	20		20		μA
$I_{IL}$	Low-level input current	Any input except BI/RBO $V_{CC} = \text{MAX}, V_I = 0.4 \text{ V}$	-0.4		-0.4		mA
		BI/RBO	-1.2		-1.2		
$I_{OS}$	Short-circuit output current	BI/RBO $V_{CC} = \text{MAX}$	-0.3	-2	-0.3	-2	mA
$I_{CC}$	Supply current	$V_{CC} = \text{MAX}$ , See Note 2	8	15	8	15	mA

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.

‡ All typical values are at  $V_{CC} = 5 \text{ V}, T_A = 25^\circ \text{C}$ .

NOTE 2:  $I_{CC}$  is measured with all outputs open and inputs at 4.5 V.

switching characteristics,  $V_{CC} = 5 \text{ V}, T_A = 25^\circ \text{C}$

PARAMETER		TEST CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNIT
$t_{PHL}$	Propagation delay time, high-to-low-level output from A input	$C_L = 15 \text{ pF}, R_L = 2 \text{ k}\Omega$				100	ns
$t_{PLH}$	Propagation delay time, low-to-high-level output from A input	See Note 6				100	
$t_{PHL}$	Propagation delay time, high-to-low-level output from RBI input	$C_L = 15 \text{ pF}, R_L = 6 \text{ k}\Omega$				100	ns
$t_{PLH}$	Propagation delay time, low-to-high-level output from RBI input	See Note 6				100	

NOTE 6: Load circuit and voltage waveforms are shown on page 3-11.





Industrial Blocks

LM566/LM566C

## LM566/LM566C Voltage Controlled Oscillator

### General Description

The LM566/LM566C are general purpose voltage controlled oscillators which may be used to generate square and triangular waves, the frequency of which is a very linear function of a control voltage. The frequency is also a function of an external resistor and capacitor.

The LM566 is specified for operation over the -55°C to +125°C military temperature range. The LM566C is specified for operation over the 0°C to +70°C temperature range.

### Features

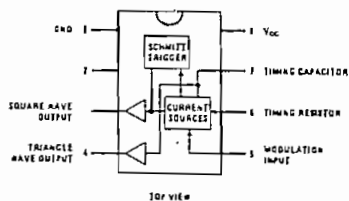
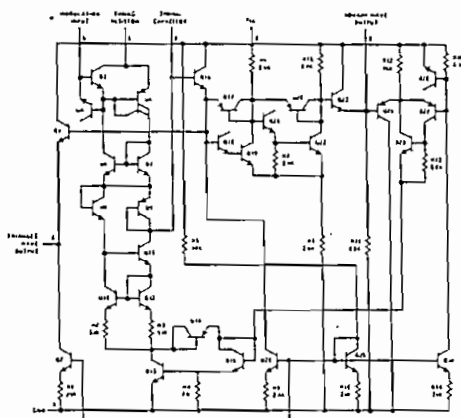
- Wide supply voltage range: 10 to 24 volts
- Very linear modulation characteristics

- High temperature stability
- Excellent supply voltage rejection
- 10 to 1 frequency range with fixed capacitor
- Frequency programmable by means of current, voltage, resistor or capacitor.

### Applications

- FM modulation
- Signal generation
- Function generation
- Frequency shift keying
- Tone generation

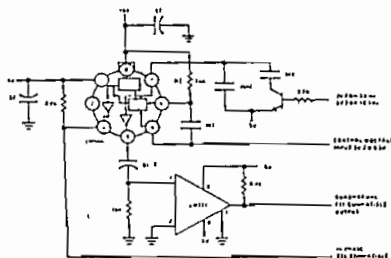
### Schematic and Connection Diagrams



Order Number LM566CN  
See NS Package N08B

### Typical Application

1 kHz and 10 kHz TTL Compatible Voltage Controlled Oscillator



### Applications Information

The LM566 may be operated from either a single supply as shown in this test circuit, or from a split (+) power supply. When operating from a split supply, the square wave output (pin 4) is TTL compatible (2 mA current sink) with the addition of a 4.7 kΩ resistor from pin 3 to ground.

A .001 μF capacitor is connected between pins 5 and 6 to prevent parasitic oscillations that may occur during VCO switching.

$$f_o = \frac{2(V^+ - V_S)}{R_1 C_1 V^+}$$

where

$$2K < R_1 < 20K$$

and  $V_S$  is voltage between pin 5 and pin 1



LM566/LM566C

### Absolute Maximum Ratings

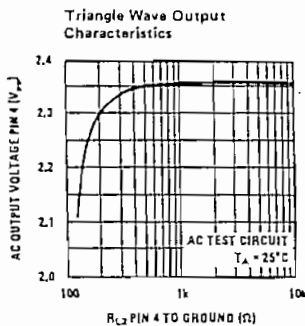
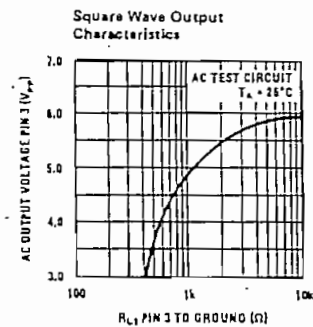
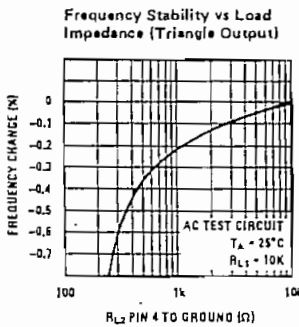
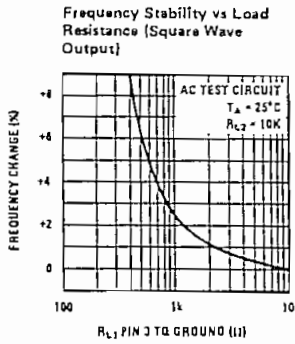
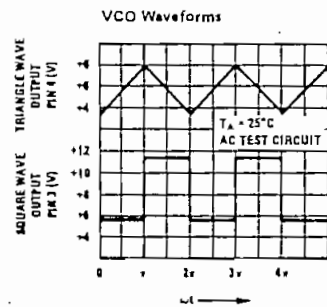
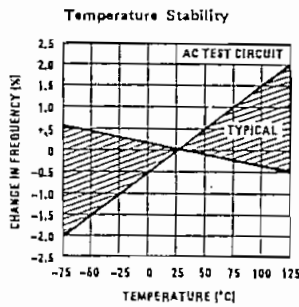
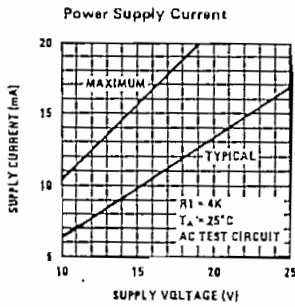
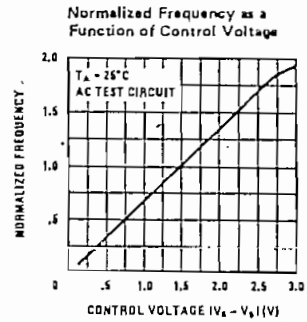
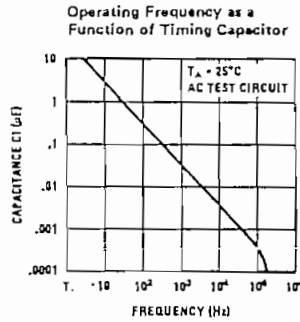
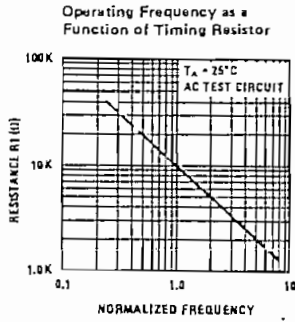
Power Supply Voltage		26V
Power Dissipation (Note 1)		300 mW
Operating Temperature Range	LM566	-55°C to +125°C
	LM566C	0°C to 70°C
Lead Temperature (Soldering, 10 sec)		300°C

### Electrical Characteristics $V_{CC} = 12V, T_A = -25^\circ C, AC$ Test Circuit

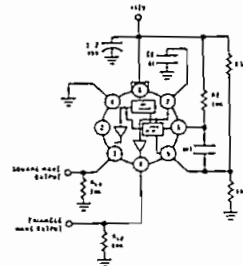
PARAMETER	CONDITIONS	LM566			LM566C			UNITS
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
Maximum Operating Frequency	$R_D = 2k$ $C_D = 2.7 pF$		1			1		MHz
Input Voltage Range Pin 5		$3/4 V_{CC}$		$V_{CC}$	$3/4 V_{CC}$		$V_{CC}$	
Average Temperature Coefficient of Operating Frequency			100			200		ppm/°C
Supply Voltage Rejection	10-20V		0.1	1		0.1	2	%/V
Input Impedance Pin 5		0.5	1		0.5	1		MΩ
VCO Sensitivity	For Pin 5, From 8-10V, $f_O = 10 kHz$	6.4	6.6	6.8	6.0	6.6	7.2	kHz/V
FM Distortion	±10% Deviation		0.2	0.75		0.2	1.5	%
Maximum Sweep Rate		800	1		500	1		MHz
Sweep Range			10:1			10:1		
Output Impedance								
Pin 3			50			50		Ω
Pin 4			50			50		Ω
Square Wave Output Level	$R_{L1} = 10k$	5.0	5.4		5.0	5.4		V <sub>p-p</sub>
Triangle Wave Output Level	$R_{L2} = 10k$	2.0	2.4		2.0	2.4		V <sub>p-p</sub>
Square Wave Duty Cycle		45	50	55	40	50	60	%
Square Wave Rise Time			20			20		ns
Square Wave Fall Time			50			50		ns
Triangle Wave Linearity	+1V Segment at $1/2 V_{CC}$		0.2	0.75		0.5	1	%

Note 1: The maximum junction temperature of the LM566 is 150°C, while that of the LM566C is 100°C. For operating at elevated junction temperatures, devices in the TO-5 package must be derated based on a thermal resistance of 150°C/W. The thermal resistance of the dual-in-line package is 100°C/W.

Typical Performance Characteristics



AC Test Circuit



LM567/LM567C



Industrial Blocks

## LM567/LM567C Tone Decoder

### General Description

The LM567 and LM567C are general purpose tone decoders designed to provide a saturated transistor switch to ground when an input signal is present within the passband. The circuit consists of an I and Q detector driven by a voltage controlled oscillator which determines the center frequency of the decoder. External components are used to independently set center frequency, bandwidth and output delay.

### Features

- 20 to 1 frequency range with an external resistor
- Logic compatible output with 100 mA current sinking capability
- Bandwidth adjustable from 0 to 14%

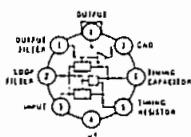
- High rejection of out of band signals and noise
- Immunity to false signals
- Highly stable center frequency
- Center frequency adjustable from 0.01 Hz to 500 kHz

### Applications

- Touch tone decoding
- Precision oscillator
- Frequency monitoring and control
- Wide band FSK demodulation
- Ultrasonic controls
- Carrier current remote controls
- Communications paging decoders

## Schematic and Connection Diagrams

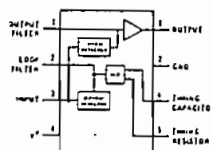
Metal Can Package



TOP VIEW

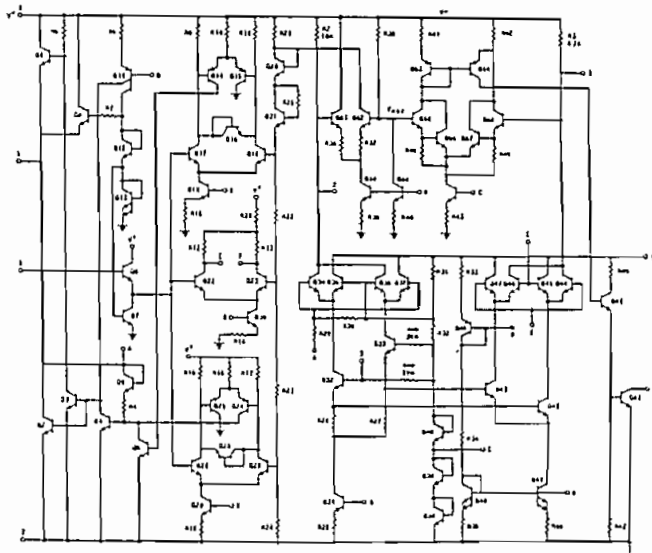
Order Number LM567H or LM567CH  
See NS Package H08C

Dual-In-Line Package



TOP VIEW

Order Number LM567CN  
See NS Package N08B



### Absolute Maximum Ratings

Supply Voltage Pin	10V
Power Dissipation (Note 1)	300 mW
V <sub>B</sub>	15V
V <sub>3</sub>	-10V
V <sub>3</sub>	V <sub>B</sub> + 0.5V
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C

### Electrical Characteristics IAC Test Circuit, T<sub>A</sub> = 25°C, V<sub>CC</sub> = 5V

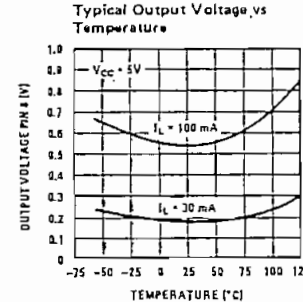
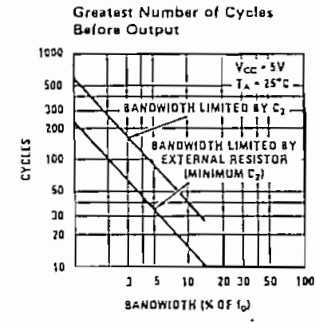
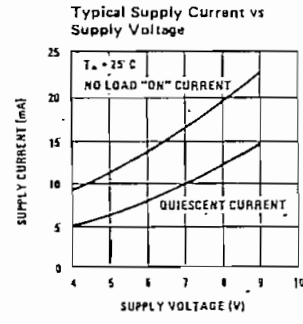
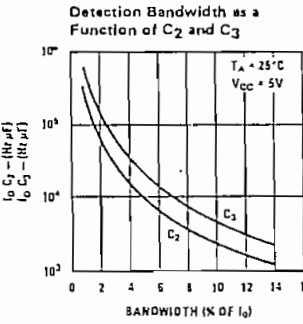
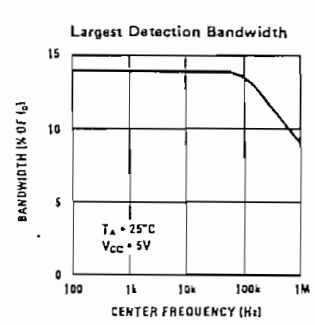
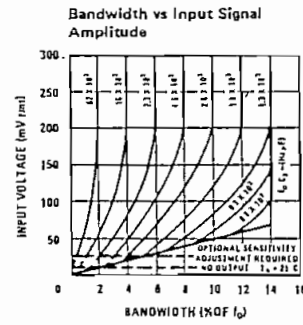
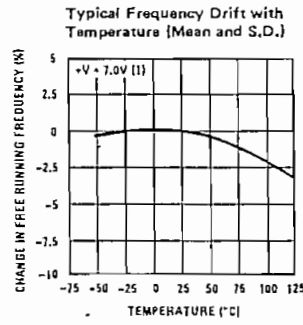
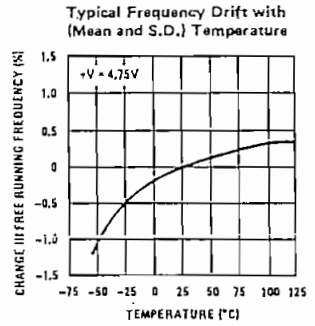
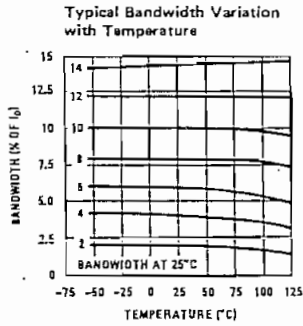
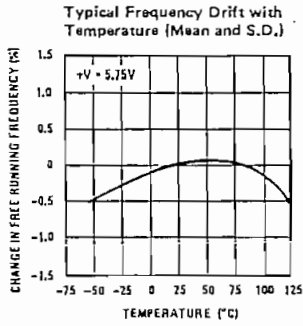
PARAMETERS	CONDITIONS	LM567			LM567C/LM567CN			UNITS
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
Power Supply Voltage Range		4.75	5.0	9.0	4.75	5.0	9.0	V
Power Supply Current	R <sub>L</sub> = 20k							
Quiescent			6	8		7	10	mA
Power Supply Current	R <sub>L</sub> = 20k							
Activated			11	13		12	15	mA
Input Resistance		18	20	22	15	20	25	kΩ
Smallest Detectable Input Voltage	I <sub>L</sub> = 100 mA, f <sub>i</sub> = f <sub>o</sub>		20	25		20	25	mVrms
Largest No Output Input Voltage	I <sub>C</sub> = 100 mA, f <sub>i</sub> = f <sub>o</sub>	10	15		10	15		mVrms
Largest Simultaneous Outband Signal to Inband Signal Ratio			8			6		dB
Minimum Input Signal to Wideband Noise Ratio	B <sub>n</sub> = 140 kHz		-6			-6		dB
Largest Detection Bandwidth		12	14	16	10	14	18	% of f <sub>o</sub>
Largest Detection Bandwidth Skew			1	2		2	3	% of f <sub>o</sub>
Largest Detection Bandwidth Variation with Temperature			±0.1	0.25		±0.1	0.5	%/°C
Largest Detection Bandwidth Variation with Supply Voltage	4.75V - 6.75V		±1	±2		±1	±5	%/V
Highest Center Frequency		100	500		100	500		kHz
Center Frequency Stability	0 < T <sub>A</sub> < 70		35 ± 60			35 ± 60		ppm/°C
	-55 < T <sub>A</sub> < +125		35 ± 140			35 ± 140		ppm/°C
Center Frequency Shift with Supply Voltage	4.75V - 6.75V		0.5	1.0		0.4	2.0	%/V
Fastest ON-OFF Cycling Rate			f <sub>o</sub> /20			f <sub>o</sub> /20		
Output Leakage Current	V <sub>o</sub> = 15V		0.01	25		0.01	25	μA
Output Saturation Voltage	v <sub>i</sub> = 25 mV, I <sub>o</sub> = 30 mA		0.2	0.4		0.2	0.4	V
	v <sub>i</sub> = 25 mV, I <sub>o</sub> = 100 mA		0.6	1.0		0.6	1.0	
Output Fall Time			30			30		ns
Output Rise Time			150			150		ns

Note 1: The maximum junction temperature of the LM567 is 150°C, while that of the LM567C and LM567CN is 100°C. For operating at elevated temperatures, devices in the TO-5 package must be derated based on a thermal resistance of 150°C/W, junction to ambient or 45°C/W, junction to case. For the DIP the device must be derated based on a thermal resistance of 187°C/W, junction to ambient.



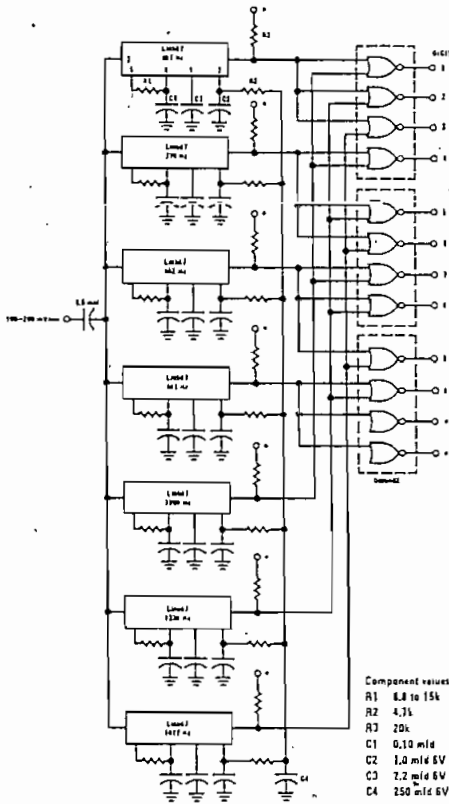
LM567/LM567C

Typical Performance Characteristics

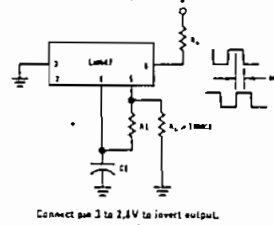


### Typical Applications

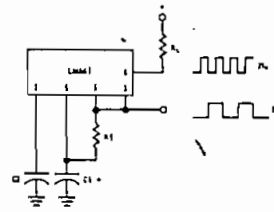
Touch-Tone Decoder



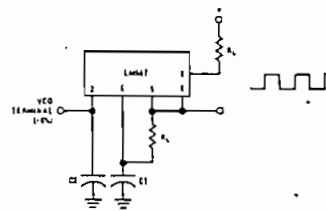
Oscillator with Quadrature Output



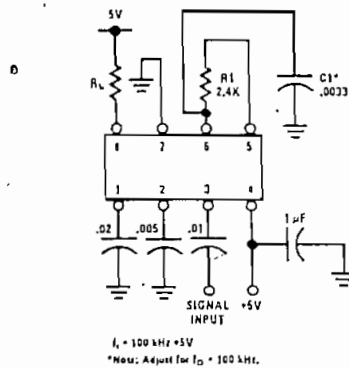
Oscillator with Double Frequency Output



Precision Oscillator Drive 100 mA Loads



### AC Test Circuit



### Applications Information

The center frequency of the tone decoder is equal to the free running frequency of the VCO. This is given by

$$f_o \cong \frac{1}{1.1 R_1 C_1}$$

The bandwidth of the filter may be found from the approximation

$$BW = 1070 \sqrt{\frac{V_1}{f_o C_2}} \text{ in \% of } f_o$$

Where:

- $V_1$  = Input voltage (volts rms),  $V_1 \leq 200 \text{ mV}$
- $C_2$  = Capacitance at Pin 2 ( $\mu\text{F}$ )





National Semiconductor

Analog Switches/Multiplexers

## CD4066BM/CD4066BC Quad Bilateral Switch

### general description

The CD4066BM/CD4066BC is a quad bilateral switch intended for the transmission or multiplexing of analog or digital signals. It is pin-for-pin compatible with CD4016BM/CD4016BC, but has a much lower "ON" resistance, and "ON" resistance is relatively constant over the input-signal range.

### features

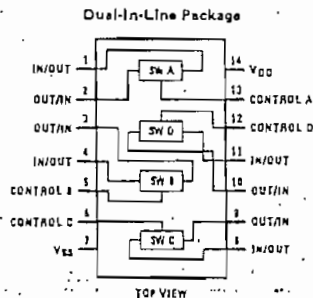
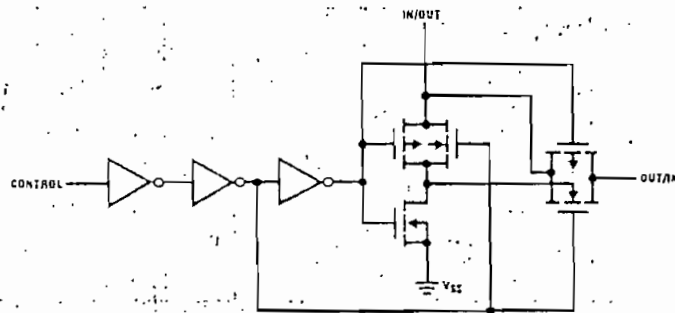
- Wide supply voltage range 3V to 15V
- High noise immunity 0.45 V<sub>DD</sub> typ
- Wide range of digital and analog switching ±7.5 V<sub>PEAK</sub>
- "ON" resistance for 15V operation 80Ω typ
- Matched "ON" resistance over 15V signal input ΔR<sub>ON</sub> = 5Ω typ
- "ON" resistance flat over peak-to-peak signal range
- High "ON"/"OFF" output voltage ratio - 65 dB typ @ f<sub>IS</sub> = 10 kHz, R<sub>L</sub> = 10 kΩ
- High degree of linearity < 0.4% distortion typ @ f<sub>IS</sub> = 1 kHz, V<sub>IS</sub> = 5 Vp-p, V<sub>DD</sub> - V<sub>SS</sub> = 10V, R<sub>L</sub> = 10 kΩ

- Extremely low "OFF" switch leakage 0.1 nA typ @ V<sub>DD</sub> - V<sub>SS</sub> = 10V, T<sub>A</sub> = 25°C
- Extremely high control-input impedance 10<sup>12</sup>Ω typ
- Low crosstalk between switches -50 dB typ @ f<sub>IS</sub> = 0.8 MHz, R<sub>L</sub> = 1 kΩ
- Frequency response, switch "ON" 40 MHz typ

### applications

- Analog signal switching/multiplexing
  - Signal gating
  - Squelch control
  - Chopper
  - Modulator/Demodulator
  - Commutating switch
- Digital signal switching/multiplexing
- CMOS logic implementation
- Analog-to-digital/digital-to-analog conversion
- Digital control of frequency, impedance, phase, and analog-signal gain

### schematic and connection diagrams



- Order Number CD4066BMD or CD4066BCD  
See NS Package D14A
- Order Number CD4066BMF or CD4066BCF  
See NS Package F14A
- Order Number CD4066BMJ or CD4066BCJ  
See NS Package J14A
- Order Number CD4066BMN or CD4066BCN  
See NS Package N14A
- Order Number CD4066BMW or CD4066BCW  
See NS Package W14A

CD4066BM/CD4066BC

7



# CD4066BM/CD4066BC

## absolute maximum ratings

(Notes 1 and 2)

V<sub>DD</sub> Supply Voltage: -0.5V to +18V  
 V<sub>IN</sub> Input Voltage: -0.5V to V<sub>DD</sub> + 0.5V  
 T<sub>S</sub> Storage Temperature Range: -55°C to +150°C  
 P<sub>D</sub> Package Dissipation: 500 mW  
 T<sub>L</sub> Lead Temperature (Soldering, 10 seconds): 300°C

## recommended operating conditions

(Note 2)

V<sub>DD</sub> Supply Voltage: 3V to 15V  
 V<sub>IN</sub> Input Voltage: 0V to V<sub>DD</sub>  
 T<sub>A</sub> Operating Temperature Range: -55°C to +125°C  
 CD4066BM: -40°C to +85°C  
 CD4066BC

## dc electrical characteristics CD4066BM (Note 2)

Parameter	Conditions	-55°C			25°C			125°C		Units
		Min	Max	Typ	Min	Max	Min	Max		
IDD Quiescent Device Current	V <sub>DD</sub> = 5V		0.25	0.01	0.25			7.5	μA	
	V <sub>DD</sub> = 10V		0.5	0.01	0.5			15	μA	
	V <sub>DD</sub> = 15V		1.0	0.01	1.0			30	μA	

### Signal Inputs and Outputs

RON "ON" Resistance	RL = 10 kΩ to $\frac{V_{DD}-V_{SS}}{2}$		2000	270	2500	3500	Ω
	VC = V <sub>DD</sub> , VIS = V <sub>SS</sub> to V <sub>DD</sub>		400	120	500	550	Ω
	V <sub>DD</sub> = 10V, V <sub>DD</sub> = 15V		220	80	280	320	Ω
ΔRON Δ"ON" Resistance Between any 2 of 4 Switches	RL = 10 kΩ to $\frac{V_{DD}-V_{SS}}{2}$			10			Ω
	VC = V <sub>DD</sub> , VIS = V <sub>SS</sub> to V <sub>DD</sub>			5			Ω
IIS Input or Output Leakage Switch "OFF"	VC = 0		±50	±0.1	±50	±500	nA
	VIS = 15V and 0V, VOS = 0V and 15V						

### Control Inputs

VILC Low Level Input Voltage	VIS = V <sub>SS</sub> and V <sub>DD</sub>							
	VOS = V <sub>DD</sub> and V <sub>SS</sub>		1.5	2.25	1.5	1.5		
	IIS = ±10 μA		3.0	4.5	3.0	3.0		
VIHC High Level Input Voltage	V <sub>DD</sub> = 5V		4.0	6.75	4.0	4.0		
	V <sub>DD</sub> = 10V							
	V <sub>DD</sub> = 15V							
IIN Input Current	V <sub>DD</sub> = 5V	3.5		3.5		3.5		
	V <sub>DD</sub> = 10V (see note 6)	7.0		7.0		7.0		
	V <sub>DD</sub> = 15V	11.0		11.0		11.0		
I <sub>ON</sub> Input Current	V <sub>DD</sub> - V <sub>SS</sub> = 15V		±0.1		±10-5		±1.0	μA
	V <sub>DD</sub> > VIS > V <sub>SS</sub>							
	V <sub>DD</sub> > VC > V <sub>SS</sub>							

## dc electrical characteristics CD4066BC (Note 2)

Parameter	Conditions	-10°C		25°C		85°C		Units	
		Min	Max	Min	Typ	Max	Min		Max
IDD Quiescent Device Current	V <sub>DD</sub> = 5V		1.0		0.01	1.0		7.5	μA
	V <sub>DD</sub> = 10V		2.0		0.01	2.0		15	μA
	V <sub>DD</sub> = 15V		4.0		0.01	4.0		30	μA

dc electrical characteristics (Continued) CD4066BC (Note 2)

Parameter	Conditions	-40°C		25°C			85°C		Units
		Min	Max	Min	Typ	Max	Min	Max	
<b>Signal Inputs and Outputs</b>									
R <sub>ON</sub> "ON" Resistance	$R_L = 10\text{ k}\Omega$ to $\frac{V_{DD} - V_{SS}}{2}$ $V_C = V_{DD}, V_{IS} = V_{DD}$ $V_{DD} = 5\text{V}$ $V_{DD} = 10\text{V}$ $V_{DD} = 15\text{V}$		2000 450 250		270 120 80	2500 500 280		3200 520 300	$\Omega$ $\Omega$ $\Omega$
$\Delta R_{ON}$ $\Delta$ "ON" Resistance Between Any 2 of 4 Switches	$R_L = 10\text{ k}\Omega$ to $\frac{V_{DD} - V_{SS}}{2}$ $V_{CC} = V_{DD}, V_{IS} = V_{SS}$ to $V_{DD}$ $V_{DD} = 10\text{V}$ $V_{DD} = 15\text{V}$				10 5			$\Omega$ $\Omega$	
I <sub>IS</sub> Input or Output Leakage Switch "OFF"	$V_C = 0$		$\pm 50$		$\pm 0.1$	$\pm 50$		$\pm 200$	nA

**Control Inputs**

V <sub>ILC</sub> Low Level Input Voltage	$V_{IS} = V_{SS}$ and $V_{DD}$ $V_{OS} = V_{DD}$ and $V_{SS}$ $I_{IS} = \pm 10\mu\text{A}$ $V_{DD} = 5\text{V}$ $V_{DD} = 10\text{V}$ $V_{DD} = 15\text{V}$		1.5 3.0 4.0		2.25 4.5 6.75	1.5 3.0 4.0		1.5 3.0 4.0	V V V
V <sub>IHC</sub> High Level Input Voltage	$V_{DD} = 5\text{V}$ $V_{DD} = 10\text{V}$ (See note 6) $V_{DD} = 15\text{V}$	3.5 7.0 11.0		3.5 7.0 11.0	2.75 5.5 8.25		3.5 7.0 11.0	V V V	
I <sub>IN</sub> Input Current	$V_{DD} - V_{SS} = 15\text{V}$ $V_{DD} > V_{IS} > V_{SS}$ $V_{DD} > V_C > V_{SS}$		$\pm 0.3$		$\pm 10^{-5}$	$\pm 0.3$		$\pm 1.0$	$\mu\text{A}$

ac electrical characteristics  $T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $t_r = t_f = 20\text{ ns}$  and  $V_{SS} = 0\text{V}$  unless otherwise specified

Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units	
t <sub>PHL</sub> , t <sub>PLH</sub> Propagation Delay Time Signal Input to Signal Output	$V_C = V_{DD}, C_L = 50\text{ pF}$ , (Figure 1) $R_L = 200\text{ k}\Omega$ $V_{DD} = 5\text{V}$ $V_{DD} = 10\text{V}$ $V_{DD} = 15\text{V}$		25 15 10		55 35 25	ns ns ns
t <sub>PZH</sub> , t <sub>PZL</sub> Propagation Delay Time Control Input to Signal Output High Impedance to Logical Level	$R_L = 1.0\text{ k}\Omega, C_L = 50\text{ pF}$ , (Figures 2 and 3) $V_{DD} = 5\text{V}$ $V_{DD} = 10\text{V}$ $V_{DD} = 15\text{V}$				125 60 50	ns ns ns
t <sub>FZH</sub> , t <sub>FLZ</sub> Propagation Delay Time Control Input to Signal Output Logical Level to High Impedance	$R_L = 1.0\text{ k}\Omega, C_L = 50\text{ pF}$ , (Figures 2 and 3) $V_{DD} = 5\text{V}$ $V_{DD} = 10\text{V}$ $V_{DD} = 15\text{V}$				125 60 50	ns ns ns
Sine Wave Distortion	$V_C = V_{DD} = 5\text{V}, V_{SS} = -5\text{V}$ $R_L = 10\text{ k}\Omega, V_{IS} = 5\text{V}_{p-p}, f = 1\text{ kHz}$ , (Figure 4)		0.4			%
Frequency Response-Switch "ON" (Frequency at -3 dB)	$V_C = V_{DD} = 5\text{V}, V_{SS} = -5\text{V}$ $R_L = 1\text{ k}\Omega, V_{IS} = 5\text{V}_{p-p}$ 20 Log <sub>10</sub> V <sub>OS</sub> /V <sub>OS</sub> (1kHz)-dB, (Figure 4)		40			MHz

CD4066BM/CD4066BC

ac electrical characteristics (Continued)  
 $T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $t_r = t_f = 20\text{ ns}$  and  $V_{SS} = 0\text{V}$  unless otherwise specified

Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
Feedthrough - Switch "OFF" (Frequency at -50 dB)	$V_{DD} = 5\text{V}$ , $V_C = V_{SS} = -5\text{V}$ , $R_L = 1\text{ k}\Omega$ , $V_{IS} = 5\text{V}_{p-p}$ , 20 Log10, $V_{OS}/V_{IS} = -50\text{ dB}$ , (Figure 4)		1.25		
Crosstalk Between Any Two Switch (Frequency at -50 dB)	$V_{DD} = V_C(1) = 5\text{V}$ ; $V_{SS} = V_C(2) = -5\text{V}$ , $R_L = 1\text{ k}\Omega$ , $V_{IS}(A) = 5\text{V}_{p-p}$ , 20 Log10, $V_{OS}(2)/V_{IS}(1) = -50\text{ dB}$ , (Figure 5)		0.9		MHz
Crosstalk; Control Input to Signal Output	$V_{DD} = 10\text{V}$ , $R_L = 10\text{ k}\Omega$ , $R_{IN} = 1\text{ k}\Omega$ , $V_{CC} = 10\text{V}$ Square Wave, $C_L = 50\text{ pF}$ (Figure 6)		150		mV <sub>p-p</sub>
Maximum Control Input	$R_L = 1\text{ k}\Omega$ , $C_L = 50\text{ pF}$ , (Figure 7) $V_{OS}(f) = \frac{1}{2}V_{OS}(1\text{kHz})$		8.0		MHz
$C_{IF}$ Signal Input Capacitance			8		pF
$C_{OS}$ Signal Output Capacitance	$V_{DD} = 10\text{V}$		8		pF
$C_{DS}$ Feedthrough Capacitance	$V_C = 0\text{V}$		0.5		pF
$C_{IN}$ Control Input Capacitance			5	7.5	pF

Note 1: "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. They are not meant to imply that the devices should be operated at these limits. The tables of "Recommended Operating Conditions" and "Electrical Characteristics" provide conditions for actual device operation.

Note 2:  $V_{SS} = 0\text{V}$  unless otherwise specified.

Note 3: These devices should not be connected to circuits with the power "ON".

Note 4: In all cases, there is approximately 5 pF of probe and jig capacitance on the output; however, this capacitance is included in  $C_L$  wherever it is specified.

Note 5:  $V_{IS}$  is the voltage at the input pin and  $V_{OS}$  is the voltage at the output pin,  $V_C$  is the voltage at the control input.

Note 6: Conditions for  $V_{IHC}$ :

a)  $V_{IS} = V_{DD}$ ,  $I_{OS} = \text{standard 8 series } I_{OH}$     b)  $V_{IS} = 0\text{V}$ ,  $I_{OS} = \text{standard 8 series } I_{OL}$

ac test circuits and switching time waveforms

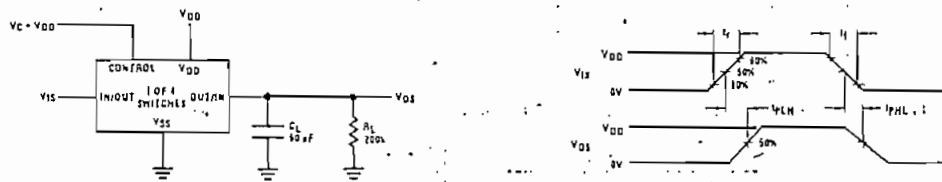


FIGURE 1.  $t_{PHL}$ ,  $t_{PLH}$  Propagation Delay Time Signal Input to Signal Output

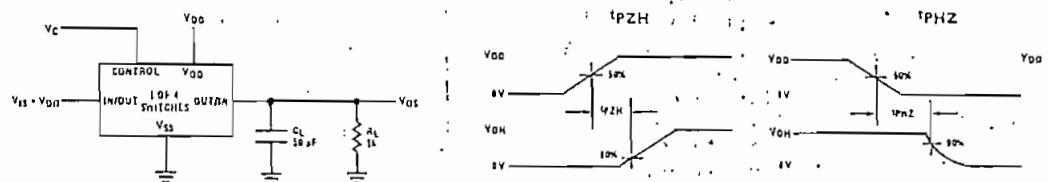


FIGURE 2.  $t_{PZH}$ ,  $t_{PHZ}$  Propagation Delay Time Control to Signal Output

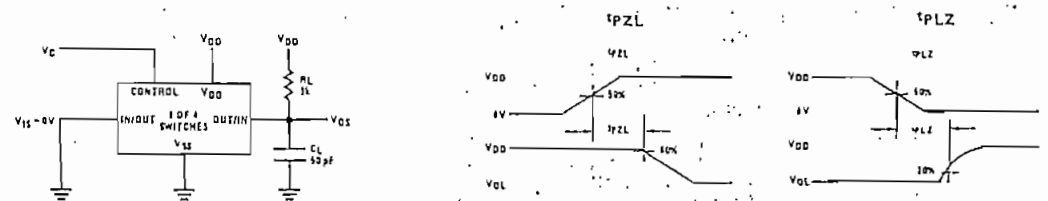


FIGURE 3.  $t_{PZL}$ ,  $t_{PLZ}$  Propagation Delay Time Control to Signal Output

ac test circuits and switching time waveforms (continued)

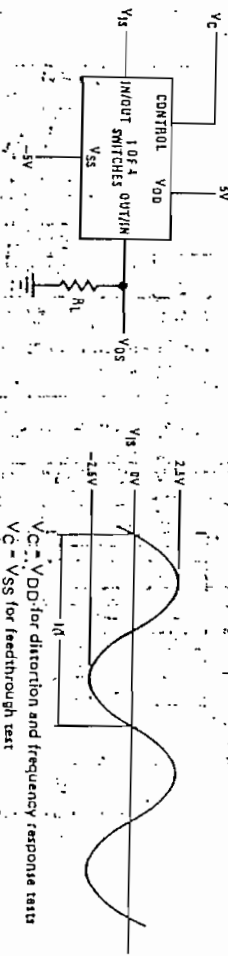


FIGURE 4. Sine Wave Distortion, Frequency Response and Feedthrough

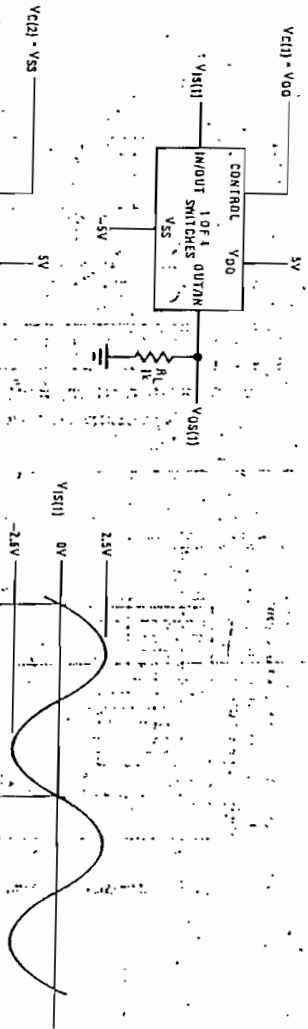


FIGURE 5. Crosstalk Between Any Two Switches

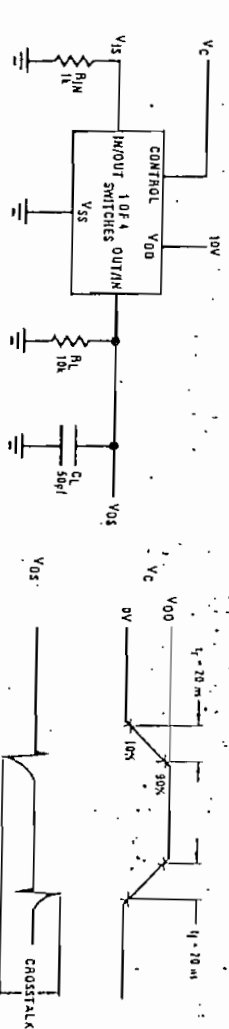


FIGURE 6. Crosstalk: Control Input to Signal Output

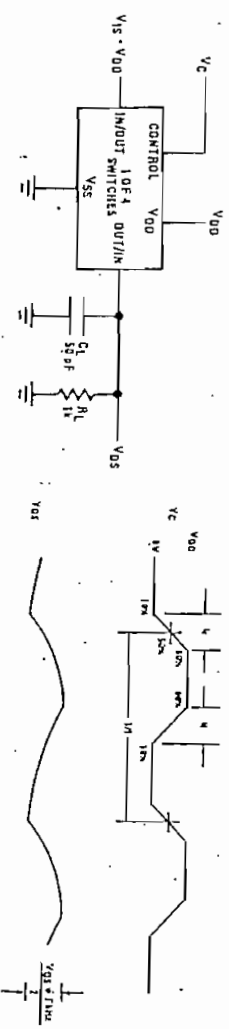
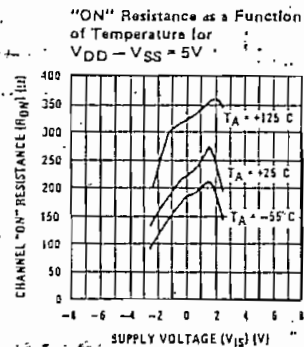
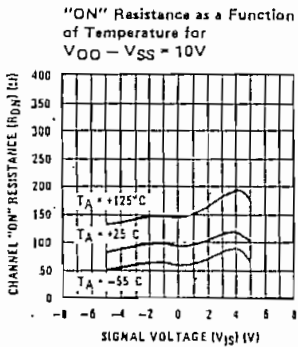
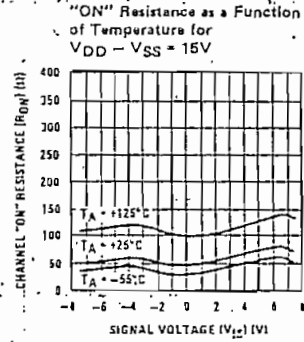
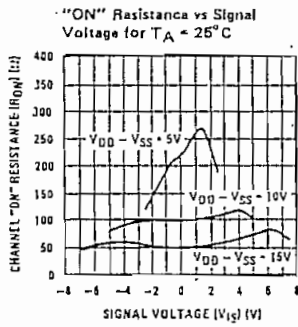


FIGURE 7. Maximum Control Input Frequency

CD4066BM/CD4066BC

typical performance characteristics



special considerations

In applications where separate power sources are used to drive  $V_{DD}$  and the signal input, the  $V_{DD}$  current capability should exceed  $V_{DD}/R_L$  ( $R_L$  = effective external load of the 4 CD4066BM/CD4066BC bilateral switches). This provision avoids any permanent current flow or clamp action on the  $V_{DD}$  supply when power is applied or removed from CD4066BM/CD4066BC.

In certain applications, the external load-resistor current may include both  $V_{DD}$  and signal-line components. To

avoid drawing  $V_{DD}$  current when switch current flows into terminals 1, 4, 8 or 11, the voltage drop across the bidirectional switch must not exceed 0.6V at  $T_A \leq 25^\circ\text{C}$ , or 0.4V at  $T_A > 25^\circ\text{C}$  (calculated from  $R_{ON}$  values shown).

No  $V_{DD}$  current will flow through  $R_L$  if the switch current flows into terminals 2, 3, 9 or 10.

LM124/LM224/LM324, LM124A/  
LM224A/LM324A, LM2902



## Operational Amplifiers/Buffers

### LM124/LM224/LM324, LM124A/LM224A/LM324A, LM2902 Low Power Quad Operational Amplifiers

#### General Description

The LM124 series consists of four independent, high gain, internally frequency compensated operational amplifiers which were designed specifically to operate from a single power supply over a wide range of voltages. Operation from split power supplies is also possible and the low power supply current drain is independent of the magnitude of the power supply voltage.

Application areas include transducer amplifiers, dc gain blocks and all the conventional op amp circuits which now can be more easily implemented in single power supply systems. For example, the LM124 series can be directly operated off of the standard +5 V<sub>DC</sub> power supply voltage which is used in digital systems and will easily provide the required interface electronics without requiring the additional ±15 V<sub>DC</sub> power supplies.

#### Unique Characteristics

- In the linear mode the input common-mode voltage range includes ground and the output voltage can also swing to ground, even though operated from only a single power supply voltage.
- The unity gain cross frequency is temperature compensated.
- The input bias current is also temperature compensated.

#### Advantages

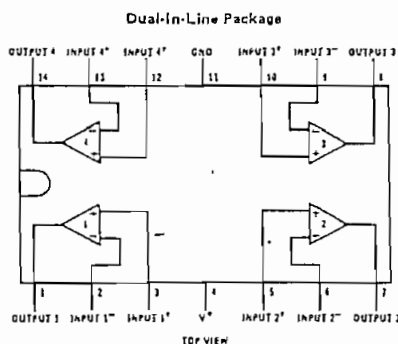
- Eliminates need for dual supplies
- Four internally compensated op amps in a single package
- Allows directly sensing near GND and V<sub>OUT</sub> also goes to GND
- Compatible with all forms of logic
- Power drain suitable for battery operation

#### Features

- Internally frequency compensated for unity gain
- Large dc voltage gain 100 dB
- Wide bandwidth (unity gain) 1 MHz  
(temperature compensated)
- Wide power supply range:
 

Single supply	3 V <sub>DC</sub> to 30 V <sub>DC</sub>
or dual supplies	±1.5 V <sub>DC</sub> to ±15 V <sub>DC</sub>
- Very low supply current drain (800 μA) — essentially independent of supply voltage (1 mW/op amp at +5 V<sub>DC</sub>)
- Low input biasing current 45 nA<sub>DC</sub>  
(temperature compensated)
- Low input offset voltage 2 mV<sub>DC</sub>  
and offset current 5 nA<sub>DC</sub>
- Input common-mode voltage range includes ground
- Differential input voltage range equal to the power supply voltage
- Large output voltage 0 V<sub>DC</sub> to V<sup>+</sup> - 1.5 V<sub>DC</sub>  
swing

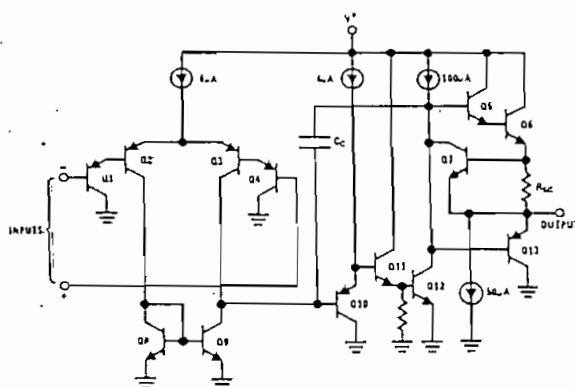
#### Connection Diagram



Order Number LM124J, LM124AJ,  
LM224J, LM224AJ, LM324J,  
LM324AJ or LM2902J  
See NS Package J14A

Order Number LM324N, LM324AN  
or LM2902N  
See NS Package N14A

#### Schematic Diagram (Each Amplifier)



### Absolute Maximum Ratings

	LM124/LM224/LM324 LM124A/LM224A/LM324A	LM2902	LM124/LM224/LM324 LM124A/LM224A/LM324A	LM2902
Supply Voltage, $V^+$	32 V <sub>DC</sub> or ±16 V <sub>DC</sub>	26 V <sub>DC</sub> or ±13 V <sub>DC</sub>	50 mA	50 mA
Differential Input Voltage	32 V <sub>DC</sub>	26 V <sub>DC</sub>	Operating Temperature Range	-40°C to +85°C
Input Voltage	-0.3 V <sub>DC</sub> to +26 V <sub>DC</sub>	-0.3 V <sub>DC</sub> to +26 V <sub>DC</sub>	LM324/LM324A	0°C to +70°C
Power Dissipation (Note 1)			LM224/LM224A	-25°C to +85°C
Molded DIP	570 mW	570 mW	LM124/LM124A	-55°C to +125°C
Cavity DIP	900 mW		Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Flat Pack	800 mW		Lead Temperature (Soldering, 10 seconds)	300°C
Output Short-Circuit to GND (One Amplifier) (Note 2)	Continuous	Continuous		300°C
$V^+ \leq 15$ V <sub>DC</sub> and $T_A = 25^\circ\text{C}$				

### Electrical Characteristics ( $V^+ = +5.0$ V<sub>DC</sub>, Note 4)

PARAMETER	CONDITIONS	LM124A			LM224A			LM324A			LM124/LM224			LM324			LM2902			UNITS
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
Input Offset Voltage	$T_A = 25^\circ\text{C}$ , (Note 5)	1	2		1	3		2	3		±2	±5		±2	±7		±2	±7		mV <sub>DC</sub>
Input Bias Current (Note 6)	$I_{IN(+)} \text{ or } I_{IN(-)}$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$	20	50		40	80		45	100		45	150		45	250		45	250		nA <sub>DC</sub>
Input Offset Current	$I_{IN(+)} - I_{IN(-)}$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$	2	10		2	15		5	30		±3	±30		±5	±50		±5	±50		nA <sub>DC</sub>
Input Common-Mode Voltage Range (Note 7)	$V^+ = 30$ V <sub>DC</sub> , $T_A = 25^\circ\text{C}$	0	$V^+ - 1.5$		0	$V^+ - 1.5$		0	$V^+ - 1.5$		0	$V^+ - 1.5$		0	$V^+ - 1.5$		0	$V^+ - 1.5$		V <sub>DC</sub>
Supply Current	$R_L = \infty$ , $V_{CC} = 30$ V, (LM2902 $V_{CC} = 26$ V)	1.5	3		1.5	3		1.5	3		1.5	3		1.5	3		1.5	3		mA <sub>DC</sub>
	$R_L = \infty$ On All Op Amps Over Full Temperature Range	0.7	1.2		0.7	1.2		0.7	1.2		0.7	1.2		0.7	1.2		0.7	1.2		mA <sub>DC</sub>
Large Signal Voltage Gain	$V^+ = 15$ V <sub>DC</sub> (For Large $V_O$ Swing) $R_L \geq 2$ k $\Omega$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$	50	100		50	100		25	100		50	100		25	100		100			V/mV
Output Voltage Swing	$R_L = 2$ k $\Omega$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$ (LM2902 $R_L \geq 10$ k $\Omega$ )	0	$V^+ - 1.5$		0	$V^+ - 1.5$		0	$V^+ - 1.5$		0	$V^+ - 1.5$		0	$V^+ - 1.5$		0	$V^+ - 1.5$		V <sub>DC</sub>
Common-Mode Rejection Ratio	DC, $T_A = 25^\circ\text{C}$	70	85		70	85		65	85		70	85		65	70		50	70		dB
Power Supply Rejection Ratio	DC, $T_A = 25^\circ\text{C}$	65	100		65	100		65	100		65	100		65	100		50	100		dB
Amplifier-to-Amplifier Coupling (Note 8)	f = 1 kHz to 20 kHz, $T_A = 25^\circ\text{C}$ (Input Referred)	-120			-120			-120			-120			-120			-120			dB
Output Current Source	$V_{IN}^+ = 1$ V <sub>DC</sub> , $V_{IN}^- = 0$ V <sub>DC</sub> , $V^+ = 15$ V <sub>DC</sub> , $T_A = 25^\circ\text{C}$	20	40		20	40		20	40		20	40		20	40		20	40		mA <sub>DC</sub>
	$V_{IN}^- = 1$ V <sub>DC</sub> , $V_{IN}^+ = 0$ V <sub>DC</sub> , $V^+ = 15$ V <sub>DC</sub> , $T_A = 25^\circ\text{C}$	10	20		10	20		10	20		10	20		10	20		10	20		mA <sub>DC</sub>
	$V_{IN}^- = 1$ V <sub>DC</sub> , $V_{IN}^+ = 0$ V <sub>DC</sub> , $T_A = 25^\circ\text{C}$ , $V_O = 200$ mV <sub>DC</sub>	12	50		12	50		12	50		12	50		12	50		12	50		mA <sub>DC</sub>
Short Circuit to Ground	$T_A = 25^\circ\text{C}$ , (Note 2)	40	50		40	50		40	50		40	50		40	50		40	50		mA <sub>DC</sub>



LM124/LM224/LM324, LM124A/  
LM224A/LM324A, LM2902

B27

LM124/LM224/LM324, LM124A/  
LM224A/LM324A, LM2902

Electrical Characteristics (Continued)

PARAMETER	CONDITIONS	LM124A			LM224A			LM324A			LM124/LM224			LM324			LM2902			UNITS
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
Input Offset Voltage	[Note 5]	4			4			5			±7			±9			±10			mV <sub>DC</sub>
Input Offset Voltage Drift	R <sub>S</sub> = 0Ω	7 20			7 20			7 30			7			7			7			μV/°C
Input Offset Current	I <sub>IN(+)</sub> - I <sub>IN(-)</sub>	30			30			75			±100			±150			45 ±200			nADC
Input Offset Current Drift		10 200			10 200			10 300			10			10			10			μADC/°C
Input Bias Current	I <sub>IN(+)</sub> or I <sub>IN(-)</sub>	40 100			40 100			40 200			40 300			40 500			40 500			nADC
Input Common-Mode Voltage Range (Note 7)	V <sup>+</sup> = 30 V <sub>DC</sub>	0 V <sup>+</sup> -2			0 V <sup>+</sup> -2			0 V <sup>+</sup> -2			0 V <sup>+</sup> -2			0 V <sup>+</sup> -2			0 V <sup>+</sup> -2			V <sub>DC</sub>
Large Signal Voltage Gain	V <sup>+</sup> = +15 V <sub>DC</sub> (For Large V <sub>O</sub> Swing) R <sub>L</sub> ≥ 2 kΩ	25			25			15			25			15			15			V/mV
Output Voltage Swing	V <sup>+</sup> = +30 V <sub>DC</sub> , R <sub>L</sub> = 2 kΩ R <sub>L</sub> ≥ 10 kΩ	26 28			26 28			26 28			26 28			26 28			22 24			V <sub>DC</sub>
V <sub>OL</sub>	V <sup>+</sup> = 5 V <sub>DC</sub> , R <sub>L</sub> ≤ 10 kΩ	5 20			5 20			5 20			5 20			5 20			5 100			mV <sub>DC</sub>
Output Current Source	V <sub>IN(+)</sub> = +1 V <sub>DC</sub> , V <sub>IN(-)</sub> = 0 V <sub>DC</sub> , V <sup>+</sup> = 15 V <sub>DC</sub>	10 20			10 20			10 20			10 20			10 20			10 20			mADC
Sink	V <sub>IN(-)</sub> = +1 V <sub>DC</sub> , V <sub>IN(+)</sub> = 0 V <sub>DC</sub> , V <sup>+</sup> = 15 V <sub>DC</sub>	10 15			5 8			5 8			5 8			5 8			5 8			mADC
Differential Input Voltage	[Note 7]	32			32			32			32			32			26			V <sub>DC</sub>

Note 1: For operating at high temperatures, the LM324/LM324A, LM2902 must be derated based on a +125°C maximum junction temperature and a thermal resistance of 175°C/W which applies for the device soldered in a printed circuit board, operating in a still air ambient. The LM224/LM224A and LM124/LM124A can be derated based on a +150°C maximum junction temperature. The dissipation is the total of all four amplifiers—use external resistors, where possible, to allow the amplifier to saturate or to reduce the power which is dissipated in the integrated circuit.

Note 2: Short circuits from the output to V<sup>+</sup> can cause excessive heating and eventual destruction. The maximum output current is approximately 40 mA independent of the magnitude of V<sup>+</sup>. At values of supply voltage in excess of +15 V<sub>DC</sub>, continuous short-circuits can exceed the power dissipation ratings and cause eventual destruction. Destructive dissipation can result from simultaneous shorts on all amplifiers.

Note 3: This input current will only exist when the voltage at any of the input leads is driven negative. It is due to the collector-base junction of the input PNP transistors becoming forward biased and thereby acting as input diode clamps. In addition to this diode action, there is also lateral NPN parasitic transistor action on the IC chip. This transistor action can cause the output voltages of the op amps to go to the V<sup>+</sup> voltage level (or to ground for a large overdrive) for the time duration that an input is driven negative. This is not destructive and normal output states will re-establish when the input voltage, which was negative, again returns to a value greater than -0.3 V<sub>DC</sub> (at 25°C).

Note 4: These specifications apply for V<sup>+</sup> = +15 V<sub>DC</sub> and -55°C ≤ T<sub>A</sub> ≤ +125°C, unless otherwise stated. With the LM224/LM224A, all temperature specifications are limited to -25°C ≤ T<sub>A</sub> ≤ +85°C, the LM324/LM324A temperature specifications are limited to 0°C ≤ T<sub>A</sub> ≤ +70°C, and the LM2902 specifications are limited to -40°C ≤ T<sub>A</sub> ≤ +85°C.

Note 5: V<sub>O</sub> ≥ 1.4 V<sub>DC</sub>, R<sub>S</sub> = 0Ω with V<sup>+</sup> from 5 V<sub>DC</sub> to 30 V<sub>DC</sub>; and over the full input common-mode range (0 V<sub>DC</sub> to V<sup>+</sup> - 1.5 V<sub>DC</sub>).

Note 6: The direction of the input current is out of the IC due to the PNP input stage. This current is essentially constant, independent of the state of the output so no loading change exists on the input lines.

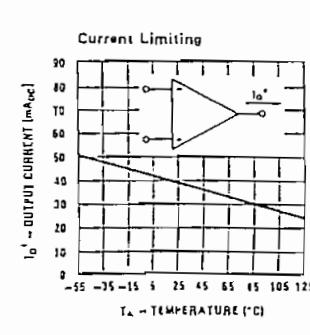
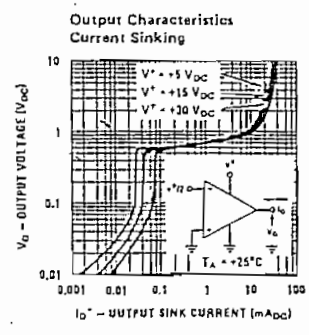
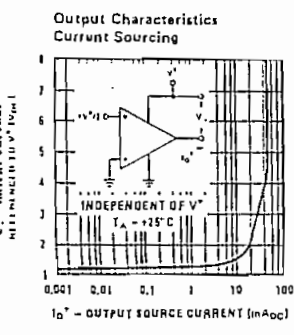
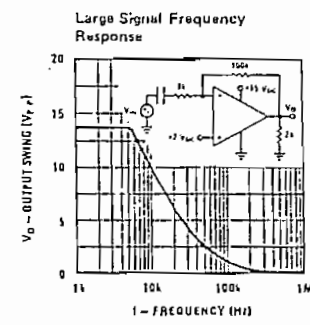
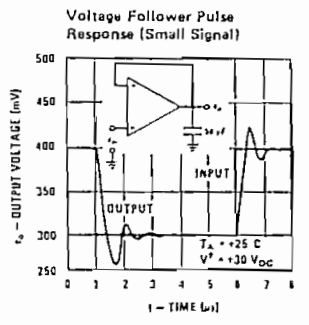
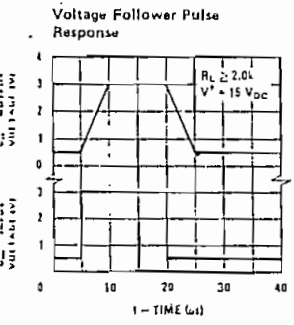
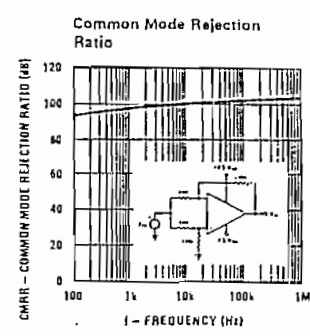
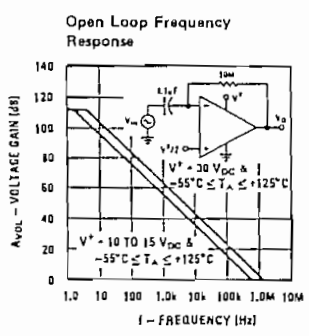
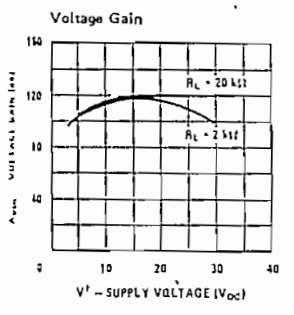
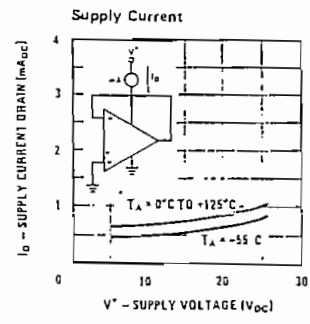
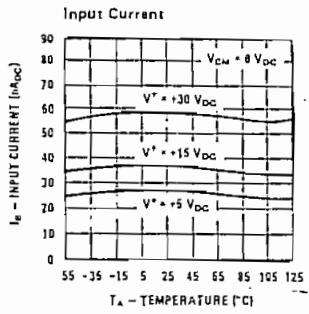
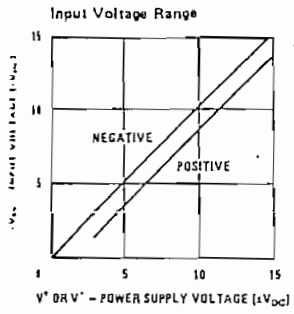
Note 7: The input common-mode voltage of either input signal voltage should not be allowed to go negative by more than 0.3V (at 25°C). The upper end of the common-mode voltage range is V<sup>+</sup> - 1.5V, but either or both inputs can go to +32 V<sub>DC</sub> without damage (±26 V<sub>DC</sub> for LM2902).

Note 8: Due to proximity of external components, insure that coupling is not originating via stray capacitance between these external parts. This typically can be detected as this type of capacitive increases at higher frequencies.





Typical Performance Characteristics



# Transistors (cont'd) (Maximum Ratings at $T_C = 25^\circ\text{C}$ Unless Otherwise Noted)

ECG Type	Description and Application	Collector To Base Volts BV <sub>CB0</sub>	Collector To Emitter Volts BV <sub>CEO</sub>	Base to Emitter Volts BV <sub>EB0</sub>	Max. Collector Current I <sub>C</sub> Ampe	Max. Device Diss. P <sub>D</sub> Watts	Freq. In MHz f <sub>t</sub>	Current Gain h <sub>FE</sub>	Package	
									Case	Fig. No.
ECG121 ECG121MP*	PNP-Ge, AF Pwr Output	65	45 (CER)	15	7.0	30	22 KHz #	80 typ	TO-3	T28
ECG123	NPN-Si, AF Preamp, Driver Video Amp, Sync Sep	60	30	5	.8	.800 (T <sub>A</sub> = 25°C)	250	150 typ	TO-39	T6
ECG123A	NPN-Si, AF/RF Amp, Sw	75	40	6	.8	.500 (T <sub>A</sub> = 25°C)	300	200 typ	TO-18	T2
ECG123AP	NPN-Si, AF/RF Amp, Driver (Compl to ECG159)	75	40	6	.6	.500 (T <sub>A</sub> = 25°C)	300	200 typ	TO-92	T16
ECG124	NPN-Si, HV Audio Pwr Output	300	300	5	.150	.20	30	100 typ	TO-66	T25
ECG126A	PNP-Ge, RF/IF Amp, Osc, Mix	15	15	3	50 mA	.300 mW (T <sub>A</sub> = 25°C)	250	40 typ	TO-18	T2
ECG127	PNP-Ge, Horiz & Vert Defl, Pwr Output	320	320 (CES)	2	10	.40	1	15 min	TO-3	T28
ECG128	NPN-Si, AF Preamp, Driver, Output, Video Amp (Compl to ECG129)	120	80	7	1	.1 (T <sub>A</sub> = 25°C)	120	90 min	TO-39	T6
ECG128P	NPN-Si, Gen Purp Amp, Sw (Compl to ECG129P)	100	80	7	1	.1	100	100 min	TO-237	T17
ECG129 ECG129MCP	PNP-Si, AF Preamp, Driver, Output, Video Amp (Compl to ECG128) Matched Compl Pair-Contains one each ECG128 (NPN) and ECG129 (PNP)	90	80	7	1	.1 (T <sub>A</sub> = 25°C)	120	90 min	TO-39	T6
ECG129P	PNP-Si, Gen Purp Amp, Sw (Compl to ECG128P)	80	80	7	1	.1	150	100 min	TO-237	T17
ECG130 ECG130MP*	NPN-Si, AF Pwr Amp (Compl to ECG219)	100	60	7	15	.115	800	40 typ	TO-3	T28
ECG131 ECG131MP*	PNP-Ge, AF Pwr Output (Compl to ECG155)	32	20	10	3 peak	.6 (T <sub>C</sub> = 40°C)	1	110 typ	TC-9	T27
ECG152 ECG152MP*	NPN-Si, AF Pwr Output (Compl to ECG153)	80	60	5	7	.50	10	80 typ	TO-220	T41
ECG153 ECG153MCP	PNP-Si, AF Pwr Output (Compl to ECG152) Matched Compl Pair-Contains one each ECG152 (NPN) and ECG153 (PNP)	80	60	5	7	.50	10	80 typ	TO-220	T41
ECG154	NPN-Si, Video Output Amp	300	300	7	.5	1.0 (T <sub>A</sub> = 25°C) 7.0 (T <sub>C</sub> = 25°C)	40	60 typ	TO-39	T6
ECG155	NPN-Ge, AF Pwr Amp (Compl to ECG131)	32	20	10	3 peak	.75	1	110 typ	TC-9	T27
ECG157	NPN-Si, HV AF Pwr Amp (Compl to ECG39)	300	300	3	.5	20.8	10	30 min	TO-126	T45
ECG158	PNP-Ge, AF Pwr Amp	32	20	10	1	1.6	1.5	90 typ	TO-1	T1
ECG159 ECG159MCP	PNP-Si, AF Preamp, Driver, Sw (Compl to ECG123AP) Matched Compl Pair-Contains one each ECG123AP (NPN) and ECG159 (PNP)	80	60	5	1	.600 (T <sub>A</sub> = 25°C)	200	180 typ	TO-92	T16
ECG160	PNP-Ge, RF/IF Amp, Osc, Mix	30	20 (CES)	.5	10 mA	.200 (T <sub>A</sub> = 25°C)	400	20 typ	TO-72	T4
ECG161	NPN-Si, Video IF Amp	45	45 (CES)	4.5	50 mA	.180 (T <sub>A</sub> = 25°C)	800	60 typ	TO-72	T4
ECG162	NPN-Si, Vert Defl	500	300	5	3 cont. 10 peak	100	---	20 min	TO-3	T28
ECG163A	NPN-Si, Horiz Defl	700	700 (CEV)	5	10 peak	100	---	10	TO-3	T28

Notes: \* MP - Matched pair

# Frequency at which common emitter current gain is 70% of low frequency gain

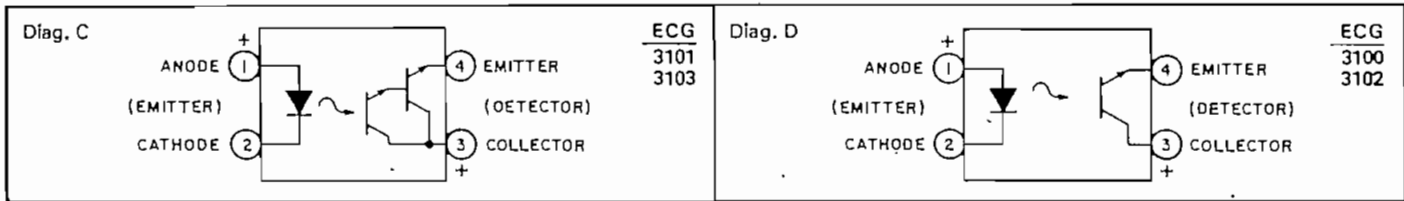
When alternate packages are shown it indicates a change in program. Although only one package is available both packages will be shown as long as the obsolete package may be encountered in the field.

Package Outlines - See Page 6

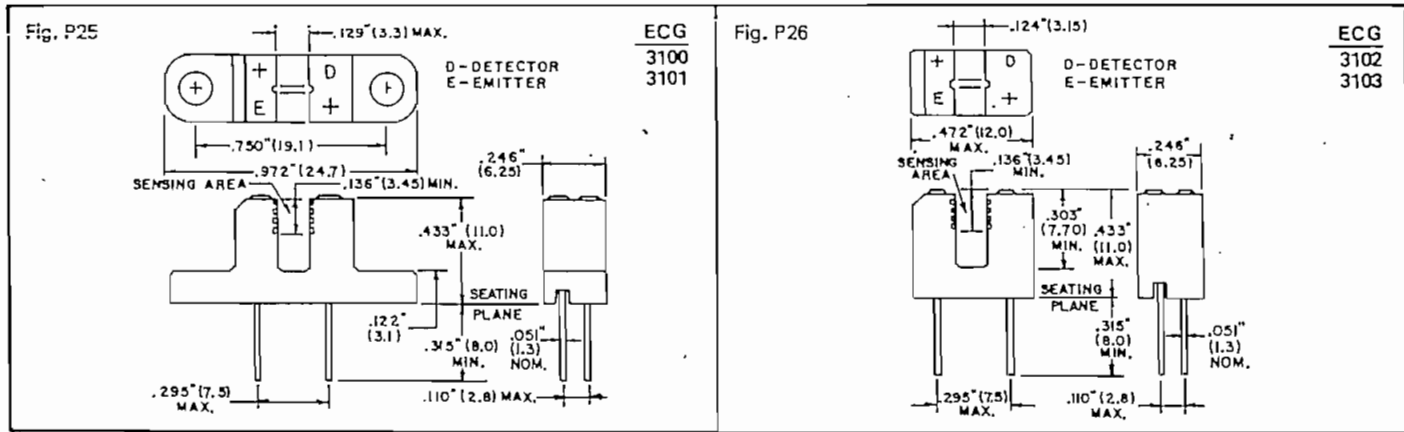
# Opto-Coupled Interrupter Modules

ECG Type	Output Configuration	Total Power Dissipation P <sub>t</sub> (mW)	LED Max Ratings		Collector To Emitter Voltage BV <sub>CEO</sub> (V)	Collector Current I <sub>c</sub> (mA)	Ckt. Diagram	Fig. No.
			Forward Current I <sub>F</sub> (mA)	Reverse Voltage V <sub>R</sub> (V)				
ECG3100	NPN Transistor	250	60	6	55	100	D	P25
ECG3101	NPN Darlington	250	60	6	55	100	C	P25
ECG3102	NPN Transistor	250	60	6	55	100	D	P26
ECG3103	NPN Darlington	250	60	6	55	100	C	P26

## Circuits



## Outlines

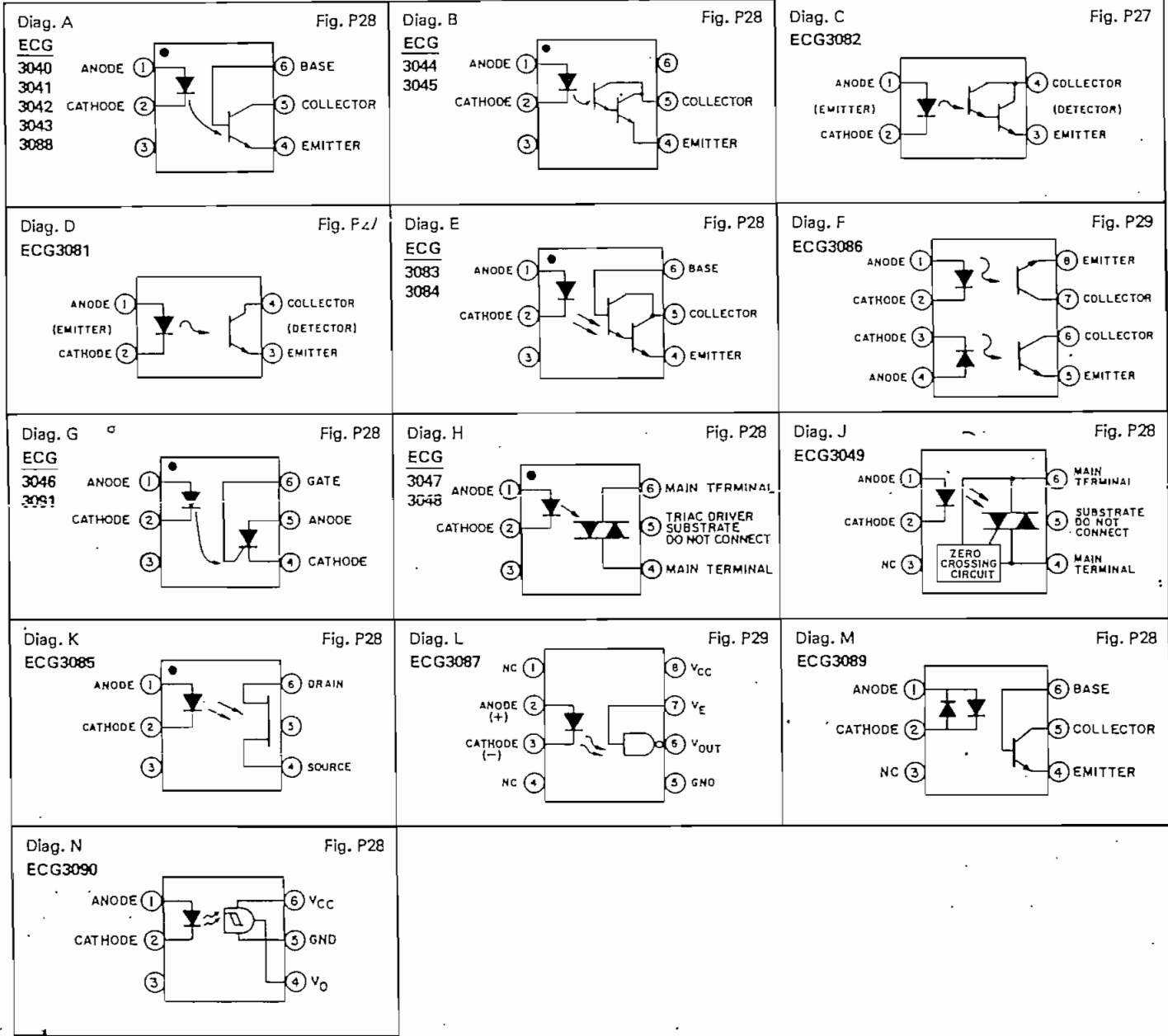


## Optoisolators

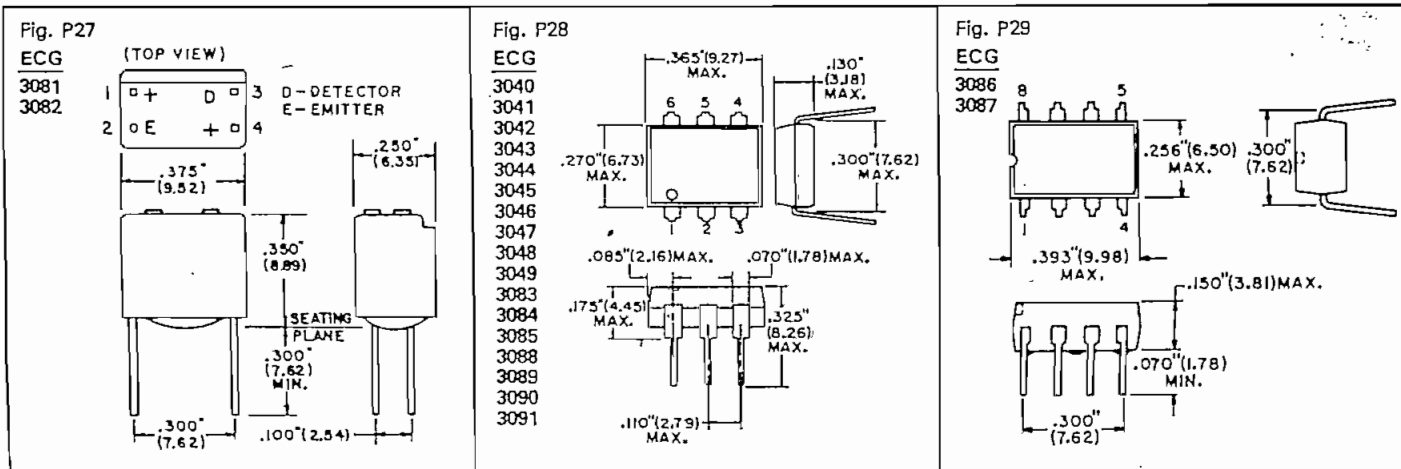
ECG Type	Output Configuration	Total Device Ratings			LED Max Ratings		Phototransistor Ratings				Ckt. Diag.	Fig. No.
		Isolation Voltage Viso Surge (V)	Total Power P <sub>t</sub> (mW)	DC Current Transfer Ratio % *	Forward Current I <sub>F</sub> (mA)	Reverse Voltage V <sub>R</sub> (V)	Collector to Base Voltage BV <sub>CBO</sub> (V)	Collector to Emitter Voltage BV <sub>CEO</sub> (V)	Collector Current I <sub>c</sub> (mA)	Typ Freq KHz		
ECG3040	NPN Transistor	7500	250	20	80	3	70	30	3.5 Typ	300	A	P28
ECG3041	NPN Transistor	7500	250	100	60	6	70	30	100 Max	150	A	
ECG3042	NPN Transistor	7500	250	20	60	3	70	30	50 Max	150	A	
ECG3043	NPN Transistor	3550	260	70	60	3	70	80	50 Max	100	A	
ECG3044	NPN Darlington	7500	300	300	80	3	--	80	150 Max	75	B	
ECG3045	NPN Darlington	7500	300	500	80	3	--	80	150 Max	75	B	
ECG3081	NPN Transistor	6000	250	20	60	3	30	30	100	100	D	P27
ECG3082	NPN Darlington	6000	250	400	60	3	30	30	100	75	C	
ECG3083	NPN Darlington	7500	250	200	60	3	30	30	100	75	E	P28
ECG3084	NPN Darlington	7500	250	100	60	3	55	55	100	75	E-x	
ECG3086	NPN Dual Transistor	7500	400	50	60	3	30	30	30	200	F	P29
ECG3088	NPN Transistor	7500	300	20	60	6	300	300 (BV <sub>CEr</sub> )	100	200	A	P28

\* DC Current Transfer Ratio is the output transistor collector current divided by the LED forward current -  $h_{FE} = I_c / I_F$

# Optoisolator Circuits



# Optoisolator Outlines





## LM380 Audio Power Amplifier

### General Description

The LM380 is a power audio amplifier for consumer application. In order to hold system cost to a minimum, gain is internally fixed at 34 dB. A unique input stage allows inputs to be ground referenced. The output is automatically self centering to one half the supply voltage.

The output is short circuit proof with internal thermal limiting. The package outline is standard dual-in-line. A copper lead frame is used with the center three pins on either side comprising a heat sink. This makes the device easy to use in standard p-c layout.

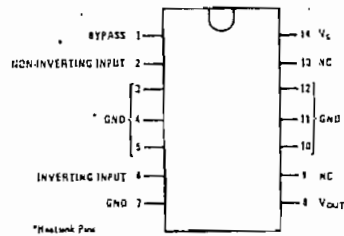
Uses include simple phonograph amplifiers, intercoms, line drivers, teaching machine outputs, alarms, ultrasonic drivers, TV sound systems, AM-FM radio, small servo drivers, power converters, etc.

A selected part for more power on higher supply voltages is available as the LM384. For more information see AN-69.

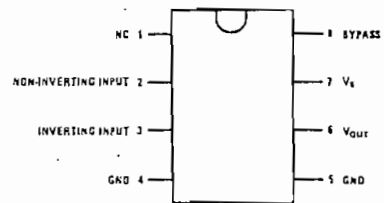
### Features

- Wide supply voltage range
- Low quiescent power drain
- Voltage gain fixed at 50
- High peak current capability
- Input referenced to GND
- High input impedance
- Low distortion
- Quiescent output voltage is at one-half of the supply voltage
- Standard dual-in-line package

### Connection Diagrams (Dual-In-Line Packages, Top View)

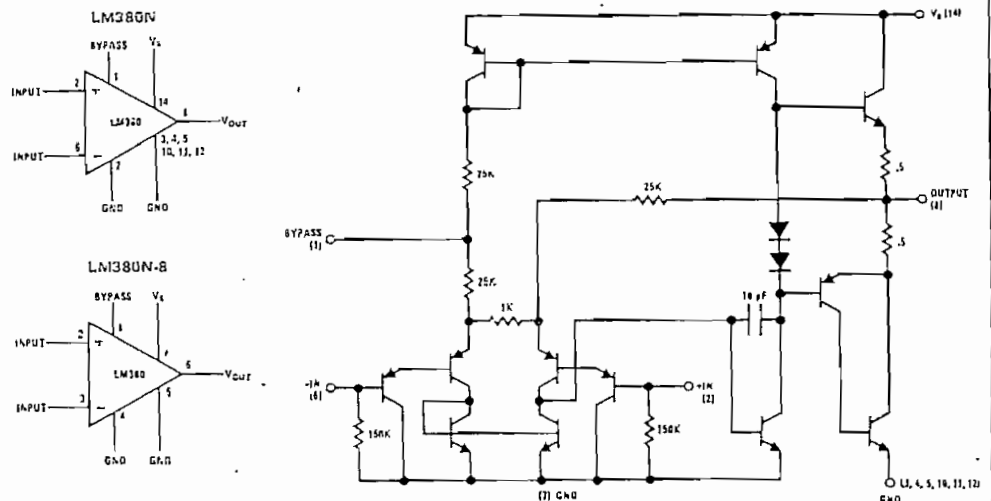


Order Number LM380N  
See NS Package N14A



Order Number LM380N-8  
See NS Package N08B

### Block and Schematic Diagrams



## Absolute Maximum Ratings

Supply Voltage	22V
Peak Current	1.3A
Package Dissipation 14-Pin DIP (Notes 6 and 7)	10W
Input Voltage	$\pm 0.5V$
Storage Temperature	$-65^{\circ}C$ to $+150^{\circ}C$
Operating Temperature	$0^{\circ}C$ to $+70^{\circ}C$
Junction Temperature	$+150^{\circ}C$
Lead Temperature (Soldering, 10 sec)	$+300^{\circ}C$

## Electrical Characteristics (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Output Power	$P_{OUT(RMS)}$	(Notes 3, 4) $R_L = 8\Omega$ , THD = 3%	2.5			W
Gain	$A_V$		40	50	60	V/V
Output Voltage Swing	$V_{OUT}$	$R_L = 8\Omega$		14		$V_{pp}$
Input Resistance	$Z_{IN}$			150k		$\Omega$
Total Harmonic Distortion	THD	(Note 4, 5)		0.2		%
Power Supply Rejection Ratio	PSRR	(Note 2)		38		dB
Supply Voltage	$V_S$	(Note 8)	10		22	V
Bandwidth	BW	$P_{OUT} = 2W$ , $R_L = 8\Omega$		100k		Hz
Quiescent Supply Current	$I_Q$			7	25	mA
Quiescent Output Voltage	$V_{OUTQ}$		8	9.0	10	V
Bias Current	$I_{BIAS}$	Inputs Floating		100		nA
Short Circuit Current	$I_{SC}$			1.3		A

Note 1:  $V_S = 18V$  and  $T_A = 25^{\circ}C$  unless otherwise specified.

Note 2: Rejection ratio referred to the output with  $C_{BYPASS} = 5 \mu F$ .

Note 3: With device Pins 3, 4, 5, 10, 11, 12 soldered into a 1/16" epoxy glass board with 2 ounce copper foil with a minimum surface of 8 square inches.

Note 4: If oscillation exists under some load conditions, add  $2.7\Omega$  and  $0.1 \mu F$  series network from Pin B to Gnd.

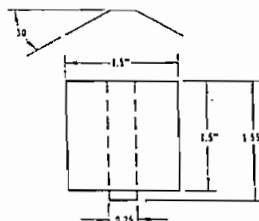
Note 5:  $C_{BYPASS} = 0.47 \mu F$  on Pin 1.

Note 6: The maximum junction temperature of the LM380 is  $150^{\circ}C$ .

Note 7: The package is to be derated at  $12^{\circ}C/W$  junction to heat sink pins.

Note 8: Can select for BV operation.

## Heat Sink Dimensions

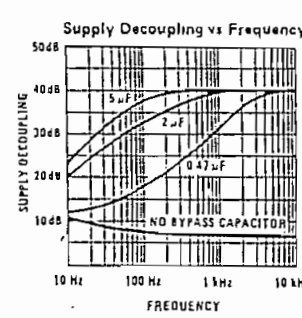
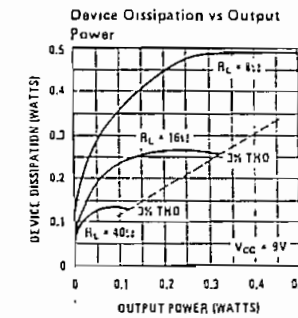
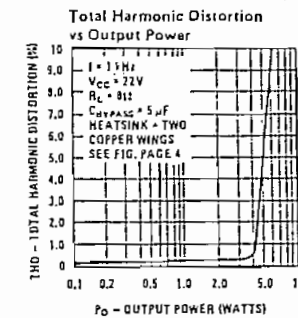
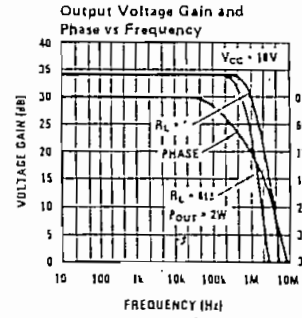
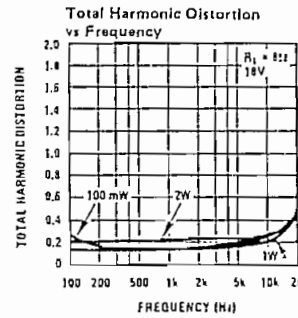
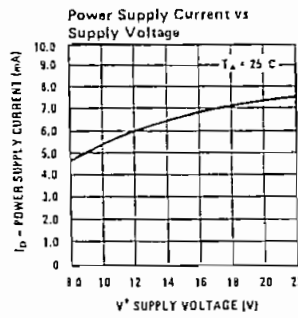
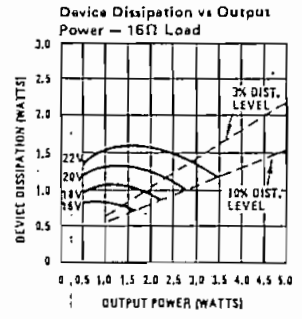
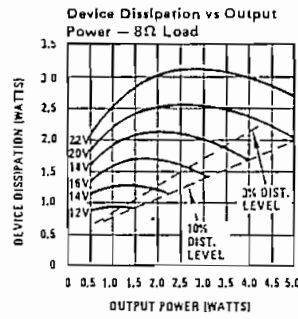
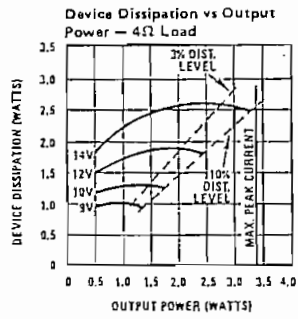
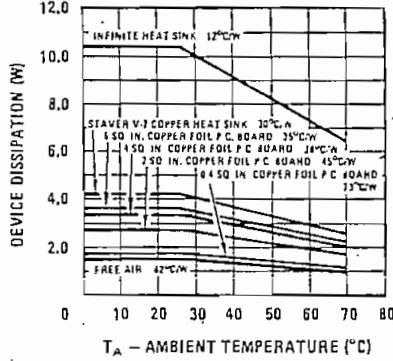


COPPER RINGS  
2 REQUIRED  
SOLDERED TO  
PINS 3, 4, 5,  
10, 11, 12  
THICKNESS 0.04  
INCHES

LM380

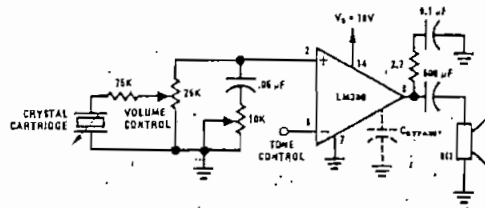
Typical Performance Characteristics

Device Dissipation vs Ambient Temperature

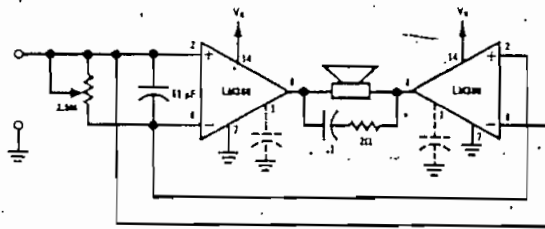


### Typical Applications

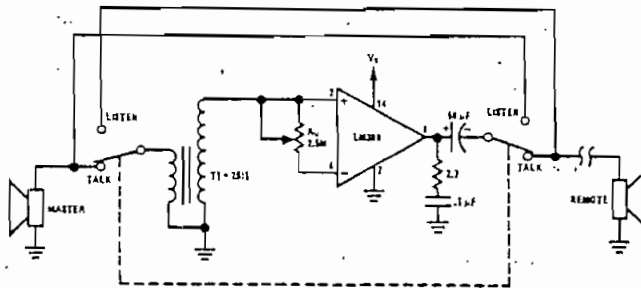
Phono Amplifier



Bridge Amplifier

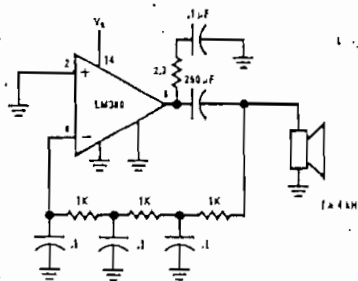


Intercom



\*FOR STABILITY WITH HIGH CURRENT LOADS

Phase Shift Oscillator







## Voltage Regulators

### LM140A/LM140/LM340A/LM340 Series 3-Terminal Positive Regulators

#### General Description

The LM140A/LM140/LM340A/LM340 series of positive 3-terminal voltage regulators are designed to provide superior performance as compared to the previously available 78XX series regulator. Computer programs were used to optimize the electrical and thermal performance of the packaged IC which results in outstanding ripple rejection, superior line and load regulation in high power applications (over 15W).

With these advances in design, the LM340 is now guaranteed to have line and load regulation that is a factor of 2 better than previously available devices. Also, all parameters are guaranteed at 1A vs 0.5A output current. The LM140A/LM340A provide tighter output voltage tolerance,  $\pm 2\%$  along with 0.01%/V line regulation and 0.3%/A load regulation.

Current limiting is included to limit peak output current to a safe value. Safe area protection for the output transistor is provided to limit internal power dissipation. If internal power dissipation becomes too high for the heat sinking provided, the thermal shutdown circuit takes over limiting die temperature.

Considerable effort was expended to make the LM140-XX series of regulators easy to use and minimize the number of external components. It is not necessary to bypass the output, although this does improve transient response. Input bypassing is needed only if the regulator is located far from the filter capacitor of the power supply.

Although designed primarily as fixed voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.

The entire LM140A/LM140/LM340A/LM340 series of regulators is available in the metal TO-3 power package and the LM340A/LM340 series is also available in the TO-220 plastic power package.

For output voltages other than 5V, 12V, and 15V, the LM117 series provides an output voltage range from +1.2V to +57V.

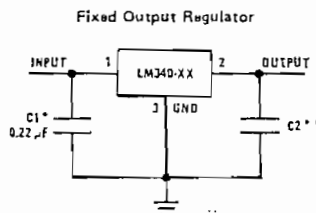
#### Features

- Complete specifications at 1A load
- Output voltage tolerances of  $\pm 2\%$  at  $T_j = 25^\circ\text{C}$  and  $\pm 4\%$  over the temperature range (LM140A/LM340A)
- Fixed output voltages available 5, 12, and 15V
- Line regulation of 0.01% of  $V_{OUT}/V \Delta V_{IN}$  at 1A load (LM140A/LM340A)
- Load regulation of 0.3% of  $V_{OUT}/A \Delta I_{LOAD}$  (LM140A/LM340A)
- Internal thermal overload protection
- Internal short-circuit current limit
- Output transistor safe area protection
- 100% thermal limit burn-in
- Special circuitry allows start-up even if output is pulled to negative voltage ( $\pm$  supplies)

LM140 Series Package and Power Capability

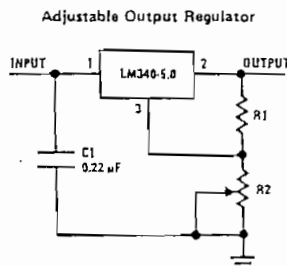
DEVICE	PACKAGE	RATED POWER DISSIPATION	DESIGN LOAD CURRENT
LM140 LM340	TO-3	20W	1.5A
LM340T	TO-220	15W	1.5A
LM341	TO-202	7.5W	0.5A
LM342	TO-202	7.5W	0.25A
LM140L LM340L	TO-39	2W	0.1A
LM340L	TO-92	1.2W	0.1A

#### Typical Applications



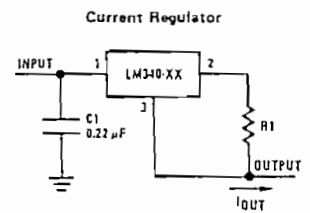
\* Required if the regulator is located far from the power supply filter

\*\* Although no output capacitor is needed for stability, it does help transient response. (If needed, use 0.1  $\mu\text{F}$ , ceramic disc)



$$V_{OUT} = 5V + (5V/R1 + I_Q) R2$$

$$5V/R1 > 3 I_Q, \text{ load regulation } (L_r) = \frac{I_Q R2}{(R1 + R2)/R1} \quad (L_r \text{ of LM340-5})$$



$$I_{OUT} = \frac{V_{2-3}}{R1} + I_Q$$

$$\Delta I_Q = 1.3 \text{ mA over line and load changes}$$

### Absolute Maximum Ratings

Input Voltage ( $V_O = 5V, 12V, 15V$ )	35V
Internal Power Dissipation (Note 1)	Internally Limited
Operating Temperature Range ( $T_A$ )	
LM140A/LM140	-55°C to +125°C
LM340A/LM340	0°C to +70°C
Maximum Junction Temperature	
(TO-3 Package K, KC)	150°C
(TO-220 Package T)	125°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Lead Temperature (Soldering, 10 Seconds)	
TO-3 Package K, KC	300°C
TO-220 Package T	230°C

### Electrical Characteristics LM140A/LM340A (Note 2)

$I_{OUT} = 1A, -55^\circ C \leq T_J \leq +150^\circ C$  (LM140A), or  $0^\circ C \leq T_J \leq +125^\circ C$  (LM340A) unless otherwise specified.

OUTPUT VOLTAGE		5V			12V			15V			UNITS	
INPUT VOLTAGE (unless otherwise noted)		10V			19V			23V				
PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX		
$V_O$ Output Voltage	$T_J = 25^\circ C$	4.9	5	5.1	11.75	12	12.25	14.7	15	15.3	V	
	$P_D \leq 15W, 5mA \leq I_O \leq 1A$	4.8		5.2	11.5		12.5	14.4		15.6	V	
	$V_{MIN} \leq V_{IN} \leq V_{MAX}$				(7.5 < $V_{IN}$ < 20)			(14.8 < $V_{IN}$ < 27)			(17.9 < $V_{IN}$ < 30)	V
$\Delta V_O$ Line Regulation	$I_O = 500mA$			10			18			22	mV	
	$\Delta V_{IN}$										V	
	$T_J = 25^\circ C$		3	10		4	18		4	22	mV	
	$\Delta V_{IN}$				(7.3 < $V_{IN}$ < 20)			(14.5 < $V_{IN}$ < 27)			(17.5 < $V_{IN}$ < 30)	V
$\Delta V_O$ Load Regulation	$T_J = 25^\circ C$			4			9			10	mV	
	Over Temperature			12			30			30	mV	
	$\Delta V_{IN}$				(8 < $V_{IN}$ < 12)			(16 < $V_{IN}$ < 22)			(20 < $V_{IN}$ < 26)	V
$\Delta V_O$ Load Regulation	$T_J = 25^\circ C$		5 mA < $I_O$ < 1.5A	10	25	12	32	12	35		mV	
			250 mA < $I_O$ < 750 mA		15		19		21		mV	
			Over Temperature, 5 mA < $I_O$ < 1A		25		60		75		mV	
$I_O$ Quiescent Current	$T_J = 25^\circ C$			6			6			6	mA	
	Over Temperature			6.5			6.5			6.5	mA	
$\Delta I_O$ Quiescent Current Change	5mA < $I_O$ < 1A			0.5			0.5			0.5	mA	
	$T_J = 25^\circ C, I_O = 1A$			0.8			0.8			0.8	mA	
	$V_{MIN} \leq V_{IN} \leq V_{MAX}$				(7.5 < $V_{IN}$ < 20)			(14.8 < $V_{IN}$ < 27)			(17.9 < $V_{IN}$ < 30)	V
	$I_O = 500mA$			0.8			0.8			0.8	mA	
$V_N$ Output Noise Voltage	$V_{MIN} \leq V_{IN} \leq V_{MAX}$			8			15			17.9	V	
	$T_A = 25^\circ C, 10Hz \leq f \leq 100kHz$			40			75			90	$\mu V$	
$\frac{\Delta V_{IN}}{\Delta V_{OUT}}$ Ripple Rejection	$T_J = 25^\circ C, f = 120Hz, I_O = 1A$ or $f = 120Hz, I_O = 500mA$ ,	68	80		61	72		60	70		dB	
	Over Temperature,	68			61			60			dB	
	$V_{MIN} \leq V_{IN} \leq V_{MAX}$				(8 < $V_{IN}$ < 18)			(15 < $V_{IN}$ < 25)			(18.5 < $V_{IN}$ < 28.5)	V
$R_O$ Dropout Voltage Output Resistance Short-Circuit Current Peak Output Current Average TC of $V_O$	$T_J = 25^\circ C, I_O = 1A$			2.0			2.0			2.0	V	
	$f = 1kHz$			8			18			19	m $\Omega$	
	$T_J = 25^\circ C$			2.1			1.5			1.2	A	
	$T_J = 25^\circ C$			2.4			2.4			2.4	A	
	Min, $T_J = 0^\circ C, I_O = 5mA$			-0.6			-1.5			-1.8	mV/°C	
$V_{IN}$ Input Voltage Required to Maintain Line Regulation	$T_J = 25^\circ C$	7.3			14.5			17.5			V	

Note 1: Thermal resistance of the TO-3 package (K, KC) is typically 4°C/W junction to case and 35°C/W case to ambient. Thermal resistance of the TO-220 package (T) is typically 4°C/W junction to case and 50°C/W case to ambient.

Note 2: All characteristics are measured with a capacitor across the input of 0.22  $\mu F$  and a capacitor across the output of 0.1  $\mu F$ . All characteristics except noise voltage and ripple rejection ratio are measured using pulse techniques ( $t_r < 10ms$ , duty cycle < 5%). Output voltage changes due to changes in internal temperature must be taken into account separately.

LM140A/LM140/  
LM340A/LM340 Series

Electrical Characteristics LM140 (Note 2)  $-55^{\circ}\text{C} < T_J < +150^{\circ}\text{C}$  unless otherwise noted.

OUTPUT VOLTAGE		5V	12V	15V	UNITS									
INPUT VOLTAGE (unless otherwise noted)		10V	18V	23V										
PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	UNITS						
VO	Output Voltage	$T_J = 25^{\circ}\text{C}, 5\text{ mA} < I_O < 1\text{ A}$		4.8	5	5.2	11.5	12	12.5	14.4	15	15.6	V	
		$P_D < 15\text{ W}, 5\text{ mA} < I_O < 1\text{ A}$ $V_{\text{MIN}} < V_{\text{IN}} < V_{\text{MAX}}$	4.75	5.25	11.4	12.6	14.25	15.75						V
$\Delta V_O$	Line Regulation	$T_J = 25^{\circ}\text{C}$		3	50		4	120		4	150		mV	
		$I_O = 500\text{ mA}$	$\Delta V_{\text{IN}}$	$7 < V_{\text{IN}} < 20$	$14.5 < V_{\text{IN}} < 30$	$17.5 < V_{\text{IN}} < 30$							mV	
		$I_O < 1\text{ A}$	$\Delta V_{\text{IN}}$	$6 < V_{\text{IN}} < 20$	$15 < V_{\text{IN}} < 27$	$18.5 < V_{\text{IN}} < 30$							mV	
$\Delta V_O$	Load Regulation	$T_J = 25^{\circ}\text{C}$		10	50	25	12	120	60	120	150	75	mV	
		$-55^{\circ}\text{C} < T_J < +150^{\circ}\text{C}$	$\Delta V_{\text{IN}}$	$5\text{ mA} < I_O < 1.5\text{ A}$	$16 < V_{\text{IN}} < 22$	$18 < V_{\text{IN}} < 27$							mV	
		$250\text{ mA} < I_P < 750\text{ mA}$	$250\text{ mA} < I_P < 750\text{ mA}$										mV	
IO	Quiescent Current	$T_J = 25^{\circ}\text{C}$		5	6	7	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	mA	
		$-55^{\circ}\text{C} < T_J < +150^{\circ}\text{C}$	$I_O < 1\text{ A}$											mA
$\Delta I_O$	Quiescent Current Change	$T_J = 25^{\circ}\text{C}, I_O < 1\text{ A}$		0.8	0.8		0.8	0.8		0.8	0.8		mA	
		$V_{\text{MIN}} < V_{\text{IN}} < V_{\text{MAX}}$	$I_O < 500\text{ mA}, -55^{\circ}\text{C} < T_J < +150^{\circ}\text{C}$	0.8	0.8		0.8	0.8		0.8	0.8		mA	
VN	Output Noise Voltage	$T_A = 25^{\circ}\text{C}, 10\text{ Hz} < f < 100\text{ kHz}$		40	75					90			$\mu\text{V}$	
		$I = 120\text{ Hz}$	$I_O < 1\text{ A}, T_J = 25^{\circ}\text{C}$ or $I_O < 500\text{ mA}, -55^{\circ}\text{C} < T_J < +150^{\circ}\text{C}$	68	80	61	72	80	70	80	80	70	80	dB
$\frac{\Delta V_{\text{IN}}}{\Delta V_{\text{OUT}}}$	Ripple Rejection	$V_{\text{MIN}} < V_{\text{IN}} < V_{\text{MAX}}$		68	80	61	72	80	70	80	70	80	dB	
		$I = 120\text{ Hz}$	$I_O < 1\text{ A}, T_J = 25^{\circ}\text{C}$ or $I_O < 500\text{ mA}, -55^{\circ}\text{C} < T_J < +150^{\circ}\text{C}$	68	80	61	72	80	70	80	70	80	dB	
RO	Dropout Voltage Output Resistance Short-Circuit Current Peak Output Current Average TC of VOUT	$T_J = 25^{\circ}\text{C}, I_{\text{OUT}} = 1\text{ A}$		2.0	2.0		2.0			2.0			V	
		$f = 1\text{ kHz}$	$I = 1\text{ kHz}$	8	18	19	19	19	19	19	19	19	19	mV
		$T_J = 25^{\circ}\text{C}$	$T_J = 25^{\circ}\text{C}$	2.1	1.5	1.5	1.5	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	A
		$0^{\circ}\text{C} < T_J < +150^{\circ}\text{C}, I_O = 5\text{ mA}$	$0^{\circ}\text{C} < T_J < +150^{\circ}\text{C}, I_O = 5\text{ mA}$	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	A
VIN	Input Voltage Required to Maintain Line Regulation	$T_J = 25^{\circ}\text{C}, I_O < 1\text{ A}$		7.3	14.6					17.7			V	
		$0^{\circ}\text{C} < T_J < +150^{\circ}\text{C}, I_O = 5\text{ mA}$	$0^{\circ}\text{C} < T_J < +150^{\circ}\text{C}, I_O = 5\text{ mA}$	-0.6	-1.5									mV/°C

Note 2: All characteristics are measured with a capacitor across the input of 0.22  $\mu\text{F}$  and a capacitor across the output of 0.1  $\mu\text{F}$ . All characteristics except noise voltage and ripple rejection ratio are measured using pulse techniques ( $t_w < 10\text{ ms}$ , duty cycle  $< 5\%$ ). Output voltage changes due to changes in internal temperature must be taken into account separately.



Electrical Characteristics LM340 (Note 2) 0°C < T <sub>J</sub> < +125°C unless otherwise noted.												
OUTPUT VOLTAGE		5V			12V			15V			UNITS	
INPUT VOLTAGE (unless otherwise noted)		10V			19V			23V				
PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
V <sub>O</sub> Output Voltage	T <sub>J</sub> = 25°C, 5 mA < I <sub>O</sub> < 1A		4.8	5	5.2	11.5	12	12.5	14.4	15	15.6	V
	P <sub>D</sub> < 15W, 5 mA < I <sub>O</sub> < 1A V <sub>MIN</sub> < V <sub>IN</sub> < V <sub>MAX</sub>		4.75		5.25	11.4		12.6	14.25		15.75	V
ΔV <sub>O</sub> Line Regulation	I <sub>O</sub> = 500 mA	T <sub>J</sub> = 25°C ΔV <sub>IN</sub>		3	50		4	120		4	150	mV
		0°C < T <sub>J</sub> < +125°C ΔV <sub>IN</sub>			50			120			150	mV
	I <sub>O</sub> < 1A	T <sub>J</sub> = 25°C ΔV <sub>IN</sub>			50			120			150	mV
		0°C < T <sub>J</sub> < +125°C ΔV <sub>IN</sub>			25			60			75	mV
ΔV <sub>O</sub> Load Regulation	T <sub>J</sub> = 25°C			10	50		12	120		12	150	mV
	5 mA < I <sub>O</sub> < 1A, 0°C < T <sub>J</sub> < +125°C				25			60			75	mV
I <sub>O</sub> Quiescent Current	I <sub>O</sub> < 1A				8			8			8	mA
	0°C < T <sub>J</sub> < +125°C				8.5			8.5			8.5	mA
ΔI <sub>O</sub> Quiescent Current Change	5 mA < I <sub>O</sub> < 1A				0.5			0.5			0.5	mA
	T <sub>J</sub> = 25°C, I <sub>O</sub> < 1A V <sub>MIN</sub> < V <sub>IN</sub> < V <sub>MAX</sub>				1.0			1.0			1.0	mA
	I <sub>O</sub> < 500 mA, 0°C < T <sub>J</sub> < +125°C V <sub>MIN</sub> < V <sub>IN</sub> < V <sub>MAX</sub>				1.0			1.0			1.0	mA
V <sub>N</sub> Output Noise Voltage	T <sub>A</sub> = 25°C, 10 Hz < f < 100 kHz				40			75			90	μV
ΔV <sub>IN</sub> / ΔV <sub>OUT</sub> Ripple Rejection	f = 120 Hz		62	80		55	72		54	70		dB
	I <sub>O</sub> < 1A, T <sub>J</sub> = 25°C or I <sub>O</sub> < 500 mA, 0°C < T <sub>J</sub> < +125°C V <sub>MIN</sub> < V <sub>IN</sub> < V <sub>MAX</sub>		62			55			54			
R <sub>D</sub> Dropout Voltage Output Resistance Short-Circuit Current Peak Output Current Average TC of V <sub>OUT</sub>	T <sub>J</sub> = 25°C, I <sub>OUT</sub> = 1A				2.0			2.0			2.0	V
	f = 1 kHz				8			18			19	mΩ
	T <sub>J</sub> = 25°C				2.1			1.5			1.2	A
	T <sub>J</sub> = 25°C				2.4			2.4			2.4	A
	0°C < T <sub>J</sub> < +125°C, I <sub>O</sub> = 5 mA				-0.6			-1.5			-1.8	mV/°C
V <sub>IN</sub> Input Voltage Required to Maintain Line Regulation	T <sub>J</sub> = 25°C, I <sub>O</sub> < 1A		7.3			14.6			17.7			V

Note 2: All characteristics are measured with a capacitor across the input of 0.22 μF and a capacitor across the output of 0.1 μF. All characteristics except noise voltage and ripple rejection ratio are measured using pulse techniques (t<sub>w</sub> < 10 ms, duty cycle < 5%). Output voltage changes due to changes in internal temperature must be taken into account separately.

## BIBLIOGRAFIA

- INTEL Corporation MCS-48 User's Manual. Santa Clara CA., 1981.
- NATIONAL Semiconductor Linear Data Book. Santa Clara CA., 1979.
- TEXAS INSTRUMENTS The TTL Data Book. Dallas Texas 1981.
- PHILIPS ECG ECG Semiconductors Guide. 1985
- MILLMAN Jacob y HALKIAS Christos Electrónica Integrada. Barcelona, 1976.
- CCITT Tomo VI - Fasciculo VI.1. Unión Internacional de Telecomunicaciones. Recomendación Q 23.
- STC Concepción y diseño de un sistema de seguridad residencial y comercial.
- IETEL Adquisición de una central telefónica para Toacazo, Invitación 88 - 04 - DIC.