

Universidad Nacional de Ingeniería
Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica



Diseño y Construcción de un Sistema de Seguridad
Utilizando Almacenamiento Digital de Voz para
Actividad Automática de Control de Alarma

T E S I S

Para Optar el Título Profesional de
INGENIERO ELECTRONICO

Julio César Barrena Porturas

Promoción 1979 - 2

Lima - Perú
1986

PORQUE NUNCA PERDIERON LA
ESPERANZA Y AL FIN VEN REALIZADA
SU MÁS GRANDE ILUSIÓN.

A MIS QUERIDOS PADRES CON
AMOR Y ETERNO AGRADECIMIENTO.

R E S U M E N

El Sistema de Seguridad propuesto en este Proyecto Profesional es "Sistema de Detección de Intrusión de Robo/Atraco".

Este Sistema ha sido concebido de tal forma, que alcanza los mismos objetivos de todo Sistema de Seguridad de este tipo, sin la utilización de sofisticados medios, y que son: el aviso de alarma a entidades o personas encargadas de la seguridad del local (establecimiento comercial, vivienda, etc.) y disuadir al intruso de realizar su cometido.

Utiliza la red telefónica, evitando así el uso de otros sistemas de transmisión-recepción, que aumentarían su costo. La diferencia con los sistemas de seguridad convencionales estriba en el uso de un circuito Marcador Telefónico, que puede almacenar hasta cuatro números telefónicos de 16 dígitos cada uno, previamente programados; y de un circuito Sintetizador de Voz. Ambos circuitos son activados en caso de alarma para enviar un mensaje de aviso por voz a los teléfonos correspondientes.

El Sistema consta de tres partes: detección, compuesta de sensores, centralización, que es el corazón del Sistema y donde se procesan las señales provenientes de los sensores; y señalización, encargada de dar aviso óptico/acústico de alarma.

En la etapa de centralización existen bucles que normal

mente están cerrados y que recorren todos los accesos del local a proteger. Estos trabajan según el principio de observación de la variación de impedancia, es decir, el cambio de $Z = 0$ a $Z = \infty$ genera un aviso de alarma.

Debido a que los accesos del local se pueden dividir en los de posible utilización por el usuario en cualquier momento y en los de no utilización en caso de funcionar el Sistema, se pueden también dividir los bucles en dos, uno temporizado, para que el usuario pueda alterar el Sistema (la impedancia de los bucles) y tenga tiempo de desconectarlo antes de que suene la alarma; y el otro instantáneo, en el mismo instante que se produce la alteración del Sistema se genera la señal de alarma.

La etapa de señalización está formada por un Marcador Telefónico y una Sirena Exterior Autoalimentada. La Sirena para dar una señalización local y el Marcador para una señalización a distancia. Este último es automáticamente conectado a la línea telefónica, enviándose los pulsos de los números telefónicos almacenados y el mensaje de alarma por voz grabado en la memoria del circuito Sintetizador. La memoria utilizada es una EPROM 2764 y para el almacenamiento del mensaje de voz, se diseñó y construyó el Grabador Digital de Voz de Memorias EPROM, constituido por etapas de análisis y síntesis de la señal de voz totalmente electrónicas.

En el tratamiento digital de esta señal de voz, se utilizó

una frecuencia de muestreo de 8 KHz y un convertidor analógico-digital de 8 bits, lo cual limitó el tiempo de grabación de la EPROM 2764 (8K x 8 bits) a 1 segundo (1.5 seg. máximo con menos calidad).

En este Proyecto se presentan también alternativas de ampliación, tanto del Marcador Telefónico como del Grabador Digital de Memorias (para una mayor capacidad de grabación), con la finalidad de aumentar la eficacia del Sistema.

TABLA DE CONTENIDOS

	<u>Página</u>
PROLOGO	1
CAPITULO I - Seguridad electrónica. Sistema pro- puesto.....	6
1.1. La seguridad y la tecnología electrónica	8
1.2. Necesidad de un sistema de seguridad	9
1.3. Partes de un sistema	11
1.4. Sistema de seguridad propuesto	13
1.4.1. Diagrama de bloques	16
1.4.2. Diagrama de tiempos en caso de intru- sión	16
CAPITULO II - Etapa de detección	24
2.1. Detectores perimétricos	25
2.2. Detectores volumétricos	25
2.3. Detectores activos	27
2.3.1. Sensores ultrasónicos	27
2.3.2. Sensores a microondas	28
2.4. Detectores pasivos	28
2.4.1. Sensores a infrarrojos	29
2.4.2. Sensores de vibración-sísmicos	29
2.5. Detectores utilizados en el sistema pro - puesto	32
CAPITULO III - Etapa de centralización	35
3.1. Bucles y circuitos de una central	36
3.1.1. Bucle de detección	39
3.1.2. Circuitos retardados e instantáneos - robo/atracó	40
3.1.3. Circuito Day o 24 horas	41
3.1.4. Circuito de control remoto	41
3.2. Indicadores de una central	43

g) Circuito conmutador de la línea telefónica. Optoacoplamiento	119
h) Circuitos de inicialización y de término (reset) de marcación automática. Polarización	121
i) Indicadores ópticos (LED's)	121
j) Funcionamiento del circuito marcador - telefónico	123
j.1. Estado de reposo	123
j.2. Estado de alerta	126
j.3. Estado de alarma	126
k) Placa de circuito impreso. Disposición de componentes	133
4.3.1.3. Circuito sintetizador de voz	136
a) Diagrama de conexiones. Relación de componentes	138
b) Características	140
b.1. Circuito reloj	140
b.2. Circuito de control secuencial ..	140
b.3. Circuito de almacenamiento	140
b.4. Circuito convertidor digital-analógico	141
b.5. Circuito de salida de audio. Consideraciones de diseño	143
c) Funcionamiento	162
d) Placa de circuito impreso. Disposición de componentes	163
4.3.1.4. Mediciones experimentales. Consideraciones de funcionamiento	167
4.3.1.5. Caja metálica de la unidad central marcador telefónico	169
4.3.2. Sirena exterior autoalimentada	170
4.3.2.1. Diagramas de bloques y de tiempos	173
4.3.2.2. Diagrama de conexiones. Relación de componentes	173
4.3.2.3. Características	177

a) Circuito multivibrador	177
b) Circuitos generadores de tonos	178
c) Circuito conmutador de salida	179
d) Circuito de sabotaje. Temporización	179
e) Alimentación central. Batería	179
f) Circuito impreso. Disposición de com- ponentes	180
g) Caja metálica	180
4.3.2.4. Funcionamiento	183
a) Funcionamiento de la sirena por la central	183
b) Funcionamiento de la sirena por bucle de sabotaje	185
4.3.2.5. Mediciones experimentales. Consi- deraciones de funcionamiento	186
4.4. Esquema de conexiones del sistema	188
4.5. Consumo de corriente del sistema	188
CAPITULO V - Almacenamiento digital de voz. Gra- bador de memorias EPROM	190
5.1. Diagrama de bloques y de tiempos del gra- bador digital de voz de memorias EPROM ..	194
5.2. Diagrama de conexiones. Relación de com- ponentes integrados	194
5.2.1. Relación de componentes integrados del grabador de memorias	196
5.3. Características	196
5.3.1. Entrada de audio	197
5.3.2. Conversión analógica-digital. Clock del CAD	198
5.3.3. Almacenamiento en memorias RAM	198
5.3.4. Control lógico y secuencial	199
5.3.5. Almacenamiento en memoria EPROM	199
5.3.6. Conversión digital-analógica	200
5.3.7. Salida de audio	201

. VIII .

5.3.8. Fuente de alimentación de 5 V	202
5.3.9. Fuente de tensión de programación Vpp	203
5.4. Funcionamiento	203
5.4.1. Grabación de las RAM's	204
5.4.2. Reproducción de las RAM's	205
5.4.3. Grabación de la EPROM	206
5.4.4. Reproducción de la EPROM	207
5.5. Mediciones experimentales. Comentarios..	209
OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES	211
BIBLIOGRAFIA	214
APENDICE A - Consideraciones de manejo y operación de dispositivos COS/MOS.	
APENDICE B - Características técnicas de los componentes utilizados en el sistema.	
APENDICE C - Características técnicas: sensor pasivo a infrarrojos, detector de rotura de cristal e interruptor de contacto magnético "reed".	
APENDICE D - Central de alarma robo/atracó con circuitos Day y Remote. Diagrama.	
APENDICE E - Ampliación del grabador digital de voz de memorias EPROM para mayor capacidad de grabación.	
APENDICE F - Ampliación del marcador telefónico.	

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1	- Relación entre riesgos y sistemas electrónicos de seguridad	10
Tabla 2	- Especificaciones técnicas del interruptor "reed" de contacto magnético AMS-39	31
Tabla 3	- Relación de terminales entre el teclado, conector y el MK5175	109
Tabla 4	- Cuadro de conexiones del 4052	118
Tabla 5	- Tabla de Verdad del Flip-Flop 4013	124
Tabla 6	- Relación entre resistencias del CDA. Valores teóricos y prácticos	142
Figura 1	- Sistema de seguridad propuesto. Vista del equipo terminado	12
Figura 2	- Central de alarma y marcador telefónico con etapa de síntesis de voz. Sirena - exterior autoalimentada	14
Figura 3	- Principales bloques que conforman la arquitectura del sistema de seguridad ...	17
Figura 4	- Intrusión por zona instantánea con anulación de alarma por reposición de bucle.	18
Figura 5	- Intrusión por zona instantánea con anulación de alarma por desactivación (OFF) de la central	18
Figura 6	- Intrusión por zona instantánea con activación de alarma por conexión (ON) de la central teniendo el bucle instantáneo abierto	20
Figura 7	- Intrusión por zona retardada con anulación de alarma por reposición de bucle.	20
Figura 8	- Intrusión por zona retardada con anulación de alarma por desconexión (OFF) de	

la central	21
Figura 9 - Intrusión por zona retardada con señal de detección y reposición de bucle durante el tiempo de salida (T_S)	21
Figura 10 - Intrusión por zona retardada con señal de detección y reposición de bucle después del tiempo de salida	22
Figura 11 - Intrusión por zona retardada con <u>re</u> posición de bucle durante el tiempo de salida	22
Figura 12 - Ejemplo de protección perimetral	26
Figura 13 - Ejemplo de protección volumétrica	26
Figura 14 - Ejemplo de protección mediante detectores perimétricos y volumétricos aplicados a un local	31
Figura 15 - a) Forma y dimensiones del contacto magnético "reed". b) Posiciones de instalación	33
Figura 16 - Bucle en circuito cerrado. Control de accesos en serie	38
Figura 17 - Bucle en circuito abierto. Control de accesos en paralelo.....	38
Figura 18 - Central con llave de contacto de dos <u>po</u> siciones ON/OFF. Circuito Day en una llave de contacto de tres posiciones ..	42
Figura 19 - Aspecto exterior de la unidad que contiene la central de alarma. Indicadores ópticos	47
Figura 20 - Vista del panel frontal de la unidad que contiene la central y el marcador telefónico	48
Figura 21 - Diagrama de bloques de la central	51

Figura 22 - Diagrama de conexiones de la central utilizada en el sistema propuesto	53
Figura 23 - Pistas de la placa de circuito impreso de la central. Lado de componentes ...	56
Figura 24 - Pistas de la placa de circuito impreso de la central. Lado de soldadura	57
Figura 25 - Disposición de componentes en la placa de circuito impreso de la central	58
Figura 26 - Filtro capacitivo de la fuente de alimentación de la central	66
Figura 27 - Impedancias vistas por el filtro <u>capacitivo</u> de la central	66
Figura 27.1 - Fuente de alimentación de la central. Circuitos cargador e indicador de batería y de protección. Indicadores ópticos	73
Figura 28 - Forma de onda aproximada de la tensión - en la carga, en un rectificador de onda completa con filtro por condensador	75
Figura 29 - Diagrama de tiempos del circuito de robo de la central	77
Figura 30 - Diagrama de tiempos del circuito de <u>atrac</u> o de la central	78
Figura 31 - Curva de carga exponencial de un <u>condensador</u> en un circuito RC en régimen <u>tran</u> sitorio	82
Figura 32 - Curva de descarga exponencial de un <u>con</u> densador en un circuito RC en régimen - transitorio	82
Figura 33 - a) Aspecto exterior de la unidad que contiene el marcador telefónico, b) Vista del panel frontal. Entrada por teclado y salida de audio	93

Figura 34	- Diagrama de bloques del marcador telefónico	95
Figura 35	- Diagramas de tiempos para la marcación automática de dos números telefónicos - programados (a y b).....	96 y 97
Figura 36	- Diagrama de conexiones del circuito marcador telefónico	99
Figura 37	- Circuito marcador de repertorio	103
Figura 38	- Diagrama de bloques del MK5175	104
Figura 39	- Esquema de terminales de salida del MK5175	104
Figura 40	- a) Tecla de contacto único b) Esquema de conexiones del teclado ..	106
Figura 41	- Diagrama de tiempos del MK5175	106
Figura 42	- Circuito visualizador por display	111
Figura 43	- Circuito de sincronismo	114
Figura 44	- a) Circuito multiplexor de 4 canales b) Secuencias de salida del 4040	116
Figura 45	- Diagrama de conexiones del 4016	118
Figura 46	- Diagrama de conexiones del 4017	120
Figura 47	- Circuito conmutador de la línea telefónica	122
Figura 48	- Circuitos de inicialización y de término de marcación automática	124
Figura 49	- Disposición de componentes del circuito marcador telefónico en la placa de circuito impreso	132
Figura 50	- Placa de circuito impreso del circuito marcador telefónico. Lado de componentes	134
Figura 51	- Placa de circuito impreso del circuito marcador telefónico. Lado de soldadura	135

Figura 52	- a) Acceso a los mandos e indicadores a través de una puerta con cerradura de llave. b) Aspecto interior de la unidad	137
Figura 53	- Diagrama de conexiones del circuito sintetizador de voz	139
Figura 53.1	- Circuito convertidor digital-analógico y salida de audio	144
Figura 53.2	- Convertidor digital-analógico de resistencias de valores ponderados utilizado en la práctica	144
Figura 53.3	- a) Circuito para pequeña señal. b) Circuito equivalente total para pequeña señal y baja frecuencia	146
Figura 53.4	- Curva de logaritmo de la amplitud de la función transferencia FT1	150
Figura 53.5	- Curva de ángulo de fase de la función transferencia FT1	151
Figura 53.6	- Diagrama de Bode de amplitud de la función transferencia de voltaje del circuito de salida de audio	156
Figura 53.7	- Diagrama de Bode de ángulo de fase de la función transferencia de voltaje del circuito de salida de audio	157
Figura 54	- Disposición de componentes del circuito sintetizador de voz en la placa de circuito impreso	164
Figura 55	- Placa de circuito impreso del circuito sintetizador de voz. Lado de componentes	165
Figura 56	- Placa de circuito impreso del circuito sintetizador de voz. Lado de soldadura	166
Figura 57	- a) Etapa de señalización: marcador tele	

	fónico y sirena exterior autoalimentada	
	b) Vista exterior en perspectiva de la sirena	171
Figura 58	- Diagrama de bloques de la sirena exterior autoalimentada	172
Figura 59	- Diagramas de tiempos de la sirena	
	a) con activación por la central	
	b) con activación por bucle de sabotaje	174
Figura 60	- Diagrama de conexiones del circuito de la sirena exterior autoalimentada	175
Figura 61	- Multivibrador astable formado por el amplificador LM386 N-1	178
Figura 62	- Disposición de componentes en la placa de circuito impreso de la sirena	181
Figura 63	- Placa de circuito impreso de la sirena	
	a) Lado de componentes	
	b) Lado de soldadura	182
Figura 64	- Sirena exterior autoalimentada	
	a) Vista posterior.	
	b) Aspecto interior	184
Figura 65	- Forma de onda de la tensión entre bornes del altavoz de la sirena	188
Figura 66	- Esquema de conexiones del sistema	189
Figura 67	- Diagrama de bloques del grabador digital de voz de memorias EPROM	192
Figura 68	- Diagrama de tiempos del grabador de memorias EPROM	193
Figura 69	- Diagrama de conexiones del grabador digital de voz de memorias EPROM	195

P R O L O G O

El propósito de este proyecto es diseñar y construir un Sistema de Seguridad con señalización de alarma por Marcador Telefónico con Mensaje de Voz y demostrar, de este modo, que es posible concebir un sistema con un concepto de señalización diferente a los establecidos hasta ahora.

La redacción de este proyecto ha sido estructurada de tal forma que pueda introducir al lector en el mundo de la Seguridad Electrónica, hasta ubicarlo en una posición en donde le sea posible apreciar mejor el por qué de la concepción y uso de este Sistema, así como las ventajas y limitaciones que presenta.

El método de trabajo seguido es el análisis de lo general a lo particular. Se empieza a estudiar al Sistema como un todo y luego se lo va dividiendo en sus partes más esenciales, hasta llegar a lo que va a ser realmente el Sistema de Seguridad montado en el laboratorio. En cada división, se lleva a cabo primero un estudio teórico de introducción y luego se hace un análisis práctico de los componentes físicos utilizados.

En el capítulo I se hace una precisión del significado de la palabra "seguridad" y se especifica el tipo de sistema referido en este trabajo, se exponen las razones de su necesidad y se indican las partes que lo forman. Posteriormente se describe, a modo general, el Sistema propuesto.

En el capítulo II se analiza la primera etapa de un Sistema de Seguridad, es decir, la etapa de detección. Se describen las diferentes clases de detectores y a continuación se indican los utilizados en la demostración del funcionamiento del Sistema propuesto.

En el capítulo III se define la etapa de centralización, indicando las diferentes partes que constituyen una Central de Alarma, para pasar seguidamente, a la descripción del diseño y construcción de la central utilizada en este proyecto.

En el capítulo IV se analiza la tercera y última etapa de un Sistema de Seguridad: la señalización. Se indican los distintos tipos de señalización existentes y los medios de transmisión más usados. A continuación, se describe el Marcador Telefónico, presentando sus principales características, funcionamiento y las consideraciones de su diseño y construcción; haciendo hincapié en el circuito Sintetizador de Voz. Por último, se estudia detalladamente la Sirena Exterior Autoalimentada utilizada en la señalización local del sistema propuesto.

En el capítulo V se describe el Grabador Digital de Voz de Memorias EPROM, construido como complemento del sistema. Se presentan y analizan brevemente las partes que lo forman y se explican los procesos de grabación-reproducción de la señal de voz.

Asimismo, una vez descrito totalmente el sistema propuesto

se indican las observaciones y las conclusiones obtenidas durante los procesos de diseño y construcción.

Con la finalidad de hacer más comprensibles los diferentes pasos seguidos en la puesta en práctica del sistema, así como de la disponibilidad de una mayor información técnica, se han adicionado seis apéndices. En ellas se han tenido en cuenta las consideraciones de operación y manipulación de los dispositivos COS/MOS y las características técnicas de los componentes usados. Por último, se presentan alternativas de ampliación tanto del Grabador Digital de Memorias y, por consiguiente, la modificación del Sintetizador de Voz para una mayor capacidad de grabación; como del Marcador Telefónico, con el fin de aumentar la efectividad del Sistema.

Teniendo en cuenta que la parte más importante del Sistema y a la cual está orientado este trabajo es la etapa de señalización, las correspondientes a detección y centralización no serán tratadas a fondo, por la ya existente complejidad del Sistema y al tiempo disponible para su desarrollo y montaje. Por lo tanto, los circuitos utilizados serán los más sencillos posibles, dando como alternativa la anexión, al final de la obra, del diagrama de conexiones de una central completa, así como las características de los detectores volumétricos más usados, para su posterior utilización.

En cuanto al Grabador Digital de Memorias, debido a la forma cómo ha sido estructurado, el tiempo de mensaje grabado

será como máximo 1.5 segundos y como mínimo 0.5 , dependiendo inversamente de la calidad de voz -más tiempo menos calidad- siendo 1 segundo el tiempo más adecuado para una "calidad telefónica" de voz. Además, debido a que este tiempo está relacionado con el número de bits del convertidor analógico-digital y a la capacidad de la memoria EPROM (8K x 8), no es posible incrementarlo, salvo que se sigan las alternativas presentadas en el Apéndice E.

Debido a que el Sistema de Seguridad propuesto es único en su género a la fecha (en el país) puede servir de referencia para un posterior perfeccionamiento y ampliación, utilizando otras formas, ya sea de detección, centralización o señalización, que sean compatibles con las existentes. Del mismo modo, puede servir para sentar precedente del esfuerzo por encontrar un Sistema de Seguridad idóneo a cada situación e incentivar a la vez, a la investigación y al desarrollo de este sector de la Industria Electrónica Nacional.

Entendiendo que el objetivo de este Proyecto Profesional o Tesis es el diseño y construcción de un Sistema de Seguridad para el Laboratorio de Electrónica de la U.N.I. no es posible presentar con exactitud los esquemas de conexiones de los circuitos utilizados, ni precisar los tipos de sensores a instalar, así como tampoco su ubicación dentro del Laboratorio, por obvias razones de seguridad.

Por último, mi total reconocimiento y agradecimiento a to

das aquellas personas e instituciones que han contribuído a hacer posible esta tesis. Especialmente, a las empresas General de Sistemas y Automatismos S.A. y Compañía de Técnicas Aplicadas S.A., por su valiosa información técnica. De igual forma a la empresa AUSIN S.A. por su colaboración desinteresada en la fabricación de las cajas metálicas.

C A P I T U L O I

SEGURIDAD ELECTRONICA - SISTEMA PROPUESTO

En este primer capítulo y a modo de introducción se hará - una necesaria precisión del significado de la palabra "Seguridad" que se utilizará en el presente trabajo, así como del sector de la Industria Electrónica al cual pertenece. Posteriormente se pasará a describir en forma general un - Sistema de Seguridad, para concluir por último, con la presentación del concepto fundamental del Sistema propuesto.

Normalmente el castellano, en comparación con otros idiomas, presenta varios términos para diferenciar mejor las - matrices de un solo concepto, así los verbos "ser" y "estar" corresponden al "to be" inglés o al "être" francés.

No obstante hay cosas en las que no es así, uno de ellos - es el de la palabra "Seguridad", que en los otros idiomas mencionados corresponde a "security" y "safety" en inglés y a "sécurité" y "sûreté" en francés.

Este detalle no corresponde simplemente a una curiosidad idiomática, sino a que en el caso del propio concepto "Seguridad" existe una cierta confusión. Por ejemplo, se llama "departamento de seguridad", tanto al departamento encargado de velar por la utilización de cascos y cinturones del personal de una obra ("safety"), como al de controlar y dirigir a los policías particulares de una planta industrial ("security").

Según Bilbao, A. /3/, en el diccionario de la Real Acade -

mia de la Lengua, se puede leer:

Seguridad.- <<...., calidad de seguro,....>> y siguiendo -
con la investigación: Seguro.- <<.... libre y exento de to
do peligro, daño o riesgo,>>. De estas definiciones
se desprende la propia confusión mencionada, pues, ¿a qué
riesgos o peligros corresponde la seguridad?. Es lógico -
pensar que a cada riesgo considerado corresponda un tipo
de seguridad, o mejor dicho, un tipo de "protección" de cu
ya efectividad resulta la seguridad correspondiente.

Sin tratar de olvidar ninguna clase de riesgo, se podría -
hacer la somera clasificación siguiente:

- Naturales (sismos, tifones, inundaciones, etc)
- Biológicos (alimentos, drogas, virus, etc)
- Sociales: Comportamiento Social (circulación, transpor-
te, actividades profesionales, etc). Compor-
tamiento Antisocial (robo, sabotaje, atraco,
terrorismo, etc).
- Técnicos: (construcción, montaje, mantenimiento, etc).
- Físicos : (mecánicos, eléctricos, termodinámicos, etc).
- Químicos: (fuego, toxicidad, explosión, corrosión, etc)
- Nucleares:(radiaciones, explosiones, etc).

Frente a todos estos riesgos, la sociedad ha reaccionado,
entre otras formas, desarrollando medios organizativos y -
materiales que aportan la protección requerida para alcan-
zar un nivel de seguridad más o menos satisfactorio para -
cada riesgo posible. Estos medios materiales, en particu-
lar, han participado de diversas tecnologías: mecánica,
química (medicina), etc. y dentro de éstas, la tecnología

electrónica es la que avanza con la mayor rapidez.

1.1. La Seguridad y la Tecnología Electrónica

Los recursos electrónicos de protección, es decir, - de apoyo a la seguridad, son tan diversos como los riesgos a los que se oponen. Así se tiene, desde un electrocardiógrafo (protección frente a un riesgo biológico) hasta un detector de radioactividad (riesgo nuclear), a un sistema de aterrizaje automático (riesgo técnico) o un detector de explosivos que es una protección frente a un riesgo de comportamiento antisocial /3/.

Este trabajo no trata sobre la industria electrónica correspondiente a todos los tipos de protección, sino se concreta solamente a la parte de esta industria cuyo objetivo es la protección frente a los riesgos derivados del comportamiento antisocial, que en inglés habría quedado perfectamente definido con la palabra "security" y que ha llevado a una necesaria aclaración de significado para evitar confusión.

Por lo tanto, este trabajo se refiere a la industria electrónica al servicio de la protección frente a:

- robos
- hurtos
- atracos
- atentados
- vandalismo
- sabotajes
- secuestros
- espionaje
- manipulación de datos, etc.

El conjunto de dispositivos y equipos que constituyen la tecnología electrónica aplicada a la seguridad, se puede clasificar de acuerdo a los riesgos derivados del comportamiento antisocial, en cuatro grandes sistemas:

1. Detección de intrusión.
2. Control de tráfico de personas, vehículos y materiales.
3. Vigilancia óptica.
4. Protección de la información.

Dentro de cada uno de estos sistemas, los dispositivos posibles se pueden agrupar como:

- elementos de detección
- elementos de centralización-control
- elementos de señalización.

En la tabla 1 se muestra la relación existente entre los sistemas electrónicos y los riesgos a los que combaten.

Teniendo en cuenta todo lo dicho anteriormente, cabe precisar que el Sistema de Seguridad referido en este trabajo es el de Sistemas de Detección de Intrusión, específicamente de Robo/Atraco.

1.2. Necesidad de un Sistema de Seguridad

Debido al creciente índice de robos y atracos efectuados a locales comerciales, industriales y administrativos, así como a viviendas particulares, se hizo necesario salvaguardar, de alguna forma, los bienes de estos locales. Se pensó, por lo tanto, en un Sistema de Seguridad eficaz, que a la vez que protegiese, fuera de fácil y cómoda utilización por parte del usuario.

Sistemas \ Riesgos	Robos	Hurto	Atracos	Atentados	Vandalismo	Sabotajes	Secuestros	Espionaje	Manipulación de datos
Detección de intrusión	X	X	X	X	X	X	X	X	
Control de tráfico de personas, vehículos y materiales		X	X	X		X		X	
Vigilancia óptica	X	X	X	X	X	X	X	X	
Protección de la información						X		X	X

TABLA 1 - Relación entre Riesgos y Sistemas Electrónicos de Seguridad

El sector de la industria electrónica dedicado a la rama de la Seguridad ha investigado y perfeccionado sus equipos en los últimos años, logrando un avance vertiginoso, ideando y diseñando sistemas cada vez más versátiles y seguros, así como sofisticados.

Por otro lado, las nuevas e ingeniosas formas de burlar estos sistemas por parte de "elementos antisociales", usando también la electrónica como herramienta, hace que este sector esté en constante innovación de equipos y por lo tanto estar al día en cuanto a los avances tecnológicos se refiere. El Sistema será seguro cuanto más ventaja tecnológica

tenga respecto al robo, atraco y sabotaje organizado.

Las últimas técnicas utilizadas en este sector, tiene mucho que ver con las fibras ópticas, el rayo laser, el tratamiento digital de señales: voz (análisis y síntesis, así como reconocimiento y verificación de personas por sus voces) e imágenes (procesamiento digital de imágenes para de tección de movimiento /33/, de igual forma, con los últimos avances en cuanto a fabricación de componentes, diseño de sistemas asistido por computador y sistemas basados en microprocesadores.

1.3. Partes de un Sistema

Por lo general todo Sistema de Seguridad consta de las siguientes partes:

- a) Detección: constituida por sensores captadores de las señales de alarma. Estos pueden ser activos y pasivos; fijos y diferenciales; perimétricos y volumétricos; así como de movimiento, temperatura, vibración de apertura, de luz, iónicos, electrónicos, químicos, etc.
- b) Centralización: constituida por la Central, formada a su vez por circuitos que controlan el funcionamiento del Sistema. Las centrales pueden contar con bucles retardados e instantáneos, con circuito de 24 horas (DAY), con mando local y remoto, con tiempos programables, con indicadores óptico/acústico y pueden estar basada en microprocesador.
- c) Señalización: constituida por las diferentes formas de dar aviso de alarma, ya sea óptica, acús

tica, local, a distancia, a través del espacio, por línea física, etc.

1.4. Sistema de Seguridad Propuesto

Actualmente, el mercado de la Seguridad está lleno de diferentes Sistemas de Detección de Intrusos, cada cual más sofisticado, pero sus diferencias estriban en los sensores utilizados y en la forma en que se lleva a cabo la señalización. Básicamente la etapa de centralización es la misma, unos con más capacidad de bucles, otros con mayor rapidez de respuesta a la detección o simplemente más fiables por su amplio margen para las condiciones de trabajo, etc.⁽¹⁾

Teniendo en cuenta ésto, se ideó un Sistema con las etapas de detección y centralización convencionales, pero con la innovación de utilizar un circuito Marcador Telefónico y otro circuito Sintetizador de Voz como etapa de señalización, figuras 1 y 2.

Debido a que en la etapa de señalización se han venido usando sirenas exteriores autoalimentadas como periféricos de salida de señal de alarma, se pensó en otras formas de llevar esta señal a personas que estuvieren más interesadas en su recepción, como pudieran ser la Central de Seguridad del edificio o establecimiento, la Central de Policía, el diseño del local, etc. incrementándose notablemente la eficacia del Sistema. Es por esto, que en esta etapa se suele utilizar simultáneamente avisadores-óptico/acústico-locales y a distancia.

Como medios de transmisión de esta señal de alarma a dis -

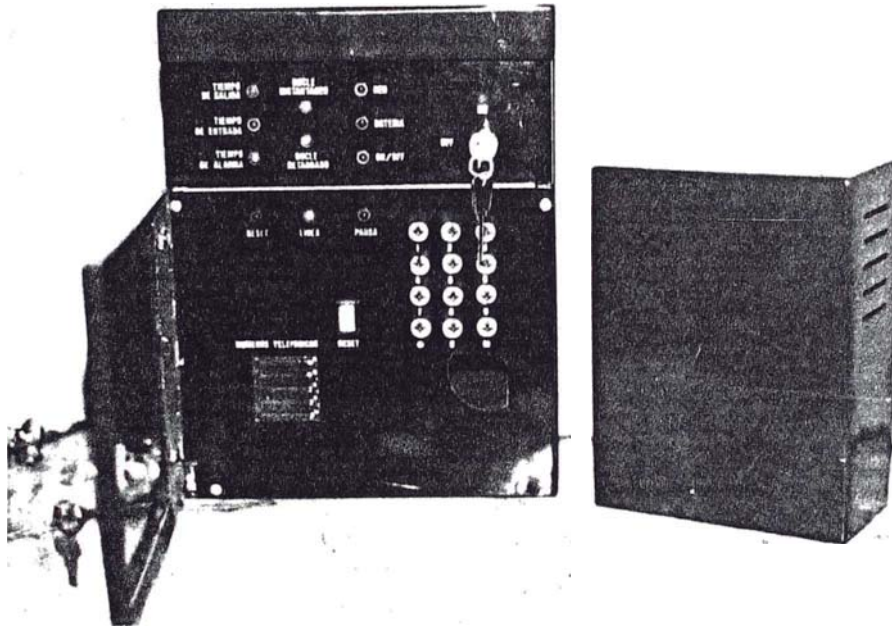
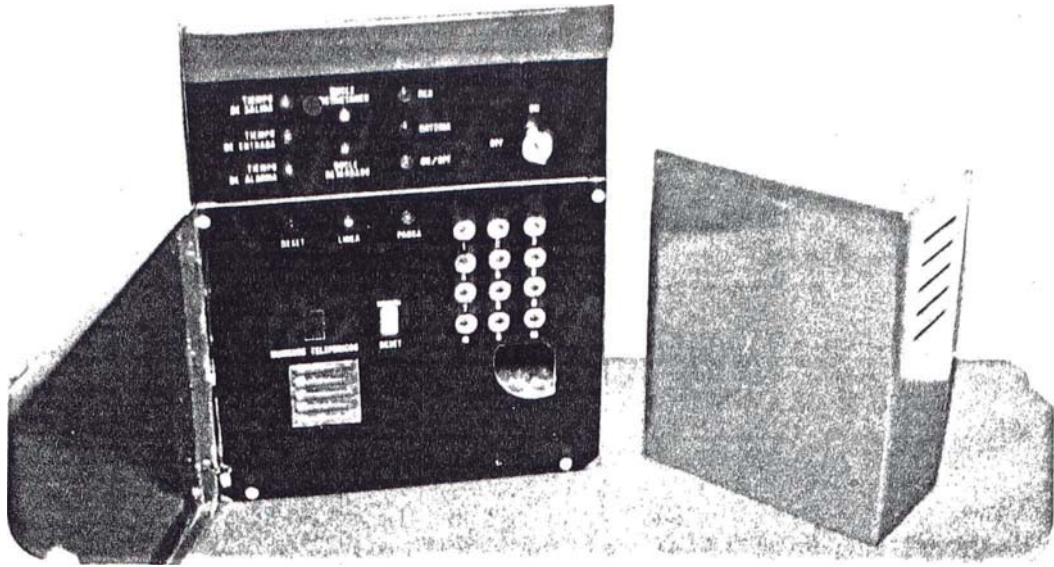


FIGURA 2 - Central de Alarma y Marcador Telefónico con etapa de síntesis de voz (izq.). Sirena exterior autoalimentada de dos tonos (der.)

tancia se tiene: la transmisión por cable (línea física), por ondas electromagnéticas en las bandas VHF, UHF, microondas, infrarrojos, luz visible, etc. y por ultrasonido. De todos estos medios de transmisión, indudablemente será mejor el que utiliza la línea telefónica, porque solo se necesitará introducir la señal de alarma a la línea y que en el lugar de recepción haya un teléfono. En otras palabras, que se puede aprovechar la red telefónica existente para esta etapa de señalización.

Por otro lado, otra de las ventajas de utilizar la red telefónica es el constante aumento de abonados, lo que facilita encontrar un local que cuente con teléfono; por consiguiente, el avisador o periférico de salida ya viene dado al utilizar esta red telefónica. Cualquier otra forma de transmisión necesitaría de un equipo transmisor y de otro receptor, lo cual incrementaría notablemente el costo del Sistema.

El problema básico del Sistema ideado fue entonces buscar la forma de introducirse en la línea telefónica y de enviar un mensaje de alarma por voz que bien pudiera ser una secuencia de palabras que cada cierto tiempo se repitiese. El circuito Marcador Telefónico debía, por lo tanto, conectarse a la red telefónica cuando hubiese una señal de alarma; además, constar de las memorias respectivas para almacenar los números telefónicos deseados y el mensaje de voz, así como de la lógica necesaria para reconocer el tono de discado, el término de la recepción de llamada y también el instante en que debiese enviar los pulsos correspondien

tes de los números telefónicos programados.

De igual manera, se necesitaría de un circuito que almacenase digitalmente voz. Esto sería un complemento al Sistema, puesto que este circuito "grabaría" una memoria EPROM con voz, que es la que se utilizaría en el circuito sintetizador del Sistema.

No debe olvidarse que el Sistema ha sido pensado como todo Sistema de Seguridad, es decir, como método preventivo, con una finalidad disuasoria que en último término constituya una llamada de auxilio.

1.4.1. Diagrama de Bloques

Según las divisiones que se han hecho del Sistema propuesto, el diagrama de bloques es el que se muestra en la Figura 3.

1.4.2. Diagrama de Tiempos en caso de intrusión

Para explicar mejor el sincronismo de las diferentes partes del Sistema, se presentan los siguientes diagramas de tiempos según la zona afectada, teniendo en cuenta que zona es la ubicación geográfica correspondiente al emplazamiento de uno o varios bucles de detección; por otro lado, las definiciones de tiempo de salida y tiempo de entrada serán dadas en el Capítulo III.

a) Por zona instantánea

1. Con anulación de alarma por reposición de bucle y - desactivación de la sirena por término del tiempo programado (3 minutos). Figura 4.

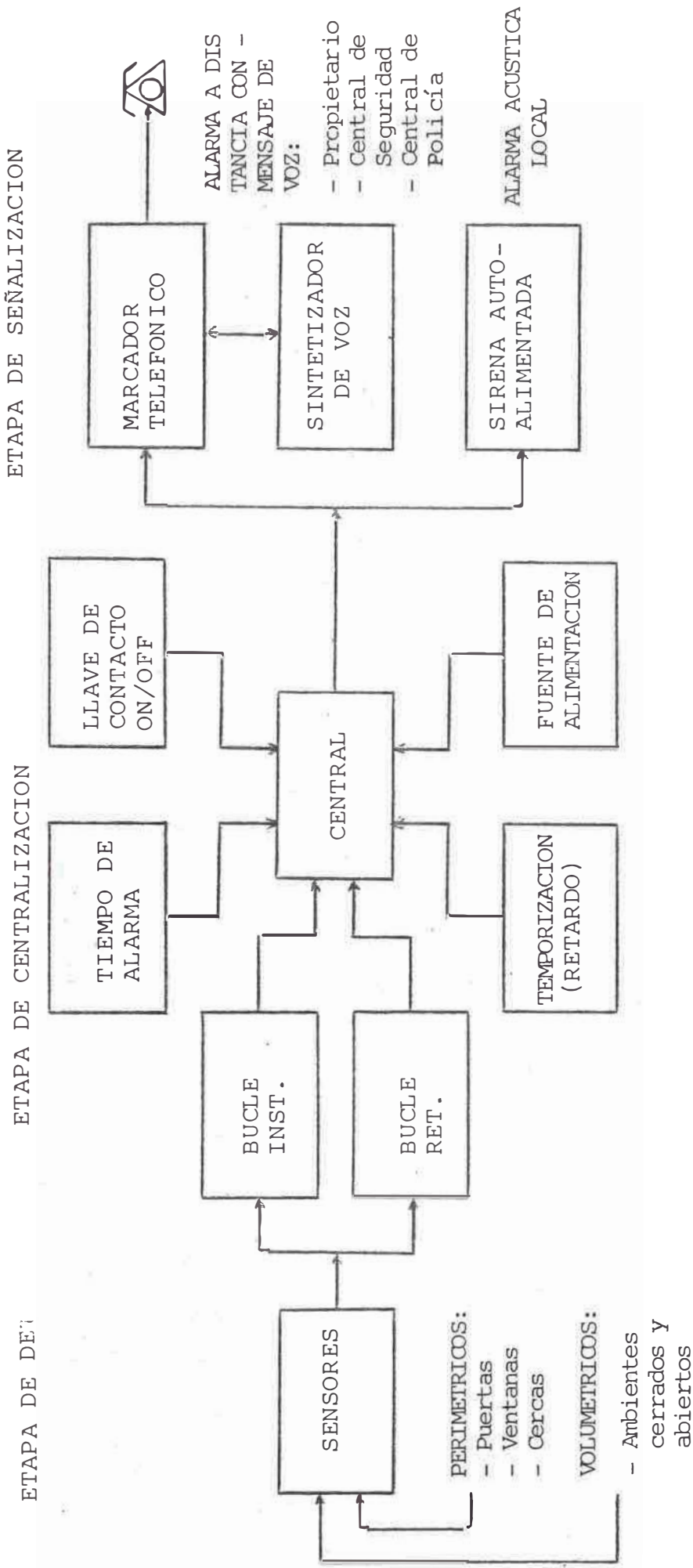


FIGURA 3 - Principales bloques que conforman la arquitectura del Sistema de Seguridad

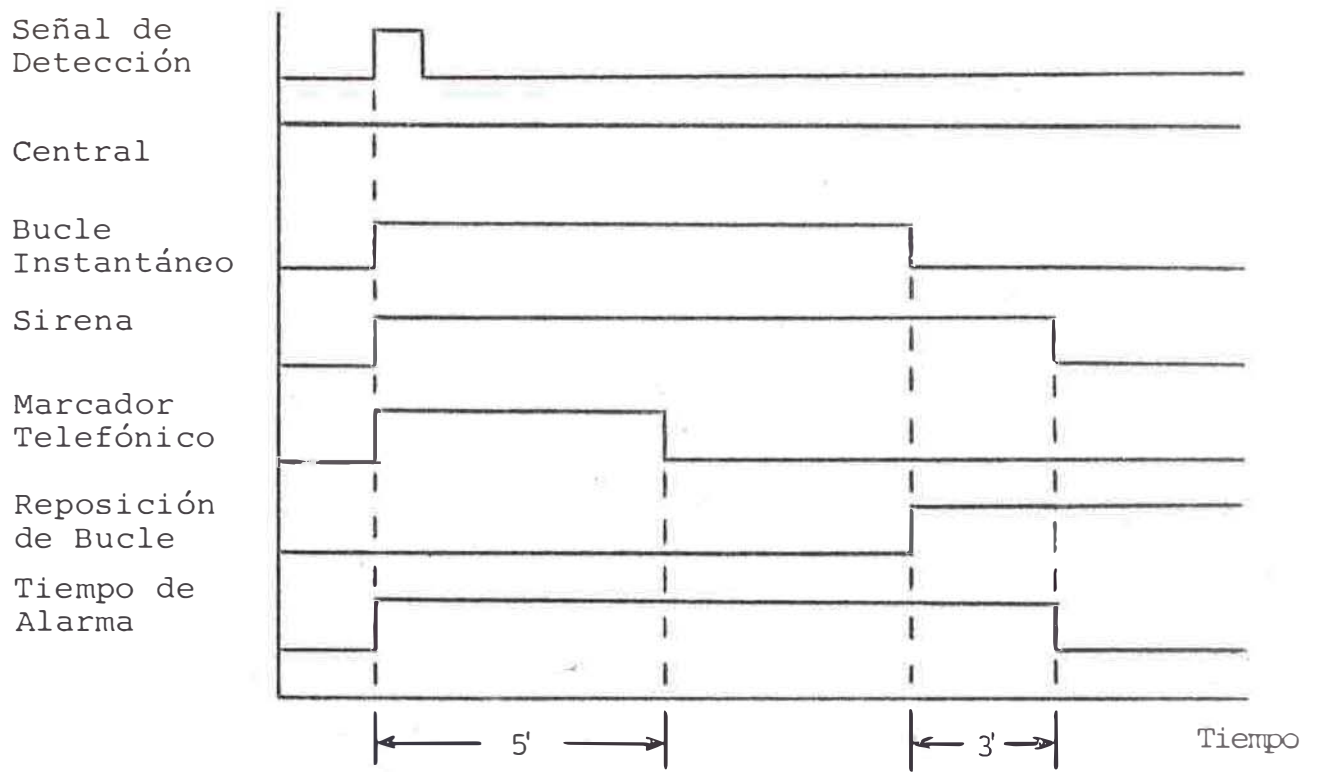


FIGURA 4 - Intrusión por zona instantánea con anulación de alarma por reposición de bucle

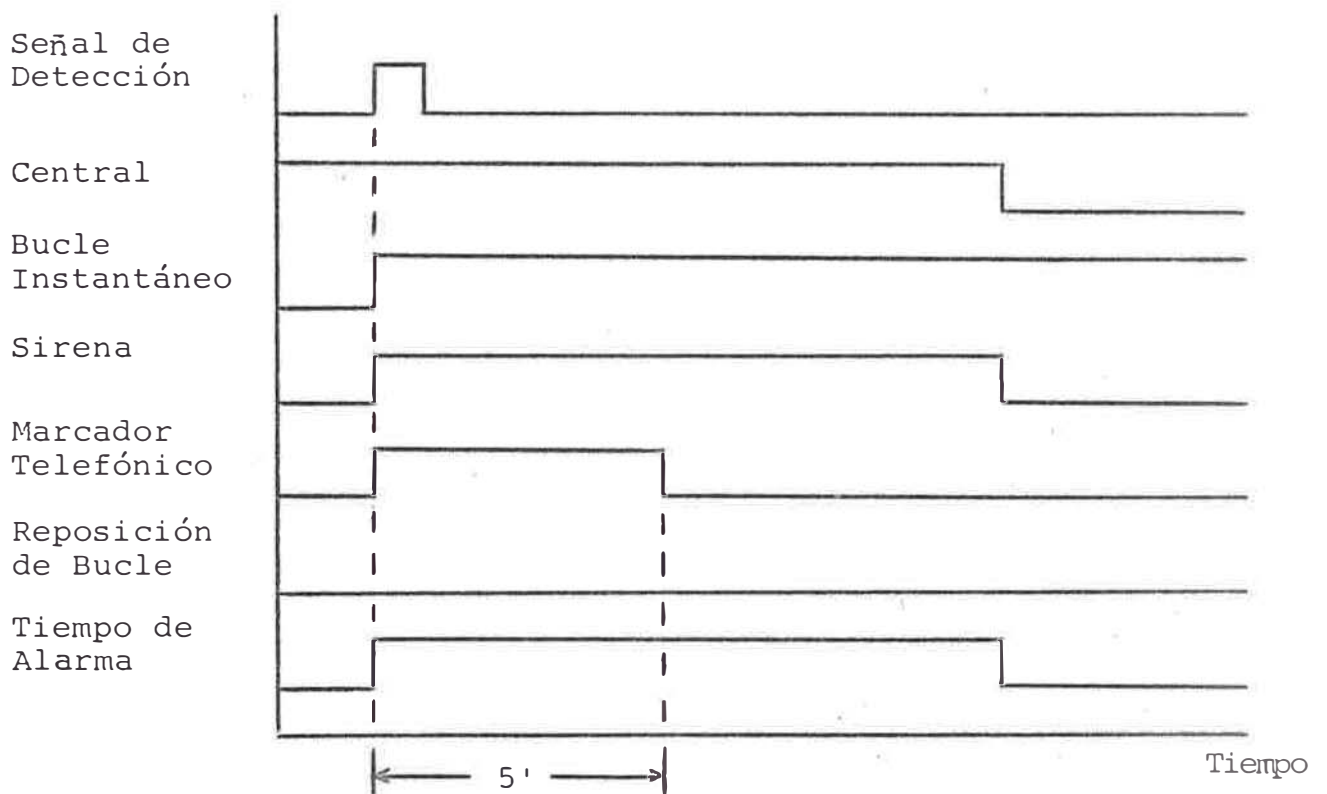


FIGURA 5 - Intrusión por zona instantánea con anulación de alarma por desactivación (OFF) de la central

2. Con anulación de alarma por desconexión (OFF) de la central, sin reposición de bucle. Figura 5.
3. Con activación de alarma por conexión (ON) de la central, teniendo el bucle instantáneo abierto. Restablecimiento del bucle después de la desconexión (OFF) de la central y finalización (RESET) del Marcador - Telefónico. Figura 6.

b) Por Zona Retardada

1. Con anulación de alarma por reposición de bucle y desactivación de la sirena por término del tiempo - programado (3 minutos). Figura 7.
 2. Con anulación de alarma por desconexión (OFF) de la central, sin reposición de bucle. Figura 8.
 3. Con señal de detección y reposición de bucle durante el tiempo de salida (T_S). Figura 9.
 4. Con señal de detección y reposición de bucle después del tiempo de salida. Desconexión de la central (OFF) durante el tiempo de entrada (T_E). Figura 10.
 5. Con conexión de la central (ON) teniendo el bucle - retardado abierto y restablecimiento de bucle durante el tiempo de salida sin desconexión de la central (OFF). Figura 11.
- (1) En grandes instalaciones, la arquitectura de los Sistemas de Seguridad obviamente cambia, para tender, por una parte a reducir los costos de instalación que implica la gran cantidad de cableado necesario y, por otra parte, a descentralizar el proceso con miras a te

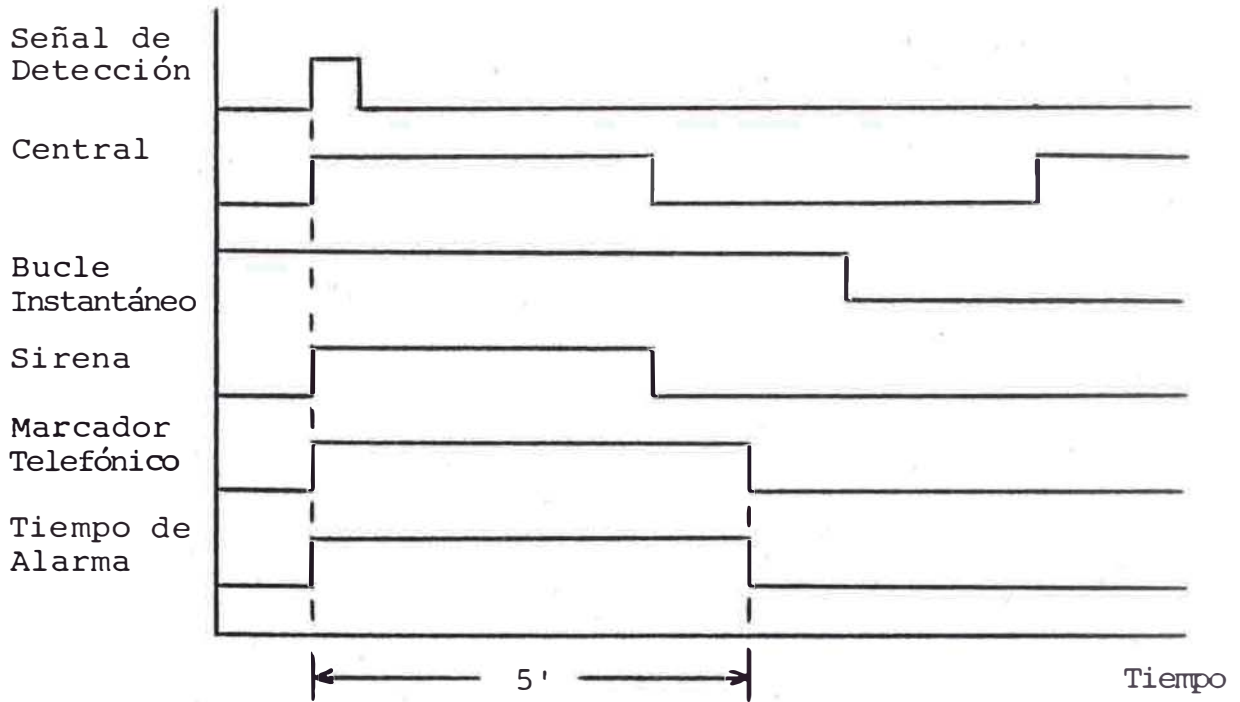


FIGURA 6 - Intrusión por zona instantánea con ac tivación de alarma por conexión (ON) de la Central teniendo el bucle instan táneo abierto

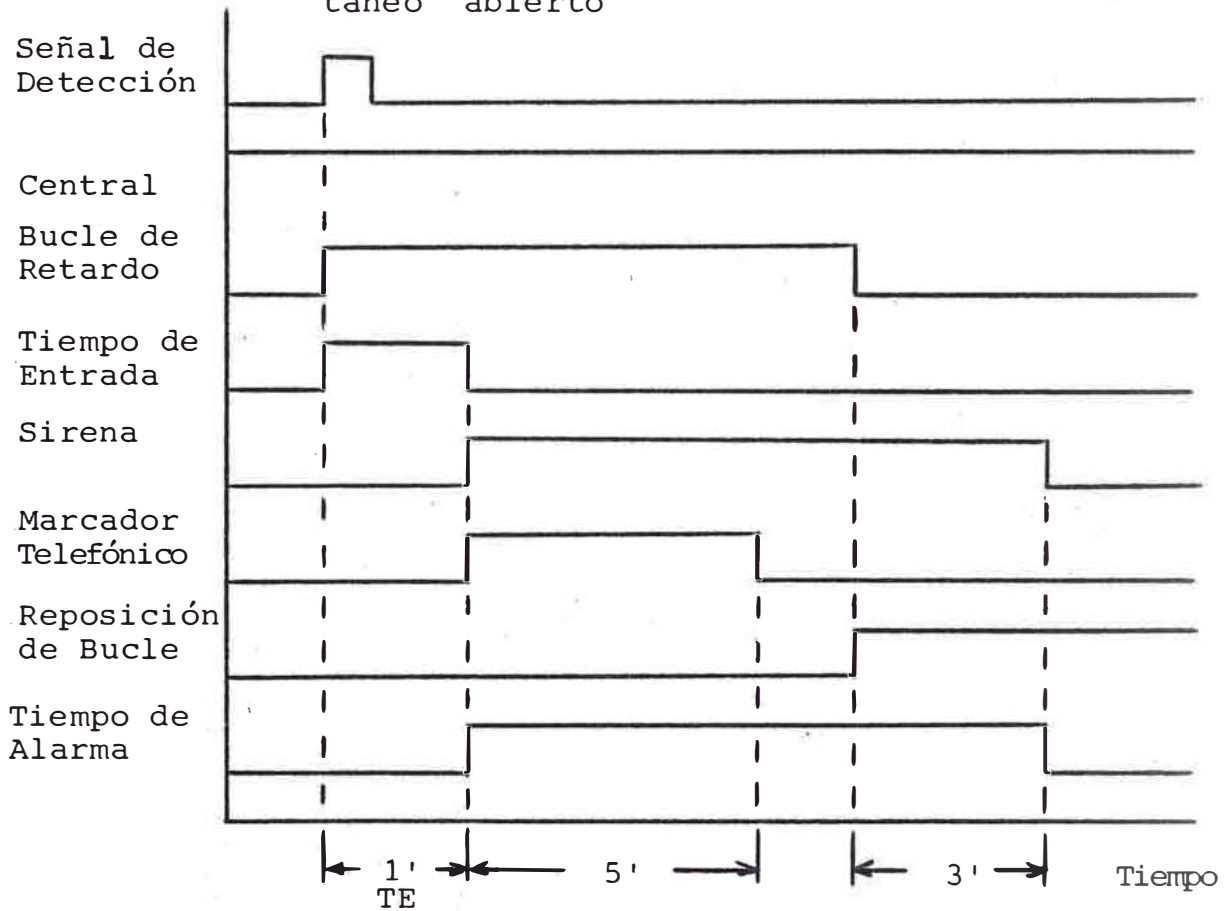


FIGURA 7 - Intrusión por zona retardada con anula ción de alarma por reposición de bucle

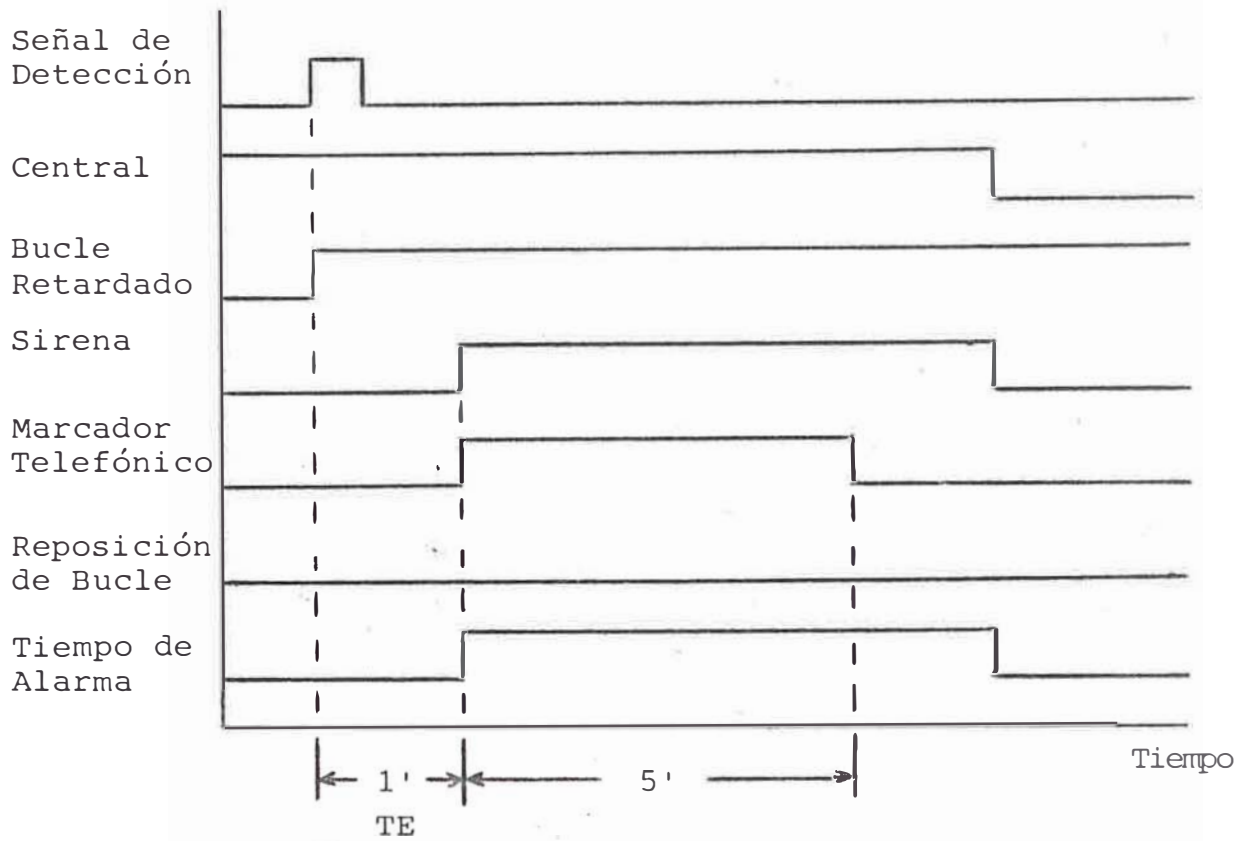


FIGURA 8 - Intrusión por zona retardada con anulación de alarma por desconexión (OFF) - de la Central

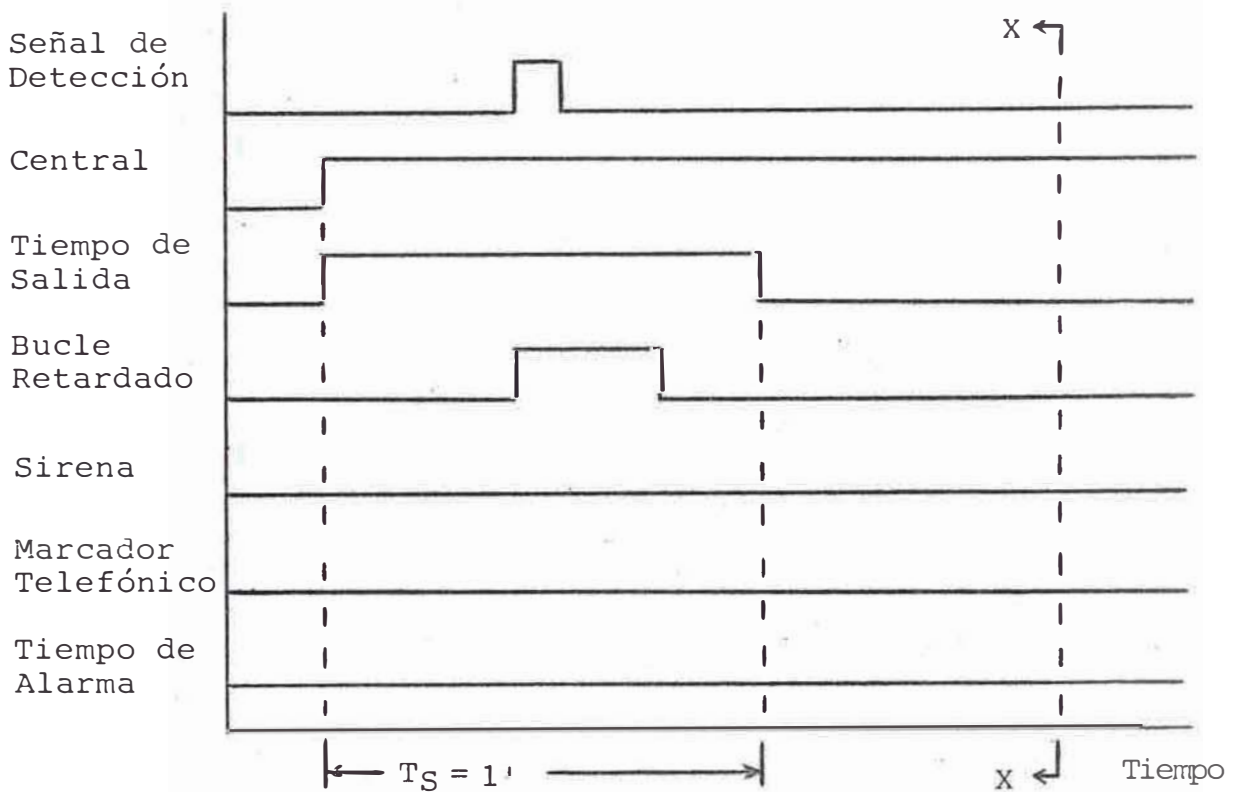


FIGURA 9 - Intrusión por zona retardada con señal de detección y reposición de bucle durante el tiempo de salida (T_S)

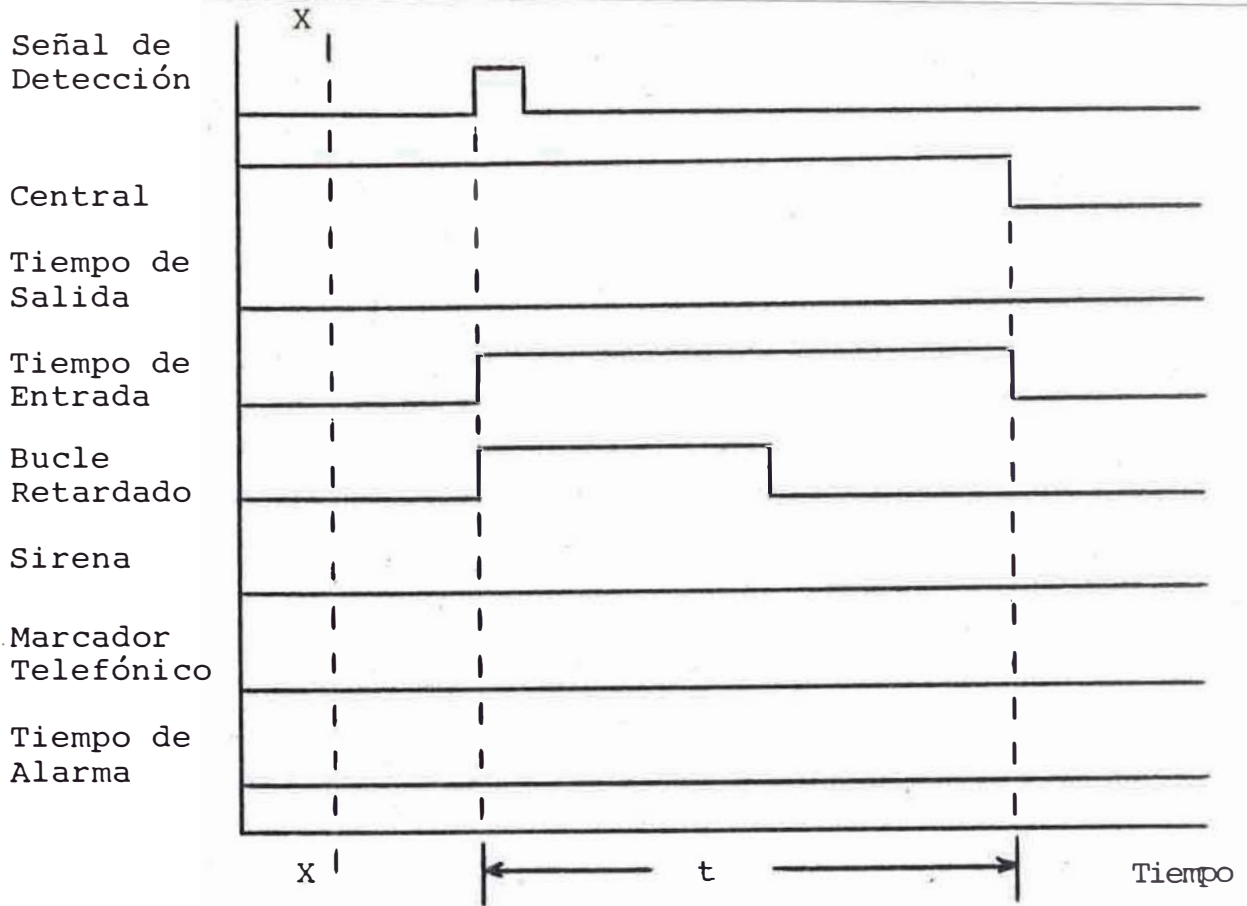


FIGURA 10 - Intrusión por zona retardada con señal de detección y reposición de bucle después del tiempo de salida. Desconexión de la central durante el tiempo de entrada (T_E). $t < T_E = 1$ minuto

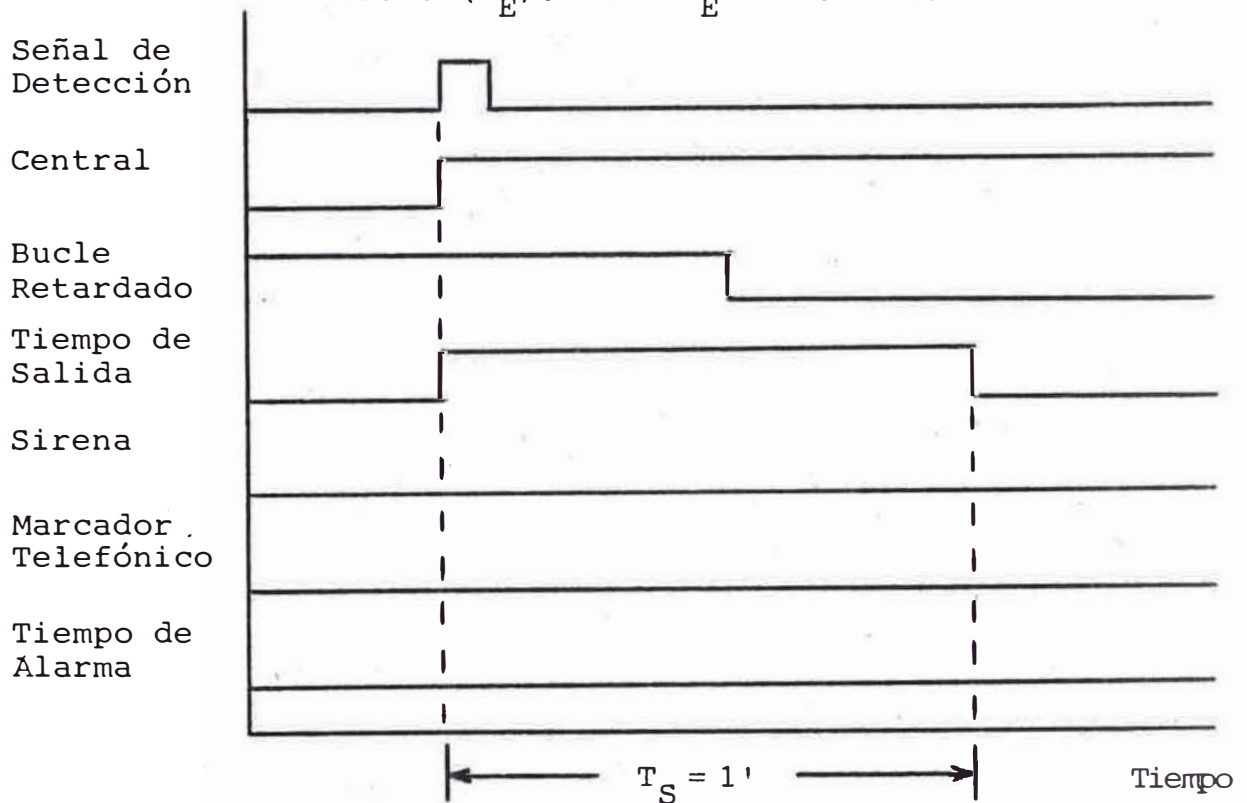


FIGURA 11 - Intrusión por zona retardada con reposición de bucle durante el tiempo de salida (T_S)

ner Sistemas con funcionamiento autónomo en caso de avería de la Unidad Central. Así tendríamos por ejemplo: sistemas multiplexados que utilizan un cable único de 3 a 4 pares de hilos y sistemas distribuídos en los que no se concentra toda la capacidad del proceso a un elemento central, a fin de poder asegurar el funcionamiento del conjunto aún en el supuesto de mal funcionamiento de alguna unidad /34/.

C A P I T U L O I I

ETAPA DE DETECCION

En este capítulo se hará una breve descripción de los elementos de detección o sensores y su clasificación de acuerdo a un modo de operación y aplicación en los Sistemas de Seguridad, para pasar luego a una descripción técnica de los sensores utilizados en el Sistema propuesto, como demostración del funcionamiento del Sistema.

La etapa de detección es la primera etapa del Sistema y está compuesto por sensores que son activados al ser alterada su posición normal de funcionamiento o las condiciones en equilibrio de su entorno; estando estas condiciones influenciadas, generalmente, por ciertos fenómenos físicos, químicos, etc. y que producen una señalización inmediata en la central.

Actualmente existen una gran variedad de estos elementos que cubren parte de la gama del campo de protección, presentando cada uno, características diferentes, debido a la sencilla teoría del bucle cerrado (normalmente cerrado: NC) o abierto (normalmente abierto: NA), por lo que es muy fácil diseñar circuitos de acoplo que incluídos en el elemento detector, sirvan para compatibilizar cualquier sensor. Todos ellos finalizan en un relé o bien en cualquier elemento conmutador que sirva de continuidad o discontinuidad eléctrica al bucle /14/.

Llamados también "periféricos de entrada", los detectores o sensores se dividen en dos grupos principales de acuerdo a su aplicación en los Sistemas de Seguridad y son: detectores perimétricos y detectores volumétricos.

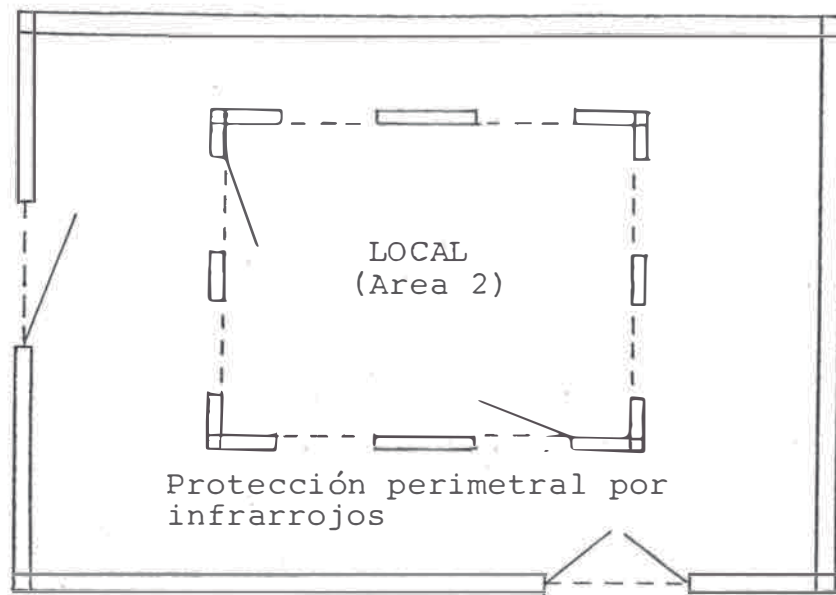
2.1. Detectores Perimétricos

Utilizados para la protección de vallas, puertas, ventanas, paredes, etc, generalmente suelen ser contactos de choques o aperturas, choques térmicos, contactos magnéticos, sensores de inercia, detectores de rotura de cristal y captadores de la frecuencia de vibración de la molécula de cristal, detectores sísmicos, células fotoeléctricas, etc. los que cumplen básicamente esta función, sin olvidar los sensores de movimiento por microondas y las barreras a infrarrojos que protegen fachadas enteras. La figura 12 muestra un ejemplo del concepto de protección perimétrica.

2.2. Detectores Volumétricos

Llamados así por cubrir un cierto volumen bajo la forma de un lóbulo. Este tipo de detector funciona por ultrasonidos o por microondas y su principio de detección se basa en el efecto Doppler, que consiste en la modificación de la onda radioeléctrica percibida por el aparato emisor-receptor, provocada por un volumen en movimiento dentro del lóbulo. La figura 13 muestra un ejemplo del concepto de protección volumétrica en un local.

De igual manera, según su funcionamiento, se puede dividir a los detectores en activos y pasivos. Aunque algunos de los detectores mencionados en esta clasificación son para -



Valla metálica protegida contra vibraciones

FIGURA 12 - Ejemplo de protección perimetral

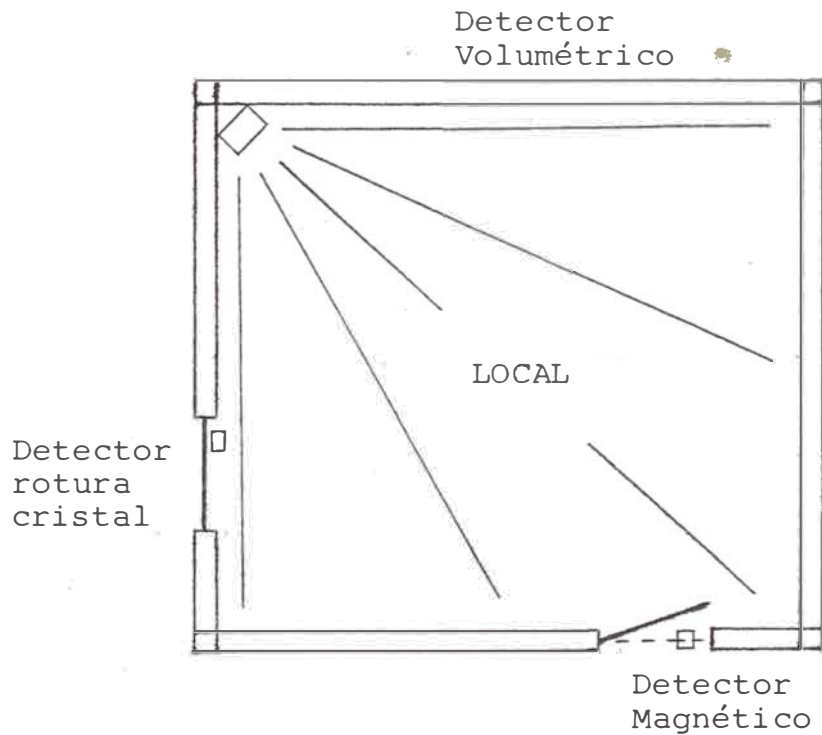


FIGURA 13 - Ejemplo de protección volumétrica mediante detector ultrasónico o a microondas, combinado con detectores perimétricos

sistemas de protección contra riesgos químicos (incendios) y otros para control de tráfico de personas y materiales, se incluyen dentro de la clasificación porque pueden ser - considerados contra el riesgo de sabotaje, con lo cual ser virían de complemento al Sistema de Seguridad especificado en este trabajo que es el de Detección de Intrusión por robo/atracó.

2.3. Detectores Activos

Denominados así porque emiten radiación, ya sea electromagnética, iónica, etc. Como ejemplo tenemos los siguientes detectores.

2.3.1. Sensores Ultrasónicos

Estos sensores llenan el espacio a proteger de energía ultrasónica. Esta energía es emitida mediante un transductor o "altavoz ultrasónico" y controlado mediante otro transductor o "micrófono ultrasónico". En caso de variación del nivel de energía - como sucede al introducirse una persona en el área protegida - se activa la señal de alarma.

Al ser el aire el medio por el cual se transmite dicha variación, se deduce que cualquier objeto que produzca una variación, tiende a activar la alarma, lo que en algunos casos puede originar problemas - falsas alarmas - si no se han tenido en cuenta las especificaciones de instalación y ajuste. La radiación de energía ultrasónica tiene la ventaja de no atravesar los materiales, lo que facilita la delimitación del área a proteger. Además estos detectores

tienen un consumo muy bajo.

2.3.2. Sensores a Microondas (Radar)

Estos detectores funcionan bajo el mismo principio que los ultrasónicos, pero con ondas electromagnéticas y a frecuencias mucho más elevadas. El flujo de microondas emitido es devuelto en forma de ondas reflejadas que son analizadas por el receptor. Si la energía varía en nivel y frecuencia - como sucede al introducirse una persona en el área protegida - se activa la señal de alarma.

A diferencia de los ultrasónicos no utilizan el aire como medio de transmisión, por lo que no están afectados por las variaciones de temperatura del aire o turbulencias, a menos que el propio aire tienda a producir el movimiento de objetos sólidos en el área, lo que activará al detector originándose una falsa alarma. Debido a que algunos materiales absorben este tipo de radiación, se requiere un conocimiento adecuado del equipo y condiciones del local para poder efectuar una instalación correcta del mismo.

Dentro de los detectores activos podemos señalar también los detectores ópticos de humo, destinados a la detección de incendios /10/, así como los detectores de gases por absorción de infrarrojos /13/. De igual forma, son también activos los detectores electrónicos de rayos-X para el control de accesos y los arcos detectores de metales (tipo electromagnético y por corrientes de Foucault) /19/.

2.4. Detectores Pasivos

Se diferencian de los activos en que no emiten ningún tipo de radiación, lo que les hace indetectables por cualquier intruso que desconozca su existencia.

Como ejemplo de detectores pasivos tenemos los sensores dados a continuación.

2.4.1. Sensores a Infrarrojos

Estos detectores funcionan mediante el análisis de la variación de energía infrarroja que se haya bajo su campo de visión. El área a proteger resulta dividida en zonas mediante un multiespejo que contiene la unidad en su interior. El punto focal de todos los espejos se concentra en un sensor especial, que sólo responde al infrarrojo.

Cuando un intruso penetra en la zona de detección, el calor de su cuerpo provoca una variación brusca de energía infrarroja que activa la señal de alarma.

Estos detectores no se hayan afectados por los metales, vibraciones, variaciones de temperatura del medio ambiente provocadas por la calefacción o refrigeración, ruidos exteriores, etc. Usualmente conviene asegurar que estas unidades trabajan en áreas más pequeñas que las máximas que especifica el fabricante. Esta es una medida que deberá aplicarse a cualquier tipo de detector, en este caso, se ha de tener en cuenta que el alcance máximo varía entre un intruso y otro,, así como entre medios ambientes, temperaturas y materiales (Apéndice C).

2.4.2. Sensores de Vibración-Sísmicos

Estos sensores tienen por objeto la protección de -

muros, cajas fuertes, etc.

Analizan las vibraciones producidas por útiles y herramientas capaces de degradar los materiales a proteger, detectan los útiles más sofisticados, como la lanza de oxígeno, etc. Además de los circuitos de análisis de vibración, están dotados de otros, mediante los cuales detectan choques violentos, así como el calor, de modo que permiten activar la alarma en forma instantánea, en cualquiera de estas circunstancias.

Existen modelos originariamente desarrollados para usos militares que son ampliamente utilizados en protecciones perimétricas industriales, que están enterradas en el suelo y son capaces de detectar el paso de un hombre a 100 metros y un vehículo a 300 metros.

Estos detectores pueden combinarse con sistemas de protección de vallas en instalaciones de alta seguridad.

Dentro de los detectores pasivos podemos señalar también los detectores iónicos de humo /10/, los detectores catalíticos, químicos y por transferencia electrónica de gases - /13/.

La mayoría de los detectores son sensibles a los cambios en el medio ambiente. No existe un detector que sea válido para todas las situaciones posibles y sólo un conocimiento adecuado de sus características permitirá decidir cuál de ellos utilizar en cada aplicación particular.

En la figura 14 se muestra un ejemplo de protección perimétrica y volumétrica de un local. Los puntos designados co

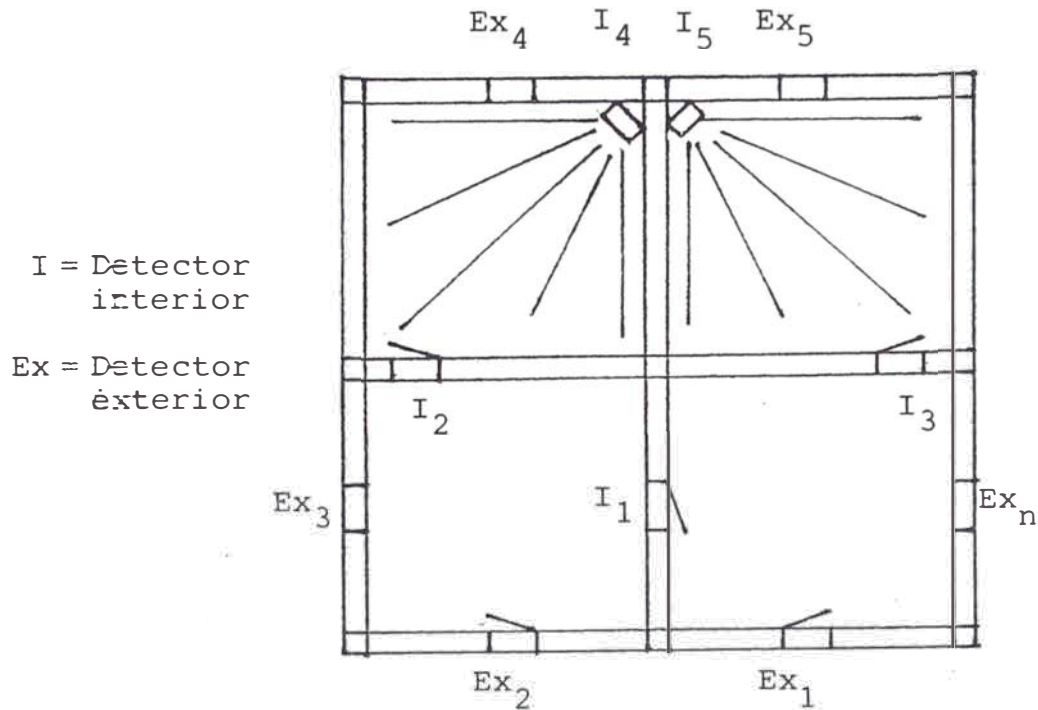


FIGURA 14 - Ejemplo de protección mediante detectores perimétricos y volumétricos aplicados a un local.

CARACTERISTICAS TECNICAS DEL AMS-39	
Distancia de <u>ope</u> ración	12.5 mm Máx.
Valor de Contac- to	120 VAC 30 VA
Máxima corriente de contacto	1 A DC
Temperatura de - operación	-20° ~ + 95°C
Tipo de Contacto	Normalmente cerra do
Encapsulado	Plástico marrón
Material del imán	Ferrita

TABLA 2 - Especificaciones Técnicas del interruptor "reed" de contacto magnético AMS-39

mo I_1 , I_2 e I_3 determinan los perímetros interiores de las cuatro zonas del local, dos de las cuales se hallan protegidas volumétricamente mediante los detectores I_4 , I_5 a microondas o ultrasonidos. I_1 , I_2 e I_3 , E_{x1} y E_{x2} bien podrían ser contactos magnéticos y E_{x3} , E_{x4} , E_{x5} , E_{xn} detectores de vibración o de rotura de cristal.

2.5. Detectores utilizados en el Sistema Propuesto

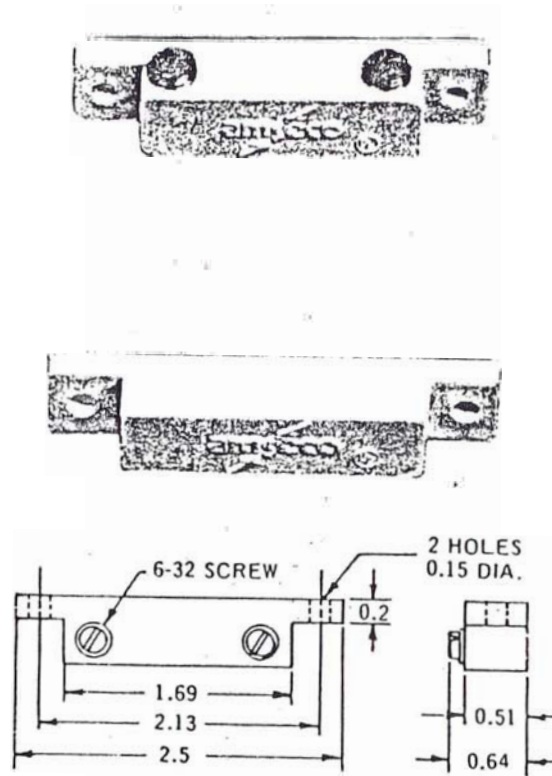
Con la finalidad de hacer una demostración del funcionamiento del Sistema y por razones de seguridad sobre los detectores instalados, se han utilizado solamente interruptores de contacto magnético "reed" de la "American Security Equipment Company" - AMSECO - de código AMS -39 y homologado por y según las normas Underwriters Laboratories (U.L. - safety standards). APENDICE B.

El AMS-39 ofrece gran facilidad de montaje, debido a su forma y tamaño universales. Está diseñado sólo para un sistema de circuito cerrado (los contactos están cerrados cuando el imán está acoplado). Este dispositivo está cubierto por un encapsulado plástico, hecho también de un material homologado por U.L. El interruptor "reed" tiene especificaciones militares y es de oro plateado con puntos de rodio.

El dispositivo está herméticamente sellado y los terminales están unidos a los contactos internamente. Estos contactos tienen un adhesivo para formar con el duro encapsulado una sola pieza.



AMS-39



Installing Example

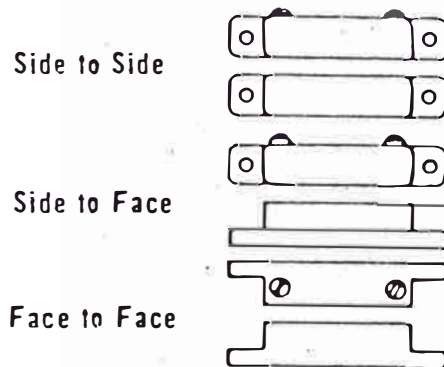


FIGURA 15 - a) Forma y dimensiones del contacto magnético "reed".
b) Posiciones de instalación.

Los tornillos de níquel-cadmio del AMS-39, tienen amplio margen de trabajo para reducir cualquier esfuerzo sobre el "reed", dando así al técnico instalador, la longitud requerida para conectar el cable del bucle al interruptor del dispositivo. La cubierta del "reed" está sellado por ultrasonido para evitar la humedad y la oxidación de los contactos tal como sucede a los interruptores operados mecánicamente.

El AMS-39 tiene una distancia de operación de 1/2" y su versatilidad permite al interruptor ser montado en varias posiciones. El imán es de ferrita y está dispuesto a lo largo de todo el interruptor "reed". Este interruptor es largamente superior al de tipo mecánico. Montados adecuadamente el interruptor y el imán darán un servicio duradero sin falsas alarmas.

En la figura 15 se pueden apreciar las dimensiones y las formas de instalación. En la Tabla 2 se especifican los valores técnicos de trabajo.

C A P I T U L O I I I

ETAPA DE CENTRALIZACION

En principio podríamos partir del planteamiento de si para la protección de un determinado local mediante bucles (NC o NA) es más conveniente utilizar una sola central, sólida y completamente dotada, a la cual se le iría agregando distintos sensores de seguridad que se crea conveniente incluir, o bien, sería más favorable colocar distintos sensores autónomos (dotados de alimentación, circuito sensor y alarma) en los lugares más adecuados.

La experiencia demuestra que para pequeñas y medianas instalaciones, utilizar diversos sensores autónomos, aparte de ser antieconómico, puesto que no compensa un gasto elevado para lo que se quiere proteger, es menos seguro debido a la total independencia de los sensores y a que no es posible tener un criterio de prioridades con el fin de evitar falsas alarmas. Sólo es justificable el uso de un Sistema complejo, si el bien a proteger es de alto valor. Como ejemplo de un sistema complejo se podría mencionar un Sistema basado en un microprocesador, multiplexado y distribuído.

Por lo tanto, la idea que en la actualidad se ha generalizado, es partir de una sola central conectada a la red de energía eléctrica (220 VAC - 60 Hz), que disponga del mayor número de "puertas de entrada" para los distintos tipos de sensores. Esta central deberá disponer también de

una batería y del respectivo circuito cargador de batería, para asegurar su total autonomía en caso de corte del fluido eléctrico. También hoy está bastante generalizado el uso de 12 VDC de alimentación y también, por lo tanto, para los sistemas de protección.

De esta forma se tiene un elemento que será el corazón del Sistema, en el cual se van a procesar (centralizar, controlar, elaborar y distribuir) las señales procedentes de los detectores o periféricos de entrada (si hacemos una similitud con un sistema de cómputo), ordenando, según sea el caso, la activación de la señalización óptico/acústica de alarma (periféricos de salida).

La interconexión entre la unidad central de proceso (central) y los periféricos, se realiza mediante líneas de transmisión totalmente protegidas.

En general todos los elementos que constituyen el Sistema son inviolables, es decir, que poseen dispositivos antisabotaje.

Una vez precisado el modelo de central más conveniente a nuestro propósito (mediana instalación), y sintetizadas sus características más importantes, se hará a continuación una descripción de los principales bucles y circuitos así como de los indicadores ópticos y de los tiempos, de una central robo/atracó. Finalizando el capítulo con la presentación de la central utilizada en el Sistema propuesto.

3.1. Bucles y Circuitos de una Central

La idea básica es la de disponer de una serie de "lazos" o "bucles" que recorran uno o varios accesos. Estos bucles (Figuras 16 y 17) pueden ser en circuito abierto (NA) o circuito cerrado (NC), destacando que la disposición en bucle cerrado admite el control de varios accesos en serie, mientras que la disposición en circuito abierto admite el control múltiple pero en paralelo.

Por lo tanto se trabaja en base al principio de observación de la variación de impedancia (Z). En el bucle NC la alarma se dispara cuando Z pasa de valores de 0 a ∞ , mientras que en el bucle NA sucede por el proceso inverso.

De esta forma se establece que, en general, todo dispositivo sensor dispondrá de un elemento de control (con sus elementos de polarización y amplificación) más un elemento de adaptación al bucle, pues la central sólo será sensible al paso de un circuito cerrado a un circuito abierto o viceversa.

En general, por el bucle no circularán nunca corrientes significativas (no deben superar el orden de los miliamperios). Como quiera que el bucle puede ser de gran recorrido es muy importante limitar los efectos que las corrientes inducidas generan en él. Para ello, el bucle debe ser siempre de cable protegido; además o se logra un diseño para la puerta de entrada tal que esté perfectamente diferenciado el ON del OFF (niveles de tensión claramente separados) o bien se verá en la obligación de emplear filtros separados de altas frecuencias en la entrada de la central.

Cabe destacar, a modo de anécdota, la gran cantidad de fal

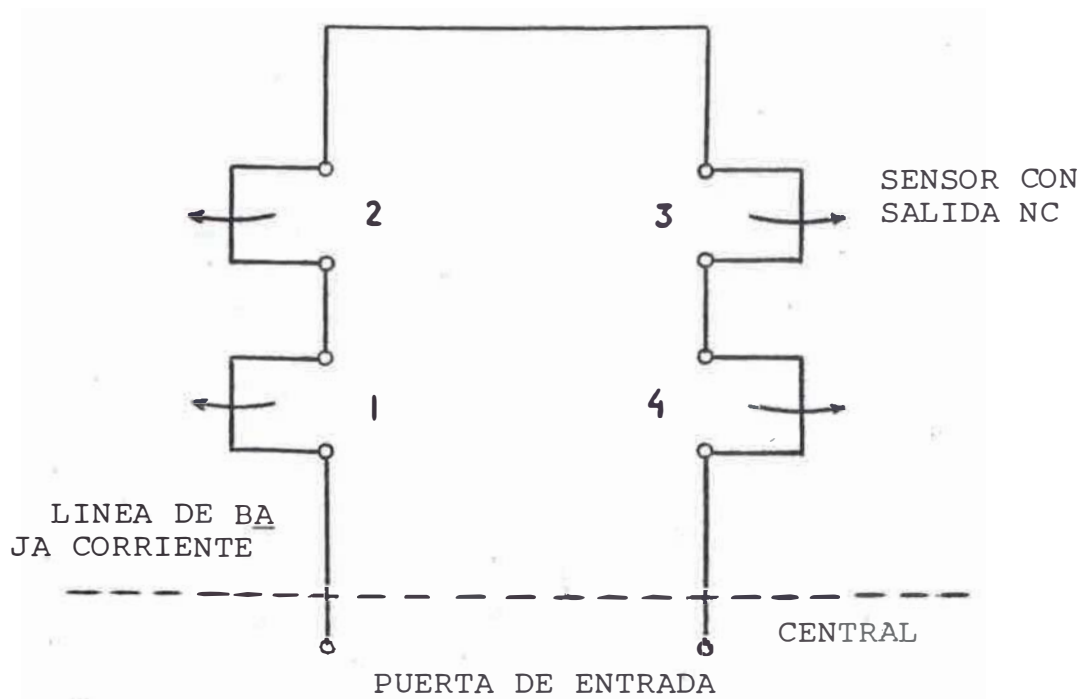


FIGURA 16 - Bucle en circuito cerrado.
Control de accesos en serie.

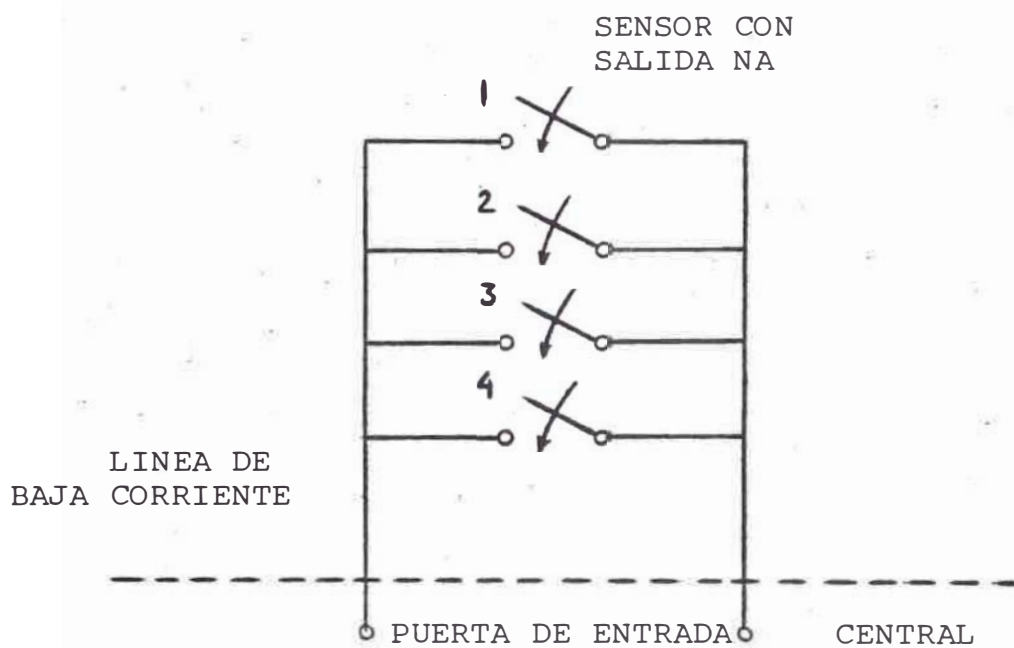


FIGURA 17 - Bucle en circuito abierto.
Control de accesos en paralelo.

sas alarmas producidas en centrales polarizadas en puntos críticos, como consecuencia de taladrar una pared en un punto muy próximo al bucle, asimismo es bien conocido el hecho de la aparición de falsas alarmas como consecuencia de potentes emisiones de radiofrecuencia en las inmediaciones del bucle.

Por este motivo, actualmente se dedica el máximo tiempo del diseño de una central a la separación de niveles de tensión que aparecen en la puerta de entrada de un bucle, originadas por las conmutaciones ON/OFF y viceversa /14/.

Entre los bucles más importantes a destacar en una central se tiene los de intrusión, los de sabotaje y los de agresión. Estos bucles son descritos a continuación /2/.

3.1.1. Bucle de Detección

Es el circuito eléctrico sobre el que está conectado uno o más detectores. Este circuito está recorrido por una corriente determinada, cuya variación establece la activación del circuito de la central, que a su vez provoca la señalización óptico/acústica de alarma.

Los bucles de detección se dividen en:

- a) Bucle de Intrusión: circuito de detección que impide la tentativa de penetración mediante la puesta en marcha de la señalización óptico/acústica de alarma.
- b) Bucle de Sabotaje: circuito de detección que controla permanentemente todos los elementos de vigilancia, así como los cables de conexión del Sistema.

- c) Bucle de Agresión (asalto): circuito de detección opcional destinado a señalar las agresiones.

Cuantos más bucles tiene una central mayor en su capacidad, tanto de control como de localización de una alarma referida a un detector específico, instalado en un lugar determinado, así como mayor también es su complejidad. Por otra parte, una central con muchos bucles, en el supuesto de que tuviera un detector conectado en cada uno de ellos, permitiría fácilmente localizar cualquier defecto eventual que se hubiese producido en la instalación causante a su vez de falsas alarmas. Sin embargo por razones de costos de instalación, es común conectar más de un detector por bucle.

3.1.2. Circuitos Retardados e Instantáneos - Robo/Atraco

Cuando se protege un local se pueden separar los accesos en dos grupos:

- a) Accesos de posible utilización por el usuario en cualquier momento (p.e. puerta principal).
- b) Accesos que en caso de funcionar la central no deben utilizarse (p.e. puerta de tránsito de personal, puerta de servicio, de cochera, ventanas, etc.)

El acceso por un punto del grupo a) no debe introducir alarma inmediatamente, pues podría ser el propietario el que utilizase el acceso en su labor diaria y como quiera que la puesta en marcha de la alarma sería contraproducente, este grupo va temporizado.

El conjunto de puertas de entrada temporizadas se denomina

"circuito de robo" por asimilación a lo que ocurre en un robo, donde el ladrón realiza la acción con lentitud y cautela.

El conjunto de puertas de entrada que controlan los accesos del tipo b) se denomina "circuito de atraco", ya que la apertura de cualquiera de ellas introduce inmediatamente la alarma en la central. Cuando se produce un atraco se puede pensar que éste lleva implícito, por parte de los ejecutantes, la premeditación y la rapidez; por este motivo, interesa una acción lo más rápida posible, siendo estas características muy similares cuando, por ejemplo, se abre una ventana en un local a altas horas de la noche.

3.1.3, Circuito Day ó 24 horas

Es una alternativa a los dos circuitos anteriores. Brinda al usuario plena libertad para la utilización de los accesos (abrir y cerrar puertas, ventanas, claraboyas, etc) quedando en todo momento protegido por este circuito, que puede ser activado con un simple interruptor camuflado, generando una alarma local acústica (sirena) u óptica/acústica a distancia (Marcador Telefónico) en caso de robo.

La central, por lo general, tiene una llave de contacto para activarla (ON) o desactivarla (OFF). La tercera posibilidad sería conexión a circuito Day como se muestra en la Figura 18.

3.1.4. Circuito de Control Remoto

Es otro circuito opcional que permite tener mando a distancia de la central. Cuando se activa este circuito la

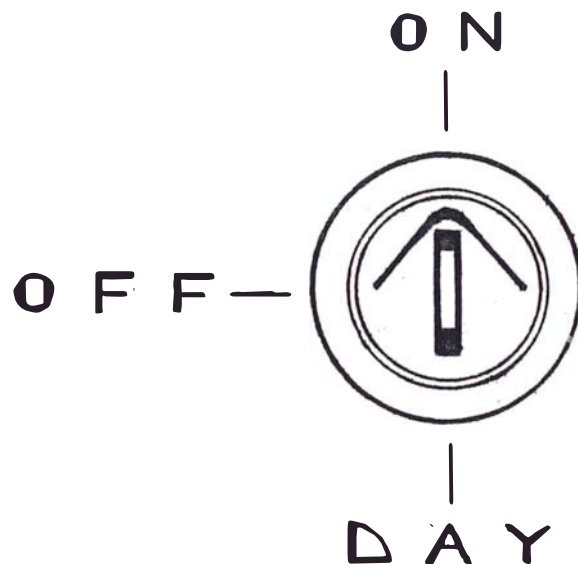
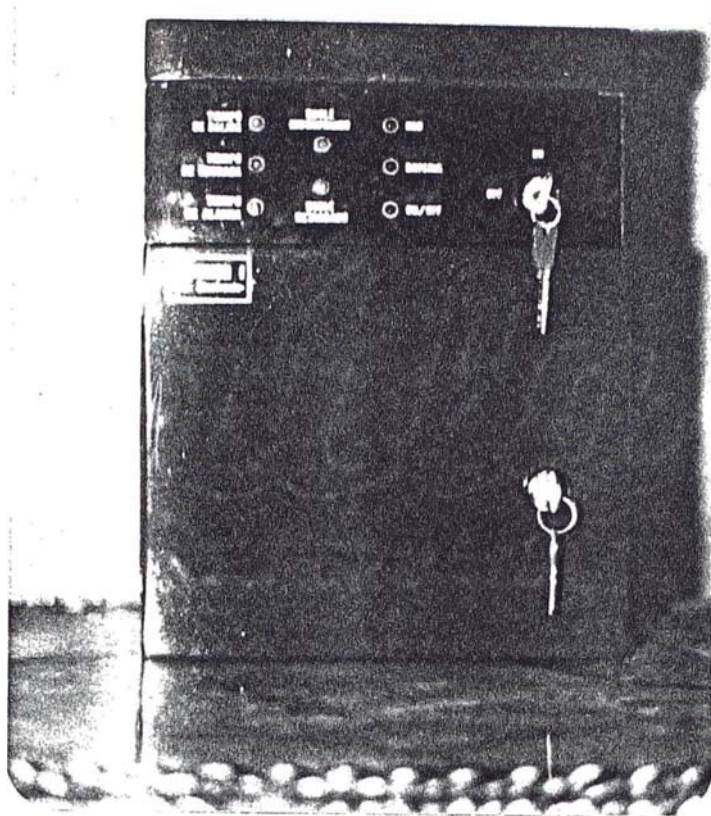


FIGURA 18 - Central con llave de contacto de 2 posiciones ON/OFF (vista superior). Circuito DAY en una llave de contacto de 3 posiciones (vista inferior).

llave de contacto (ON/OFF) deja de tener el control de la central.

En el Apéndice D se presenta el diagrama de conexiones de una central que tiene incorporada un circuito de este tipo, que es activado poniendo la llave de contacto (ON/OFF) en la posición DAY, puenteando los terminales 35 y 36 (REMOTE) y enviando un pulso por los terminales 33 y 34 (PULSE) al presionar un pulsador (push-button).

Al realizar esta operación, la central automáticamente se pone en ON, activándose los circuitos robo/atracó y quedando el circuito DAY desactivado. Esta posición de la central no puede ser alterada por medio de la llave de contacto, debido a que ésta ha perdido el control de la central. Para volver a la situación inicial, se envía otro pulso entre los terminales 33 y 34, quedando nuevamente la central en la posición DAY y recuperando la llave de contacto el control.

3.2. Indicadores de una Central

Los indicadores de una central son, por lo general, ópticos y los más usados en la actualidad son los diodos emisores de luz o LED's (Light-Emitting Diodes) /20/ que informan sobre los diferentes estados de los circuitos que forman la central y sobre la duración de los principales tiempos de temporización.

Entre los indicadores ópticos más importantes tenemos:

a) LED indicador de:

presencia de RED

presencia de BATERIA

- conexión de la central - ON/OFF
- activación del CIRCUITO ROBO
- activación del CIRCUITO ATRACO
- activación del CIRCUITO DAY
- tiempo de salida - T_S
- tiempo de entrada - T_E
- tiempo de alarma - T_A
- alarma memorizada
- conexión del control remoto.

b) Display digital indicador de:

- instante (hora) en que se produjo una alarma
- tiempos T_S , T_E y T_A
- voltaje de la fuente de alimentación
- ventaja de la batería
- número de veces que se han producido alarmas (en las 24 horas del día).

En una central basada en microprocesador sería conveniente la combinación de LED's para la indicación de los estados de los circuitos y de displays alfanuméricos que puedan reportar, mediante un programa establecido, el estado de los demás parámetros de la central. Con la incorporación de los circuitos sintetizados de voz, este reporte bien podría ser hablado.

3.3. Tiempos de una Central Robo/Atraco

Entendiendo que una central Robo/Atraco debe funcionar únicamente cuando el local a proteger se encuentra sin vigilancia, será necesario que el encargado de la central la conecte en el momento de "final de jornada".

La central deberá estar en un lugar protegido y secreto, así como acequible para una fácil y rápida manipulación. La operación de puesta en marcha del Sistema a través de la central será:

1. Conectar la central (paso al estado de vigilancia)
2. Abandonar el local (cierre de puertas).

Si la central fuese operativa desde el primer momento, en la operación de cierre de las puertas de acceso se dispararía la alarma, de un modo inmediato si perteneciese a un bucle de atraco o de un modo retardado si perteneciese a un bucle de robo.

Para evitar este inconveniente se recurre a:

- a) Colocar todos los accesos que debe recorrer el encargado de conectar la central en un bucle de robo.
- b) Introducir en la central un temporizador regulable (entre 0 y 120 segundos) que deje en posición aletargada todos los bucles de robo. De esta manera se dispone de un tiempo conocido como "tiempo de salida", que será el que se disponga para abandonar el recinto desde el momento de conexión de la central.

Se debe puntualizar que toda apertura de un bucle de atraco en cualquier momento posterior a la puesta en marcha de la central, dispararía la alarma.

Cuando al día siguiente se trate de reanudar el trabajo, se abrirá nuevamente la puerta principal que ya se ha establecido estará en un bucle de robo; de esta manera se dispone de la temporización correspondiente a los bucles para desconectar la central, pues de no ser así, se dispararía

la alarma. Este tiempo, es conocido como "tiempo de entrada" que puede ser fijo o variable.

Otro de los puntos interesantes a tener en cuenta, es la necesidad de disponer de un tiempo activo de alarma, llamado "tiempo de alarma", que sea infinito (hasta la desconexión de la central) o bien limitado a una duración fija.

Actualmente y para aplicaciones normales de protección contra intrusos, se prefiere la segunda opción, siempre que el tiempo sea lo suficiente como para hacer desistir al intruso de su acción y lo justo para garantizar al elemento acústico una vida suficientemente rentable. Se utiliza el criterio de obligar a reactivar la central cada 3 ó 4 minutos, para comprobar si la causa de alarma ha desaparecido. Si efectivamente ha cesado, la alarma se desactiva.

3.4. Central Utilizada en el Sistema

Teniendo en cuenta todo lo manifestado anteriormente, a continuación se hace una descripción de la central utilizada en el Sistema propuesto. Figuras 19 y 20.

La central está constituida principalmente por dos entradas para bucles de detección, uno instantáneo o de ATRACO y otro retardado o de ROBO, ambos normalmente cerrados (NC), con la finalidad de tener una señal de alarma instantánea en caso de intrusión por accesos secundarios y un retardo que permita la entrada y salida del usuario por el acceso principal sin generar esta señal.

Lo que recibe la central del bucle de detección es esencialmente un cambio de impedancia de circuito cerrado ($Z = 0$) a circuito abierto ($Z = \infty$) que produce una variación de co-

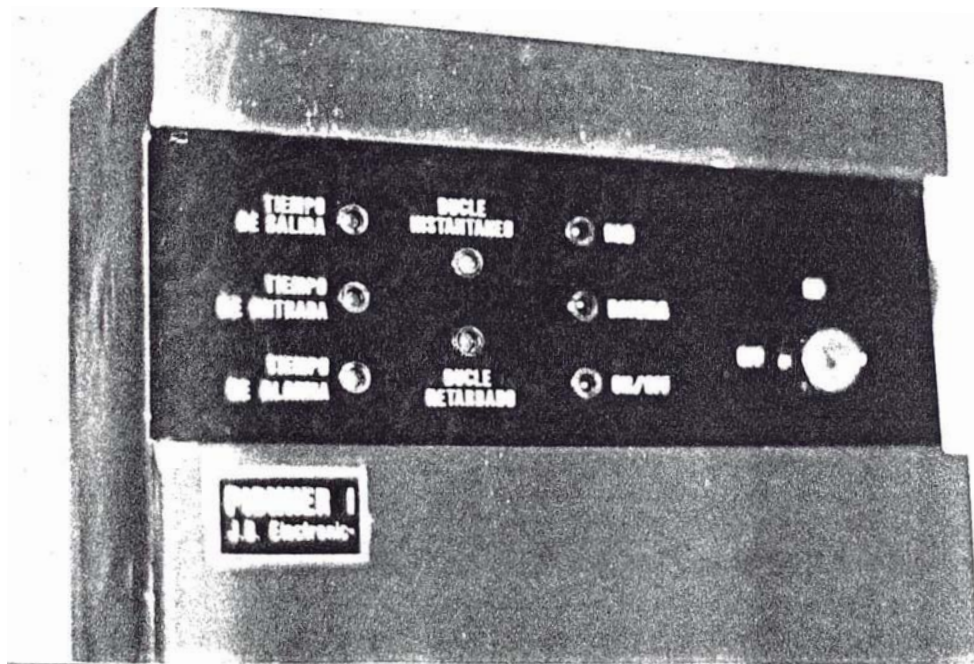


FIGURA 19 - Aspecto exterior de la unidad que contiene la central de alarma. En la vista inferior se pueden apreciar los indicadores ópticos de la central.



FIGURA 20 - Vista del panel frontral de la unidad que contiene la central (parte superior) y el Marcador Telefónico (parte inferior).

riente en el circuito respectivo de la central.

Un circuito lógico es el que procesa las señales de detección para dar prioridades y canalizar la señalización a los respectivos periféricos de salida, que en este caso serían los teléfonos programados en el Marcador Telefónico y sirena exterior autoalimentada. Es en esta parte de la central donde se pueden programar los tiempos del circuito de retardo, como el tiempo de salida (T_S), el tiempo de entrada (T_E); de igual forma también, la duración de la señal de alarma denominada tiempo de alarma (T_A).

En condiciones normales la central se alimenta de la red - (220 VAC - 60 Hz) a través de una fuente regulada que le - suministra los 12 VDC que requiere para su funcionamiento. Esta fuente también alimenta al Marcador Telefónico.

Otra parte de la central son los sistemas de protección contra corte y caída de fluido eléctrico, así como contra elevaciones bruscas de tensión y corriente que puedan destruirla o alterar su normal funcionamiento.

Para tener una visión más concreta de los tiempos programados y del trabajo de la fuente - ya sea por red o batería - así como del estado de los bucles, se ha utilizado indicadores ópticos (LED's).

Un conmutador de llave (ON/OFF) es el que activa la central sirviendo en todo caso de interruptor de anulación de alarma si ésta se hubiese producido, cesando instantáneamente la sirena más no el Marcador Telefónico que seguirá dando el aviso de alarma hasta cumplir su ciclo (detallado en el próximo capítulo) y desactivarse automáticamente.

La señal de salida de esta etapa del Sistema es de $0V_{DC}$ en condiciones normales y de $+ 12 V_{DC}$ en alarma.

A continuación se presentan los diagramas de bloques y de conexiones de la central, indicando los valores de los componentes utilizados en los circuitos; posteriormente se hace una descripción del funcionamiento en base al diagrama de conexiones, se enumeran las características más importantes de la central y se muestran los diagramas de tiempo de los circuitos de robo y atraco desde la conexión (ON) de la central hasta su puesta en estado de "alerta". Asimismo se hace un cálculo de los principales tiempos de la central y por último se presentan los valores de las mediciones hechas experimentalmente.

3.4.1. Diagramas de Bloques y de Conexiones de la Central

Considerando las características generales de toda central y en particular las más adecuadas a nuestro propósito, el diagrama de bloques de la central diseñada para este trabajo es el mostrado en la Figura 21.

Teniendo en cuenta este diagrama de bloques, experimentalmente se llegó al montaje de los circuitos respectivos de cada bloque dando como resultado el diagrama de conexiones mostrado en la Figura 22.

Como complemento de este diagrama de conexiones, se presenta a continuación la simbología y los valores de los componentes utilizados, así como la disposición de estos componentes en la placa de circuito abierto.

a) Simbología utilizada en el diagrama de conexiones (figura 22)

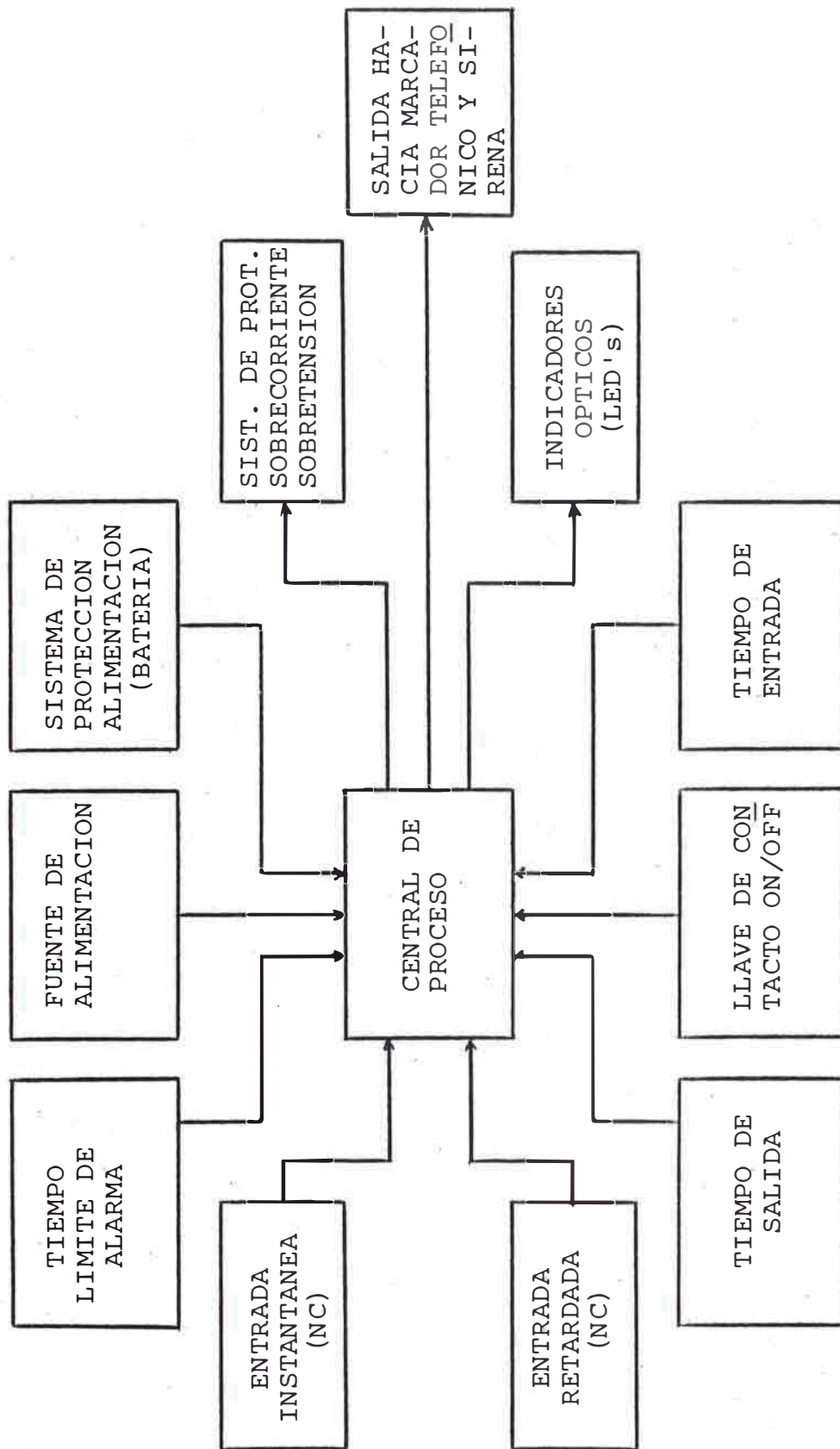



FIGURA 21 - DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA CENTRAL

BAT = batería
BI = bucle instantáneo
BR = bucle retardado
C = condensador
D = diodo
F = fusible
I = circuito integrado
ON/OFF = encendido/apagado
P = potenciómetro
PR = puente rectificador
R = resistencia
RED = alimentación (220 V - 60 Hz)
RE = regulador de tensión
RL = relé
SW = llave del contacto
T = transistor
T_A = tiempo de alarma
T_E = tiempo de entrada
T_R = transformador
T_S = tiempo de salida
V = tensión de polarización o alimentación
V" = tensión de salida de alarma
Z = diodo Zener
 = punto de potencial cero.

b) Componentes de los circuitos de la central utilizada.

- Resistencias: de 1/4 W, R1 ÷ R2 ÷ 1/2 W. Tolerancia 5%

R1 = 1.2 K ohmios R4 = 680 - ohmios

R2 = 100 K ohmios R5 = 1 M ohmios

R3 = 680 - ohmios R6 = 1 K ohmios

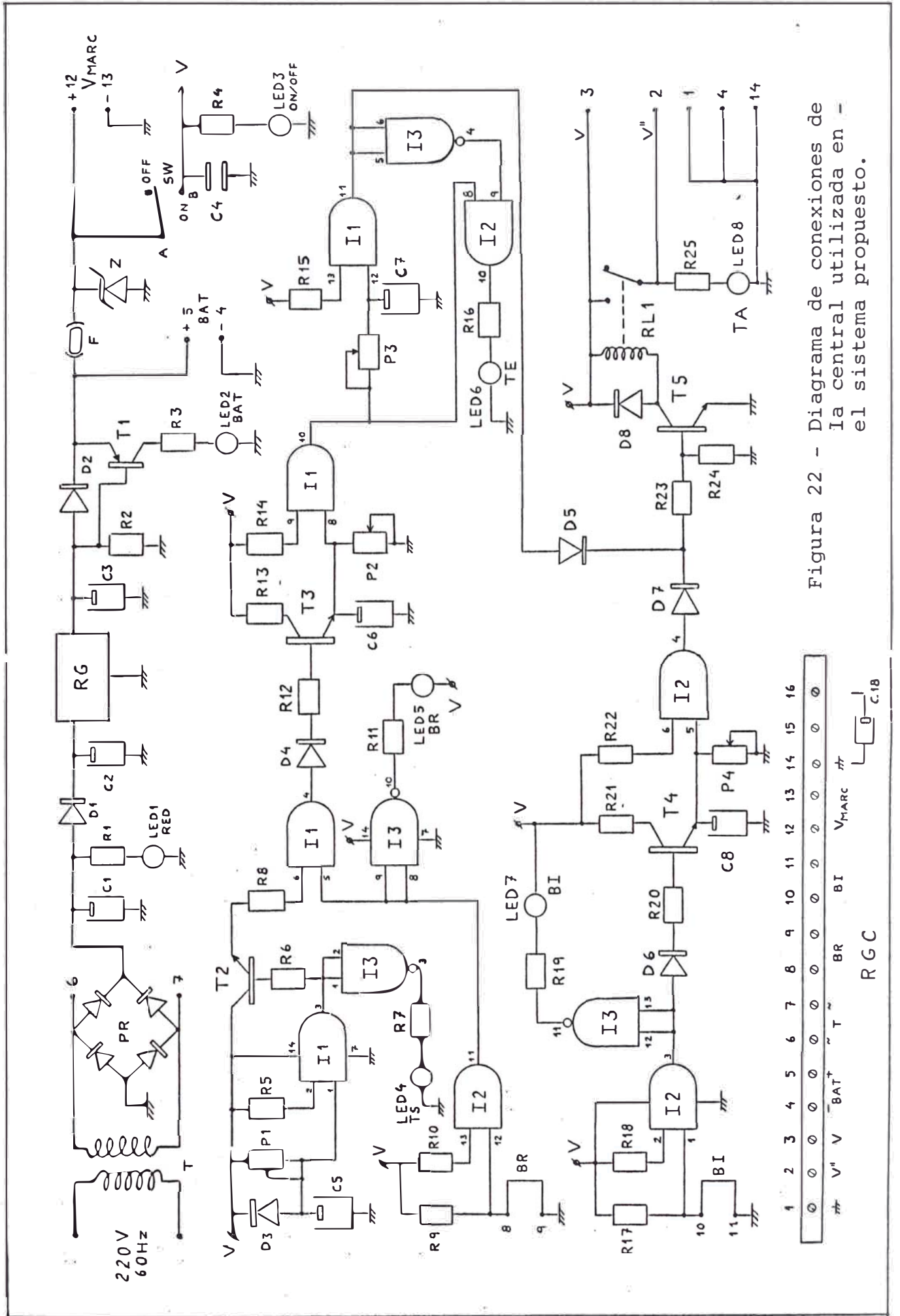


Figura 22 - Diagrama de conexiones de Ia central utilizada en el sistema propuesto.

R7 = 680 - ohmios	R17 = 1 M ohmios
R8 = 1 M ohmios	R18 = 1 M ohmios
R9 = 1 M ohmios	R19 = 560 - ohmios
R10 = 1.2 M ohmios	R20 = 10 K ohmios
R11 = 560 - ohmios	R21 = 1 K ohmios
R12 = 10 K ohmios	R22 = 1 M ohmios
R13 = 1 K ohmios	R23 = 4.7 K ohmios
R14 = 1 M ohmios	R24 = 100 K ohmios
R15 = 1 M ohmios	R25 = 680 - ohmios
R16 = 680 - ohmios	

- Condensadores:

C1 = 2,200 μ f - 35 V - electrolítico
C2 = 10 μ f - 25 V - electrolítico
C3 = 10 μ f - 16 V - electrolítico
C4 = 100 nf cerámico
C5 = 1,000 μ f - 25 V - electrolítico
C6 = 1,000 μ f - 25 V - electrolítico
C7 = 1,000 μ f - 25 V - electrolítico
C8 = 1,000 μ f - 25 V - electrolítico
C18 = 2.2 μ f - 63 V - electrolítico

- Diodos:

D1 = D2 = D8 = 1N 4001
D3 = D4 = D5 = D6 = D7 = 1N 4148
Z = 15 V - 1/2 W.

- Potenciómetros:

P1 = P2 = P3 = P4 = 470 Kohmios 1/4 W

- Transistores /25/:

T1 = BD 138

T2 = T3 = T4 = BC 149C

T5 = BC 237C

- LED's :

LED1 = LED2 = LED3 = color ROJO

LED4 = LED6 = LED8 = color VERDE

LED5 = LED7 = color AMARILLO

- Circuitos Integrados /24/ (APENDICE A):

I1 = I2 = 4081B (Quad 2 - Input AND Gate)

I3 = 4011B (Quad 2 - Input NAND Gate)

- Transformador:

220 V_{AC} / 15 V_{AC} - 2A

- Puente rectificador (APENDICE B):

BY 179

- Regulador de tensión /26/ (APENDICE B):

7812

- Fusible:

1A

- Batería:

12V - 6Ah, electrólito gelificado con cubierta de plomo, sin mantenimiento. APENDICE B.

- Relé:

12 V - 1 A, National

- Llave de contacto de 2 tiempos - ON/OFF

- Regleta de conexión de 16 pines: RGC

- Placa de circuito impreso de fibra de vidrio cubierta

de cobre en una proporción de 1 onza/cm² a doble cara.
Dimensiones: 19 x 7.5 cms. Figuras 23 y 24.

- Alambres de tipo telefónico con aislamiento de polietileno y cubierta de PVC (cloruro de polivinilo).

c) Disposición de las componentes en la placa de circuito impreso.

Tratando de conseguir una distribución ergonómica de los componentes de los circuitos de la central se llegó a la disposición presentada en la Figura 25.

3.4.2. Funcionamiento de la Central

Según el diagrama de conexiones de la central (Figura 22), al poner la llave de contacto (SW) en la posición ON, se polariza la central, esto quiere decir que aparece inmediatamente la tensión de 12 V_{DC} de la fuente regulada en el circuito de atraco más no en el de robo.

Para que este circuito sea polarizado tiene que transcurrir un tiempo establecido, al que hemos llamado tiempo de salida (T_S) y que está dado por el tiempo que tarda en cargarse el condensador C5 a través del potenciómetro P1, hasta tener una tensión de nivel alto ("1" lógico) que puede cambiar el estado de salida de la puerta lógica (pin 3 de I1).

En el transcurso de esta T_S, la apertura del bucle retardado (robo) no repercutirá como señal de alarma en la central, siempre y cuando haya sido restablecida la posición normal del bucle (NC) antes de la finalización de T_S. Finalizado este tiempo, la central entra a funcionar en el -

estado de "alerta" para ambos circuitos.

Una alteración de la impedancia del bucle de atraco (apertura) genera un nivel de tensión alto (nivel "1" lógico) en la salida de la puerta AND (pin 3 de I2), por lo tanto, también en la base del transistor T3, saturándolo y haciendo que C8 se cargue rápidamente por la gran corriente de emisor generada a partir de la resistencia R21 de bajo valor. Este nivel alto en el pin 3 de I2 generará un nivel bajo (nivel "0" lógico) de tensión en el pin 11 de I3 y por lo tanto el encendido del LED7.

Por otro lado, la carga de C8 hará que el pin 4 de I2 tenga un nivel "1" que saturará al transistor T5 y la corriente de colector originada excitará al relé RL1 para cerrar sus contactos y por consiguiente la activación de la alarma (sirena y marcador telefónico), así como el encendido del LED8.

Esta situación permanecerá invariable hasta que sea desconectada la central (llave de contactor en OFF) o sea repuesto el bucle en su posición normal (NC); si ocurre lo segundo, el LED7 se apagará (indicando nuevamente posición correcta), debido a que la tensión en el pin 11 de I3 cambia a un nivel "1". Por lo que se puede apreciar, el LED7 se encenderá sólo cuando el bucle esté abierto, por lo tanto, será un indicador del estado del bucle instantáneo.

Asimismo, si el bucle es repuesto, el transistor T4 pasará al estado de "corte", lo cual hará que C8 se descargue por el potenciómetro P4 en forma lenta, hasta llegar a un nivel "0" en que "cortará" al transistor T5, haciendo que el

relé RL1 recupere su posición inicial y por lo tanto desconectando la alarma y apagando el LED8.

El tiempo que C8 tarda en descargarse es lo que va a durar la activación de la alarma, una vez repuesto el bucle. Este tiempo es variable debido al potenciómetro P4.

De igual forma, una alteración de la impedancia del bucle - de robo generará una tensión de nivel "1" en los pines 8 y 9 de I3, haciendo que el pin 10 vaya al nivel "0" encendiendo el LED5.

Por otro lado, el pin 5 de I1 también estará en nivel "1", lo cual hará que el transistor T3 entre en "saturación" y la corriente de emisor cargue rápidamente al condensador C6, debido al bajo valor de R13.

Este nivel alto del condensador C6 hará que el pin 10 de I1 presente un nivel "1" a la siguiente etapa, encendiendo el LED6 (ya que en el pin 9 de I2 existe también un nivel "1") y cargando C7 a través del potenciómetro P3 hasta llegar a un nivel alto que apagará el LED6 y accionará la alarma por la excitación del relé RL1 debido a la saturación de T5.

Aquí se puede apreciar que el LED6 está encendido el tiempo que tarda C7 en cargarse, que es el mismo tiempo transcurrido desde que se abrió el bucle hasta que se activó la alarma. Entonces se puede decir en este caso, que este LED indica el tiempo de entrada (T_E) porque el bucle aún no se habría repuesto a su posición normal.

Si se diera el caso de abrir y cerrar seguidamente, de forma rápida el bucle, C6 se cargaría y C7 empezaría a hacer-

lo cuando aquel (C6) iniciara su descarga. Por lo tanto si se descarga C6 antes de que C7 se cargue, no se llegaría a activar la alarma ni el LED6 indicaría el tiempo de entrada. Para evitar esta posibilidad, P2 debe ser de un valor suficiente como para hacer que la descarga de C6 sea más lenta que la carga de C7 y así asegurar la activación de la alarma como es el propósito del circuito. Entonces si se podría decir que el LED6 indica el tiempo de entrada, sea cual fuese el estado del bucle.

Si la alarma ha sido activada y el bucle no ha sido repuesto a su posición normal, ésta seguirá activada hasta que se desconecte la central por la puesta en OFF de la llave de contacto o hasta que se reponga el bucle a su estado original, más un tiempo adicional establecido en 3 minutos (para homologarlo según normas europeas /2/), tiempo que tardará en descargarse C6 primero y C7 posteriormente.

Si se abre y cierra el bucle durante el tiempo de entrada, al término de éste, se accionará la alarma durante 3 minutos solamente.

Como se puede ver en el diagrama de conexiones de la central (Figura 22), el LED8 indicará el tiempo de alarma para ambos bucles, ya que estará encendido sólo el tiempo que esté activada la alarma, por su conexión en paralelo con la sirena y el Marcador Telefónico.

También se puede apreciar que el LED5 sólo permanece encendido cuando el bucle de robo está abierto. Por lo tanto, será un indicador del estado del bucle retardado.

3.4.3. Características

En esta parte del capítulo se presentan las características más importantes de la central. Primero se describirán las características de la fuente de alimentación que comprende: transformación, rectificación filtrado y regulación, así como los circuitos de protección e indicación, para posteriormente pasar a la descripción de los circuitos lógicos.

Las características que presenta la central, según el orden anteriormente establecido, son las siguientes:

1. La central tiene una fuente de alimentación con etapas de transformación, rectificación, filtrado y regulación
Entrada de la fuente de alimentación:

220 V 60 Hz

Salida: 12 V_{DC} - 1 A

2. La etapa de transformación se realiza a través de un transformador de 220 V_{AC}/15 V_{AC} de 2 amperios.
3. En la etapa de rectificación, se utiliza un rectificador de onda completa tipo "puente".

Las ventajas de utilizar este rectificador sobre el de "dos diodos" son las siguientes /18/:

- a) Las corrientes de los devanados primario y secundario del transformador son senoidales, por consiguiente puede emplearse un transformador más pequeño para la misma salida.
- b) Se utiliza un transformador sin toma central, por lo tanto, cada diodo sólo soporta, en el ciclo inverso,

la tensión del transformador.

Otra forma de interpretar la primera ventaja sería que en el rectificador de onda completa tipo "puente", las potencias de los devanados primario y secundario y, por lo tanto también la potencia del transformador, son iguales:

$$P_1 = P_2 = P_T$$

donde P_1 : potencia del devanado primario

P_2 : potencia del devanado secundario

P_T : potencia del transformador

y según Kaganov /18/:

$$P_T = 1.23 P_d \quad (1)$$

donde P_d : valor medio de la potencia continua (rectificada).

En un rectificador de onda completa de "dos diodos" se tiene:

$$P_T = \frac{P_1 + P_2}{2} = 1.48 P_d \quad (2)$$

De las ecuaciones (1) y (2), se puede concluir que con el rectificador tipo "puente" se emplea menos el transformador por lo tanto, se puede emplear uno más pequeño para la misma carga de trabajo.

Suponiendo una corriente de carga máxima de 1A DC (según medición experimental, es de 450 mA), se tendría según Millman /20/:

$$I_{DC} = \frac{2 \sqrt{2}}{\pi} I_{rms}$$

entonces:

$$I_{rms} = \frac{\pi}{2 \sqrt{2}} I_{DC} \quad (3)$$

donde I_{DC} : valor de corriente continua

I_{rms} : valor eficaz de la corriente

reemplazando $I_{DC} = 1 \text{ A}$ en la ecuación (3) se obtendría:

$$I_{rms} = 1.1 \text{ A}$$

Por lo tanto un transformador con relación de transformación de 220 V/15 V y 1.5 A de corriente de secundario sería suficiente para la fuente de alimentación del Sistema propuesto.

Como se ha utilizado un transformador de 2A, los 0.5 A restantes pueden ser utilizados para adicionar sensores volumétricos al Sistema.

4. La fuente de alimentación utiliza un filtro capacitivo (C1), como se muestra en el diagrama de conexiones de la central, Figura 22.

Este filtro es más efectivo en los circuitos con pequeñas corrientes de carga (grandes resistencias de carga R_C), puesto que sería más fácil alcanzar la desigualdad

$$R_C \gg \frac{1}{\omega \cdot C1} \quad (4)$$

incluso para pequeños valores de la capacidad C1 /20/: En la Figura 26 se muestra que R_C es la resistencia equivalente que "vería" el condensador C1.

En la Figura 27, R_{LED1} , R_{D1} son las resistencias de los diodos en conducción LED1 y D1 respectivamente que son equivalentes a (según medición experimental):

$$R_{LED1} = 60 \text{ ohmios}$$

$$R_{D1} = 20 \text{ ohmios}$$

del mismo modo, la impedancia que presenta el condensador C2 (Z_{C2}) a la corriente continua es muy alta, por lo tanto se aproxima a un circuito abierto y por otro

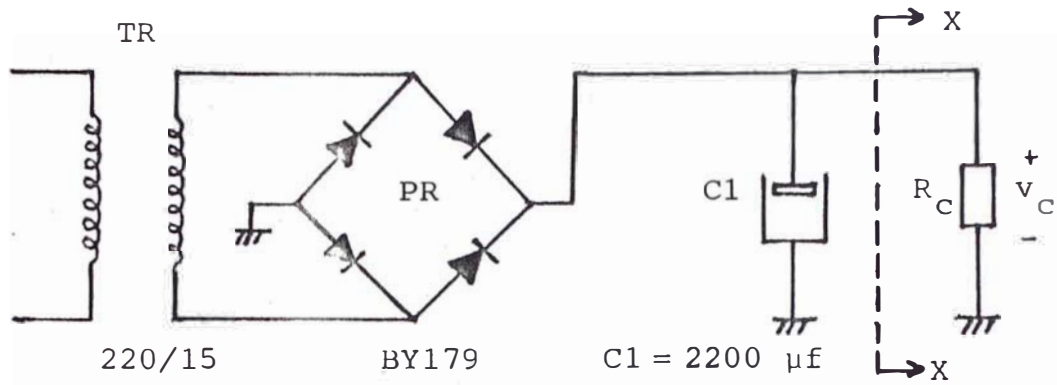


FIGURA 26 - Filtro capacitivo de la fuente de alimentación de la central. R_C es la resistencia de carga del circuito.

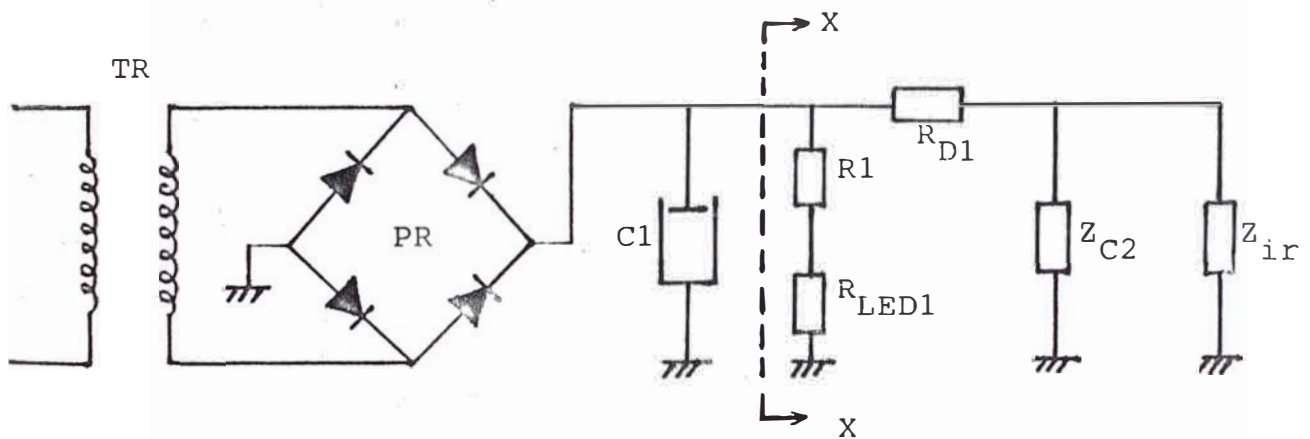


FIGURA 27 - Impedancias vistas por el filtro capacitivo de la central.

lado, la impedancia de entrada del regulador se puede considerar resistiva y de valor $Z_{ir} = 20$ ohmios (medida experimentalmente), en consecuencia reemplazando valores en el circuito de la Figura 27, se tiene que:

$$R_C = (R_1 + R_{LED1}) \parallel (R_{D1} + Z_{ir})$$

$$R_C = (1.2K + 60) \parallel (20 + 20) \text{ ohmios}$$

$$R_C \sim 40 \text{ ohmios}$$

si $\omega = 2 \pi f$, donde $f = 60$ Hz y $C_1 = 2,200 \mu f = 2,200 \times 10^{-6}$ faradios

reemplazando en la ecuación (4), se tendría:

$$R_C \gg \frac{1}{\omega C_1}$$

$$40 \gg \frac{1}{2 \pi (60) (2,200 \times 10^{-6})}$$

$$40 \gg \frac{10^3}{264 \pi}$$

$$40 \gg 1.2$$

con lo cual se justifica el uso de C_1 como filtro capacitivo en la fuente de alimentación de la central.

5. La regulación es realizada por un circuito regulador de tensión de $12 V_{DC}$, formado por el regulador de tensión integrado 7812 con salida de 12 V y 1 A /26/ y los condensadores de desacoplo C_2 y C_3 de $10 \mu f/16$ V.

Estos condensadores C_2 y C_3 , eliminan el ruido residual derivado. El 7812 admite hasta 35 V de entrada.

6. La fuente de alimentación cuenta con un circuito indicador de presencia de RED, formado por la resistencia R_1 y el LED1, conectado en paralelo a C_1 , según la Figura 22.

El LED1 se enciende cuando la central está conectada a la RED, indicando por lo tanto, su presencia en el funcionamiento del Sistema.

7. La fuente de alimentación cuenta también con un circuito cargador e indicador de presencia de BATERIA por LED. En presencia de RED, el LED está apagado y la batería se mantiene a un nivel de carga. En ausencia de RED (corte de fluido eléctrico) o en caso de "caída de tensión" (nivel por debajo de los $220 V_{AC}$), se enciende el LED y entra a trabajar la batería. En caso de reposición de la RED, la batería entra en un proceso de carga hasta recuperar su nivel inicial.

Este circuito está formado por las resistencias R2 y R3, por el diodo D2, por el transistor T1 y por el LED2. Los terminales 4 y 5 van a la batería según la polaridad indicada en la Figura 22.

8. La protección de los componentes electrónicos de la central (y en general del Sistema) lo realiza un circuito de protección contra sobrecorrientes y sobretensiones /9/.

Este circuito compuesto por un fusible (F) y un diodo Zener (Z), proporciona una forma eficaz de protección para evitar daños irreparables en los componentes, especialmente en los circuitos integrados.

Este circuito es efectivo únicamente, cuando la fuente de alimentación incluye un regulador de voltaje. Estos reguladores ya sean discretos o integrados, también están sujetos a fallas, por lo tanto, una avería en es-

tos reguladores podría causar considerables daños en los circuitos de mayor sensibilidad.

La tensión del diodo Zener (V_Z) debe elegir 2 ó 3 voltios mayor que la tensión de salida de la fuente de alimentación. Obviamente esta tensión (V_Z) debe ser inferior a la tensión máxima entregada por la fuente, y por supuesto inferior a la máxima tensión soportable por los componentes. Como se está trabajando con circuitos integrados de tecnología CMOS o COS/MOS (Complementary Symmetry Metal - Oxide Semiconductor) en donde el valor máximo de tensión es de 18 V (valores superiores causan daños irreparables a estos circuitos /29/ y el valor recomendable de 15 V (para CMOS con rango de temperatura intermedia HCF); y por otro lado con tensión de fuente de alimentación de 12 V, se ha elegido un diodo Zener con tensión de "ruptura" o "avalancha" de 15 V.

Por lo general, el diodo Zener permanecerá inactivo en tanto no suceda nada anormal. Tan pronto como la tensión de salida de la fuente de alimentación supere el umbral previsto, el diodo Zener entrará en conducción, evitando que la tensión en sus extremos siga aumentando. En ese momento el diodo Zener dejará pasar una corriente de elevado valor que causará la destrucción del fusible.

Esto evidentemente, obliga a elegir una corriente nominal para el fusible al menos mayor que la consumida por el circuito utilizado. Por lo tanto, como la medida experimental de la corriente máxima consumida por los circuitos de la central, Marcador Telefónico y sirena es de 580 mA. (y

considerando picos transitorios de unos 600 mA), el valor de corriente nominal escogido para el fusible ha sido de 1A.

De manera simultánea, este fusible también actúa como protector contra cortocircuitos. En este caso el diodo Zener también funciona como limitador de tensión (aproximadamente 0.7 V) cuando la batería es conectada con la polaridad invertida.

9. La central consta de 2 entradas de bucle, una instantánea y otra retardada, ambas normalmente cerradas (NC). Por lo tanto la conexión de los sensores en los bucles de detección es en serie.

10. La central es conectada por una llave de contacto de dos tiempos: ON/OFF.

Al conectar la central (puesta en ON la llave de contacto) también se da tensión de alimentación al Marcador Telefónico y a la sirena.

11. Se ha utilizado tecnología CMOS en los circuitos integrados lógicos que constituyen la central, por su bajo consumo de potencia en estado de operación (aproximadamente 100 veces inferior al consumo de circuitos TTL), por la mayor confiabilidad en su funcionamiento debido a un rango de tensión de alimentación más amplio y por su gran inmunidad al ruido que en general es del orden del 45% de V_{DD} (tensión de alimentación) /17/. Ver Apéndices A y B.

12. La central cuenta con los siguientes indicadores ópticos:

- presencia de RED, LED rojo - LED1.
- presencia de BATERIA, LED rojo - LED2.
- conexión de la central ON/OFF, LED rojo - LED3.
- estado de bucle instantáneo, LED amarillo - LED7.
- estado del bucle retardado, LED amarillo - LED5.
- tiempo de salida, LED verde - LED4.
- tiempo de entrada, LED verde - LED6.
- tiempo de alarma, LED verde - LED8.

13. Como sistema de protección contra caídas de tensión y corte de fluido eléctrico (RED), la central cuenta con una batería de 12V - 6Ah, de electrolito gelificado con cubierta de plomo. No necesita mantenimiento (Apéndice B).

14. El rango de temperatura de trabajo de los circuitos integrados y por lo tanto de la central (por ser los de mayor sensibilidad) es de -40 a 85°C /30/.

15. Se ha utilizado alambre forrado para las distintas conexiones entre la placa de circuito impreso de la central y los dispositivos exteriores como la batería, transformador, llave de contacto; así como en las conexiones entre la central, Marcador Telefónico, sirena, sensores y microinterruptores de protección (bucle de sabotaje).

16. Otra de las características de la central utilizada - es que cuenta con bucles de sabotaje contra corte de cables de conexión entre la central y sirena. Así como contra desplazamientos de la central, es decir, al ser movida de su posición establecida (fija), la central se acti

va dando una señal de alarma.

Cabe anotar que por razones de seguridad del Sistema, no se indicarán los tipos de sensores utilizados en estos bucles, ni sus ubicaciones dentro del Sistema.

Para esclarecer mejor el rango de caída de tensión de RED en el cual el Sistema trabaja normalmente, se presentan a continuación unos cálculos aproximados basados en mediciones hechas en forma experimental.

a) Cálculo de la caída de tensión de la RED para que entre a trabajar la batería.

Experimentalmente se ha comprobado que cuando la tensión de salida del regulador de 12 V (tensión de regulación del 7812 utilizado), disminuye a 10.6 V, la batería es la que alimenta al Sistema.

También se ha comprobado que por debajo de su tensión de regulación (12 V), la tensión de entrada del regulador es la misma que la de salida; para esto se conectó una fuente DC variable a la entrada del regulador y se midió la tensión en su salida (con el Sistema en reposo), disminuyendo la tensión de la fuente DC por debajo de 12 V.

Por lo tanto, cuando la tensión de salida del regulador es de 10.6 V, la tensión de entrada del mismo es también de 10.6 V y la del ánodo del diodo D1 (Figura 22) es por consiguiente, 11.3 V.

Si para: $V_{\text{rms}}(\text{secundario}) = 15 \text{ V}$

la tensión pico es: $V_m = 15 \sqrt{2} = 21.21 \text{ v}$

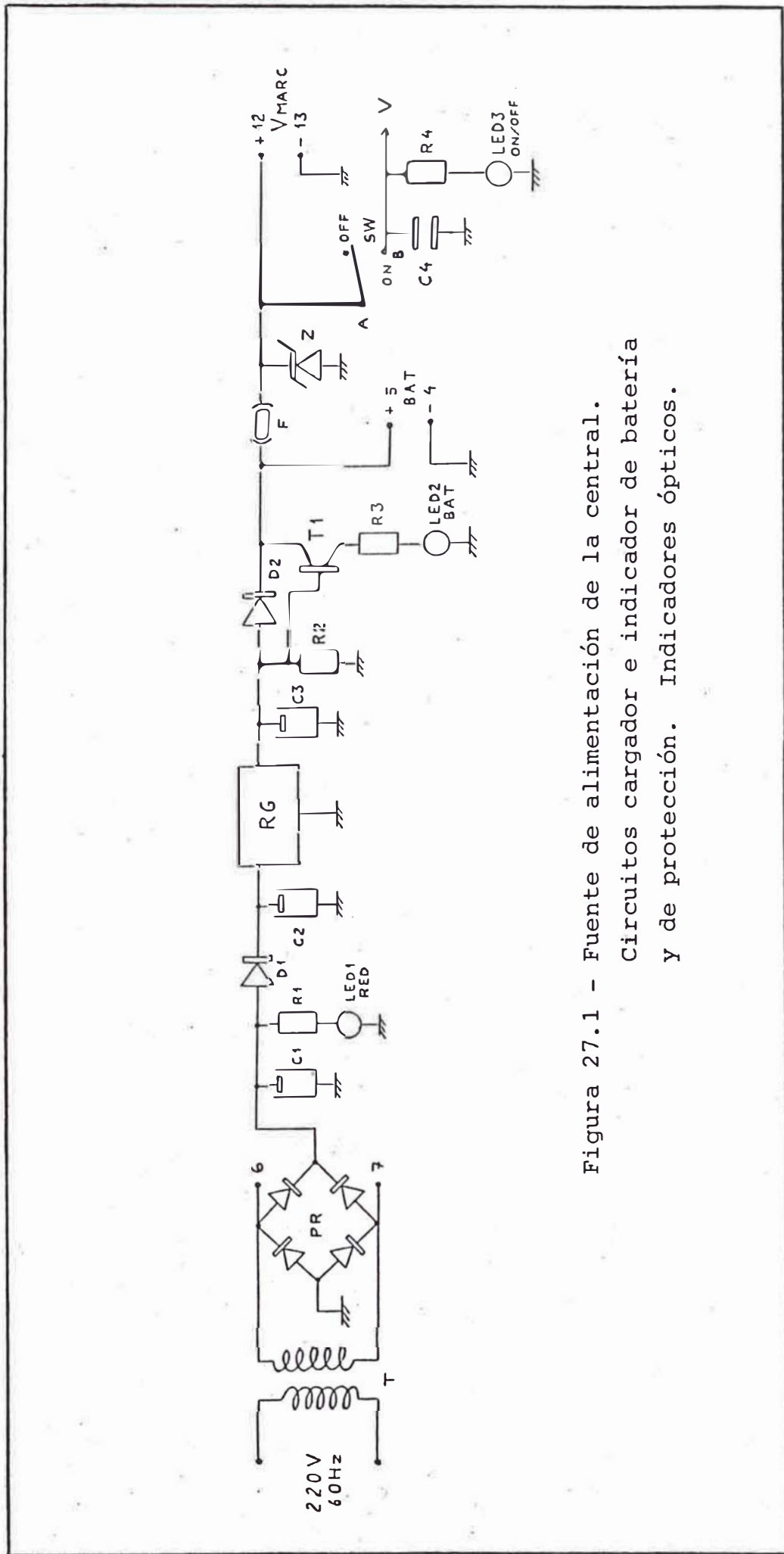


Figura 27.1 - Fuente de alimentación de la central.
 Circuitos cargador e indicador de batería
 y de protección. Indicadores ópticos.

y la tensión en la salida del rectificador (PR) medida experimentalmente es: $V_{DC} = 18.5 \text{ V}$

Según Millman /20/, se sabe que:

$$\frac{V_r}{2} = V_m - V_{DC} \quad (5)$$

donde V_r es la tensión de rizado. Figura 28.

Reemplazando valores en la ecuación anterior, se tiene:

$$V_r = 2(21.21 - 18.5) = 5.42 \text{ V}$$

Suponiendo que la tensión de rizado V_r sea la misma (considerando el alto valor de C_1) cuando en la salida del rectificador (PR) haya 11.3 V, se tendría: $V_{DC} = 11.3 \text{ V}$

y por lo tanto en (5):

$$V_m = V_{DC} + \frac{V_r}{2} = (11.3 + 2.71) \text{ V}$$

$$V_m = 14.01 \text{ V}$$

La tensión eficaz en el devanado secundario sería entonces:

$$V_{\text{rms}}(\text{secundario}) = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = \frac{14.01}{\sqrt{2}} \text{ V}$$

$$V_{\text{rms}}(\text{secundario}) = 9.9 \text{ V}$$

Si la relación de transformación es 220/15, se tiene por lo tanto:

$$V_{\text{rms}}(\text{primario}) = \frac{9.9 \times 220}{15} = 145.2 \text{ V}$$

$$V_{\text{rms}}(\text{primario}) = 145 \text{ V}$$

Esto quiere decir que mientras la caída de tensión de RED no llegue hasta $145 V_{AC}$, el Sistema se alimentará de la RED. Para tensiones inferiores a ésta, empieza a trabajar la batería.

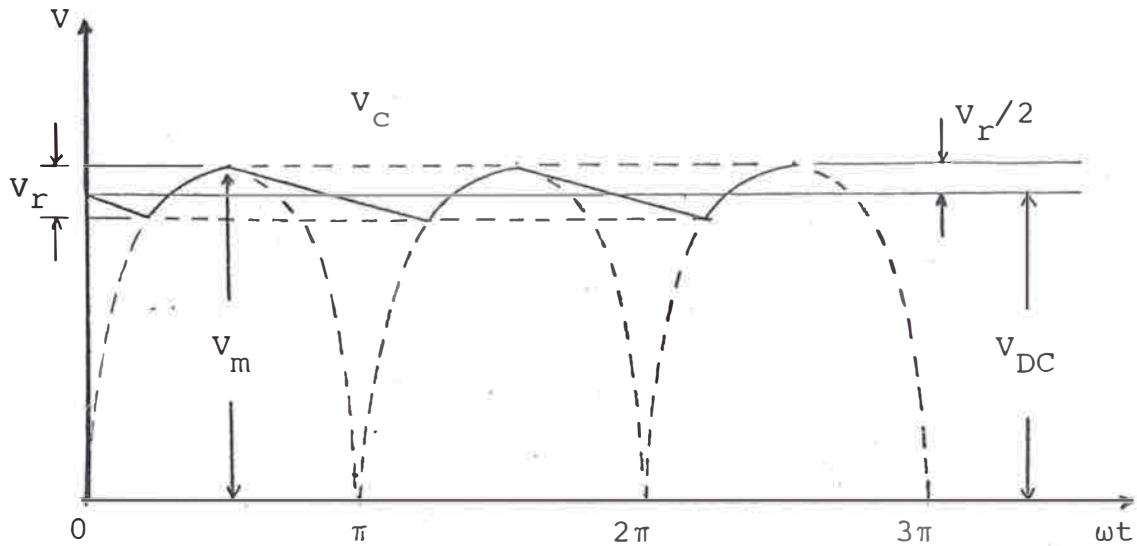


Figura 28 - Forma de onda aproximada de la tensión en la carga v_c , en un rectificador de onda completa con filtro por condensador.

b) Cálculo de la caída de tensión de la RED para que el sistema deje de funcionar.

Experimentalmente se ha comprobado que el Sistema trabaja hasta con $9 V_{DC}$ de tensión de alimentación.

Según la figura 22 si en la salida del regulador se tiene 9 V, entonces en el cátodo del diodo D1 también se tendrá 9 V. En el ánodo del mismo diodo la tensión será de 9.7 V, que es la misma tensión en la salida del puente rectificador (PR).

Si suponemos otra vez que la tensión de rizado V_r no varía debido al alto valor de la capacidad de $C1$, se tendría de la ecuación (5):

$$V_m = V_{DC} + \frac{V_r}{2} = (9.7 + 2.71) \text{ V}$$
$$V_m = 12.41 \text{ V}$$

y por lo tanto:

$$V_{\text{rms}}(\text{secundario}) = \frac{V_{\text{max}}}{\sqrt{2}} = \frac{12.41}{\sqrt{2}} \text{ V}$$
$$V_{\text{rms}}(\text{secundario}) = 8.78 \text{ V}$$

Si la relación de transformación es 220/15, se tendrá - entonces que la tensión en el devanado primario será:

$$V_{\text{rms}}(\text{primario}) = \frac{8.78 \times 220}{15} = 128.77$$
$$V_{\text{rms}}(\text{primario}) = 129 \text{ V}$$

Esto significa que si no hubiese batería como sistema de alimentación alternativo, el Sistema funcionaría hasta con caídas de tensión de RED de casi 90 V.

Por último, para concluir las características de la central, se puede decir, que tanto la central como el Marcador Telefónico, están ubicados en la misma caja metálica, diseñada especialmente para este propósito. Las características de la caja metálica, así como de la sirena serán presentadas posteriormente.

3.4.4. Diagramas de Tiempos de los Circuitos de Robo y Atraco

En las Figuras 29 y 30 se pueden apreciar las secuencias de trabajo de la central desde el momento que es conectada (ON) hasta que recupere su posición de "alerta", es decir, hasta que sea capaz nuevamente de poder detectar otras alteraciones de los bucles, después de haber sido alterados los circuitos de robo y atraco y repuestos los bu

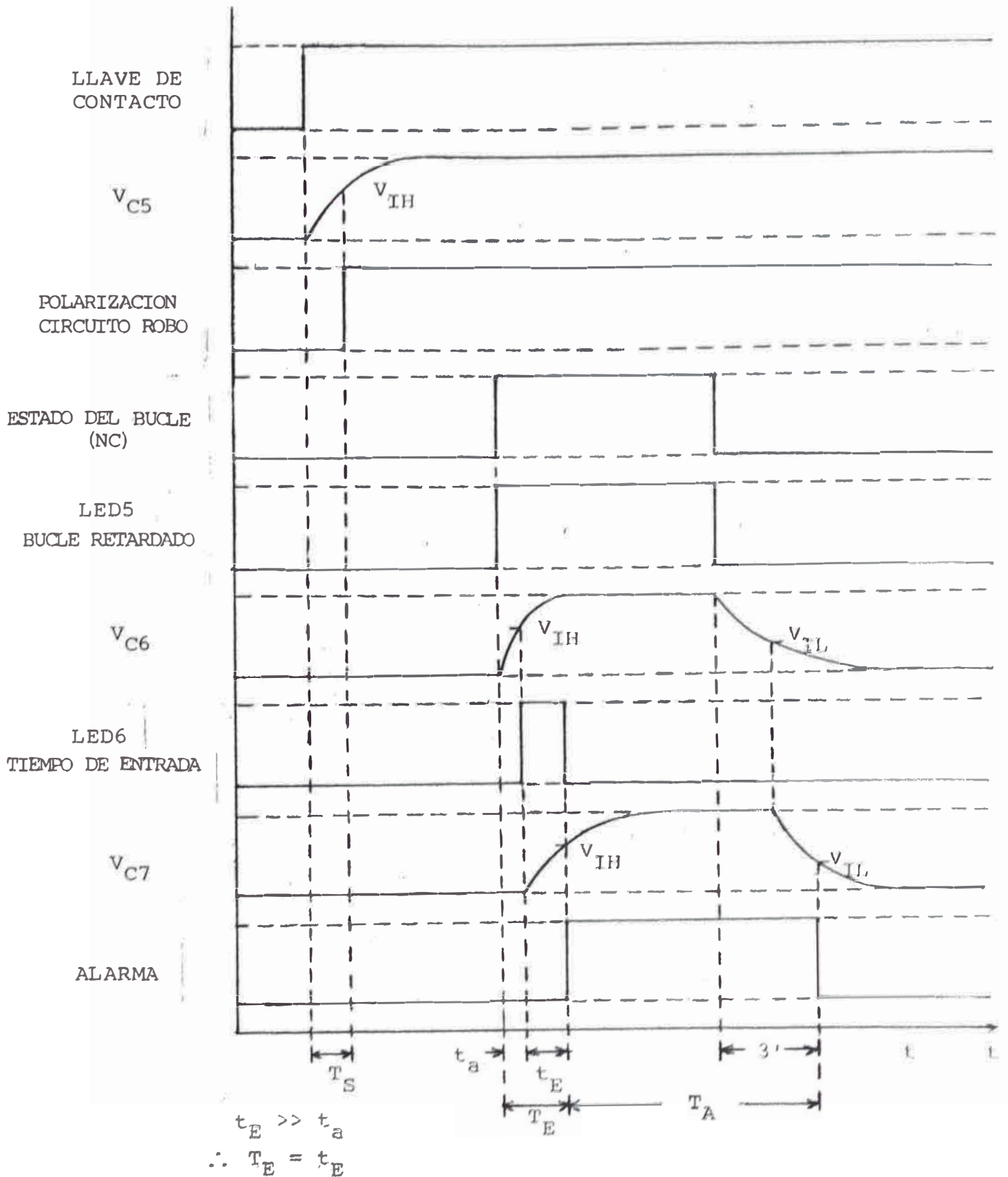


FIGURA 29 - Diagrama de tiempos del circuito de robo de la central.

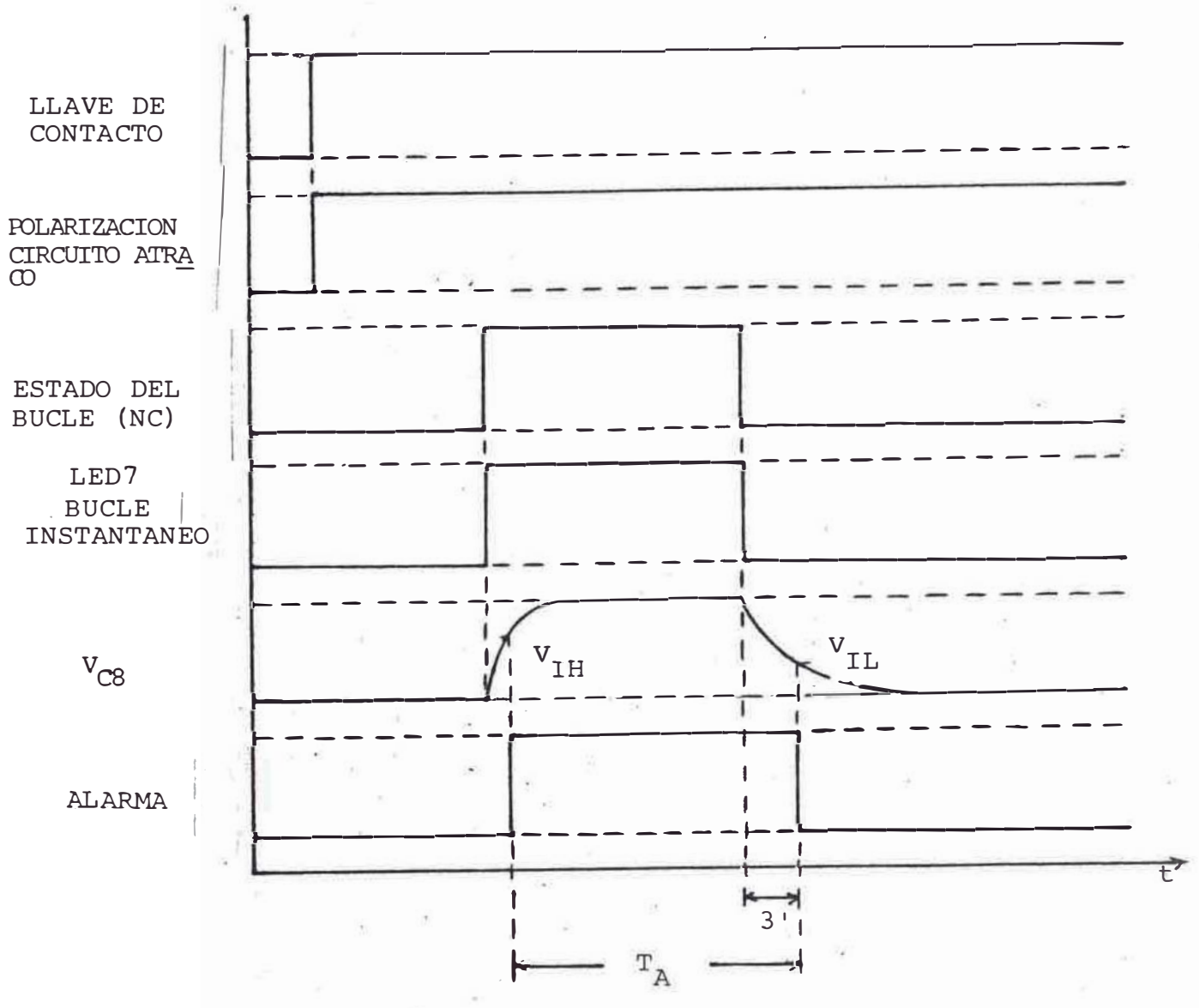


FIGURA 30 - Diagrama de Tiempos del circuito de atraco de la central.

cles respectivos.

3.4.5. Cálculo de los Principales Tiempos de la Central

Como todas las circunstancias en las cuales se hace uso de un Sistema de Seguridad, no son iguales, debido principalmente al tiempo mínimo que emplea el usuario para llegar a la central desde el acceso principal y viceversa, es que los tiempos T_S y T_E no pueden ser fijos sino ajustables de acuerdo a cada circunstancia.

De igual forma, como actualmente no hay ninguna normalización en el país respecto a los Sistemas de Seguridad y por lo tanto a la duración del tiempo de alarma (una vez repuesto el bucle a su posición normal) es que este tiempo debe ser también ajustable.

Por lo tanto es necesario precisar los rangos entre los cuales varían estos tiempos para posteriormente fijarlos a los valores más recomendables.

Seguidamente se presentan los cálculos de los tiempos de salida, entrada y de alarma (este último tanto para el circuito de robo como para el de atraco), de la central, además se indican los valores a los cuales han sido fijados en la práctica, teniendo en cuenta el tiempo mínimo que se tardaría en llegar a la central desde el acceso principal, considerando que este Sistema de Seguridad es para el Laboratorio de Electrónica.

a) Cálculo del Tiempo de Salida.

El tiempo de salida depende directamente del tiempo que tarda en cargarse el condensador C5 a través del potenciómetro P1, debido al alto valor de la impedancia de -

entrada (10^{12} ohmios) de los circuitos CMOS, desde el momento que es conectada (ON) la central hasta que la tensión en este condensador sea igual a 5 V (V_{IH} - High Level Input Voltage /30/; valor de tensión que hará conducir al transistor T2 y apagar el LED4 indicador de T_S (Figura 22).

El valor de tensión V_{IH} fue medido experimentalmente entre los pines 1 y 7 de I1.

De la curva de carga típica de un condensador en un circuito RC en régimen transitorio /8/, se tiene la ecuación (Figura 31):

$$v_c = V (1 - e^{-t/RC}) \quad (6)$$

y despejando el tiempo "t":

$$t = - RC \ln \left(1 - \frac{v_c}{V} \right) \quad (7)$$

si: $v_c = v_{C5} = 5 \text{ V}$

$$V = 11.2 \text{ V}$$

$$R = 470 \text{ Kohmios (valor total de P1)}$$

$$C = C5 = 1,000 \text{ } \mu\text{f}$$

sustituyendo estos valores, en la ecuación (7) se tendrá:

$$t = 277.6 \text{ seg.}$$

$$t = 4 \text{ min } 37 \text{ seg.}$$

Esto quiere decir que se dispone de un tiempo variable de 0 a 4 minutos 37 segundos como Tiempo de Salida T_S , variando el potenciómetro P1 de 0 a 470 Kohmios.

En la práctica el Tiempo de Salida de la central se ha ajustado al valor de 30 segundos.

b) Cálculo del Tiempo de Entrada.

Debido a que la carga del condensador C6 es casi instantánea debido al bajo valor de R13 (1 Kohmio) el Tiempo de Entrada (Figura 24) es prácticamente el tiempo que tarda en cargarse el condensador C7 a través del potenciómetro P3, desde el momento en que es abierto el bucle retardado hasta que la tensión en este condensador sea igual a 5 V (V_{IH}), valor de tensión que hará cambiar a un nivel alto la tensión en el pin 11 de I1 (Figura - 22).

El valor de tensión V_{IH} fue medido experimentalmente entre los pines 12 y 7 de I1.

Aplicando por lo tanto la ecuación (7) nuevamente y reemplazando los valores:

$$v_c = v_{C7} = 5 \text{ V}$$

$$V = 11.2 \text{ V}$$

$$R = 470 \text{ Kohmios (valor total de P3)}$$

$$C = C7 = 1,000 \text{ } \mu\text{f}$$

se tendrá: $t = 4 \text{ min } 37 \text{ seg.}$

que es el mismo rango de variación de T_S . Por lo tanto se dispone de un tiempo variable de 0 a 4 minutos 37 segundos como Tiempo de Entrada para variaciones de 0 a 470 Kohmios del potenciómetro P3.

En la práctica este Tiempo de Entrada ha sido ajustado a 30 segundos.

c) Cálculo del Tiempo de Alarma para el Circuito Robo.

Anteriormente se ha indicado que la alarma permanece activada, mientras no sea repuesto el bucle a su posición

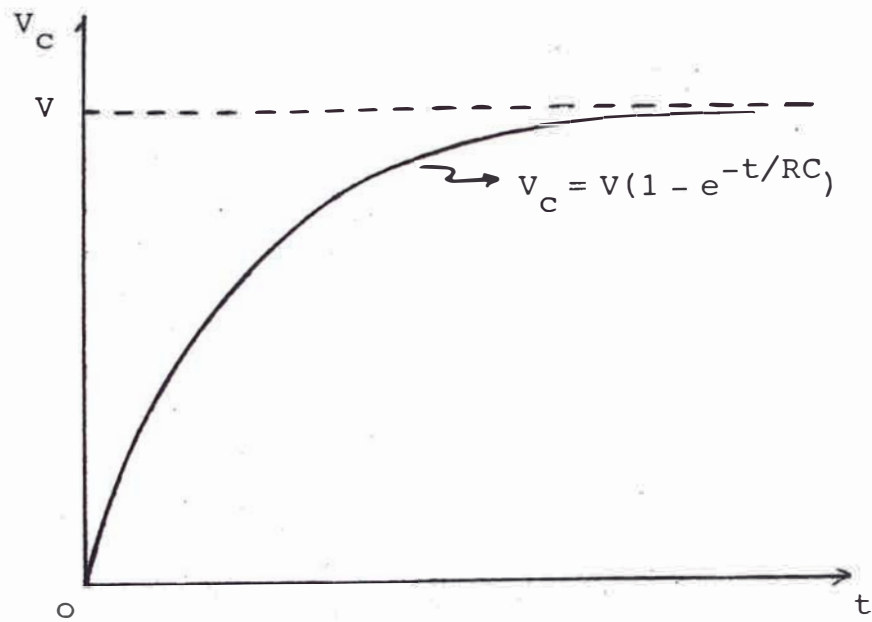


FIGURA 31 - Curva de carga exponencial de un condensador en un circuito RC en régimen transitorio.

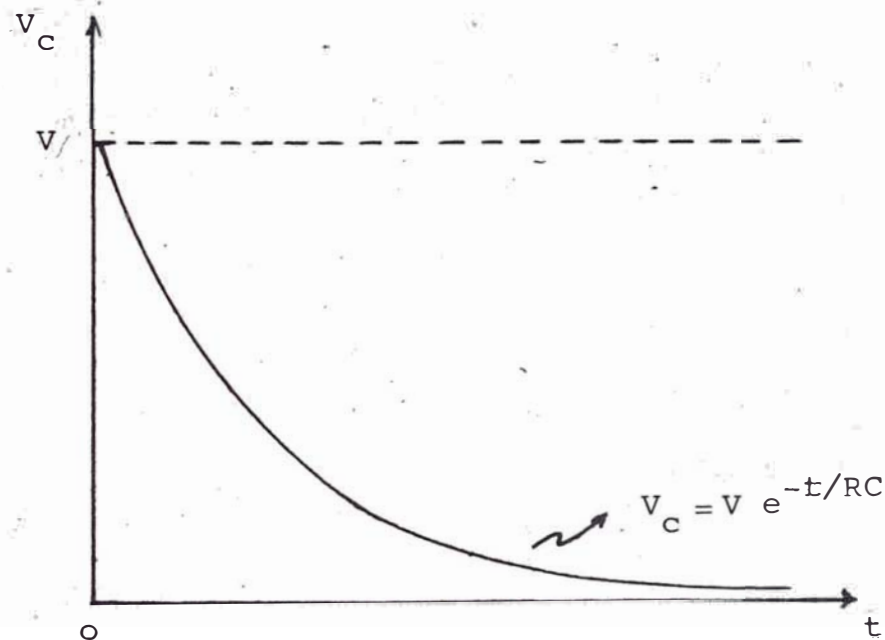


FIGURA 32 - Curva de descarga exponencial de un condensador en un circuito RC en régimen transitorio.

normal de trabajo (NC).

Una vez hecha esta reposición, la alarma seguirá activa da el tiempo que tarden en descargarse los condensadores C6 y C7 consecutivamente, desde el valor de la tensión de polarización (11.2 V) hasta un valor V_{IL} (Low Level Input Voltage /30/) de 4.7 V; valor de tensión que hará cambiar a un nivel bajo la tensión en el pin 11 de I1, desactivando la alarma (sirena).

Al hacer esta aproximación se ha considerado la alta impedancia de la unión base-emisor del transistor T1 al ser polarizado inversamente, y la baja impedancia de salida (algunas centenas de ohmios) de los circuitos CMOS (Figura 22).

Este valor de tensión V_{IL} fué medido experimentalmente. De la curva de descarga típica de un condensador en un circuito RC en régimen transitorio /8/, se tiene la ecuación (según la Figura 32):

$$v_c = V e^{-t/RC} \quad (8)$$

y despejando el tiempo "t":

$$t = - RC \ln \left(\frac{v_c}{V} \right) \quad (9)$$

De la figura 29 se puede apreciar que el tiempo de descarga total es igual a la suma del tiempo de descarga de C6 más el tiempo de descarga C7.

Llamando t_T al tiempo total de descarga y t_1 y t_2 a los tiempos de descarga de C6 y C7 respectivamente, se tendrá:

$$t_T = t_1 + t_2 \quad (10)$$

Para hallar t_1 se reemplaza en la ecuación (9) los valores de:

$$t = t_1$$

$$R = 470 \text{ Kohmios (valor total de P3)}$$

$$C = C6 = 1,000 \text{ } \mu\text{f}$$

$$U_C = U_{C6} = 4.7 \text{ V}$$

$$V = 11.2 \text{ V}$$

obteniéndose: $t_1 = 407.7 \text{ seg.}$

De igual forma, para t_2 se tendrá:

$$t_2 = 407.7 \text{ seg}$$

Por lo tanto, reemplazando los valores de t_1 y t_2 en la ecuación (10) $t_T = 815.4 \text{ seg.}$

ó $t_T = 13 \text{ min } 35 \text{ seg}$

Esto quiere decir que se dispone de un tiempo variable de 0 a 13 minutos, 35 segundos como Tiempo de Alarma (después de la reposición de bucle), para variaciones de los potenciómetros P2 y P3 de 0 a 470 Kohmios respectivamente.

En la práctica, este Tiempo de Alarma ha sido ajustado a 3 minutos y como se indicó anteriormente, t_1 debe ser lo suficientemente mayor que t_2 para asegurar que cualquier apertura del bucle de robo, por más corta que haya sido (una vez transcurrido T_S) active la alarma.

d) Cálculo del Tiempo de Alarma para el Circuito de Atraco

Si el bucle de atraco es abierto, instantáneamente se activa la alarma (sirena y Marcador Telefónico) y permanecerá en esta situación hasta que el bucle sea repuesto a su posición normal de trabajo (NC).

Si se ha efectuado la reposición del bucle, el tiempo que la alarma seguirá activada, será igual al tiempo que tarde en descargarse el condensador C8 desde el valor de la tensión de polarización (11.2 V) hasta el valor V_{IL} de 4.7 V. Por lo tanto, la ecuación a utilizar sería la número (9).

Si se tiene: $R = 470 \text{ Kohmios (valor total de P4)}$

$$C = C8 = 1,000 \mu\text{f}$$

$$U_C = 4.7 \text{ V}$$

$$V = 11.2 \text{ V}$$

reemplazando estos valores en la ecuación (9) se tendría:

$$t = 407.7 \text{ seg}$$

ó

$$t = 6 \text{ min } 47 \text{ seg}$$

Este resultado significa que se dispone de un tiempo variable de 0 a 6 minutos 47 segundos como Tiempo de Alarma (después de la reposición del bucle) para variaciones de P4 de 0 a 470 Kohmios.

En la práctica este tiempo se ha fijado también (al igual que en el caso anterior) en 3 minutos.

3.4.6. Mediciones Experimentales - Consideraciones de Funcionamiento

Una vez montado el circuito total de la central se procedió a registrar los valores de tiempo y de tensión (con la central en estado de "alerta" y posteriormente en estado de alarma) más importantes a tener en cuenta.

Por consiguiente los valores de tensión medidos fueron (según la Figura 22):

- Tensión AC del secundario del transformador (TR)
 $15 V_{rms}$.
- Tensión en la salida del puente rectificador (PR):
 $18.5 V_{DC}$.
- Tensión de polarización o alimentación (V): $11.2 V_{DC}$.
- Tensión en la salida del regulador (RE) para que entre a operar la batería: $10.6 V_{DC}$.
- Tensión DC mínima de alimentación para un funcionamiento normal de la central: 9 V.
- Tensión de salida de alarma (V") en vacío (sin sirena ni Marcador Telefónico) : $11.2 V_{DC}$.
- Tensión de salida de alarma con carga (sirena y Marcador Telefónico) : $11.0 V_{DC}$.
- Tensión en los terminales de batería: $11.2 V_{DC}$.

De igual forma, los tiempos medidos fueron:

- Tiempo de Salida (T_S): 30 segundos.
- Tiempo de Entrada (T_E): 30 segundos.
- Tiempo de Alarma (T_A), una vez repuesto el estado normal NC del bucle para ambos circuitos (robo/atracó): 3 min.

Por otro lado es significativo también el consumo de corriente de la central en estado de "alerta", así se tuvieron los valores:

- Con el LED4 (T_S) encendido : 25 mA.
- Con el LED4 apagado : 17 mA.

Se entiende que los LED's de RED y ON/OFF estuvieron encendidos.

Aclaraciones sobre las mediciones tomadas

- La tensión de salida de alarma "con carga" es ligeramente menor que la tensión de salida "en vacío", por lo tanto no se ha tenido en cuenta al momento de calcular los rangos de valores entre los cuales se pueden ajustar los Tiempos de Alarma de los circuitos robo/atracó.
- Según los datos técnicos de baterías comerciales (12 V - 6 Ah, electrólito, gelificado, recargable) el valor de tensión de 11.2 V_{DC} en los terminales de batería, es suficiente para que la misma batería busque su propio nivel de corriente y se mantenga a "plena carga".

Consideraciones de Funcionamiento

- El transistor T1 normalmente está en la zona de corte, debido a que la unión emisor-base (V_{EB}) está polarizada inversamente, con un valor de -0.8 V. T1 entra en la zona activa cuando no hay tensión de Red (220 V - 60 Hz) y entra a trabajar la batería.

No se "satura" porque en R2 siempre hay tensión positiva e igual a ($V_{BAT} - 0.7$ V) que es aproximadamente la tensión de batería (V_{BAT}). Por lo tanto, R debe ser de un valor alto (p.e. 100 Kohmios) para que la corriente de base sea pequeña y, asimismo, la corriente de colector, de tal forma que no se destruya el LED2 y se consuma menos potencia.

- El transistor T2 inicialmente tiene una tensión colector base (V_{CB}) igual a 8.7 V y no conduce porque no hay co-

riente de base. Transcurrido el "tiempo de salida" (T_S), esta tensión V_{CB} cae a 0 V, pasando T2 a la zona activa y, por lo tanto, entrando en conducción.

- Los transistores T3 y T4 conducen en la zona activa ($V_{CB} = 0$) hasta que se "cortan", debido a que C6 y C8, respectivamente, se cargan.
- El transistor T5 en estado de alerta, no conduce ($V_{CB} = 12$ V, $V_{BE} = 0$). En estado de alarma, T5 se satura ($V_{CB} = -0.8$ V) y conduce.

C A P I T U L O I V

ETAPA DE SEÑALIZACION

La señalización es la última etapa del Sistema y, en este caso, la más importante debido a la innovación que se ha introducido en ella y que constituye el tema de esta Tesis.

La señalización o aviso de alarma no es más que la manifestación óptico/acústica de la señal de alarma generada por la central debido a una señal de detección específica (cualquier señal de detección no genera una señal de alarma en la central).

En este capítulo se indicarán las diferentes clases de señalización y los medios de transmisión más utilizados para llevar la señal de alarma desde la central hasta los periféricos de salida. Seguidamente se describirá en forma detallada la señalización propuesta en este Sistema de Seguridad.

4.1. CLASES DE SEÑALIZACION

Por la ubicación de los periféricos de salida respecto de la central de alarma, la señalización puede ser: local y a distancia.

4.1.1. Señalización Local

Llamada así cuando el o los periféricos de salida son ubicados en las inmediaciones del local a proteger; por ejemplo: las sirenas exteriores autoalimentadas que gene-

ralmente son colocadas en la parte superior de la fachada del local.

4.1.2. Señalización a Distancia

Cuando el o los periféricos de salida son ubicados lejos del lugar a proteger; por ejemplo: el aviso óptico/a cústico de una señal de alarma en la Central de Policía. Por los tipos de periféricos de salida utilizados, la señalización puede ser: óptica y acústica.

4.1.3. Señalización Optica

Llamada así a la señalización que utiliza periféricos de salida del tipo óptico o visual; por ejemplo: lámparas incandescentes, LED's, displays, monitores de TV, etc.

4.1.4. Señalización Acústica

Cuando la señalización utiliza periféricos de salida del tipo acústico o sonoro. Aquí cabe precisar que existen dos clases de periféricos de salida del tipo acústico: los que emiten voz (teléfono, radioreceptor, etc.) y los - que emiten cualquier otro sonido (sirena normal, sirena exponencial, zumbadores, campanillas, etc.) /14/.

4.2. MEDIOS DE TRANSMISION

Debido a que existe señalización a distancia es importante indicar los medios de transmisión por los cuales es llevada esta señalización hasta los periféricos de salida.

Entre los medios de transmisión más usados se tienen los

indicados a continuación.

a) Por Línea Física

Cuando entre la central y los periféricos de salida existe un par de conductores.

Por ejemplo: la línea telefónica, la red de datos de un sistema de cómputo, tendido de red eléctrica ("line carrier systems") /34/ en experimentación, etc.

b) Por Ondas de Radio (Radioeléctricas)

Cuando la central y los periféricos de salida se comunican por ondas de radio a través de un transmisor-receptor. El transmisor está ubicado en la central.

Por ejemplo, transmisión en las bandas de VHF, UHF, microondas, etc.

c) Por Fibra Optica

Cuando la central y los periféricos de salida se comunican por ondas de luz visible a través de un conductor de material especial, llamado fibra óptica. Actualmente en experimentación en Sistemas de Seguridad para grandes instalaciones.

4.3. SEÑALIZACION UTILIZADA EN EL SISTEMA PROPUESTO

La finalidad de todo Sistema de Seguridad es disuadir al intruso de realizar su cometido, por tal motivo la señalización local es imprescindible. Si a ello se suma una señalización a distancia, indudablemente que la efectividad del Sistema aumenta.

Con el propósito de hacer una forma de señalización diferente de la convencional (por línea física directa y por

ondas radioeléctricas) y lo que es más importante aún, para aumentar la eficiencia de un Sistema de Seguridad, se diseñó y construyó un equipo de señalización automática a distancia, a través de la red telefónica, con la finalidad de informar del estado de alarma de la central por medio de un mensaje hablado pregrabado, a las personas más interesadas en la seguridad del local bajo protección. Figura 33.

° Este equipo de señalización automática a distancia es llamado Marcador Telefónico y junto con una Sirena Exterior Autoalimentada forman la etapa de señalización del Sistema de Seguridad propuesto en este trabajo.

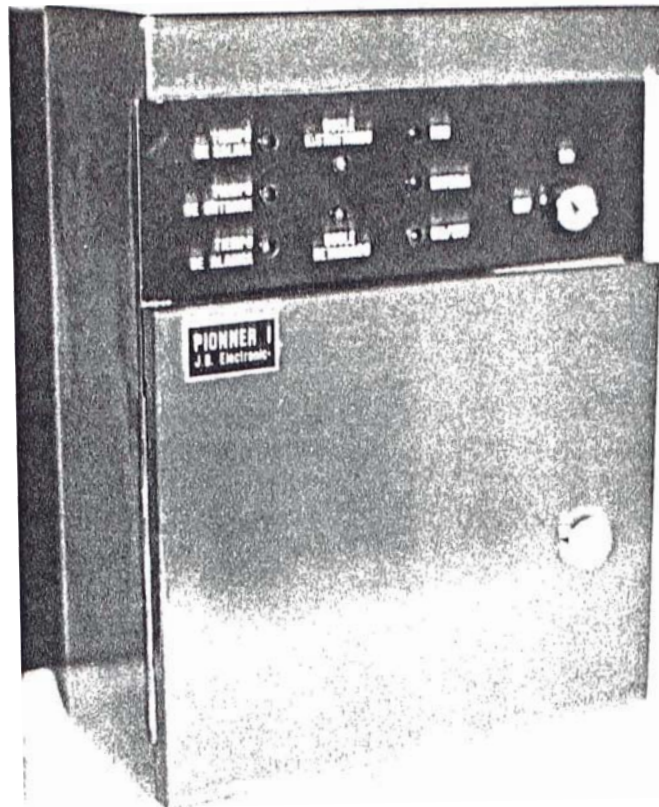
A continuación se hace una descripción detallada de ambos componentes del Sistema.

4.3.1. Marcador Telefónico

Debido a que este equipo Marcador Telefónico debe ser capaz de almacenar números telefónicos para posteriormente, ante una indicación de la central, enviarlos automáticamente a través de la red telefónica, se hizo necesario buscar en el mercado de componentes electrónicos, la existencia de un integrado construido específicamente para este propósito.

Comprobada su existencia, se procedió a hacer una selección entre la estrecha variedad de integrados encontrados, siendo elegido el "marcador de repertorio integrado" de la casa MOSTEK de código MK5175, debido a que trabaja en la modalidad de "pulso" o lo que es lo mismo, con señalización por desconexión de lazo (apertura y cierre de la línea te

(a)



(b)

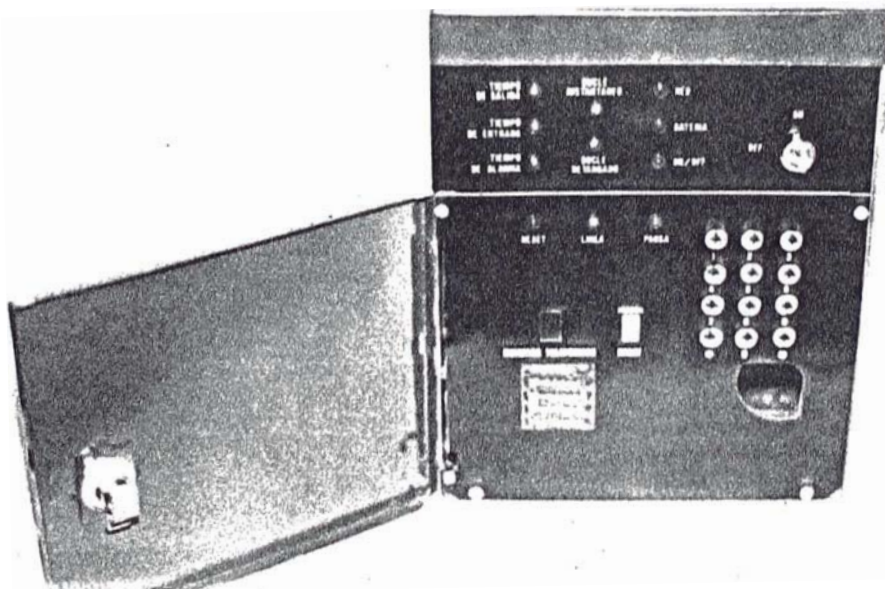


FIGURA 33 - a) Aspecto exterior de la unidad que contiene el Marcador Telefónico.

b) Vista del panel frontal. Entrada por teclado y salida de audio (parte inferior) izquierda.

lefónica) y no con señalización multifrecuencia (DTMF) para la cual es necesario un generador de tonos adicional.

Teniendo como base este circuito integrado se procedió al diseño de la lógica necesaria para su correcto funcionamiento y adecuada utilización en la red telefónica para el envío de mensajes de voz.

A continuación se describen los diagramas de bloques y de tiempos del Marcador Telefónico y los principales circuitos que lo forman, explicando el funcionamiento de cada etapa - siguiendo un ordenamiento lógico.

4.3.1.1. Diagramas de Bloques y de Tiempos

Lo primero que se consideró en el diseño del Marcador Telefónico fué la definición de las características - más importantes que debía tener. Una vez definidas estas características se pasó a un análisis más detallado de cada una de ellas de forma independiente para tener una visión - más concreta de cómo debían ser. Posteriormente se les agrupó para formar un diagrama de bloques como el mostrado en - la Figura 34 que nos serviría de referencia en el diseño de los diferentes circuitos electrónicos que constituyen en último término el Marcador Telefónico.

La Figura 35 (a y b) muestra el diagrama de tiempos para la marcación automática, ante una señal de alarma detectada de dos números telefónicos programados que tiene el Marcador - Telefónico terminado.

4.3.1.2. Circuito Marcador Telefónico

Es en este circuito donde se pueden almacenar nú

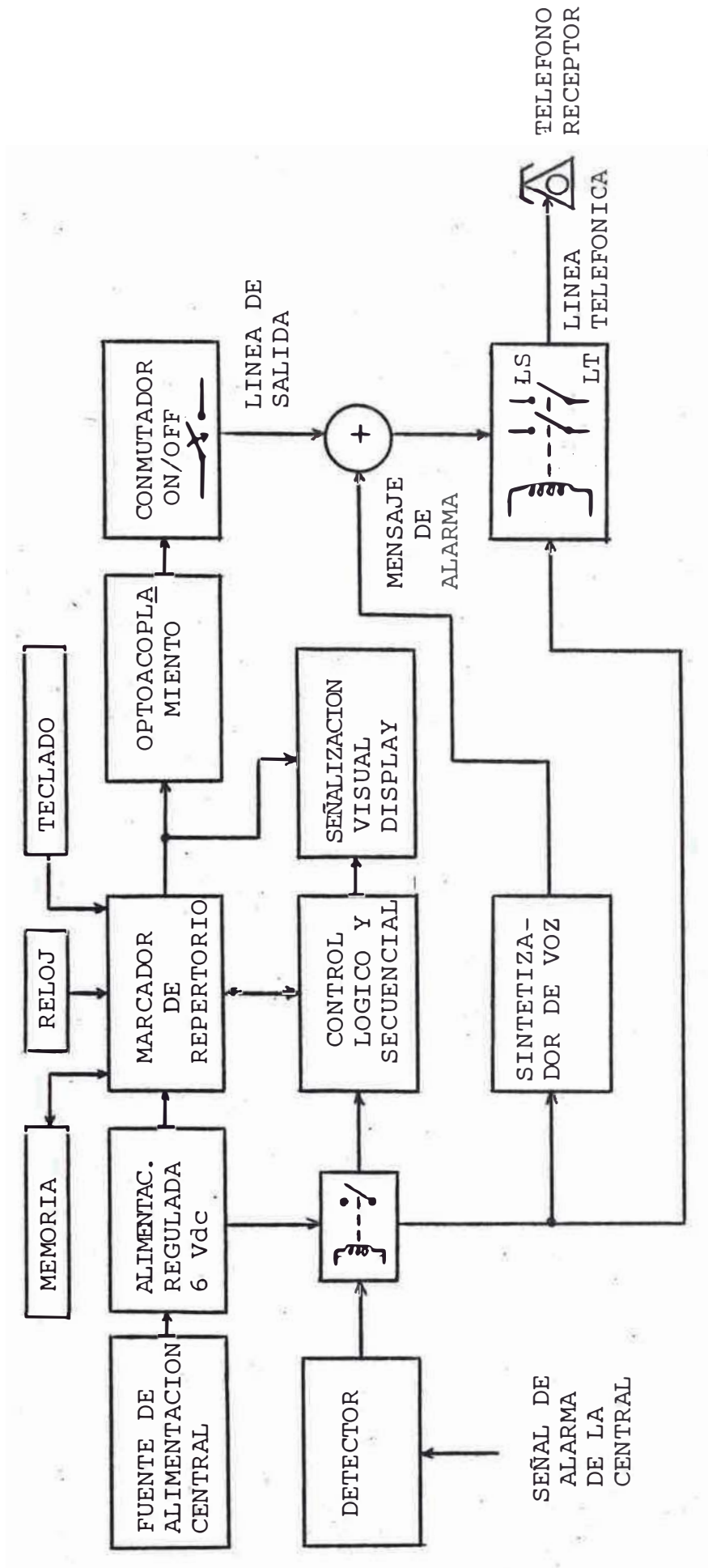


FIGURA 34 - Diagrama de Bloques del Marcador Telefónico

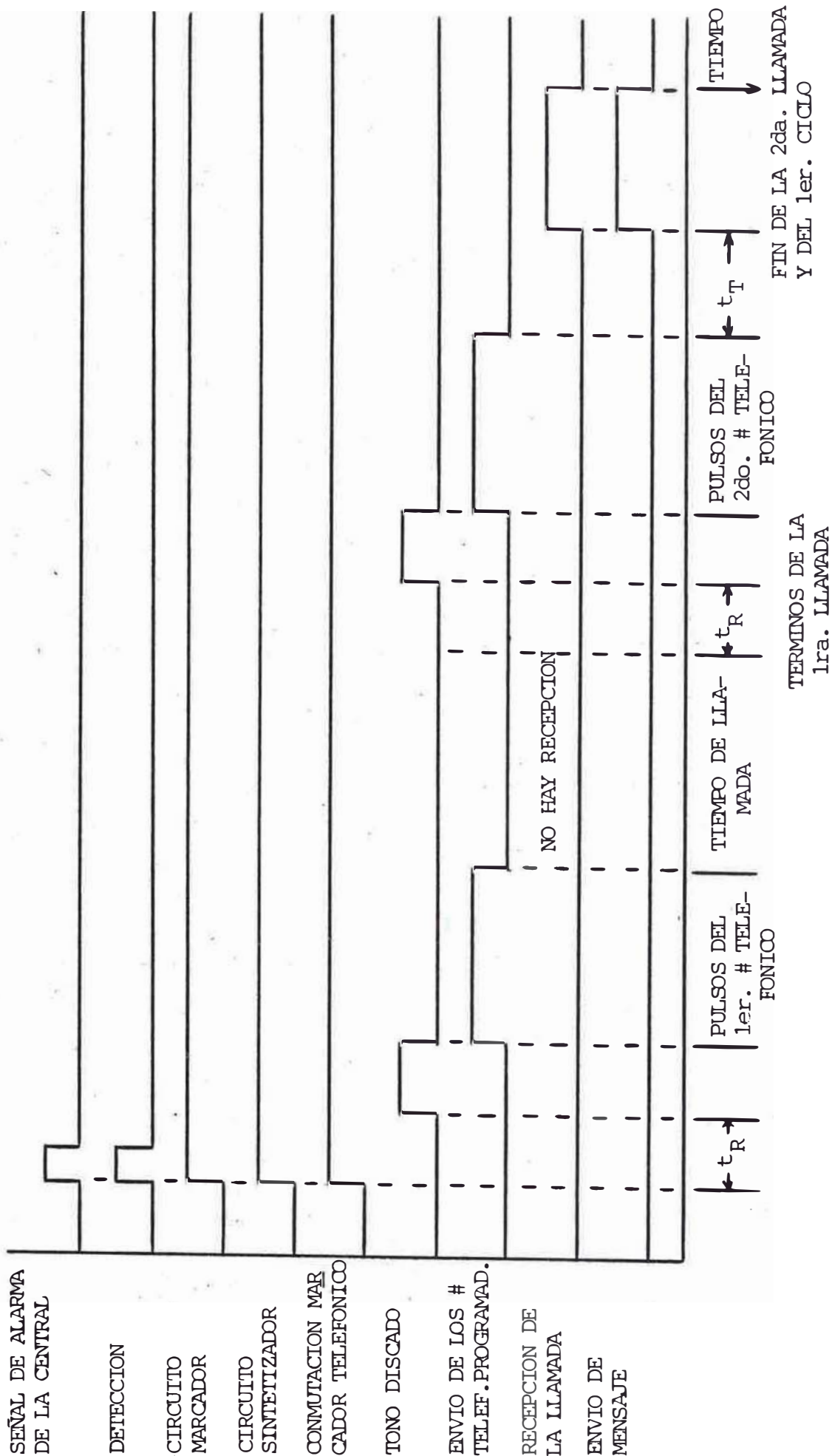


Figura 35 a)

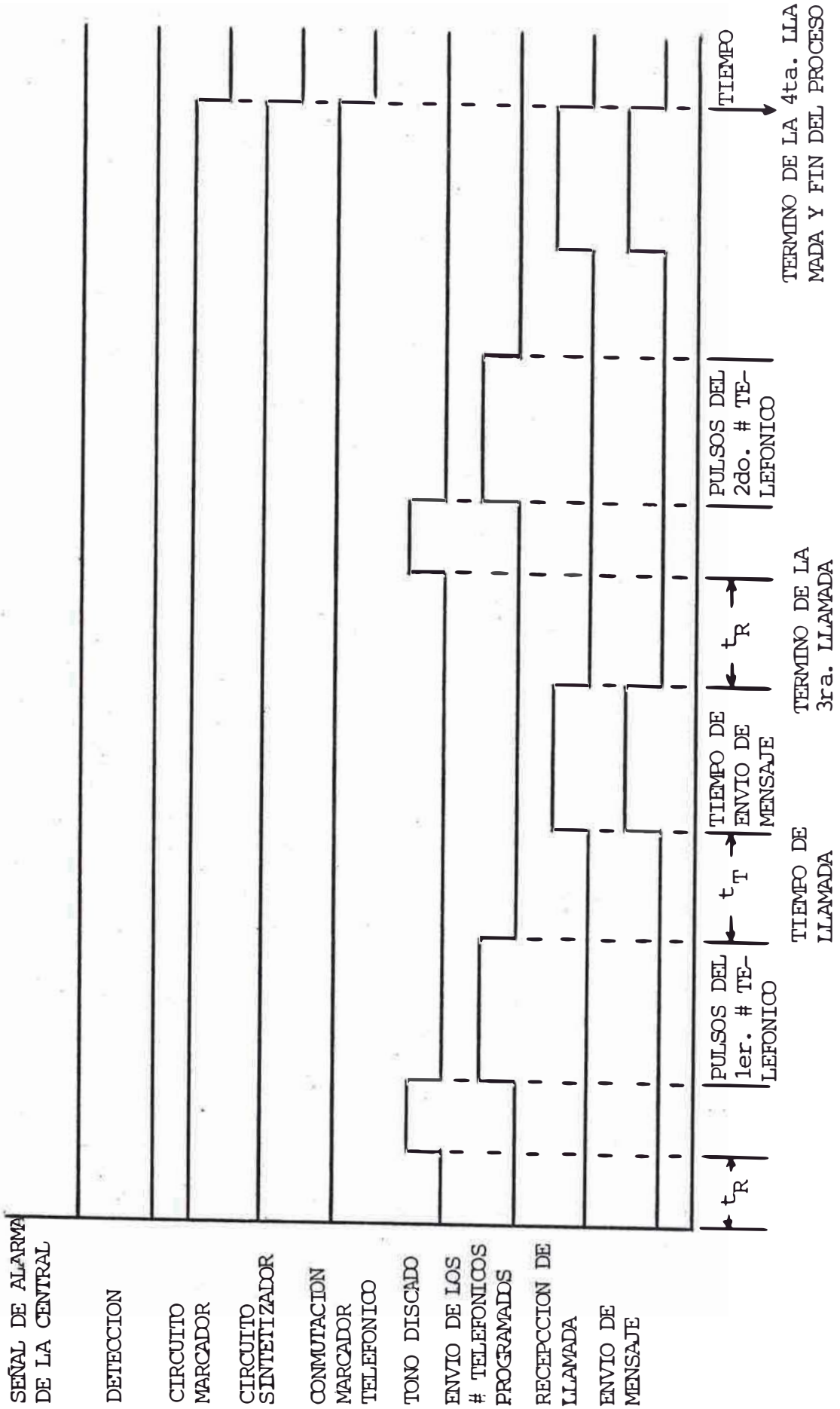


Figura 35 b) - Diagrama de Tiempos para la marcación automática de 2 números telefónicos (a y b)

meros telefónicos a través de un teclado, verificarlos visualmente en un display y posteriormente enviarlos automáticamente por la línea telefónica previamente conectada a este circuito. Es aquí también donde se detecta la señal de alarma generada por la central y en donde se introduce a la línea telefónica el mensaje de voz.

Seguidamente se presenta el diagrama de conexiones de este circuito Marcador Telefónico y la relación de componentes utilizados en su construcción. A continuación se describen los diferentes circuitos que lo forman, terminando con la presentación de la placa de circuito impreso utilizada y las mediciones experimentales realizadas.

a) Diagrama de conexiones. Relación de componentes utilizados.

En la Figura 36 se muestra el diagrama de conexiones del circuito Marcador Telefónico. Como complemento a este diagrama, a continuación se presenta la relación de componentes utilizados en el montaje del circuito. Para una información técnica más detallada ver los Apéndices A, B y las referencias indicadas en los componentes.

a.1. Relación de componentes del circuito Marcador Telefónico.

- Resistencias: 1/4 W, 5% de tolerancia

R1 =	6.8	K-ohmios	R4 =	6.8	K-ohmios
R2 =	220	K-ohmios	R5 =	6.8	K-ohmios
R3 =	6.8	K-ohmios	R6 =	6.8	K-ohmios

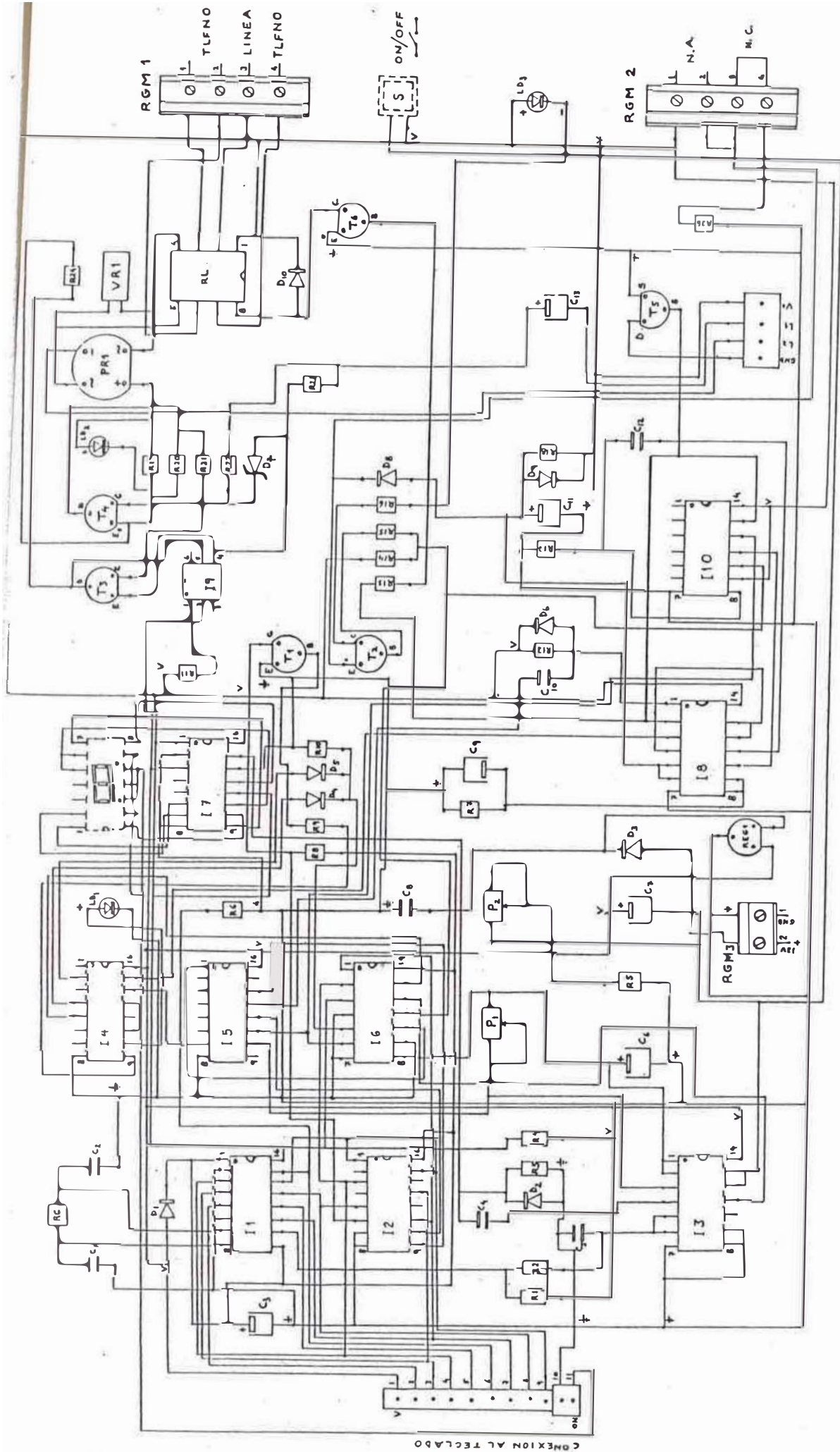


FIGURA 36 - Diagrama de conexiones del circuito Marcador Telefónico

R7 = 22	K-ohmios	R16 = 220	- ohmios
R8 = 220	K-ohmios	R17 = 220	K-ohmios
R9 = 220	K-ohmios	R18 = 22	K-ohmios
R10 = 220	K-ohmios	R19 = 100	- Ohmios
R11 = 1.8	K-ohmios	R20 = 100	K-ohmios
R12 = 6.8	K-ohmios	R21 = 5.6	K-ohmios
R13 = 6.8	K-ohmios	R22 = 220	- ohmios
R14 = 6.8	K-ohmios	R23 = 220	- ohmios
R15 = 22	K-ohmios	R24 = 220	K-ohmios
		R25 = 560	- ohmios

- Condensadores:

C1 = 100 pF	- cerámico
C2 = 100 pF	- cerámico
C3 = 100 µF	/16 V - electrolítico
C4 = 22 nF	- cerámico
C5 = 22 nF	- cerámico
C6 = 1 µF	/16 V - electrolítico
C7 = 100 µF	/16 V - electrolítico
C8 = 22 nF	- cerámico
C9 = 15 µF	/16 V - electrolítico
C10 = 22 nF	- cerámico
C11 = 15 µF	/16 V - electrolítico
C12 = 22 nF	- cerámico
C13 = 15 µF	/16 V - electrolítico

- Potenciómetros : 1/4 W, lineal

P1 = P2 = 250 Kohmios

- Transistores: /15/ y /25/

T1 = T2 = T3 = T6 = BC 237B (NPN),

T4 = BC 307B (PNP)

T5 = VN 10 KM (MOSFET), /15/. APENDICE B.

- Diodos:

D1 = D2 = D4 = D5 = D6 = D9 = IN 4148

D3 = D8 = D10 = IN 4007

D7 = Zener, 12 V - 1 W, /26/.

- LED's :

LED1 = rojo

LED2 = amarillo

LED3 = verde

- Resonador cerámico: 480 KHz. /21/

- Regulador de tensión: 7806, /26/. APENDICE B.

- Puente rectificador : B250 C1000

- Varistor : V 150 ZA8

- Relé : 6 V/1 A - 2 vías

- Display : 7 segmentos, cátodo común, rojo, TK5 313R,
/26/.

- Circuitos integrados: CMOS, /21/, /29/.

I1 = MK5175 N (MOSTEK), /21/.

I2 = 4052 B

I3 = 4093 B

I4 = 4017 B

I5 = 4040 B

I6 = 4016 B

I7 = 4033 B

I8 = 4093 B

I9 = H11A1 (optoacoplador)

I10 = 4013 B

- Accesorios:

2 regletas de conexión de 4 pines, ajustable por tornillo RGM 1 y 2.

1 regleta de conexión de 2 pines, ajustable por tornillo RGM 3.

1 conector macho/hembra de 9 pines.

1 conector macho/hembra de 4 pines.

1 pulsador (normalmente abierto).

b) Circuito marcador de repertorio. Teclado.

En la Figura 37 se muestra el circuito marcador de repertorio formado por el integrado MK5175 de la casa MOSTEK /21/. Este integrado es un marcador de repertorio de 10 números fabricados en tecnología CMOS, acepta entradas por teclado y genera los niveles lógicos - PULSE y MUTE requeridos para una señalización de desconexión de lazo (apertura y cierre de la línea telefónica).

El MK5175 funciona tanto en modo "Tono" como en modo "Pulso", dependiendo del nivel lógico presentado al pin 2, llamado pin "Selección de Modo". En este circuito, el MK5175 trabaja en el modo "Pulso" y en la interpretación de las entradas y salidas se tendrá en cuenta esto, pues son dependientes del modo seleccionado.

En la Figura 38 se muestra el diagrama de bloques del MK5175, en el cual se puede apreciar la estructura interna en forma general.

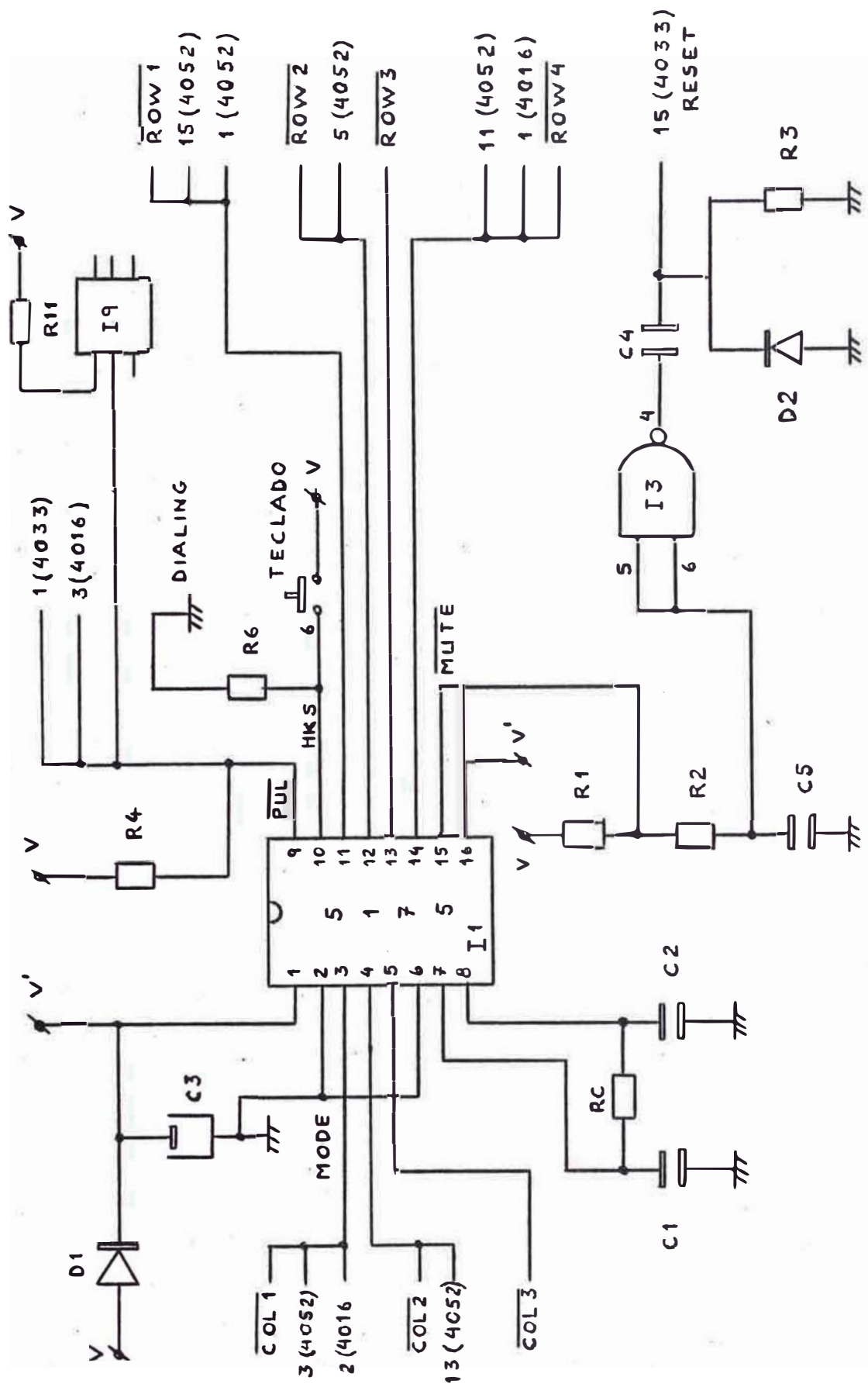


FIGURA 37 - Circuito marcador de repertorio

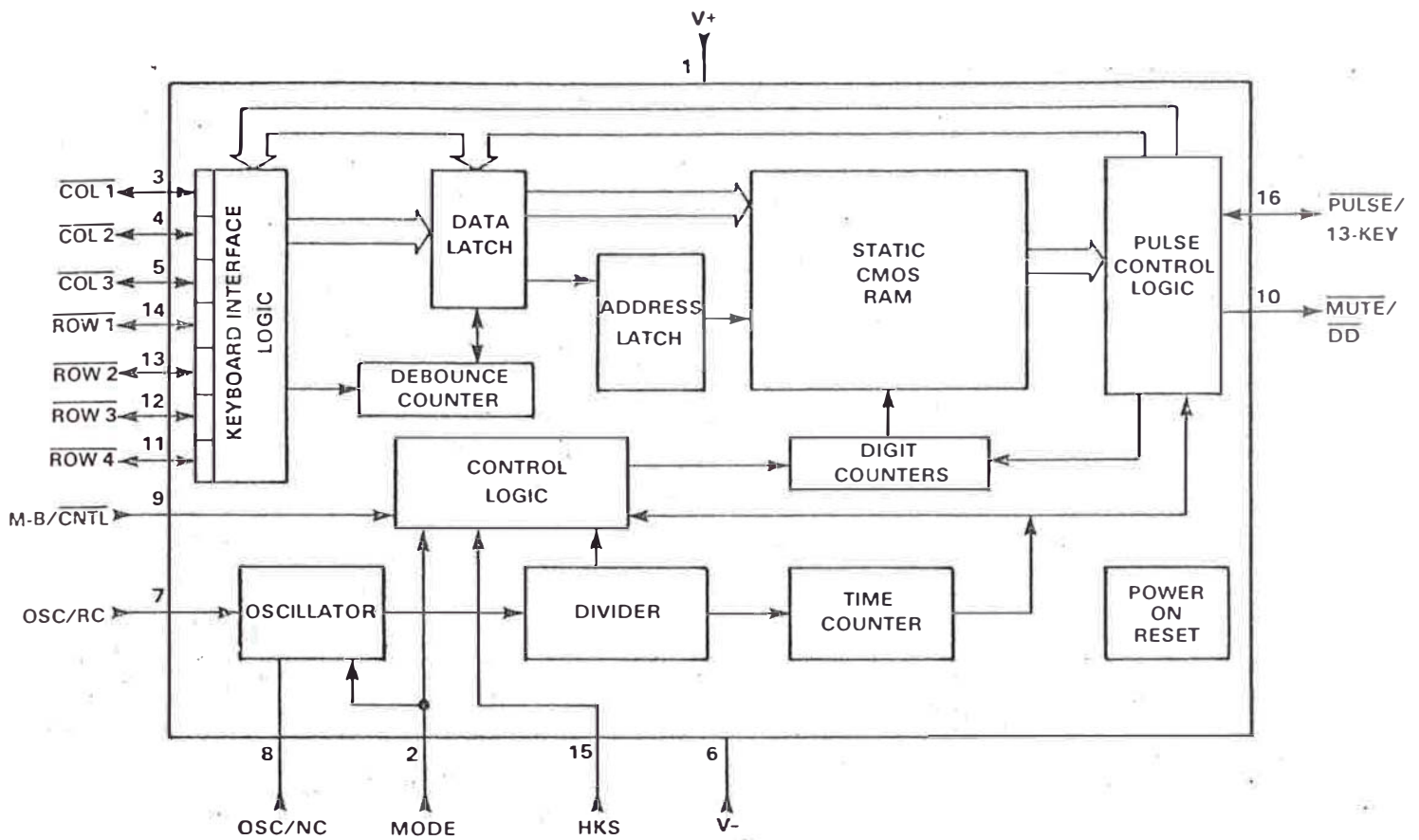


FIGURA 38 - Diagrama de Bloques del MK5175

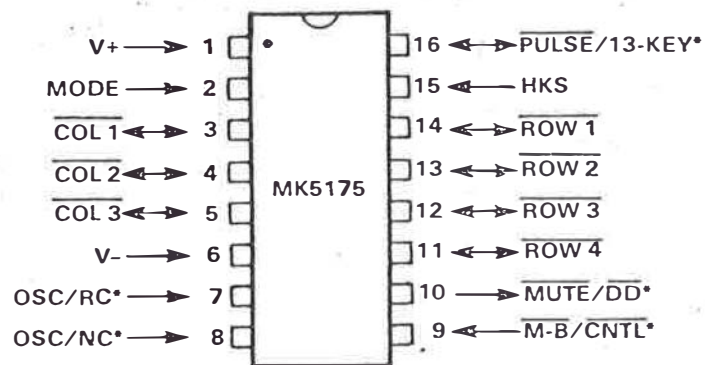


FIGURA 39 Esquema de Terminales de salida del MK5175

Una memoria RAM (Random Access Memory) incorporada en el integrado MK5175 es capaz de almacenar 10 números telefónicos de 16 dígitos, incluido el último número marcado. En este circuito, marcador de repertorio solo se tendrá acceso a 4 posiciones de memoria.

El MK5175 presenta el esquema de terminales de salida normalizado, mostrado en la Figura 39.

La descripción funcional de estos terminales de salida es la siguiente:

- Pin 1, V^+

En este pin debe ir conectada la tensión de polarización (+) medida respecto al pin 6 (V^-). El voltaje en este pin no debe exceder de 10 V.

- Pin 2, MODE

Para el modo Pulso, este pin debe estar conectado a V^+ (pin 1). La interpretación de los pines 7, 8, 9, 10 y 16 dependen del modo seleccionado.

- Pines 3, 4, 5, 11, 12, 13 y 14. Entradas del teclado.

El MK5175 incorpora un esquema de teclado que permita utilizar uno de "contacto único" (single contact) de la Forma A, como se muestra en la Figura 40.

Una entrada de tecla "válida" es definida por la conexión de una fila con una columna.

En el modo Pulso, las entradas por teclado al MK5175 son totalmente estáticas hasta que es detectada una entrada de tecla "válida" inicial. En ese momento es estimulado el oscilador, las filas y las columnas son barridas alternativamente para verificar que la entrada

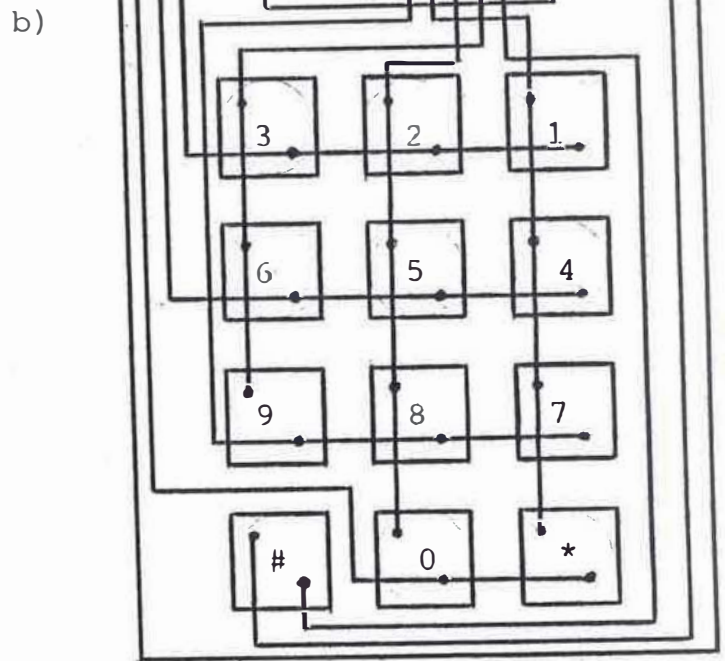
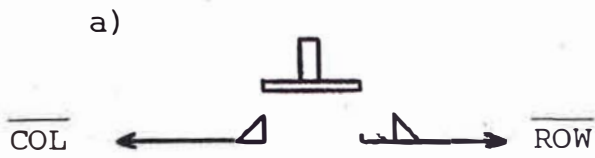


FIGURA 40

- a) Tecla de contacto único.
- b) Esquema de conexiones del teclado.

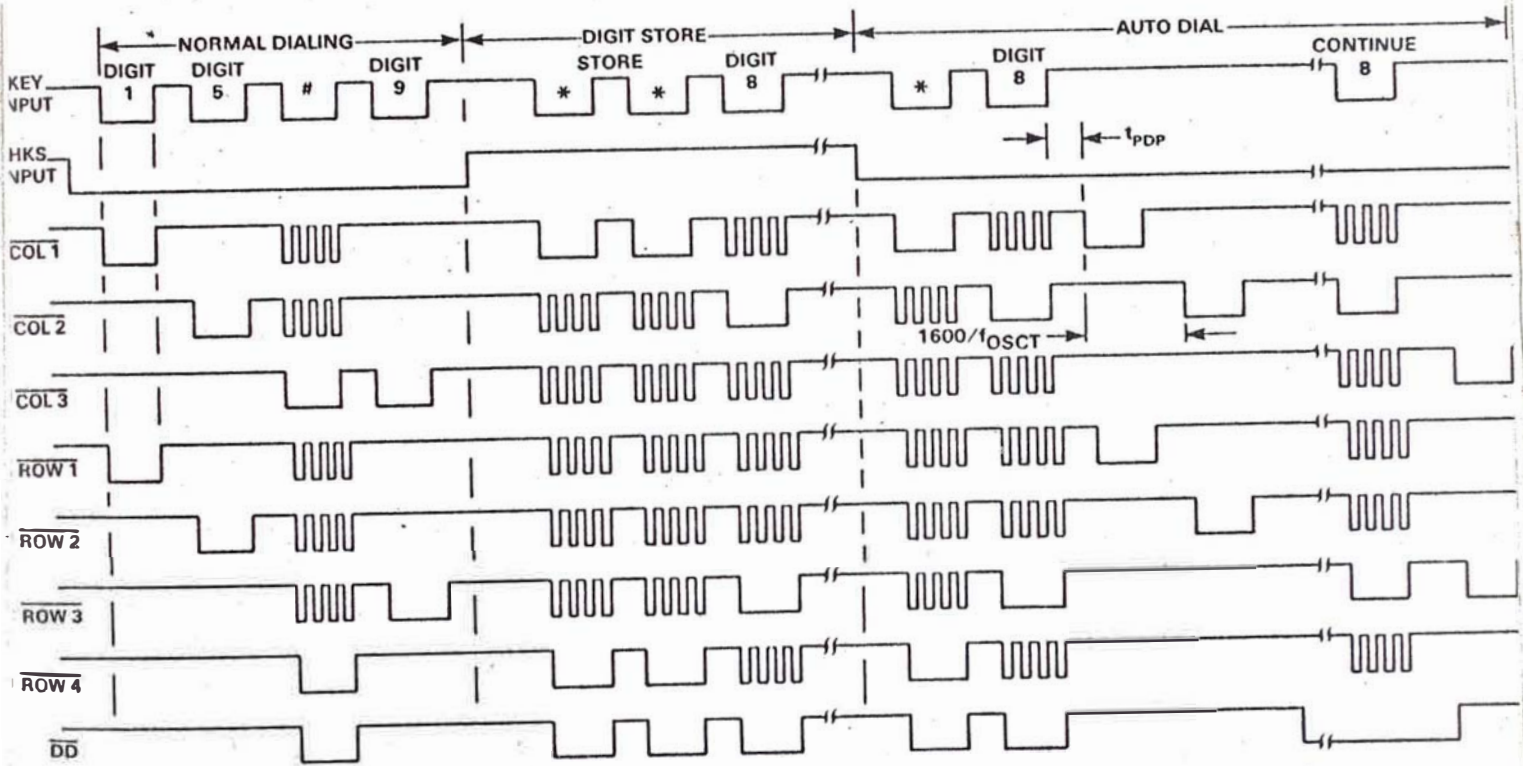


FIGURA 41 - Diagrama de tiempos del MK5175

es válida.

Una entrada de tecla es aceptada si es válida después de 40 ms (tiempo mínimo que debe ser presionada la tecla).

- Pin 6, V^-

El pin 6 es el retorno del pin de la fuente de energía y es la medida de referencia para V^+ (pin 1). En este circuito el pin 6 es tierra.

- Pines 7 y 8, oscilador.

Entre estos pines debe ir conectado un resonador cerámico de 480 KHz y entre estos pines y tierra, dos condensadores externos de 100 pF cada uno.

- Pin 9, MAKE/BREAK

Este pin está conectado a la fuente V^+ , por lo tanto el pulso de salida tiene un factor de make/break de 40%/60%.

- Pin 10, MUTE

Este pin es la salida Mute y da la lógica necesaria para "silenciar" al receptor, mientras la línea telefónica está siendo usada.

- Pin 15, HKS

Este pin es la entrada del Switch hook o switch de "enclave" y requiere de una resistencia a la fuente negativa. Una entrada V^+ fija al circuito en el modo "on-hook" (programación de números).

Mientras que una entrada V^- lo fija en el modo "off-hook" o modo de discado.

Pin 16, PULSE

Consiste de un transistor de canal N de drenador abierto, diseñado para excitar un transistor externo. Estos transistores son utilizados típicamente para conmutar - la línea telefónica controlando la corriente de bucle o lazo.

Las características de sincronismo (timing) de las señales de estos terminales son mostrados en la Figura 41.

Los números telefónicos que van a ser marcados automáticamente por el MK5175 pueden ser introducidos en el buffer - LND (last Number Dialed), tanto en el modo "on-hook" como - en el modo "off-hook". Sin embargo, el MK5175 debe estar en el modo "on-hook" para que un número sea almacenado en una posición de memoria permanente.

Un número es almacenado introduciendo la secuencia clave - ** seguido de la dirección (1-9) de la posición de memoria en la cual se quiere almacenar este número.

La información presente en el buffer LND es reemplazada cuando un nuevo dato es introducido, perdiéndose definitivamente esta información.

La función de marcación automática es iniciada poniendo al MK5175 en el modo "off-hook" e introduciendo un *, seguido de la dirección (1-9) del número telefónico deseado.

La marcación empieza con la presión de la tecla de dirección y puede ser interrumpido por el inicio de un nuevo comando de marcación.

El buffer LND contiene siempre la última información intro

TABLA 3 - Relación de terminales entre el teclado, conector
y el MK5175

NUMERO DE TECLA	TERMINALES CONECTOR CN1	TERMINALES MK5175	FUNCIONES MK5175
1	4-9	3-14	<u>COL 1</u> - <u>ROW 1</u>
2	3-9	4-14	<u>COL 2</u> - <u>ROW 1</u>
3	2-9	5-14	<u>COL 3</u> - <u>ROW 1</u>
4	4-8	3-13	<u>COL 1</u> - <u>ROW 2</u>
5	3-8	4-13	<u>COL 2</u> - <u>ROW 2</u>
6	2-8	5-13	<u>COL 3</u> - <u>ROW 2</u>
7	4-5	3-12	<u>COL 1</u> - <u>ROW 3</u>
8	3-5	4-12	<u>COL 2</u> - <u>ROW 3</u>
9	2-5	5-12	<u>COL 3</u> - <u>ROW 3</u>
0	3-7	4-11	<u>COL 2</u> - <u>ROW 4</u>
*	4-7	3-11	<u>COL 1</u> - <u>ROW 4</u>
#	1-6	V ⁺ -15	V ⁺ - HKS

ducida. Una secuencia clave de * 0 causará que el último número introducido sea marcado.

Para el almacenamiento de los números telefónicos de seados en el MK5175 se ha utilizado un teclado de 4 x 3 y su diagrama de conexiones es el mostrado en la Figura 40b.

En la Tabla 3 se puede apreciar la relación entre pines del teclado, conector y el MK5175.

c) Circuito de Visualización por Display.

Este circuito permite la comprobación visual de los números telefónicos "programados", tanto al momento de almacenarlos, como en el proceso de marcación automático.

Este circuito está formado por un contador de décadas integrado con salidas decodificadas para display de 7 segmentos (4033 B) y por un display de cátodo común de 7 segmentos de color rojo como se muestra en la Figura 42.

El 4033 avanza una cuenta en la transición positiva de la señal de reloj (CLOCK) si la entrada de CLOCK INHIBIT está en "0".

En este circuito cabe precisar que el único control de cuenta del 4033 y por consiguiente del display, es a través del pin 15 (Reset). Como este pin está conectado al pin 10 del MK5175, la señal MUTE es la única señal de control de la visualización.

Según se puede apreciar en la Figura 41, la señal MUTE toma un nivel de tensión bajo, cuando el circuito

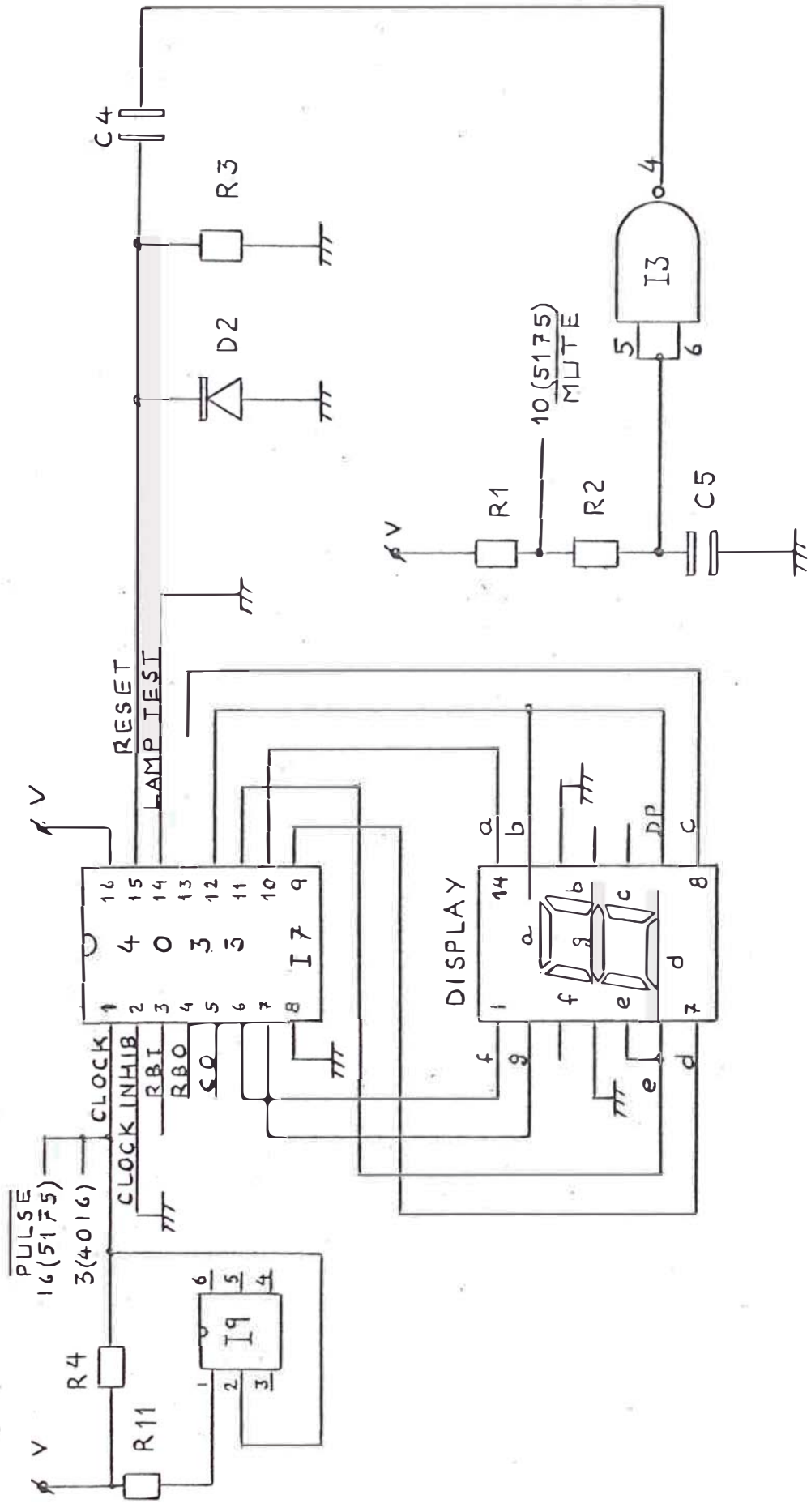


FIGURA 42 - Circuito visualizador por display

marcador de repertorio está en el modo "off-hook" y antes que los pulsos empiecen a salir por el pin 16 del MK5175. Esto significa que el contador es reseteado cada vez que va a contar los pulsos del dígito correspondiente al número telefónico, por lo que en el display se puede apreciar que antes de visualizar cada dígito aparecen los anteriores, empezando de 0.

El tiempo que el 4033 permanece reseteado es prácticamente el mismo que tarda el condensador C4 en cargarse a través de R3 hasta una tensión que habilite nuevamente el cuenta, es decir, de algunas decenas de microsegundos. Posteriormente cuando la señal $\overline{\text{MUTE}}$ regresa a un nivel de tensión alto, el condensador C4 se descargará por el diodo D2 que entrará en conducción.

d) Almacenamiento de números telefónicos. Verificación.

Para una "programación" del MK5175, sólo son necesarios los circuitos de las Figuras 37 y 42.

Como se indicó anteriormente, la secuencia "on-hook, número telefónico, **, posición de memoria (1-9)" indica la forma de almacenamiento.

Para seguir esta secuencia en el circuito es necesario tener, durante todo el tiempo de almacenamiento presionada la tecla # que equivale a poner en el modo "on hook" al MK5175. Simultáneamente a esto: presionar las teclas correspondientes al número telefónico que se quiere almacenar, luego introducir ** y seguidamente presionar la tecla (1-9) en la cual se quiere poseer este número telefónico. A continuación, soltar

la tecla # , con la cual termina la secuencia de almacenamiento.

Como se verá posteriormente, sólo se tendrá acceso , en el momento de la marcación automática a las posiciones de memoria 1, 4, 2 y buffer LND (en este orden). Por lo tanto, sólo es necesario almacenar números telefónicos en estas posiciones.

Para la verificación de los números almacenados se presiona la tecla * y seguidamente la tecla de posición - de memoria (1-9) que se quiere verificar. Automáticamente por el pin 16 del MK5175 empiezan a salir en serie los pulsos correspondientes al número telefónico - almacenado, para entrar a continuación al 4033 por el pin 1 (clock), que iniciará la cuenta y la excitación del display, mostrando de forma secuencial los dígitos que forman el número telefónico almacenado.

e) Circuito de Sincronismo (Reloj).

El circuito de sincronismo es el mostrado en la Figura 43 y está formado por el contador binario integrado 4040 B, que va a generar todas las señales de sincronismo necesarios para una correcta automatización de la marcación.

Como entrada en el pin 10 tiene los pulsos de un oscilador astable formado por una puerta NAND Schmitt-Trigger de dos entradas, correspondiente al integrado 4093. La frecuencia de oscilación depende del valor del condensador C6 y del valor del potenciómetro P1, - por lo tanto, es variable.

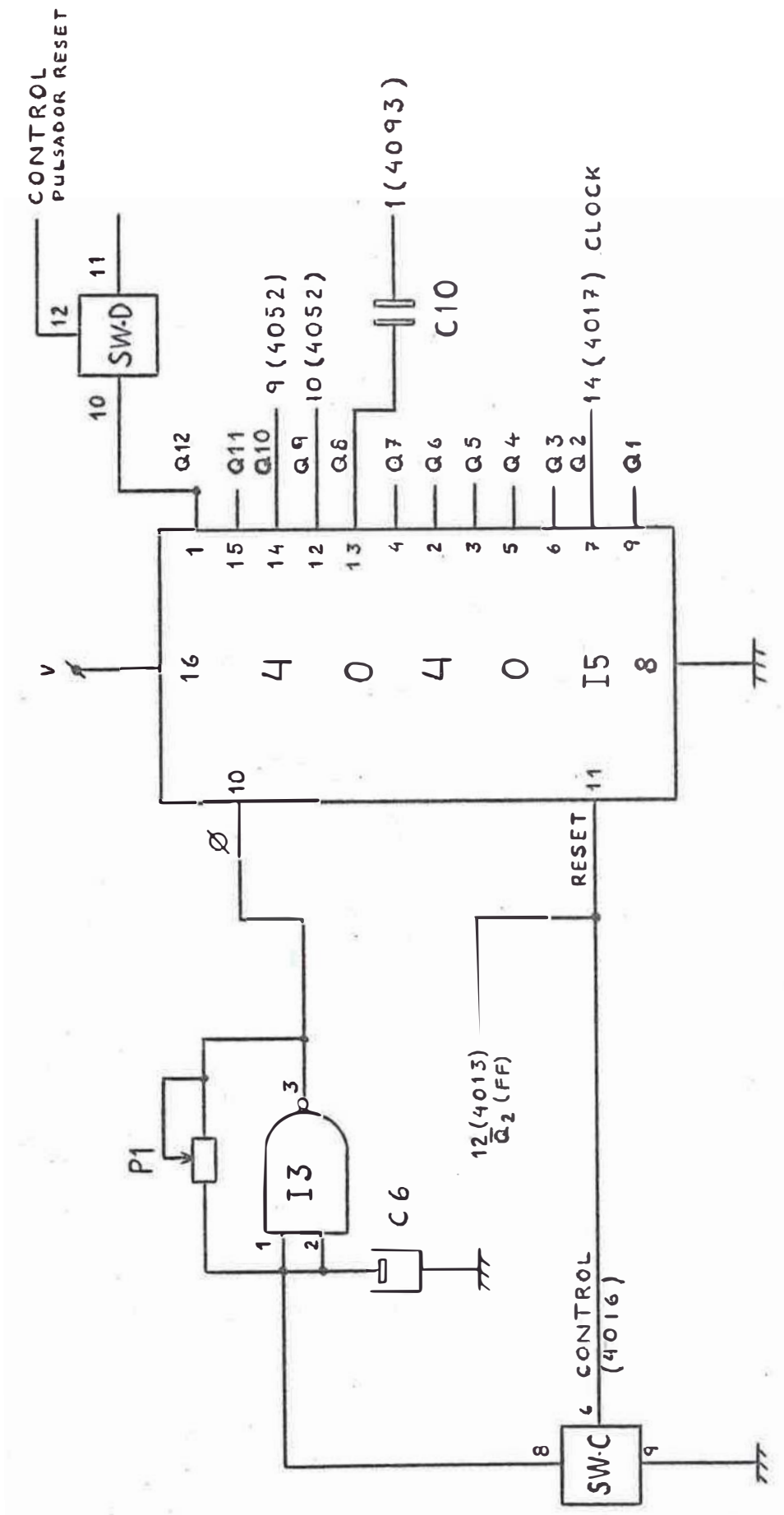


FIGURA 43 - Circuito de sincronismo

El contador avanza una cuenta en la transición negativa de cada pulso de entrada y un nivel alto de tensión en el pin 11 (Reset), regresa la cuenta a cero.

El proceso de marcación automática dura lo que el 4040 tarda en contar hasta tener una salida (nivel alto) en Q12 (pin 1).

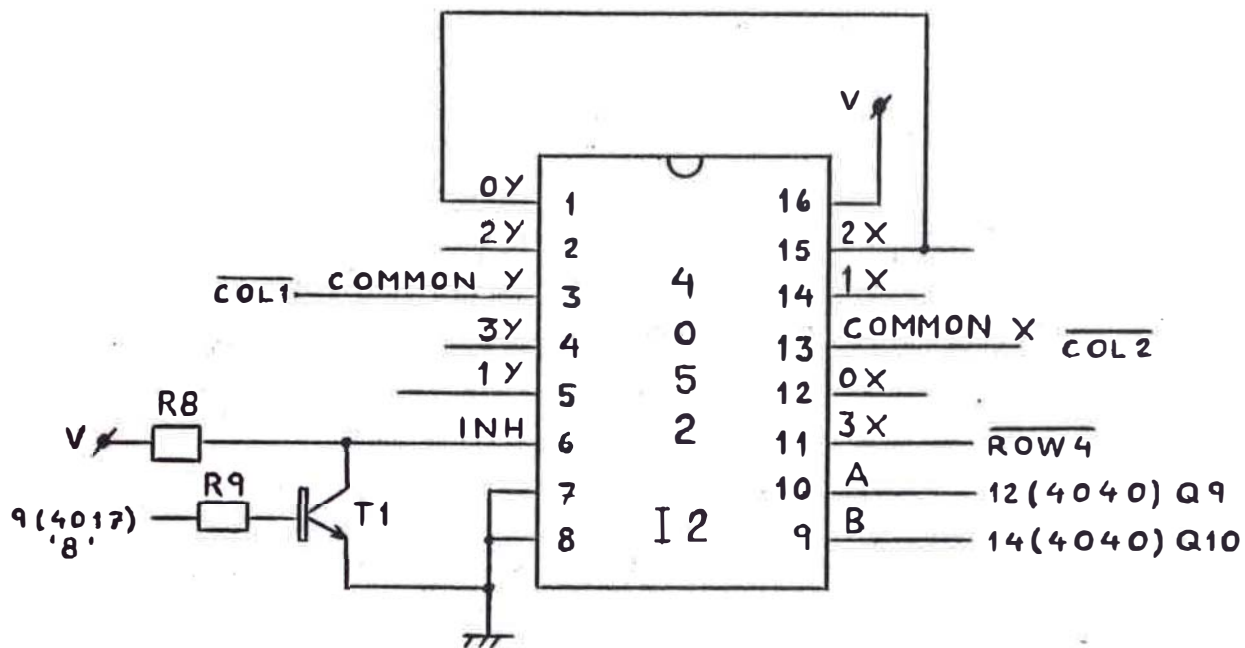
El control de este contador, tanto para su inicialización, como para su conclusión (Reset) lo tiene el integrado 4013 (doble Flip-Flop, tipo "D") conectado al pin 11 (Reset) del 4040.

f) Circuito de secuencia de Marcación Automática

Este circuito está formado por un multiplexor-demultiplexor análogo de cuatro canales diferenciales integrados (4052 B), mostrado en la Figura 44a. Sus canales de entrada-salida además de los comunes, están conectados a los pines de "filas" y "columnas" del MK5175, mientras que las entradas de control binario (A, B) lo están a los pines 12 (Q9) y 14 (Q10) del contador binario 4040.

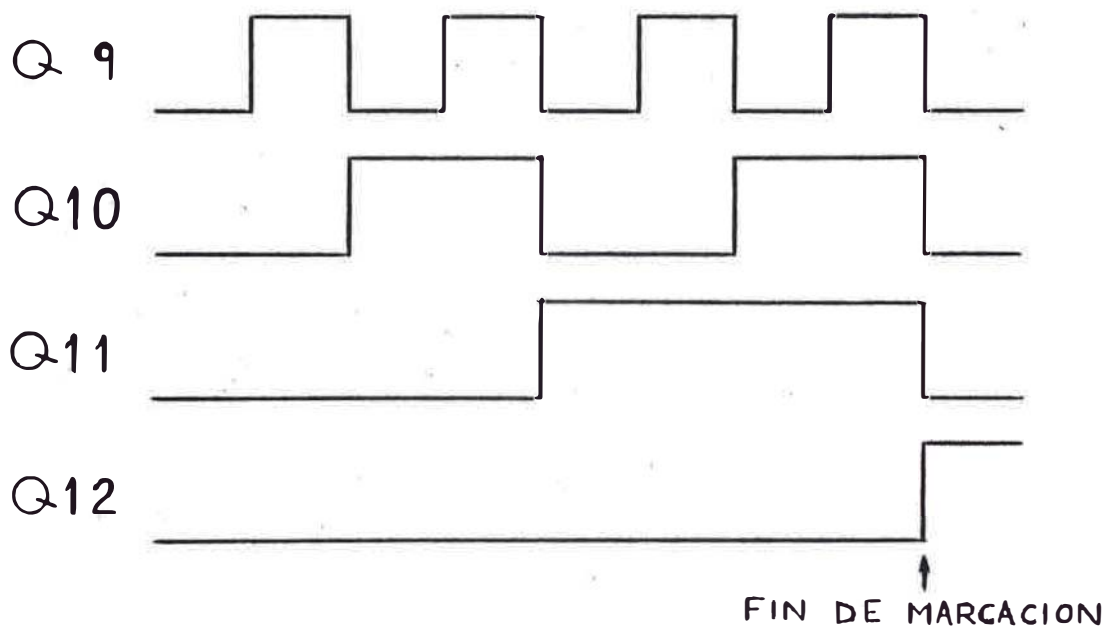
Esto quiere decir que según sea el número binario que haya en las entradas de control, habrá una determinada conexión entre los canales comunes y los de entrada-salida.

Si a estos canales comunes y de entrada-salida se les conecta adecuadamente (como es el caso de este circuito) con las "filas" y "columnas" del MK5175 se tendrá el equivalente a presionar las teclas del teclado de entrada.



a) Circuito multiplexor de 4 canales

MEMORIA '1' '4' '2' '0' '1' '4' '2' '0'



b) Secuencias de salida del 4040.

FIGURA 44

Con la finalidad de hacer el menor número de conexiones para tener acceso a cuatro posiciones de memoria - (tomadas aleatoriamente), se conectaron los canales del 4052 a las "filas" y "columnas" del MK5175 y las - entradas de control binario (A, B) a las salidas Q9 y Q10 respectivamente (pines 12 y 14) del 4040, dando como resultado el cuadro de conexiones de la Tabla 4, debido a las secuencias de salida del contador binario, Figura 44b.

Otro integrado que forma parte de este circuito de secuencia de marcación automática es el cuádruple switch bilateral (4016 B), mostrado en la Figura 45.

Estos switches no son más que "puertas de transmisión" operadas por señales de control, una por cada switch. En estado de "conducción" la impedancia entre la entrada y la salida del switch es baja y en estado de "bloqueo", esta impedancia es muy alta (aproximadamente 100 megaohmios).

Un switch esta en "conducción" cuando en la entrada de control hay un nivel de tensión alto ("1") y está en "bloqueo" cuando esta entrada tiene un nivel bajo ("0")

El tercer integrado que también forma parte de este circuito, es el contador de décadas con 10 salidas decimales decodificadas (4017 B), Figura 45.

Este contador durante toda la secuencia de marcación automática, contará de 0 a 9 ocho veces, generando en cada una de estas cuentas una solicitud de "tono de invitación a marcar", la marcación de * y seguidamente la -

INHIBIT	B	A	X _C Y _C	CONEXIONES	MEMORIA
0	0	0	0X, 0Y	—, COL1 x ROW1	'1'
0	0	1	1X, 1Y	—, COL1 x ROW2	'4'
0	1	0	2X, 2Y	ROW1 x COL2, -	'2'
0	1	1	3X, 3Y	ROW4 x COL2, -	'0'
1	X	X	NINGUNO	-----	--

TABLA 4 - Cuadro de conexiones del 4052

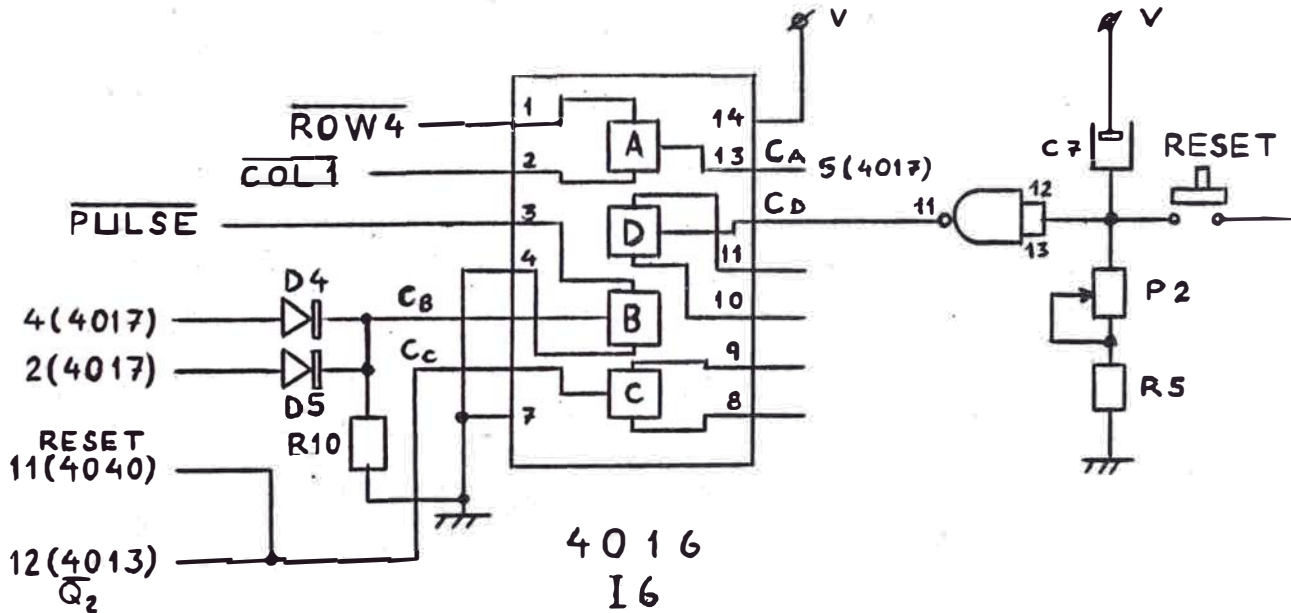


FIGURA 45 - Diagrama de conexiones del 4016

conexión de una de las 4 posiciones de memoria.

Lo que asignará que el MK5175 envíe los pulsos del número almacenado a la línea telefónica a través del pin 16 ($\overline{\text{PULSE}}$).

De igual forma, en cada cuenta de 0 a 9 se excita el LED1 de PAUSA, indicando el transcurso de un tiempo de espera suficiente para que aparezca el "tono de invitación a marcar".

Al llegar la cuenta a 9, se detiene ésta por estar la salida "9" (pin 11) conectada a la entrada de CLOCK INHIBIT, hasta que aparezca otra señal reset en el pin 15 (RESET), que inicializa nuevamente la cuenta.

Por otro lado, el control de este contador lo tiene prácticamente la salida del Flip-Flop del 4013, como se indica en la Figura 46.

El contador síncrono 4017 avanza una cuenta en la transición positiva de la señal de reloj (CLOCK), si la señal CLOCK INHIBIT está en "0".

- g) Circuito conmutador de la línea telefónica. Optoacoplamiento.

Este circuito es el encargado de introducir a la línea telefónica los números generados por la marcación automática. Es mostrado en la Figura 47 y está formado por un relé que conmuta la línea telefónica al circuito de apertura y cierre de la línea de salida.

Este circuito de apertura y cierre de línea de salida está formado por los transistores T3 y T4, además del diodo zener D7 limitador de tensión. Asimismo, está

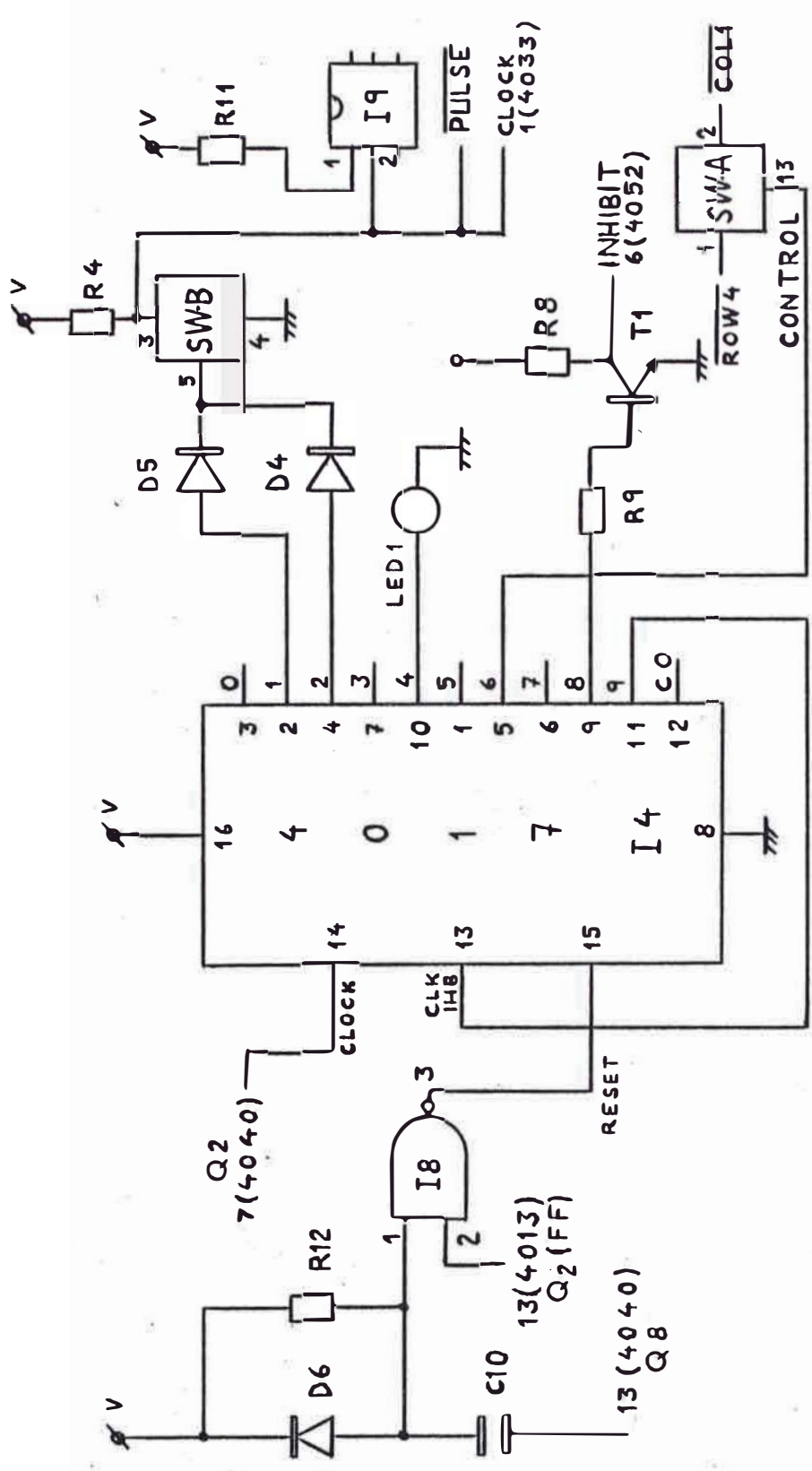


FIGURA 46 - Diagrama de conexiones del 4017

controlado por los pulsos de salida del MK5175 pero - no directamente, sino a través de un optoacoplador integrado (H11A1) utilizado para un aislamiento eléctrico de protección contra niveles altos de tensión y ruido.

El puente rectificador asegura en el circuito de apertura y cierre de línea una tensión de polaridad constante, mientras que el varistor VR1 da una protección contra picos transitorios de tensión.

- h) Circuitos de inicialización y de término (Reset) de - marcación automática. Polarización.

Estos circuitos se muestran en la Figura 48 y están - formados básicamente por el Doble Flip-Flop Tipo "D" integrado (4013 B).

La red constituida por el divisor de tensión R18 y R26 el condensador C11, el diodo D8 y las puertas NAND's de I8, forman el circuito de inicialización, mientras que por otro lado, el condensador C7, el potenciómetro P2, el pulsador S, el switch SW-D del 4016 y el transistor T2 forman el circuito de término o de reset.

La polarización de todo el circuito marcador telefónico está dada por el regulador de tensión integrado 7805. que puede suministrar una corriente de salida - de 1 amperio, convenientemente refrigerado. El diodo D3 protege al regulador contra la inversión de polaridad.

- i) Indicadores Opticos (LED's).

El circuito marcador telefónico cuenta con 3 LED's in

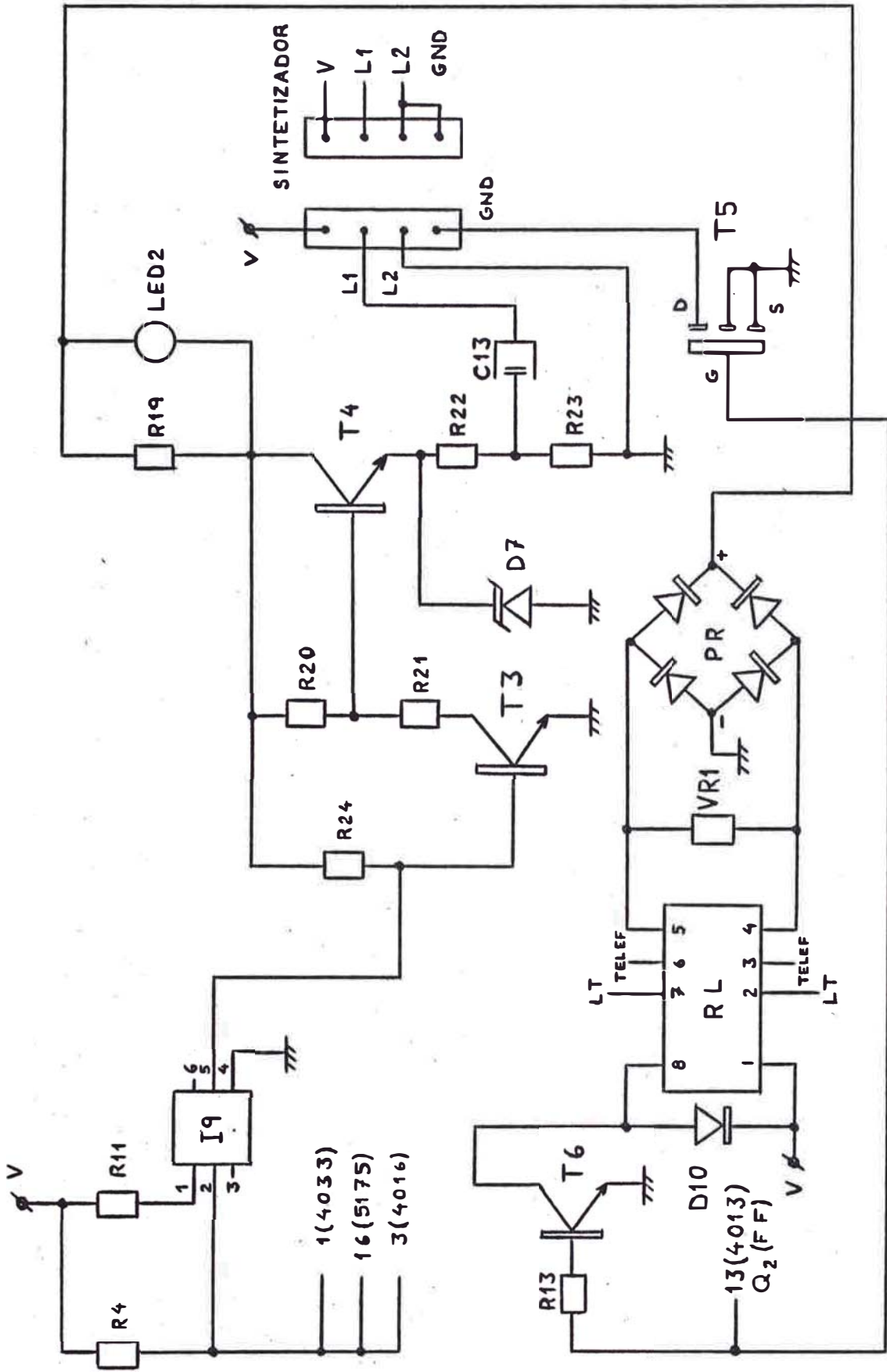


FIGURA 47 - Circuito conmutador de la línea telefónica

dicadores.

El LED1, de color VERDE, indica una "PAUSA" en la marcación automática para dar tiempo a la aparición del "tono de invitación a marcar".

El LED2, de color AMARILLO, indica la conexión del circuito marcador automático a la línea telefónica "LINEA" y también el envío de los pulsos de los números "programados" a través de ésta.

El LED3, de color ROJO, indica el término de la marcación automática, ya sea por finalización de su ciclo de trabajo o por una interrupción manual involuntaria por medio del pulsador S.

j) Funcionamiento del Circuito Marcador Telefónico.

El circuito marcador telefónico desde el momento que es polarizado hasta la marcación automática, pasa por 3 fases o estados que son: reposo, alerta y alarma, descritos a continuación:

j1. Estado de Reposo.

Al momento de conectar el Sistema a la red (220V-60 Hz) se polariza instantáneamente el circuito marcador telefónico, por lo tanto, los integrados que lo forman son alimentados a una tensión "V" de $6 V_{DC}$.

Esta polarización origina una señal reset en el Flip-Flop 4013 y, a la vez, la conducción del transistor T2, debido a que la tensión en los bornes - del condensador C7 es nula en este instante; como

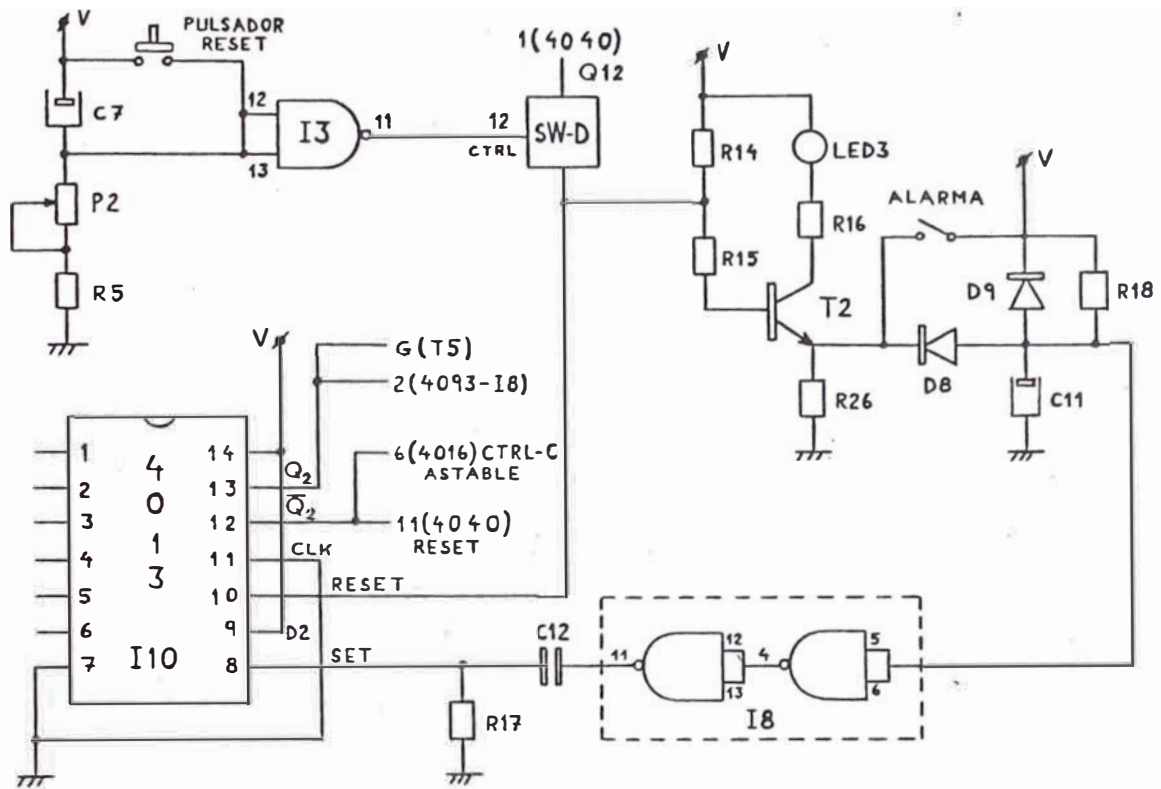


Figura 48 - Circuitos de inicialización y de término de marcación automática

ESTADO DEL MARCADOR	CL_2	D_2	R_2	S_2	Q_2	\bar{Q}_2
AL POLARIZARSE	1	1	1	0	0	1
"ALERTA"	1	1	0	0	0	1
PULSO DE - ALARMA	1	1	0	1	1	0
"ALARMA"	1	1	0	0	1	0

TABLA 5 - Tabla de Verdad del Flip-Flop 4013

consecuencia de esto, el LED3 indicador de RESET del Marcador Telefónico se enciende, según se puede ver en la Figura 48.

Una vez cargado C7 a la tensión V (nivel "1" lógico), en el pin 11 del integrado I3 (NAND 4093) se tiene un nivel de tensión "1", debido a que por el potenciómetro P2 no circula corriente. Este nivel acciona el switch SW-D del 4016, conectando la entrada (pin 10) y la salida (pin 11) y reseteando al Flip-Flop 4013 (la salida Q_2 toma el nivel "0").

En esta situación de "reposo" del circuito marcador telefónico, el contador 4040 de la Figura 43 está reseteado, debido a que la salida Q_2 (pin 12) del Flip-Flop 4013 es "1"; asimismo, el oscilador astable está "bloqueado" porque esta señal Q_2 acciona el SW-C del 4016 conectando las entradas (pines 1 y 2) de I3 a tierra.

De igual manera, si la salida Q_2 del 4013 está en nivel "0", el 4017 también está reseteado (ver Figura 46) y los transistores T5 y T6 están en el estado de "corte" (Figura 47), por lo que el relé no es excitado, permaneciendo el circuito marcador telefónico desconectado de la línea telefónica.

Por otro lado, el MK5175 no genera pulsos de salida (pin 16) mientras no sea introducida la secuencia válida de inicio de marcación automática y el 4052 está inhibido porque en el pin 6 hay un ni-

vel "1" debido a que T1 está en "corte" (el pin 9 del 4017 está en "0"). Ver Figuras 44a y 46.

La visualización del estado de reposo es un 0 en el display, puesto que el 4033 en el instante de polarización, tiene un nivel "1" en el pin 15 (RESET), que posteriormente pasa a "0" cuando el condensador C4 se carga a través de la resistencia - R3, quedando el 4033 habilitado para contar los pulsos de salida (pin 16) del MK5175.

j2. Estado de Alerta.

El siguiente paso a la polarización es la programación de almacenamiento de los números telefónicos y su verificación.

Esto hace pasar al circuito marcador telefónico - del estado de reposo al estado de alerta, puesto que una señal de alarma accionaría este circuito y la marcación de los números telefónicos se haría efectiva.

j3. Estado de Alarma.

Cuando el circuito marcador telefónico detecta una señal de alarma de la central (esto equivale a cerrar el interruptor S_A de la Figura 48) el ánodo del diodo D8 se eleva a un nivel de tensión "1", polarizando inversamente a éste y llevándolo a un estado de "corte", lo que origina que el condensador C11 se cargue a un nivel "1" y que en el pin 8 (SET) del 4013 haya por un instante un ni-

vel "1" (C12 sin tensión) que cambia el estado de la salida Q_2 del Flip-Flop 4013 a "1".

Posteriormente, C12 se carga a través de R17, haciendo que en el pin 8 del 4013 vuelva a haber nuevamente una tensión "0" pero que no cambia el estado de la salida Q_2 ; como se puede apreciar en la "Tabla de verdad" del 4013 (Tabla 5).

Si la salida Q_2 del 4013 está en el nivel "1", la salida Q_2 está en el nivel "0". Esto hace que tanto el contador 4040 y el oscilador astable sean habilitados, empezando el 4040 a contar los pulsos del oscilador (Figura 43).

En este instante, las entradas 1 y 2 de I8 (4093) están a nivel "1" (Q_8 del 4040 todavía en "0") lo que habilita al 4017 para contar los pulsos de entrada (señal Q_2 del 4040). Figura 46.

A la par de todo esto, los transistores T5 y T6 son llevados al estado de "conducción" por la señal Q_2 del 4013 (Figura 47). Al conducir T5, las "tierras" de los circuitos marcador telefónico, sintetizador de voz y conmutador de la línea telefónica (este último a través del circuito sintetizador de voz) son unidos, quedando el Sistema con un solo nivel de referencia (tierra).

Al conducir el transistor T6, el relé RL es excitado, conmutando la línea telefónica del teléfono (conectado entre los pines 1 y 2 de la regleta RG1) a la línea de

salida del circuito marcadore telefónico (ver Figuras - 36 y 47).

Asimismo, al conducir T5 y T6, se conecta el circuito sintetizador de voz a la línea de salida del circuito marcadore telefónico y por lo tanto, a la línea telefónica a través de los terminales L1 y L2 del conector - CN 2.

Habilitado el 4017, empieza a contar los pulsos de la señal Q_2 del 4040, sucediendo lo siguiente:

- En la cuenta 0 el switch SW-B (4016) está desactivado, por lo tanto, por la entrada del optoacoplador I9 no circula corriente, esto hace que T3 y T4 conduzcan cerrando el bucle de la línea telefónica y encendiendo el LED2, lo que equivale a "levantar" el microteléfono del aparato telefónico". En la segunda cuenta de 0 esto equivaldría a que todavía continúa la comunicación.
- En la cuenta 1 y 2 el SW-B es activado, poniendo a tierra el pin 3 (4016), haciendo circular una corriente por la entrada de I9, lo que origina que la base de T3 vaya a tierra, llevando al estado de "corte" a T3 y T4. Esto hace que el bucle de la línea telefónica se abra, lo que equivale a "colgar" el microteléfono del aparato telefónico, terminando la comunicación.
- En la cuenta 3 nuevamente se hacen conductores T3 y T4 cerrando el bucle de la línea telefónica, lo que equivale a levantar el microteléfono para iniciar una llamada. El LED2 se enciende.

En las cuentas 4 a 7 se da tiempo suficiente para que -
aparezca el tono de invitación a marcar. El estado de
la línea permanece invariable respecto de la cuenta 3.

- En la cuenta 4 se enciende el LED1 indicador de PAUSA,
para indicar que está "tomada" la línea telefónica y se
está esperando el tono de invitación a marcar.

En la cuenta 6 se acciona el SW-A, conectándose los pi
nes 3 y 11 del MK5175, lo que equivale a presionar la -
tecla * de inicio de secuencia de marcación automática.

- En la cuenta 8 el transistor T1 pasa a conducir, hacien-
do que en el pin 6 del 4052 (INHIBIT) haya un nivel de
tensión "0", lo que excita al 4052 haciendo la conexión
COL 1 x ROW 1 (Tabla 2) o posición de memoria 1 (esto e-
quivale a presionar la tecla 1) con lo cual se completa
la secuencia de marcación automática (* 1) empezando el
MK5175 a "vaciar" el número almacenado en esta posición
de memoria por el pin 16. Se supone que para entonces,
en la línea telefónica ya se tiene el tono de invitación
a marcar.

- En la cuenta 9, se inhibe el 4017 deteniéndose la cuen-
ta.

Mientras llega la señal Q8 del 4040 que resetee y habili-
te nuevamente a contar al 4017 para terminar la llamada -
en la cuenta 1, los pulsos de los números telefónicos en-
viados por el MK5175 (pin 16) excitan a través del optoa-
coplador a los transistores T3 y T4, abriendo el bucle de
línea (que estaba cerrado) tantas veces como pulso tenga

el número "vaciado" por el MK5175 (ver Figura 41). Esta operación es la misma que si se marcara el número por el disco del teléfono.

Por ejemplo, si el primer dígito del número es 6, habrá 6 pulsos o aperturas de línea telefónica; seguirá una pausa y luego continuarán los pulsos del segundo dígito y así sucesivamente hasta completar todos los dígitos del número almacenado.

Cuando Q8 del 4040 resetea al 4017 (por el paso del nivel de tensión "1" al nivel "0") la cuenta del 4017 que había quedado en 9 pasa a 0. La señal reset dura lo que el condensador C10 tarda en cargarse a un nivel "1" a través de R12.

Una vez cargado C10, el 4017 es habilitado para empezar otra cuenta. A todo esto, la comunicación por la línea telefónica ha seguido inalterable, por lo tanto, cuando el 4017 llegue a la cuenta 1 el bucle de la línea telefónica es abierto, sólo entonces; apagándose el LED2 y dando por terminada la comunicación.

En la cuenta 3 se empieza la siguiente comunicación telefónica y así hasta marcar las posiciones de memoria 1, 4, 2 y 0 (LND) por 2 veces consecutivas como se muestra en la Figura 44b. Con esto último se trata de aumentar la probabilidad de que alguna persona reciba el mensaje de alarma, haciendo más eficiente al Sistema.

Cabe notar que el tiempo entre marcaciones de números, denominado "tiempo de comunicación o de llamada", depende -

del valor de resistencia que se le fije al potenciómetro P1 del oscilador astable por ser indirectamente el CLOCK del contador 4017.

En todo caso este tiempo de llamada no debe ser menor que el tiempo que tarda el MK5175 en marcar el número (ver características AC del MK5175 en el Apéndice B y Figura 41).

Como se puede apreciar en las Figuras 42 y 46 el contador de décadas 4033 recibe los pulsos del MK5175 por el pin 1 (CLOCK) y los cuenta reseteándose entre dígitos de dibo a la señal MUTE del MK5175 cuando pasa del nivel de tensión "1" al nivel "0" (ver Figuras 41 y 42).

Este reset entre dígitos hace que en el display se muestre la cuenta ascendente desde 0 hasta el valor del dígito marcado, donde permanecerá hasta que aparezca nuevamente la señal MUTE para el siguiente dígito. Como se hizo mención en la parte c) anterior.

Cuando se termina la marcación automática o se interrumpe voluntariamente (presionando el pulsador S de RESET) el display visualizará el último dígito contado por el 4033.

Si se diese el caso de que se resetea voluntariamente cuando el MK5175 está enviando un número almacenado, el display continuará mostrando los dígitos de este número - hasta que se complete, pues ni el MK5175 ni el 4033 se reresetean al pasar el circuito marcador telefónico al estado de alerta. La visualización final será entonces el último dígito del número almacenado.

Una vez hecha la marcación de los 8 números almacenados, la señal Q12 (pin 1) del contador 4040 pasa a un nivel de tensión "1" reseteando al Flip-Flop 4013 a través del switch SW-D accionado por el nivel "1" del pin 11 de I3 (4093) como se puede ver en la figura 48.

La señal "1" de reset en el Flip-Flop 4013 hace que su salida Q₂ pase a un nivel "0", lo que producirá que el 4017 se resetee a través de I8 (Figura 46) y que la salida Q₂ del 4013 en nivel "1" resetee también al 4040 y bloquee al oscilador astable (Figura 43).

Por otro lado, esta señal Q₂ del 4013 hará que el transistor T2 conduzca encendiendo el LED3 de RESET, indicando en este caso, el término de la marcación automática y el paso del circuito marcador telefónico al estado de alerta nuevamente.

k) Placa de circuito impreso. Disposición de componentes.

En la disposición de componentes en el circuito impreso se consideró el ordenamiento según sus características físicas (forma y dimensiones) y la ocupación del mínimo espacio, sin perjuicio del funcionamiento de estos componentes. Esta disposición se puede apreciar en la Figura 49.

La placa de circuito impreso respectiva, hecha de fibra de vidrio bañada en cobre en una proporción de 1 onza de Cu/cm², a doble cara y con equipos metalizados de dimensiones 18.5 x 8.5 cm. es la que se muestra en las Figuras 50 y 51.

Las características del circuito marcador telefónico anteriormente mencionadas como el teclado de entrada, el display de visualización de los números almacenados, los indicadores ópticos y el pulsador de RESET, se pueden apreciar en la Figura 52a.

Del mismo modo, las placas de circuito impreso de la central (placa superior), del circuito marcador telefónico y sobre ella la del sintetizador de voz, y en la parte inferior derecha el altavoz de salida de audio, se muestran en la vista de la parte interior de la unidad Central-Marcador Automático (Figura 52b).

Notar que el transformador de la fuente de alimentación del Sistema está ubicado en la parte superior izquierda de la caja metálica.

4.3.1.3. Circuito Sintetizador de Voz

Es el segundo circuito que forma el Marcador Telefónico y contiene almacenado el mensaje de alarma por voz, que es enviado por la línea telefónica cuando el circuito marcador telefónico es llevado al estado de alarma por la activación de la central ante una señal específica detectada.

A continuación se presentan el diagrama de conexiones de este circuito, así como la relación de componentes utilizados en su diseño y montaje. Igualmente se hace una descripción de sus características y su funcionamiento, concluyendo con la presentación del circuito impreso y la disposición de componentes en la placa.

(a)



(b)

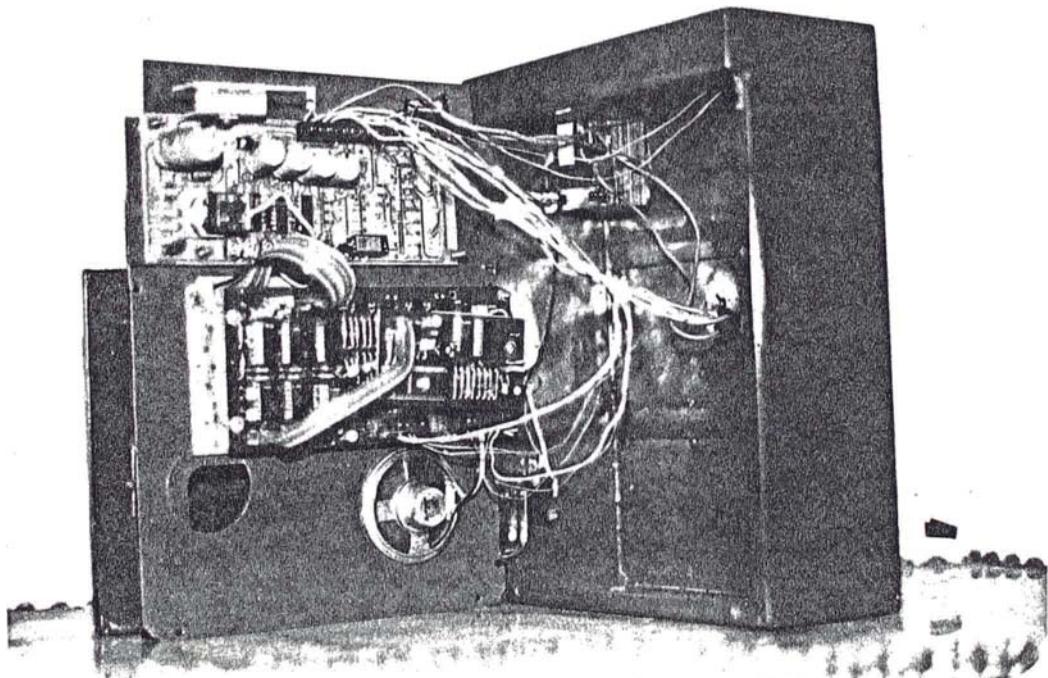


FIGURA 52 - a) Acceso a los mandos e indicadores a través de una puerta con cerradura de llave.

b) Aspecto interior de la unidad. Placa del Marcador Telefónico (inferior) y placa de la central (superior).

a) Diagrama de conexiones. Relación de componentes.

En la figura 53 se muestra el diagrama de conexiones - del circuito sintetizador de voz. Como complemento a este diagrama se da a continuación la relación de componentes utilizados.

- Resistencias: 1/4 W, 5% tolerancia

R1 = 15 K-ohmios	R8 = 1.8 K-ohmios
R2 = 22 K-ohmios	R9 = 33 K-ohmios
R3 = 220 K-ohmios	R10 = 1.8 K-ohmios
R4 = 100 K-ohmios	R11 = 3.3 K-ohmios
R5 = .56 K-ohmios	R12 = 6.8 K-ohmios
R6 = 330 Ω -ohmios	R13 = 15 K-ohmios
R7 = -----	R14 = 330 K-ohmios

- Condensadores:

C1 = 100 nf - 32 V - cerámico
C2 = 22 nf 32 V - cerámico
C3 = 22 nf - 32 V - cerámico
C4 = 22 nf - 32 V - cerámico
C5 = 22 nf - 32 V - cerámico
C6 = 1 μ f - 50 V - electrolítico
C7 = 100 μ f - 16 V - electrolítico

- Potenciómetro:

P1 = 50 K-ohmios - 1/4 W - lineal

- Altavoz:

LS \geq 8 ohmios - 0.3 W - membrana de papel

- Microrruptor: 1 vía - normalmente cerrada

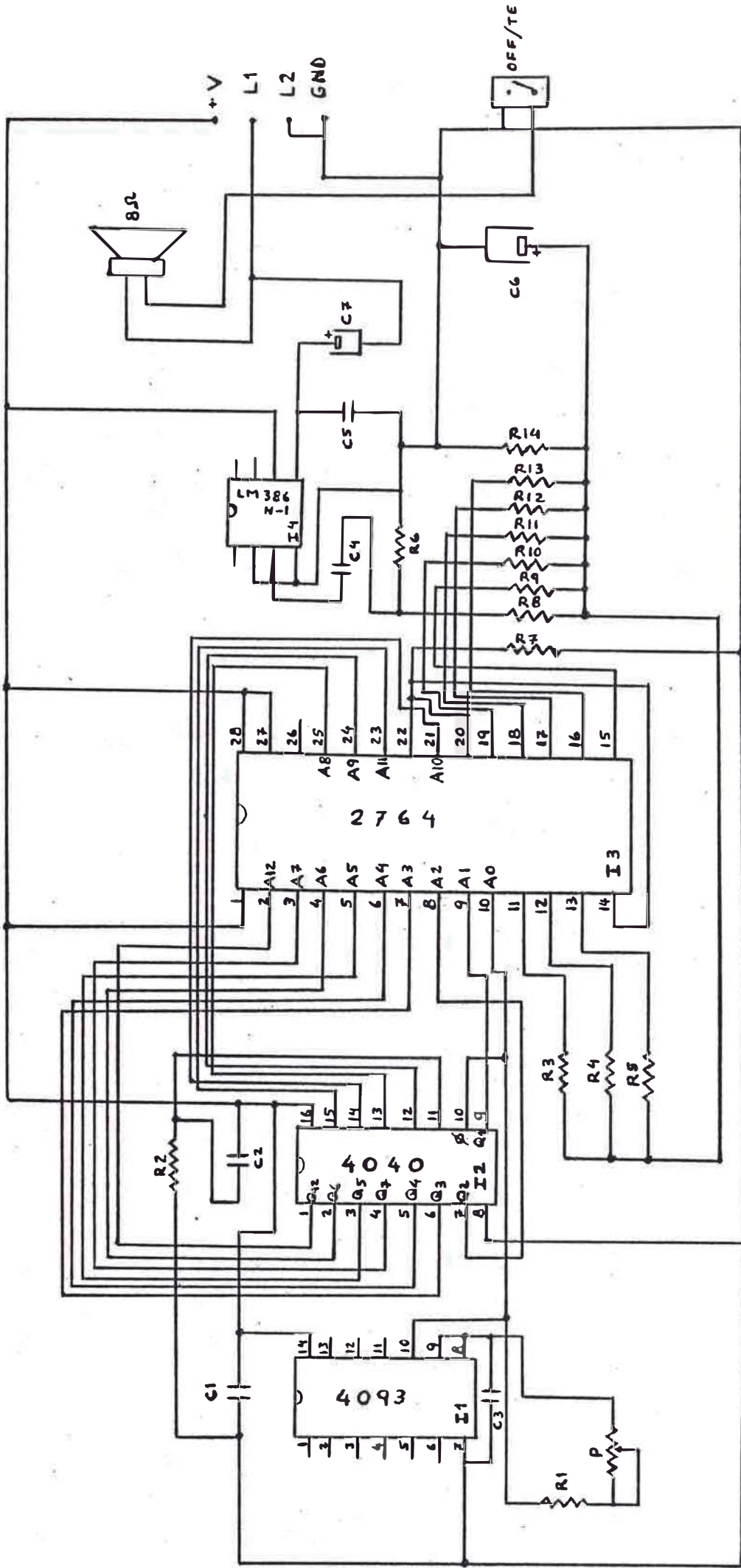


FIGURA 53 - Diagrama de conexiones del circuito Sintetizador de Voz

Circuitos Integrados /24/

I1 = 4093 B (Quad 2 - Input NAND Schmitt Triggers).

I2 = 4040 B (Riple - Carry Binary Counter).

I3 = 2764 (8K x 8 Bit UV EPROM)

I4 LM 386 N-1 (AF Amplifier).

b) Características.

El circuito sintetizador de voz está compuesto por 5 circuitos claramente diferenciados descritos a continuación.

b1. Circuito Reloj.

Formado por una puerta NAND Schmitt Trigger (4093 B) que trabaja como oscilador astable. Genera la señal de reloj (clock) de sincronismo. La frecuencia de oscilación depende del condensador C3 y del valor total de la resistencia R1 y del potenciómetro P1. A través de este último, se tiene el control de esta frecuencia.

b2. Circuito de Control Secuencial.

Formado por un contador binario 4040 B. Es excitado por el oscilador astable y sus salidas "barren" de forma secuencial las entradas de direccionamiento de memoria de I3.

b3. Circuito de Almacenamiento.

Formado por una memoria EPROM de 65,536 (8K x 8) bits, borrable por luz ultravioleta y de tecnología CMOS.

El código de esta memoria es 2764 UV EPROM (ultra-violet Erasable and Electrically Programmable Read Only Memory).

Esta memoria puede trabajar con una tensión de polarización de $6 V_{DC}$.

El tiempo total para programar los 65,536 bits es 420 segundos y su tiempo de acceso es de 250 nseg. como máximo (ver Apéndice B).

b4. Circuito Convertidor Digital Analógico (CDA).

El circuito convertidor digital-analógico utilizado en la etapa de síntesis de voz es el mostrado - en la Figura 53.1. Es un CDA a resistencias de valores ponderados y es analizado por Millman /20/. La salida analógica V_A es proporcional a la entrada digital, que en este caso son las salidas de la memoria 2764 EPROM (I3).

Como la resistencia del bit más significativo de - la señal de entrada del CDA es R_{10} , las demás resistencias estarán en función de ésta.

En principio se consideró el valor de 1.8 Kohmios para R_{10} , por lo tanto los valores teóricos y los utilizados en la práctica, son los mostrados en la Tabla 6.

La salida V_A del CDA (con $R_{14} = 0$), según Millman, está dada por la ecuación:

$$V_A = 0_7 2^{-1} + 0_6 2^{-2} + 0_5 2^{-3} + 0_4 2^{-4} + 0_3 2^{-5} + 0_2 2^{-6} + 0_1 2^{-7} + 0_0 2^{-8} \quad (1)$$

2764	EPROM	Resistencias	Valor Teórico	Valor Práctico
N° Pin	Salida	del CDA	(Kohmios)	5% Tolerancia (Kohmios)
19	0 ₇	R10 = 2 ⁰ R10 =	R10 ----- 1.8	----- 1.8
18	0 ₆	R11 = 2 ¹ R10 =	2 R10 ----- 3.6	----- 3.3
17	0 ₅	R12 = 2 ² R10 =	4 R10 ----- 7.2	----- 6.8
16	0 ₄	R13 = 2 ³ R10 =	8 R10 ----- 14.4	----- 15
15	0 ₃	R9 = 2 ⁴ R10 =	16 R10 ----- 28.8	----- 33
13	0 ₂	R5 = 2 ⁵ R10 =	32 R10 ----- 57.6	----- 56
12	0 ₁	R4 = 2 ⁶ R10 =	64 R10 ----- 115.2	----- 100
11	0 ₀	R3 = 2 ⁷ R10 =	128 R10 ----- 230.4	----- 200

Tabla 6 - Relación entre resistencias del CDA.

Valores Teóricos y Prácticos

Por lo tanto:

$$V_A = \left(\frac{a_7}{2} + \frac{a_6}{4} + \frac{a_5}{8} + \frac{a_4}{16} + \frac{a_3}{32} + \frac{a_2}{64} + \frac{a_1}{128} + \frac{a_0}{256} \right) V \quad (2)$$

donde los coeficientes: a_0, a_1, \dots, a_7 , pueden ser 0 ó 1. De esta ecuación se deduce que V_A es una tensión analógica proporcional a una entrada digital.

De la ecuación (2) se tiene también:

$$V_A = \left(\frac{a_7}{2^0} + \frac{a_6}{2^1} + \frac{a_5}{2^2} + \frac{a_4}{2^3} + \frac{a_3}{2^4} + \frac{a_2}{2^5} + \frac{a_1}{2^6} + \frac{a_0}{2^7} \right) \frac{V}{2} \quad (3)$$

Analizando el circuito de la Figura 53.2 se tiene que:

$$V_{A_T} = \frac{128}{767} \left(\frac{a_7}{2^0} + \frac{a_6}{2^1} + \frac{a_5}{2^2} + \frac{a_4}{2^3} + \frac{a_3}{2^4} + \frac{a_2}{2^5} + \frac{a_1}{2^6} + \frac{a_0}{2^7} \right) V \quad (4)$$

donde V_{A_T} es independiente de R y se comprueba la similitud de esta ecuación (4) con la ecuación (2) de Millman.

La tensión V es la tensión de fuente de alimentación e igual a 6 voltios y el factor de proporcionalidad es $\frac{128}{767}$.

Cabe precisar que la calidad de este CDA depende de la exactitud de los valores de las resistencias y, por lo tanto, de sus variaciones con la temperatura.

b5. Circuito de Salida de Audio. Consideraciones de Diseño.

Este circuito está compuesto por un filtro pasa-banda de baja frecuencia, constituido por una red pasiva

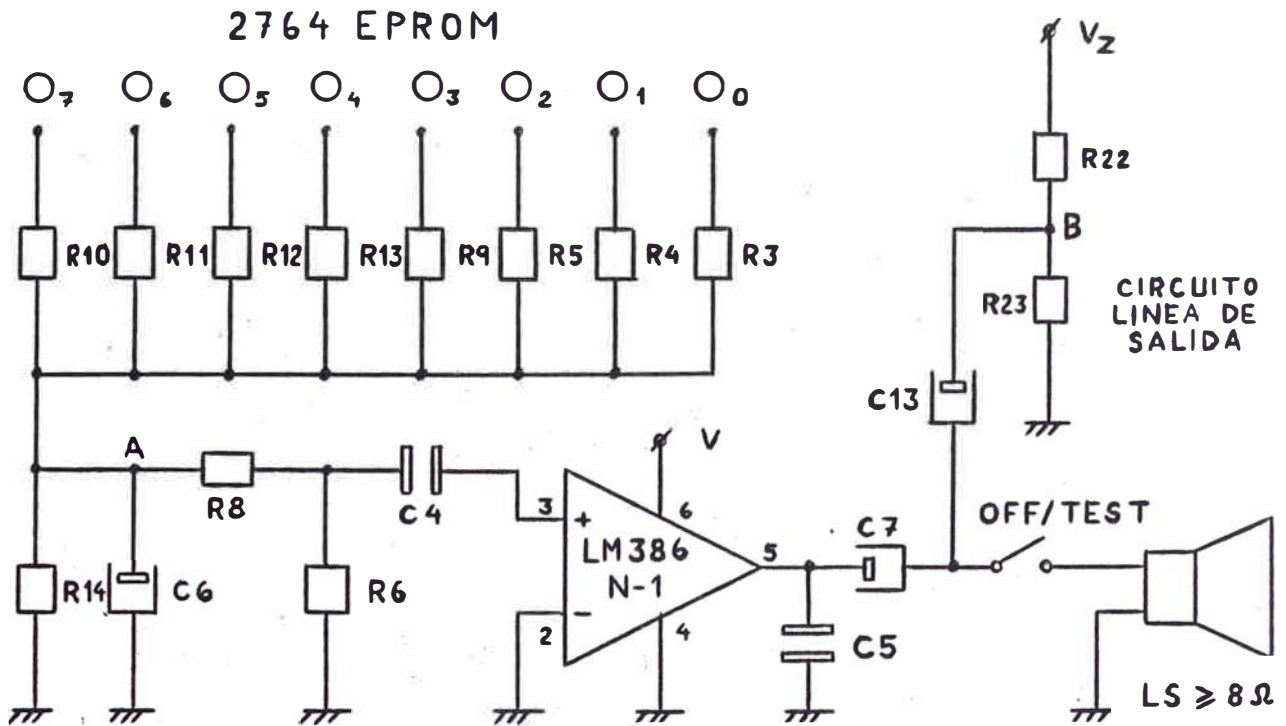


FIGURA 53.1 - Circuito convertidor digital-analógico y salida de audio (filtro y amplificación).

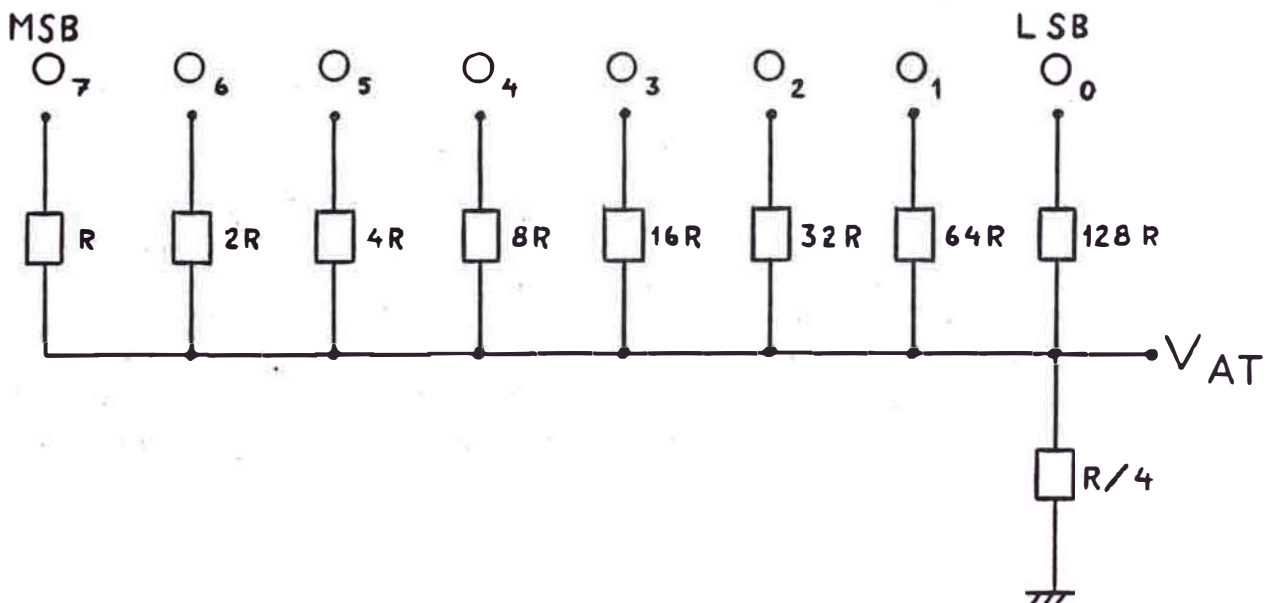


FIGURA 53.2 - Convertidor digital-analógico de resistencias de valores ponderados utilizado en la práctica.

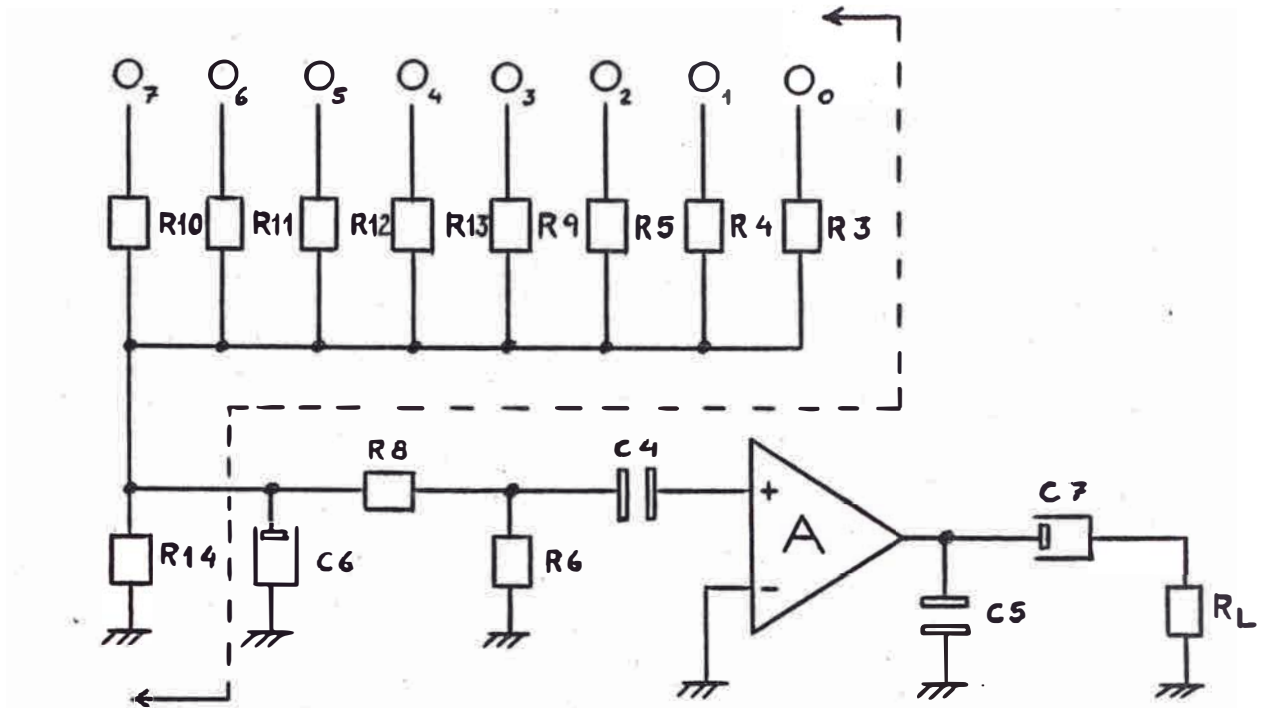
R-C; un amplificador de audio (LM 386 N-1) y una resistencia de carga R_L presentada por la red de línea de salida del circuito marcador telefónico (transistores T_3 y T_4 , Figura 47).

Una salida opcional de comprobación de mensaje es utilizada a través del interruptor OFF/TEST para conectar el altavoz a la salida del amplificador. Figura 53.1.

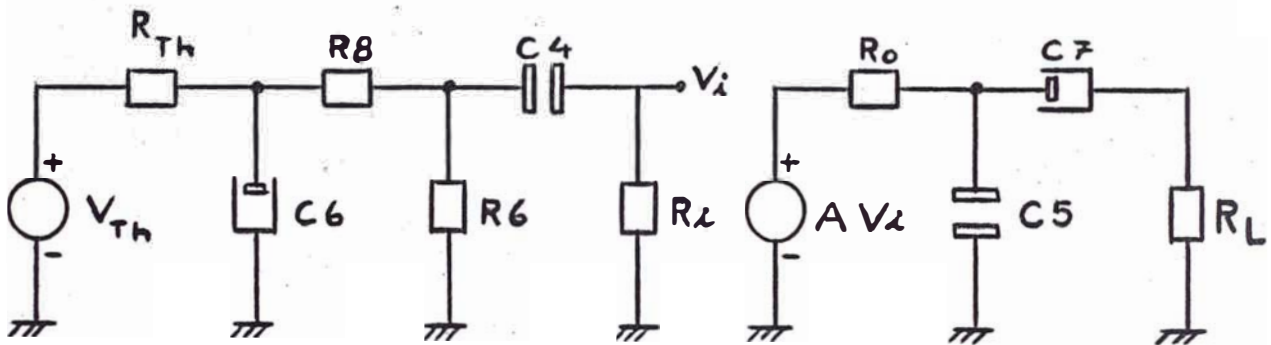
En corriente continua, la resistencia de carga R_L está desacoplada de este circuito de salida de audio, - al presentar el condensador C7 una impedancia infinita (circuito abierto) a la corriente DC. Por lo tanto, sólo señal pasará por esta resistencia (para entrar a la línea telefónica) o excitar al altavoz.

Analizando el circuito de la Figura 53.1 para pequeña señal y bajas frecuencias, se tiene el circuito equivalente de la Figura 53.3b), donde R_i , R_o y A son las resistencias de entrada y salida, y la ganancia, respectivamente, del amplificador de audio. De igual manera, V_{Th} y R_{Th} son los valores de tensión y resistencia del circuito equivalente de Thévenin del CDA.

En el circuito equivalente de la Figura 53.3b), se puede apreciar el filtro de baja frecuencia, que actúa sobre la señal analógica, entre el CDA y el amplificador. Este filtro está compuesto por un filtro pasabajo de entrada (formado por R_{Th} y C6), una red atenuadora (R_8 y R_6) y un filtro pasa-alto de salida



a) Circuito para pequeña señal



$$V_{TH} = V_{AT}$$

b) Circuito equivalente total para pequeña señal y baja frecuencia

Figura 53.3

(C4 y Ri).

La función de transferencia de voltaje de este filtro de baja frecuencia de entrada al amplificador es FT1 y está dada por la ecuación /20/ :

$$FT1(j\omega) = \frac{V_i}{V_{A_T}} = \frac{a(j\omega)}{b(j\omega)^2 + c(j\omega) + 1} \quad (1)$$

donde:

$$a = \frac{R_i C_6 C_4}{R_{Th} + R_8 + R_6}$$

$$b = \frac{R_{Th} C_6 C_4 [R_8(R_6 + R_i) + R_6 R_i]}{R_{Th} + R_8 + R_6}$$

$$c = \frac{R_6 C_4 (R_{Th} + R_8 + R_i) + R_{Th} C_6 (R_8 + R_6) + R_i C_4 (R_{Th} + R_8)}{R_{Th} + R_8 + R_6}$$

$$y \quad R_{Th} = \frac{128}{767} R_{10} \quad \text{para} \quad R_{14} = \frac{R_{10}}{4}$$

En esta ecuación (1), se puede apreciar que la función FT1 está compuesta por una constante "a" llamada ganancia, por un factor derivativo "jω" y por un factor cuadrático de la forma:

$$\left[b(j\omega)^2 + c(j\omega) + 1 \right]^{-1}$$

La función de este filtro de baja frecuencia es dejar pasar solamente las frecuencias correspondientes a la banda de voz (100-3,400 Hz).

Como amplificador de audio se ha utilizado un amplificador diseñado principalmente para amplificación de - bajo voltaje, con ganancia fija (A) de 20 que puede

ser incrementada hasta un valor de 200.

El LM 386 N-1 puede excitar directamente un altavoz de 8 ohmios y entregar una potencia de salida de 500 mW.

En la Figura 53.3b) se puede apreciar también que la red pasiva R-C de salida del amplificador, también forma un filtro pasa-banda. R0 y C5 forman un filtro pasa-bajo, mientras que C7 y RL constituyen un filtro pasá-alto.

La función de transferencia de este filtro pasa-banda, también de baja frecuencia, es FT2 y está dada por:

$$FT2(j\omega) = \frac{V_o}{A V_i} = \frac{d(j\omega)}{e(j\omega)^2 + f(j\omega) + 1} \quad (2)$$

donde : $d = R_L C7$

$e = R_0 R_L C5 C7$

$f = (R_0 C5 + R_L C7 + R_0 C7)$

Al igual que en el caso anterior (FT1), la ecuación (2) también está formada por un factor constante (d) llamado ganancia, por un factor derivativo (j ω) y por un factor cuadrático $[e(j\omega)^2 + f(j\omega) + 1]^{-1}$.

Este filtro pasa-banda de salida del amplificador, se crea indirectamente, puesto que se necesita tener la resistencia de carga R_L desacoplada en DC, al utilizar el condensador C7 para este fin, indirectamente se forma un filtro pasa-alto con R_L . Debido a que este filtro pasa-alto (C7 y R_L) puede dejar pasar frecuencias altas de ruido (por acoplamiento o ruido inheren-

te al amplificador), es necesario limitar el paso de estas frecuencias. Por lo tanto, se tiene que utilizar - C5 para formar con R0 un pasa-bajo y tener en conjunto un filtro selectivo pasa-banda, para las frecuencias de voz.

En consecuencia, la función transferencia total de voltaje $FT(j\omega)$, del circuito de salida de audio, es igual a:

$$FT(j\omega) = A \cdot FT1(j\omega) \times FT2(j\omega) \quad (3)$$

es decir:

$$FT(j\omega) = A \times \frac{V_i}{V_{A_T}} \times \frac{V_o}{A \cdot V_i} = \frac{V_o}{V_{A_T}}$$

Por lo tanto:

$$FT(j\omega) = A \times \frac{a(j\omega)}{b(j\omega)^2 + c(j\omega) + 1} \times \frac{d(j\omega)}{e(j\omega)^2 + f(j\omega) + 1}$$

$$FT(j\omega) = \frac{A \cdot a \cdot d(j\omega)^2}{|b(j\omega)^2 + c(j\omega) + 1 \quad e(j\omega)^2 + f(j\omega) + 1|} \quad (4)$$

Esta etapa (filtro + amplificación) es imprescindible - si se quiere tener solamente la banda de frecuencias de voz y el nivel de señal adecuado para su transmisión por la línea telefónica.

Consideraciones de Diseño

Haciendo un análisis de la respuesta en frecuencia de - la función transferencia de voltaje $FT1$, para el diseño del filtro pasa-banda de entrada al amplificador, se obtuvieron los diagramas logarítmicos o de Bode (tanto para la amplitud como para la fase) mostrados en las Figuras 53.4 y 53.5 /20/.

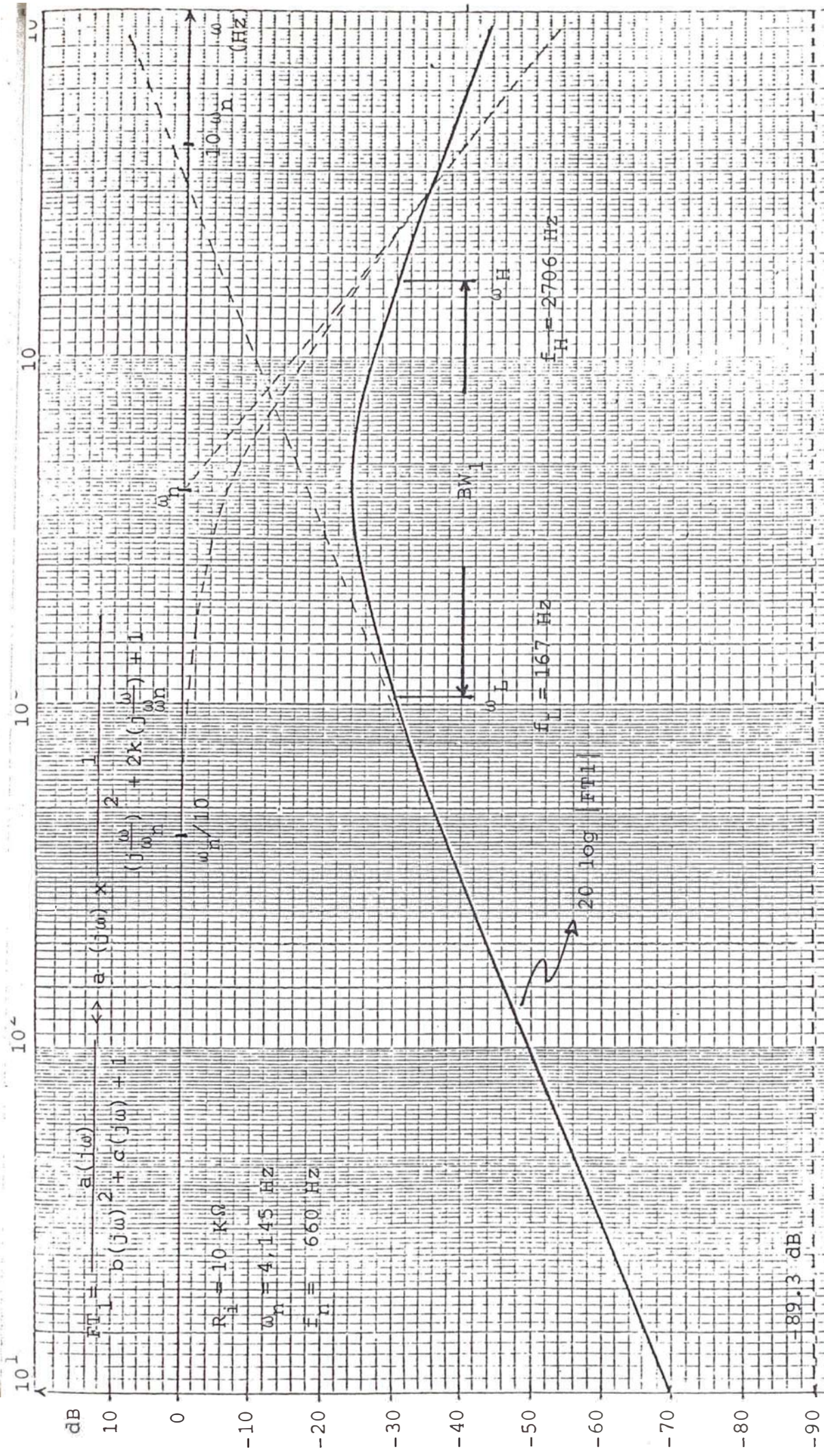


FIGURA 58.4 - Curva de Logaritmo de la Amplitud de la función transferencia FT1

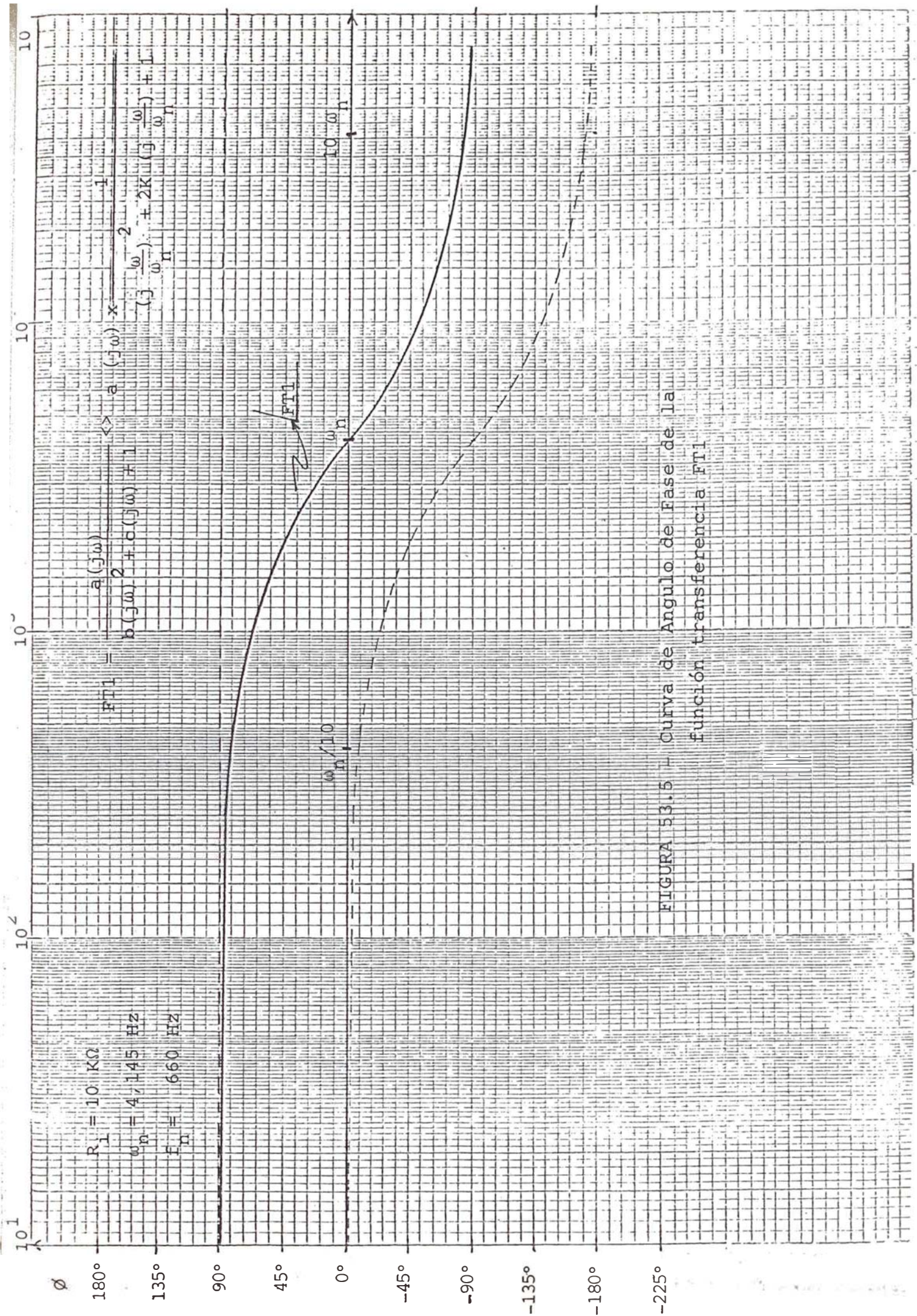


FIGURA 53.5 - Curva de Angulo de Fase de la función transferencia FT1

De la ecuación (1) y reemplazando valores, se tiene (para $R_i = 10$ kohmios):

$$a = 3.41 \times 10^{-5}$$

$$b = 5.82 \times 10^{-8}$$

$$c = 0.484 \times 10^{-3}$$

Por lo tanto,

$$FT1(j\omega) = \frac{3.41 \times 10^{-5} (j\omega)}{5.82 \times 10^{-8} (j\omega)^2 + 0.484 \times 10^{-3} (j\omega) + 1} \quad (5)$$

Analizando cada factor de esta ecuación (5), en amplitud y fase, se tiene:

1. El logaritmo de la amplitud de la ganancia "a" es constante e igual a:

$$20 \log \left| 3.41 \times 10^{-5} \right| = -89.3 \text{ dB}$$

su fase es cero.

2. El factor derivativo $(j\omega)$ tiene una amplitud de:

$$20 \log \left| (j\omega) \right| = 20 \log \omega \text{ dB}$$

y su representación es una línea recta con pendiente - de 20 dB/década que pasa por el punto $\omega = 1$. Su fase es constante para todo ω y de valor $+90^\circ$.

3. El factor cuadrático,

$$\left[5.82 \times 10^{-8} (j\omega)^2 + 0.484 \times 10^{-3} (j\omega) + 1 \right]^{-1} \quad (6)$$

es de la forma /20/:

$$\left[\left(j \frac{\omega}{\omega_n} \right)^2 + 2k \left(j \frac{\omega}{\omega_n} \right) + 1 \right]^{-1} \quad (7)$$

Por lo tanto, igualando términos entre las ecuaciones (6) y (7), se tiene:

$$\omega_n = 4,145 \text{ Hz} \quad \text{y} \quad k = 1$$

donde ω_n es 2π veces la frecuencia natural (f_n) y k es el factor de amortiguamiento.

Como $k > 0.707$, la amplitud de la ecuación (7) decrece monótonamente cuando la frecuencia ω crece. Esto significa que no hay pico de resonancia ($\omega = \omega_n$), en la curva de respuesta de frecuencia. La amplitud es menor que 0 dB para todos los valores de $\omega > 0$.

Se puede obtener la curva de respuesta de frecuencia - asintótica del siguiente modo:

$$20 \log \left| \frac{1}{(j \frac{\omega}{\omega_n})^2 + 2k (j \frac{\omega}{\omega_n}) + 1} \right| =$$

$$-20 \log \sqrt{\left(1 - \frac{\omega^2}{\omega_n^2}\right)^2 + \left(2k \frac{\omega}{\omega_n}\right)^2}$$

para bajas frecuencias tales como $\omega \ll \omega_n$, el logaritmo de la amplitud es:

$$-20 \log 1 = 0 \text{ dB}$$

Por lo tanto, la asíntota de baja frecuencia es una línea horizontal a 0 dB. Para frecuencias altas tales como $\omega \gg \omega_n$, el logaritmo de la amplitud es:

$$-20 \log \frac{\omega^2}{\omega_n^2} = -40 \log \frac{\omega}{\omega_n} \text{ dB}$$

La ecuación para la asíntota de alta frecuencia, es una línea recta con pendiente de -40 dB/década pues

$$-40 \log \frac{10\omega}{\omega_n} = -40 (\log 10 + \log \frac{\omega}{\omega_n})$$

$$= -40 -40 \log \frac{\omega}{\omega_n} \text{ dB}$$

Esta asíntota de alta frecuencia corta al eje de bajas frecuencias en $\omega = \omega_n = 4,145 \text{ Hz}$, ya que a esta frecuencia:

$$-40 \log \frac{\omega}{\omega_n} = -40 \log 1 = 0 \text{ dB}$$

El ángulo de fase del factor cuadrático es:

$$\phi = \frac{1}{\left(j \frac{\omega}{\omega_n}\right)^2 + 2k \left(j \frac{\omega}{\omega_n}\right) + 1} = -\text{tg}^{-1} \left[\frac{2k \frac{\omega}{\omega_n}}{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2} \right] \quad (8)$$

como puede verse el ángulo de fase es función, tanto de ω como de k .

En:	$\omega = 0$,	$\phi = 0^\circ$
	$\omega = \omega_n$,	$\phi = -90^\circ$
	$\omega = \infty$,	$\phi = -180^\circ$

La curva de ángulo de fase es antisimétrica alrededor - del punto de inflexión ($\omega = \omega_n$).

Si aumenta R_i , por ejemplo, a un valor de 100 kohmios, la curva de amplitud se desplaza hacia arriba aproximadamente 20 dB y hacia la izquierda hasta ubicarse en $\omega_n = 1,326 \text{ Hz}$ ($f_n = 211 \text{ Hz}$).

La curva de fase solamente se desplaza hacia la izquierda hasta ω_n . El factor de amortiguamiento aumenta a 1.4.

Si se toma $R_{10} = 1 \text{ kohmio}$, R_{Th} disminuye casi a la mitad de su valor, es decir, a 150 ohmios; lo cual hace - que la frecuencia (f_n) aumente a 3,192 Hz.

Teniendo en cuenta el valor de R_i asumido, es importan-

te notar que f_n está en la banda de frecuencias de voz (100 - 3,400 Hz).

Haciendo un análisis similar pero para la función de transferencia total $FT(j\omega)$ de voltaje de circuito de salida de audio, ecuación (4), se tienen los diagramas de Bode para la amplitud y fase, mostrados en las Figuras 53.6 y 53.7.

En la elaboración de estos diagramas de Bode, se ha procedido de la siguiente forma (de la ec. (4) y si $A = 20$):

$$FT(j\omega) = \frac{0.75 \cdot 10^{-5} (j\omega)^2}{\left| 5.82 \times 10^{-8} (j\omega)^2 + 0.484 \times 10^{-3} (j\omega) + 1 \right|} \times \frac{1}{\left| 2.42 \times 10^{-8} (j\omega)^2 + 0.021 (j\omega) + 1 \right|} \quad (9)$$

Analizando cada factor de esta ecuación (9) se tiene:

1. El logaritmo de la amplitud de la ganancia (0.75×10^{-5}) es constante e igual a:

$$20 \log \left| 0.75 \times 10^{-5} \right| = -102.5 \text{ dB}$$

Su ángulo de fase es 0° para todo valor de ω .

2. El factor derivativo $(j\omega)^2$ tiene una amplitud de:

$$20 \log \left| (j\omega)^2 \right| = 40 \log \omega \text{ dB}$$

y su representación es una línea recta con pendiente - de 40 dB/década que pasa por el punto $\omega = 1$. Su fase es constante para todo ω e igual a $+ 180^\circ$.

3. El factor cuadrático:

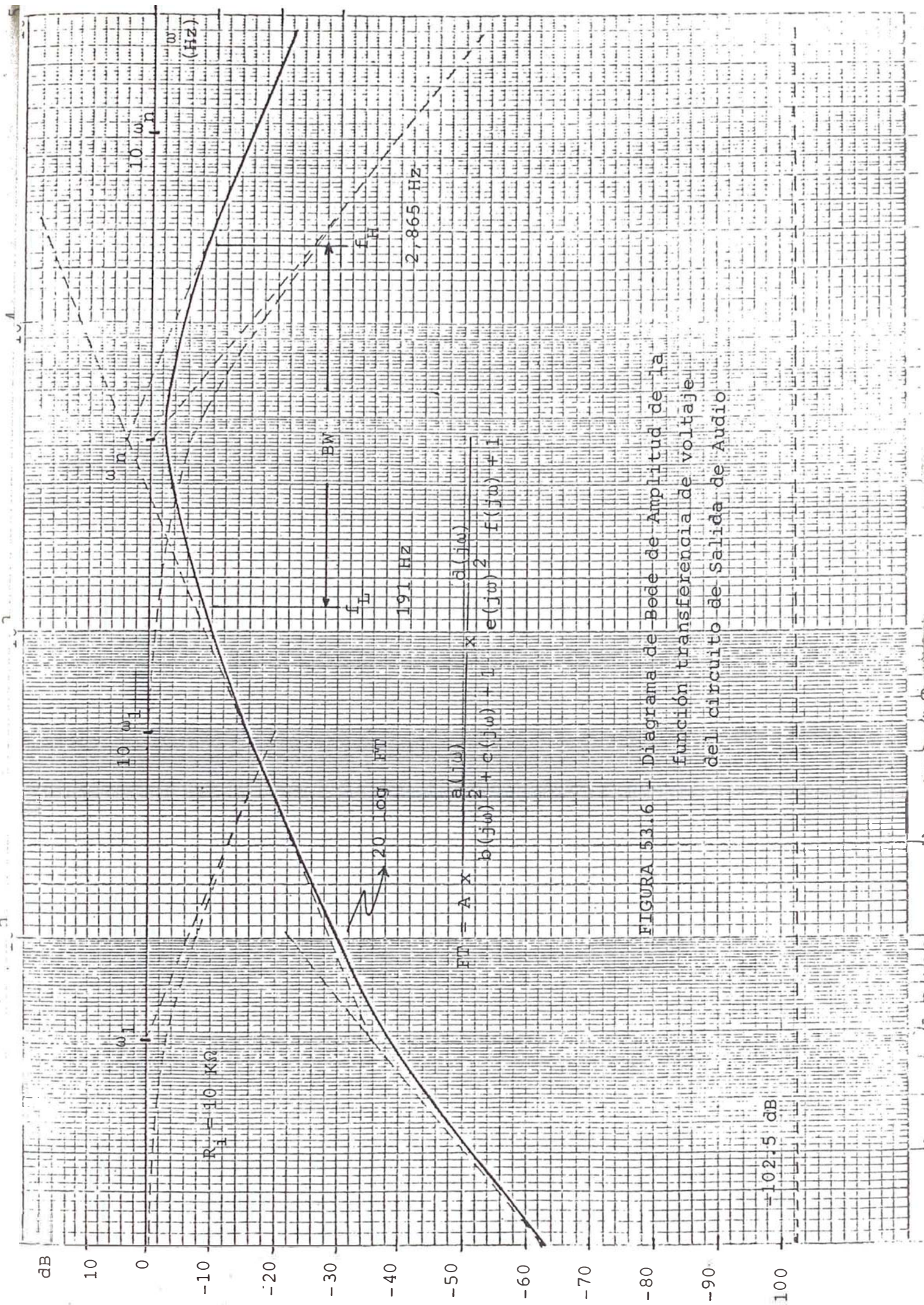


FIGURA 53.6 - Diagrama de Bode de Amplitud de la función transferencia de voltaje del circuito de Salida de Audio

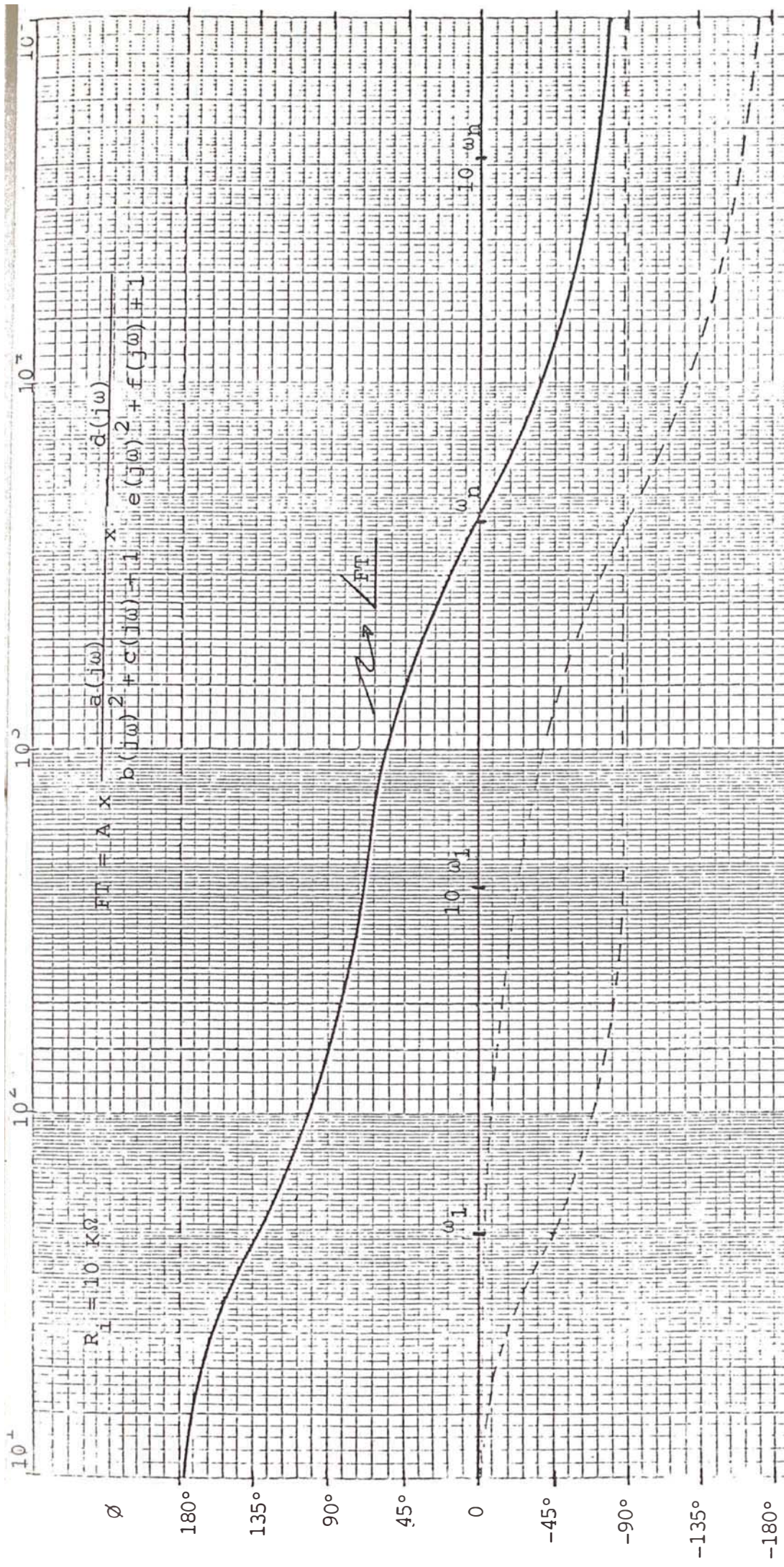


FIGURA 53.7 - Diagrama de Bode de Angulo de Fase de la función de transferencia de voltaje del circuito de Salida de Audio

$$\left[5.82 \times 10^{-8} (j\omega)^2 + 0.484 \times 10^{-3} (j\omega) + 1 \right]^{-1}$$

Tiene como frecuencia de corte (ω_n) y factor de amortiguamiento (k):

$$\omega_n = 4,145 \text{ Hz} \quad ; \quad f_n = 660 \text{ Hz}$$

$$\text{y } k = 1$$

Tiene también 2 asíntotas con pendientes de 0 dB y -40 dB/década, que se cruzan en ω_n .

Sus ángulos de fases son:

$$\text{para : } \omega = 0 \Rightarrow \phi = 0^\circ$$

$$\omega = \omega_n \Rightarrow \phi = -90^\circ$$

$$\omega = \infty \Rightarrow \phi = -180^\circ$$

la forma de la curva de ángulo de fase depende de ω_n y k.

4. El factor cuadrático

$$\left[2.42 \times 10^{-8} (j\omega)^2 + 0.021 (j\omega) + 1 \right]$$

tiene : $\omega_n = 6,428 \text{ Hz}$, $f_n = 1,023 \text{ Hz}$

$$\text{y } k = 67.5$$

Como $k > 1$, este factor cuadrático se puede expresar como un producto de dos factores de primer orden con polos reales.

Así se tiene:

$$\left[1 + \frac{j\omega}{47.62} \right]^{-1} \times \left[1 + \frac{j\omega}{867,760} \right]^{-1}$$

Los factores tienen la forma $\left[1 + j\omega T \right]^{-1}$ por lo tanto - el logaritmo de la amplitud del factor de primer orden $1/(1 + j\omega T)$ es /20/:

$$20 \log \left| \frac{1}{1 + j\omega T} \right| = -20 \log \sqrt{1 + \omega^2 T^2} \text{ dB}$$

Para bajas frecuencias tales como $\omega \ll 1/T$, se puede aproximar el logaritmo de la amplitud a:

$$-20 \log \sqrt{1 + \omega^2 T^2} = -20 \log 1 = 0 \text{ dB}$$

Así la curva de la amplitud en bajas frecuencias es la línea constante 0 dB. Para altas frecuencias tales que $\omega \gg \frac{1}{T}$, se puede aproximar:

$$-20 \log \sqrt{1 + \omega^2 T^2} = -20 \log \omega T \text{ dB}$$

$$\text{En } \omega = 1/T \quad , \quad -20 \log \omega T = 0 \text{ dB}$$

$$\text{En } \omega = 10/T \quad , \quad -20 \log \omega T = -20 \text{ dB}$$

Por lo tanto, para altas frecuencias $\omega \gg 1/T$, la curva del logaritmo de la amplitud es una línea recta con pendiente -20 dB/década.

El ángulo de fase ϕ del factor $[1 + j\omega T]^{-1}$ es:

$$\phi = -\text{tg}^{-1} \omega T$$

$$\omega = 0 \quad \Rightarrow \quad \phi = 0^\circ$$

$$\omega = 1/T \quad \Rightarrow \quad \phi = -45^\circ$$

$$\omega = \infty \quad \Rightarrow \quad \phi = -90^\circ$$

ϕ es antisísmico respecto al punto de inflexión en $\phi = -45^\circ$.

Si el primer factor de primer orden es:

$$\left[1 + \frac{j\omega}{47.62} \right]^{-1}$$

entonces en $\omega_1 = \frac{1}{T_1} = 47.62 \text{ Hz}$.

se cruzan las líneas rectas de 0 dB y la que tiene pendiente -20 dB/década.

El segundo factor de primer orden es:

$$\left[1 + \frac{j\omega}{867,760} \right]^{-1}$$

entonces en $\omega_2 = \frac{1}{T_2} = 867,760 \text{ Hz}$

se cruzan las líneas rectas de 0 dB (horizontal) y la de pendiente de -20 dB/década.

El ángulo de fase del primer factor es:

$$\phi = -\text{tg}^{-1} \omega T_1$$

para: $\omega = 0 \Rightarrow \phi = 0^\circ$

$$\omega = 1/T_1 \Rightarrow \phi = -45^\circ$$

$$\omega = \infty \Rightarrow \phi = -90^\circ$$

Mientras que para el segundo factor, la fase es:

$$\phi = -\text{tg}^{-1} \omega T_2$$

para: $\omega = 0 \Rightarrow \phi = 0^\circ$

$$\omega = 1/T_2 \Rightarrow \phi = -45^\circ$$

$$\omega = \infty \Rightarrow \phi = -90^\circ$$

Del diagrama de Bode de amplitud del filtro de entrada al amplificador ($FT1(j\omega)$) Figura 53.4, se puede apreciar que

el ancho de banda BW considerado entre las frecuencias que están 3 dB por debajo del valor máximo de amplitud (para ω_n) es:

$$BW_1 = f_{H_1} - f_{L_1}$$

si : $f_{L_1} = 167 \text{ Hz}$ y $f_{H_1} = 2,706 \text{ Hz}$

$$\Rightarrow BW_1 = 2,539 \text{ Hz.}$$

De igual forma, del diagrama de Bode de amplitud del circuito de salida de audio ($F_T(j\omega)$), Figura 53.6, se puede apreciar que el ancho de banda BW, considerado también entre las frecuencias que están 3 dB por debajo del valor máximo de amplitud, es:

$$BW = f_H - f_L$$

si : $f_L = 191 \text{ Hz}$ y $f_H = 2,865 \text{ Hz}$

$$\Rightarrow BW = 2,674 \text{ Hz}$$

Comparando los valores de BW_1 y BW, se puede asegurar que el aumento en el ancho de banda se debe al filtro de salida del amplificador y, por otro lado, que BW está dentro de la banda de frecuencias de voz (aprox. 100 - 3,400 Hz) que era lo que se buscaba en el diseño.

c) Funcionamiento

El circuito sintetizador de voz es polarizado cuando - el transistor T5 del circuito marcador telefónico conduce debido al "enclavamiento" del Flip-Flop 4013 ante - una señal de alarma; conectando a tierra el terminal - de salida GND (ground) como se puede ver en las Figuras 47 y 53.

Una vez polarizado este circuito, empieza a oscilar el astable formado por I1 (4093) que sirve de señal de CLOCK al contador 4040.

La finalidad de este contador es de "barrer" secuencialmente las posiciones de memoria del 2764 desde la primera hasta la posición 8,192 (2^{13}) de 8 bits cada - una, esto significa que se necesitan 13 señales binarias para hacer el barrido. Es por esto que el pin 10 (\emptyset) del 4040 es conectado al pin 10 (A_0) del 2764.

Como este circuito solo debe reproducir lo "grabado" en la memoria, los terminales de control \overline{CE} (pin 20), - \overline{OE} (pin 22) deben tener un nivel de tensión "0", mientras que el terminal \overline{PGM} (pin 27) un nivel "1" para que el 2764 esté en modo "lectura" y pueda ser leída la información almacenada.

Conforme se van barriendo las posiciones de memoria del 2764, la información de 8 bits (1 byte) simultáneas de salida accesan al convertidor digital-analógico.

En esta etapa los valores ponderados de estos 8 bits, - debido a las resistencias, son integrados para formar una señal analógica que va a ser depurada a través del

filtro de baja frecuencia para entrar al amplificador de audio (LM 386N-1).

Los niveles de salida de este amplificador son suficientes para excitar un altavoz (de 8 ohmios de impedancia) y para introducirse en la línea telefónica a través del circuito conmutador de línea (transistores T3 y T4) del marcador telefónico. Ver Figura 47.

El altavoz es utilizado para verificar el mensaje grabado en memoria y para comprobar el buen funcionamiento de este circuito al simularse un estado de alarma.

El microrruptor (NC) que conecta el altavoz a la salida de audio, está colocado en la unidad Central-Marcador - Telefónico de tal forma que sólo se escucha el mensaje cuando se abre la tapa frontal de acceso al marcador telefónico.

d) Placa de Circuito Impreso. Disposición de Componentes.

Como en el caso del circuito marcador telefónico, la disposición de componentes en la placa de circuito impreso sigue un ordenamiento basado en la forma y dimensiones, así como del criterio del mínimo espacio sin perjuicio del funcionamiento de estos componentes; como se muestra en la Figura 54.

La placa de circuito impreso utilizada es de fibra de vidrio de 10 x 5 cm bañado en cobre en una proporción de 1 onza de Cu/cm^2 , a doble cara y con agujeros metalizados.

Las Figuras 55 y 56 muestran las pistas de ambas caras de la placa de circuito impreso a una escala 2:1.

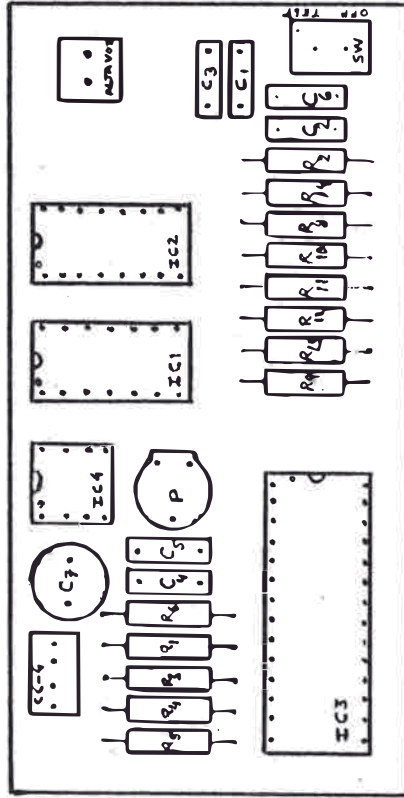


FIGURA 54 - Disposición de componentes del Circuito Sintetizador de Voz en la placa de circuito impreso.
Escala 1:1

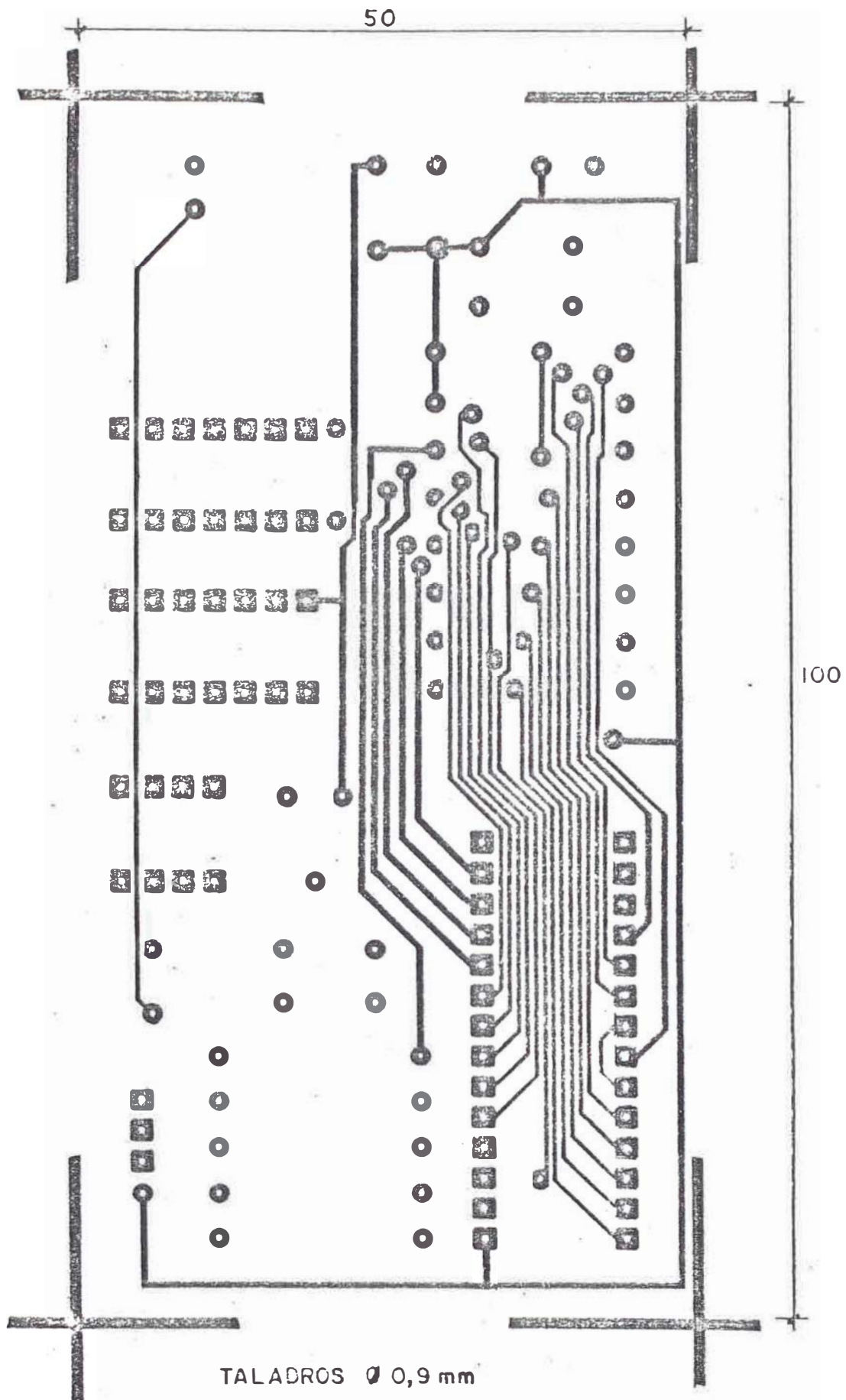


FIGURA 55 - Placa de circuito impreso del circuito Sintetizador de Voz. Lado de componentes. Escala 1:1

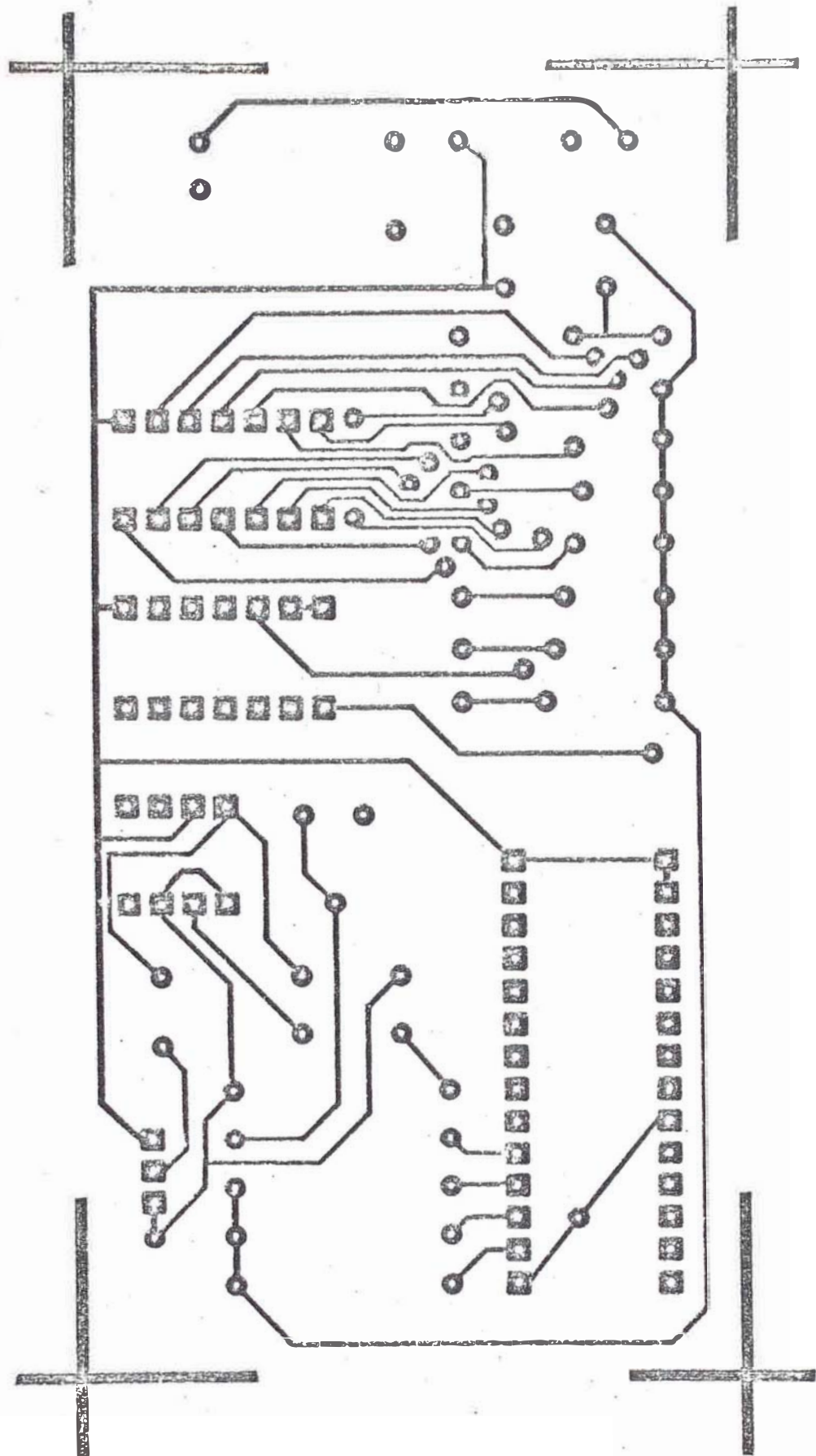


FIGURA 56 - Placa de circuito impreso del circuito Sintetizador de Voz. Lado de soldadura. Escala 1:1

4.3.1.4. Mediciones Experimentales - Consideraciones de -
Funcionamiento

Una vez construido y calibrado el Marcador Telefónico se hicieron las siguientes mediciones experimentales por considerarlas de importancia.

a) Mediciones en el Circuito Marcador Telefónico.

- Tensión de alimentación:

$$6 \text{ V}_{\text{DC}}$$

- Frecuencia de oscilador astable:

$$13.5 \text{ Hz}$$

- Frecuencia del oscilador MK5175:

$$480 \text{ KHz}$$

- Tiempo de duración de la señal RESET:

$$1.5 \text{ seg.}$$

Tiempo de llamada (después de la marcación del número telefónico:

$$20 \text{ seg.}$$

- Duración de la llamada:

$$32 \text{ seg.}$$

- Duración total de la marcación automática:

$$5 \text{ minutos}$$

- Tensión de la línea telefónica en bucle abierto:

$$48 \text{ V}_{\text{DC}}$$

- Tensión de la línea telefónica en bucle cerrado con Marcador Telefónico:

$$15 \text{ V}_{\text{DC}}$$

- Intensidad de corriente de línea:

$$28 \text{ mADC}$$

- Impedancia del Marcador a la línea telefónica:

536 ohmios

- Consumo en estado de alerta:

55 mA con el display en 0

- Consumo en estado de alarma:

170 mA

b) Mediciones en el Circuito Sintetizador de Voz.

- Frecuencia del oscilador astable:

3,151 Hz

- Duración del mensaje grabado:

1.3 seg.

- Tensión de alimentación:

6 V_{DC}

Consideraciones de Funcionamiento

Los transistores T1 y T2 trabajan en la zona activa - (V_{CB} y V_{BE} positivas) tanto para la situación de alerta como de alarma ($V_{CB1} = 0.1$ V y $V_{CB2} = 3.8$ V).

- Los transistores T3 y T4 en el estado de alerta del Marcador Telefónico, no conducen, debido a la falta de tensión de polarización. En el estado de alarma, T3 y T4 se "saturan" ($V_{CB3} = -0.51$ V y $V_{CB4} = -0.55$ V).

- El transistor T5 (MOSFET) conduce solamente en el estado de alarma. $V_{DS} = 6$ V en el estado de alerta del Marcador (T5 abierto) y $V_{DS} = 0.25$ en alarma (T5 en conducción)

- El transistor T6 no conduce en el estado de alerta. En el estado de alarma la unión colector-base se polariza inversamente, lo que significa que T6 se "satura" entrando en conducción.

4.3.1.5. Caja Metálica de la Unidad Central - Marcador Telefónico

La caja metálica presenta diversas características:

- Dimensiones: 30.5 x 23.0 x 10.5 cms.
- Material: plancha de fierro
- Cerradura de llave
- Panel frontal: plancha de aluminio anodizado serigrafado.
- Acceso al interior por la parte frontal
- Acabado: pintado al horno - color azul
- Interiormente posee espárragos de sujeción para las placas de los circuitos, el transformador de la fuente de alimentación y los detectores de sabotaje.

4.3.2. Sirena Exterior Autoalimentada

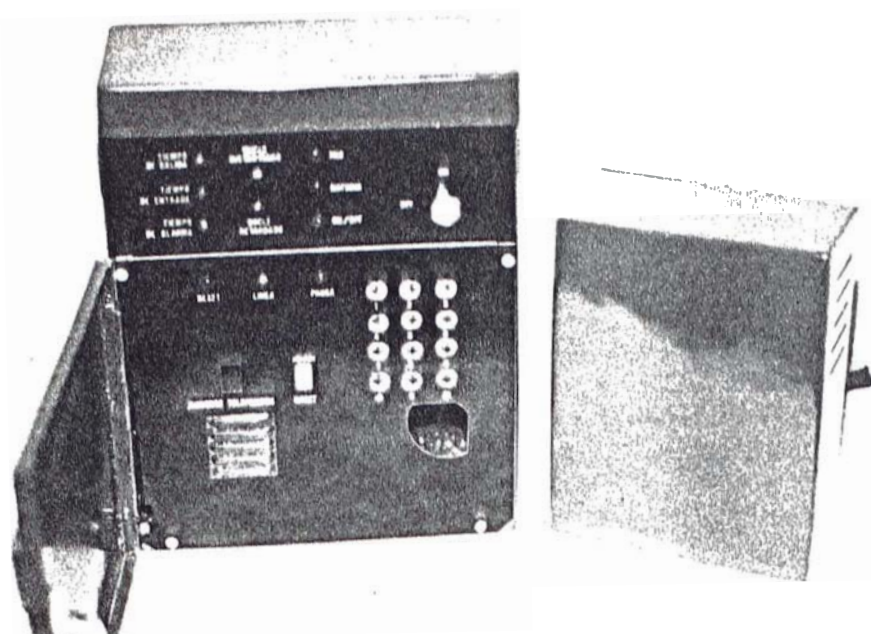
Constituye la forma de señalización local que es imprescindible en esta clase de sistemas de seguridad. La señal de alarma generada por la central es recibida directamente por este circuito a través de una línea física. Con la finalidad de proteger esta unidad contra sabotajes es necesario que sea autoalimentada, por lo tanto, la sirena dispone de una batería de 12 V - 6 Ah que asegura la señalización por manipulación indebida o por interrupción (corte) de la línea física.

La sirena también cuenta con un circuito de temporización de alarma que es el encargado de mantener activada la sirena, en caso de sabotaje, por un período de tiempo determinado (ajustable) que en este caso se ha fijado a 5 minutos contados a partir de la reposición de los bucles de sabotaje alterados.

Cuando la sirena es activada por una señal de alarma de la central, la duración de esta activación está dada por la temporización de los circuitos de robo/atracó de la central fijada en 3 minutos, y de igual forma que la anterior, contados a partir de la reposición de estos bucles de robo/atracó.

En la Figura 57a) se puede apreciar la etapa de señalización del Sistema compuesta por el Marcador Telefónico y la sirena exterior autoalimentada. En la Figura 57b) se aprecia el aspecto externo en perspectiva de la sirena. Notar las aperturas de la caja metálica para la salida del soni-

(a)



(b)

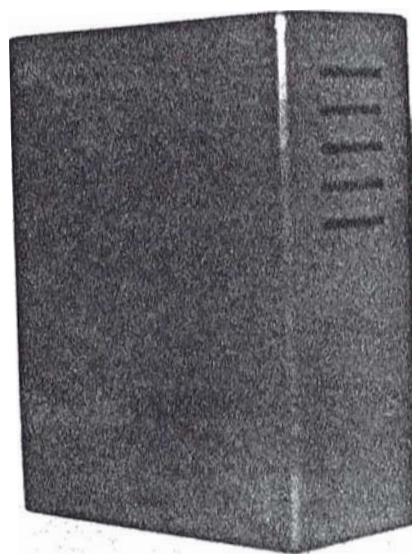


FIGURA 57 - a) Etapa de señalización: Marcador Telefónico y Sirena Exterior Autoalimentada.

b) Vista exterior en perspectiva de la Sirena.

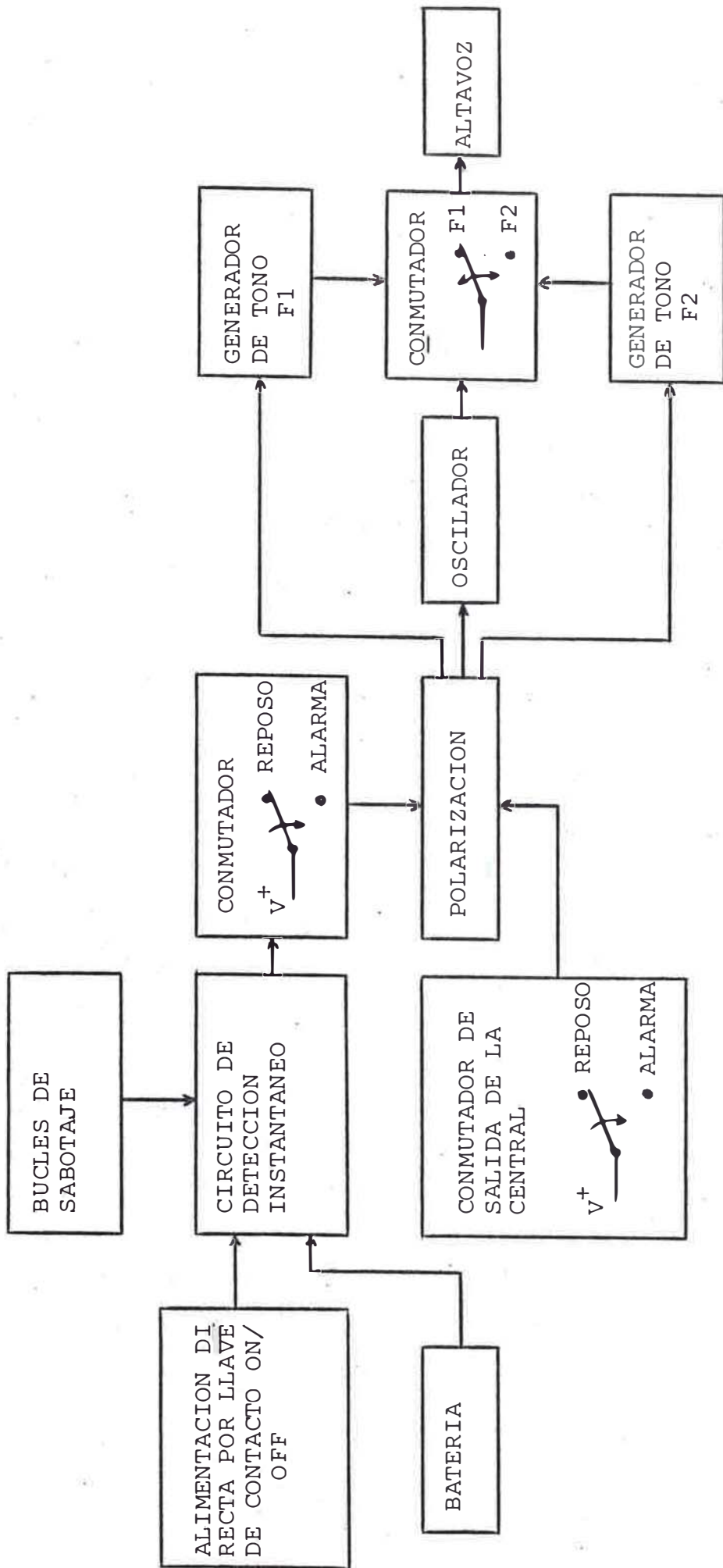


FIGURA 58 - Diagrama de Bloques de la Sirena Autoalimentada

do.

A continuación se presentan los diagramas de bloques y de tiempos de la sirena exterior autoalimentada, así como el diagrama de conexiones y la relación de componentes utilizados.

De igual manera se especifican sus principales características y se hace una descripción del funcionamiento. Por último se anotan los valores de las mediciones realizadas experimentalmente.

4.3.2.1. Diagrama de Bloques y de Tiempos

El diagrama de bloques que ha servido de referencia para el diseño y construcción de la sirena exterior autoalimentada es el mostrado en la Figura 58, mientras que las secuencias del funcionamiento por activación de la sirena por la central y por bucle de sabotaje son mostrados en la Figura 59.

4.3.2.2. Diagrama de Conexiones. Relación de Componentes

En la Figura 60 se muestra el diagrama de conexiones del circuito de la sirena. Los componentes utilizados en la construcción de este circuito son listados a continuación.

a) Relación de componentes del circuito de la sirena.

— Resistencias: 1/4 W - 5% Tolerancia.

R1 = 1	M-ohmios	R7 = 330	K-ohmios
R2 = 1	M-ohmios	R8 = 4.7	K-ohmios
R3 = 1	M-ohmios	R9 = 100	K-ohmios
R4 = 12	K-ohmios	R10 = 150	K-ohmios

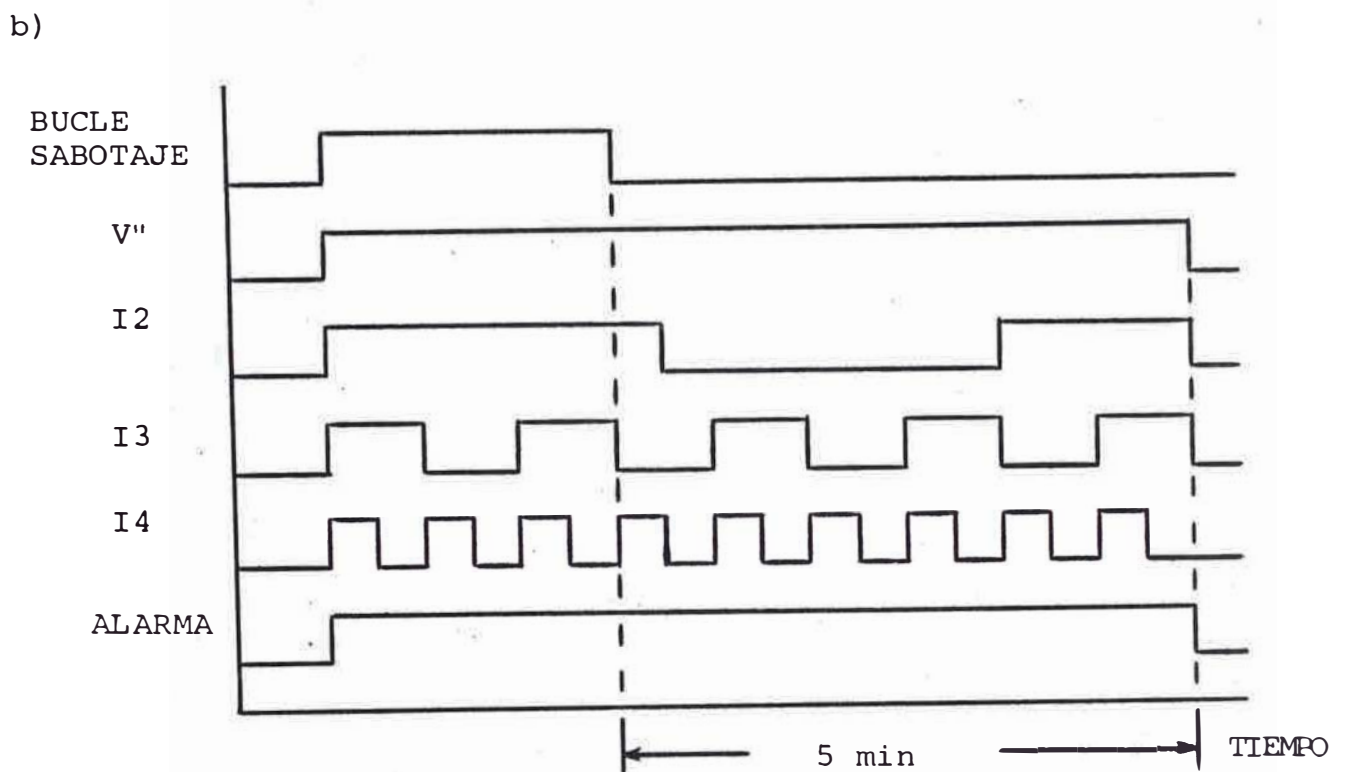
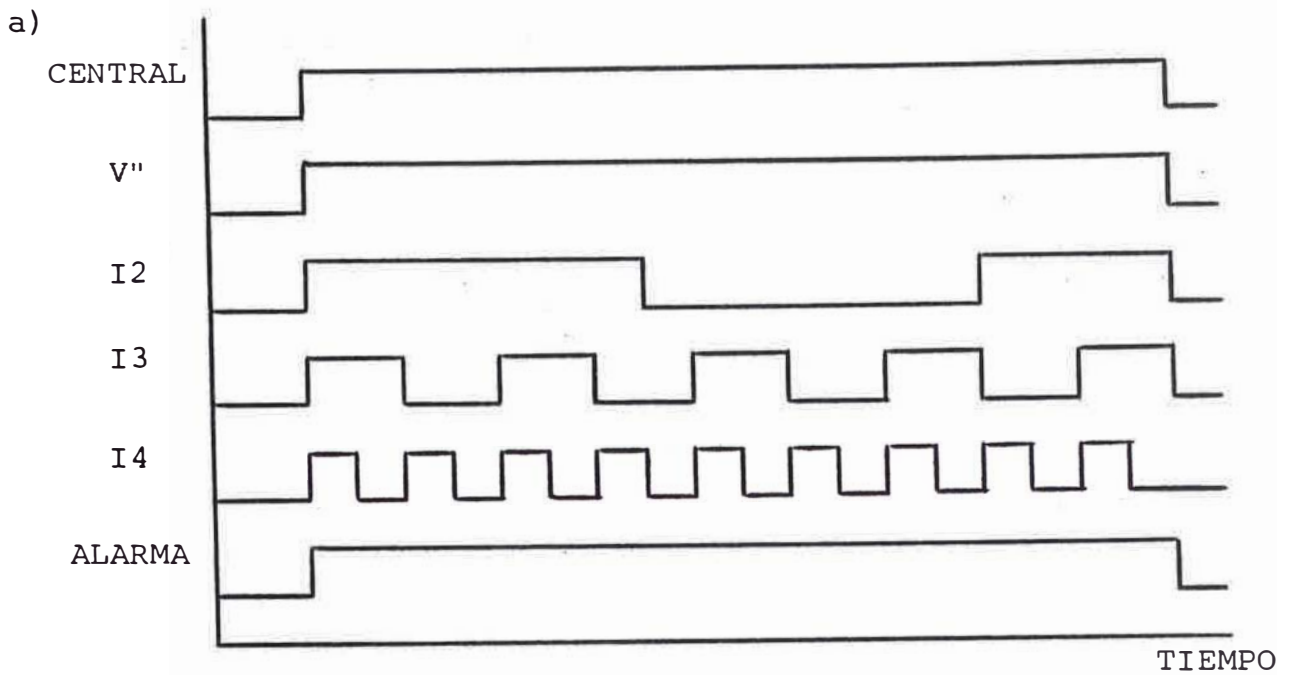


FIGURA 59 - Diagramas de tiempos de la Sirena Exterior Autoalimentada:

- a) Con activación por la central
- b) Con activación por bucle de sabotaje (con reposición de bucle).

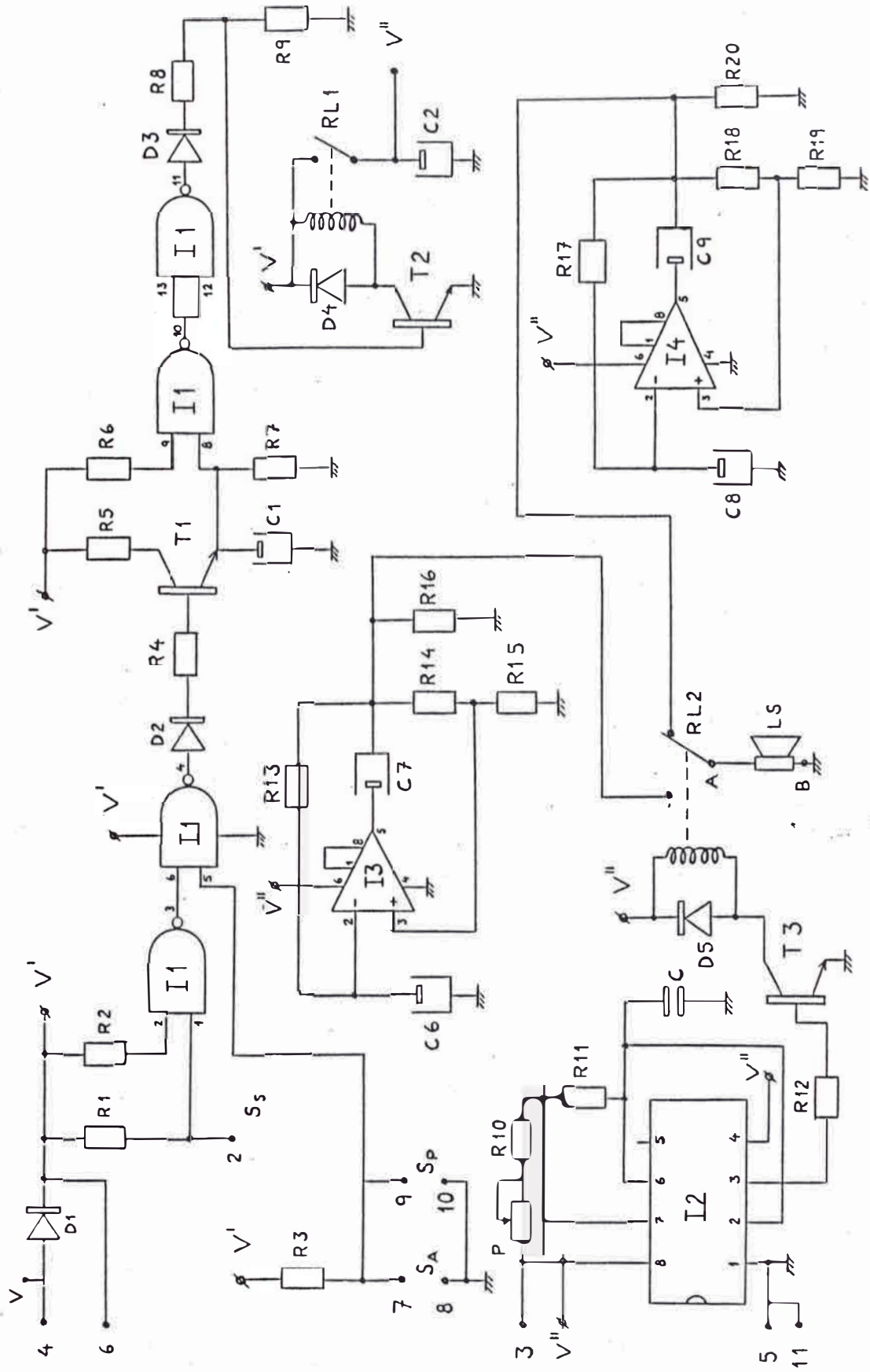


Figura 60 - Diagrama de conexiones del circuito de la sirena extérior autoalimentada.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BAT SA Sp											
RGS1											

R5 = 1 K-ohmios R11 = 680 K-ohmios

R6 = 1.2 M-ohmios R12 = 10 K-ohmios

- Resistencias: 1/2 W - 5% Tolerancia

R13 = 1.5 K-ohmios R18 = 10 K-ohmios

R14 = 10 K-ohmios R19 = 3.3 K-ohmios

R15 = 3.3 K-ohmios R20 = 180 --ohmios

R16 = 180 --ohmios R21 = 560 ---ohmios

R17 = 680 --ohmios

- Condensadores:

C1 = 1000 μ f - 25 V - electrolítico

C2 = 100 μ f - 35 V - electrolítico

C3 = 100 nf - 32 V - cerámico

C4 = 100 nf - 32 V - cerámico

C5 = 100 nf - 32 V - cerámico

C6 = 1 μ f - 35 V - electrolítico

C7 = 15 μ f - 40 V - electrolítico

C8 = 1 μ f - 35 V - electrolítico

C9 = 15 μ f - 40 V - electrolítico

- Diodos:

D1 = D4 = D5 = 1N 4001

D2 = D3 = 1N 4148

- Transistores:

T1 = T2 = BC 148

T3 = BD 135

- Potenciómetro:

P = 100 Kohmios - 1/4 W-lineal

- Circuitos Integrados:

I1 = 4011 B (Quad 2-Input NAND Gates)

I2 = 555 (Precision Timer). Apéndice B.

I3 = I4 = LM 386 N-1 (AF Power Amplifier). Apéndice B

- Relés:

RL1 = RL2 = 12 V - 1 A (RH 12 V National)

- Altavoz:

LS = 4 ohmios - \varnothing = 100 mm - membrana de papel

- Regletas de conexiones:

RGS 1 = 12 pines ajustables por tornillo

RGS 2 = 2 pines ajustables por tornillo

- Batería de 12 V - 6 Ah de electrolito gelificado y cubierta de plomo (Apéndice B).

4.3.2.3. Características

Las características de la sirena exterior auto-alimentada están dadas por las partes que lo forman, como las indicadas a continuación. Estas características se pueden apreciar en el diagrama de la Figura 60.

a) Circuito Multivibrador.

Este circuito lo constituye el integrado I2 que es un timer 555 que trabaja en el modo ASTABLE.

La frecuencia de oscilación está dada por la ecuación:

$$f = \frac{1.46}{(R_A + 2 R_{11}) C}$$

donde R_A es la suma de los valores de resistencia del potenciómetro P1 y R10, mientras que C es la suma de capacidades de los condensadores C3, C4 y C5. Ver Apéndice B.

Este circuito genera las señales que excitarán al relé RL2 a través del transistor T3.

b) Circuitos Generadores de Tono.

Estos circuitos están formados por los amplificadores de audio de potencia LM 386 N-1 (I3 e I4) que generan señales de onda cuadrada a una frecuencia de audio y a un nivel capaz de excitar al altavoz.

Según Millman /20/ para un multivibrador ASTABLE como el de la Figura 61, la frecuencia de oscilación está dada por:

$$F = \frac{1}{T} = \frac{1}{2 RC \ln \left(\frac{1 + \beta}{1 - \beta} \right)}$$

donde :

$$\beta = \frac{R_A}{R_A + R_B}$$

El cortocircuito de los pines 1 y 8 de I3 e I4 permite -

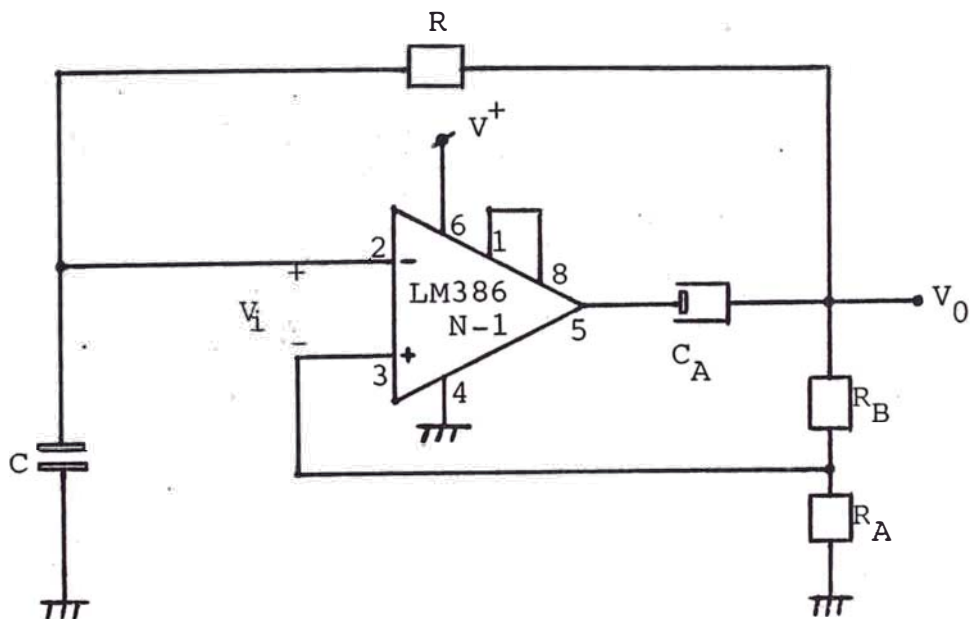


FIGURA 61 - Multivibrador Astable formado por el amplificador LM 386 N-1.

c) Circuito Conmutador de Salida.

Está formado por el transistor T3, el relé RL2 y el altavoz. El contacto común del relé está unido a un terminal del altavoz, mientras que los contactos de "reposo" y de "trabajo" están unidos a las salidas de los generadores de tono I3 e I4 indistintamente.

d) Circuito de Sabotaje. Temporización.

Este circuito está formado por el integrado I1 que es un 4011B (Quad 2-Input NAD Gates), los transistores T1 y T2 y el relé RL1.

Este circuito actúa de forma instantánea ante una alteración de los bucles de sabotaje, excitándose el relé RL1 y polarizando a los circuitos multivibrados, generadores de tono y conmutadores de salida produciendo una señalización acústica de 2 tonos.

El tiempo que estos circuitos van a estar polarizados y por lo tanto, el tiempo de salida acústica, depende del condensador C1 y de la resistencia R7.

e) Alimentación Central. Batería.

Normalmente el único circuito de la sirena que está polarizado, cuando ésta se encuentra en el estado de "reposo", es el circuito de sabotaje.

Esta polarización es producida directamente por la fuente de alimentación de la central.

Los circuitos multivibrador, generadores de tono y conmutador de salida, son polarizados únicamente ante una señal de alarma generada ya sea por la central o por el

circuito de sabotaje.

La sirena cuenta con una batería de 12 V - 6 Ah para - mantener polarizado al circuito de sabotaje en caso de corte de la línea física que lo une a la central.

Esta batería asegura un funcionamiento contínuo de 20 - horas para un consumo de 300 mA, que es el caso de esta sirena como se verá posteriormente. Ver datos técnicos en el Apéndice B.

f) Circuito Impreso. Disposición de componentes.

La disposición de los componentes de la sirena en la placa de circuito impreso es la mostrada en la Figura 62 y en su confección se han seguido los criterios ergonómicos anteriormente indicados.

La Figura 63 (a y b) muestran las pistas y los agujeros de la placa de circuito impreso utilizada, por el lado de componentes y por el lado de soldadura a escala 1:1. Cabe anotar que la placa es de fibra de vidrio bañada - en cobre en una proporción de 1 onza/cm², con dimensiones: 12 x 7.5 cms.

g) Caja Metálica.

La caja metálica que alberga los componentes de la sirena tienen las siguientes características:

- dimensiones : 21.5 x 16 x 8 cms.

material: plancha de hierro templado.

acceso al interior de la caja por la parte posterior.

- acabado: pintado al horno. Color azul.

posee espárragos, en el interior, para sujetar la placa

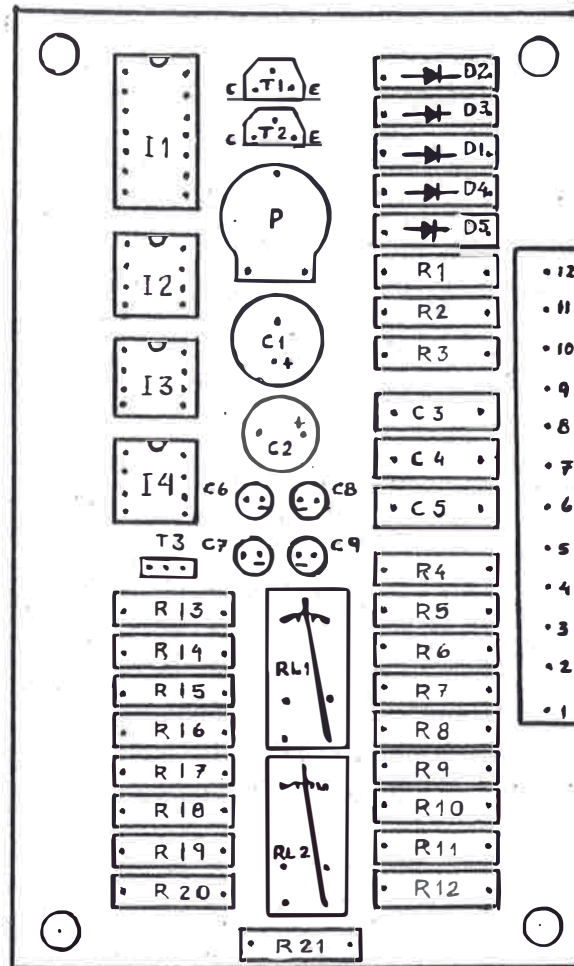
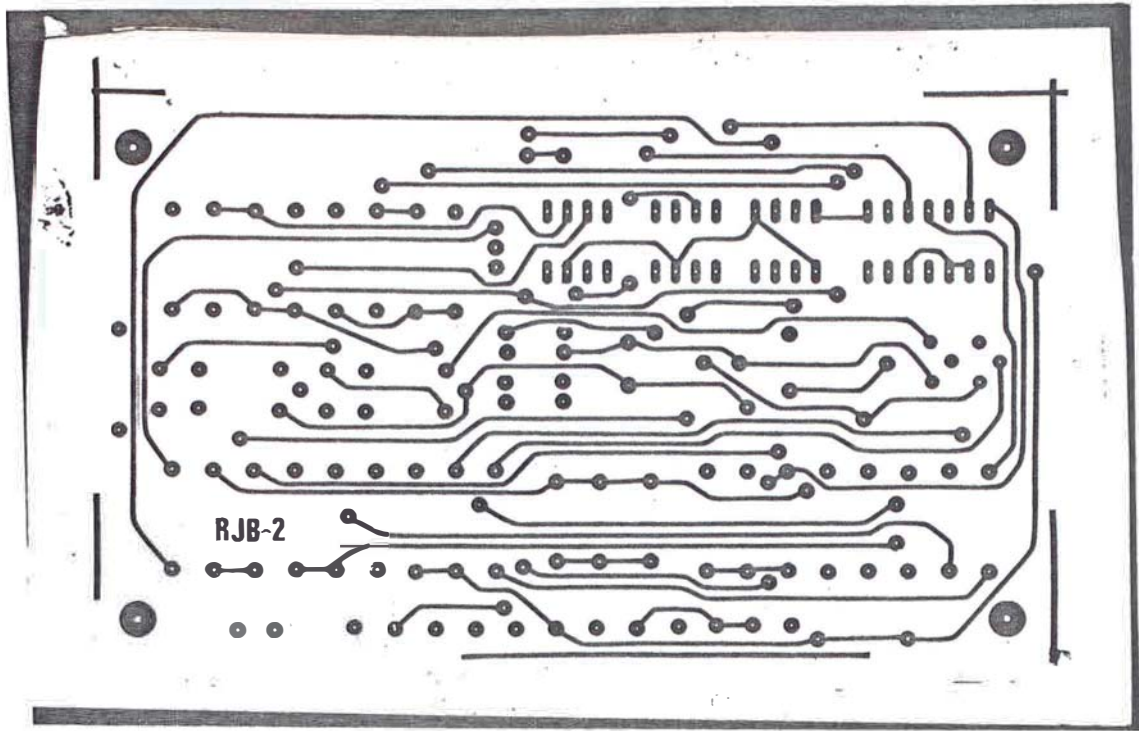
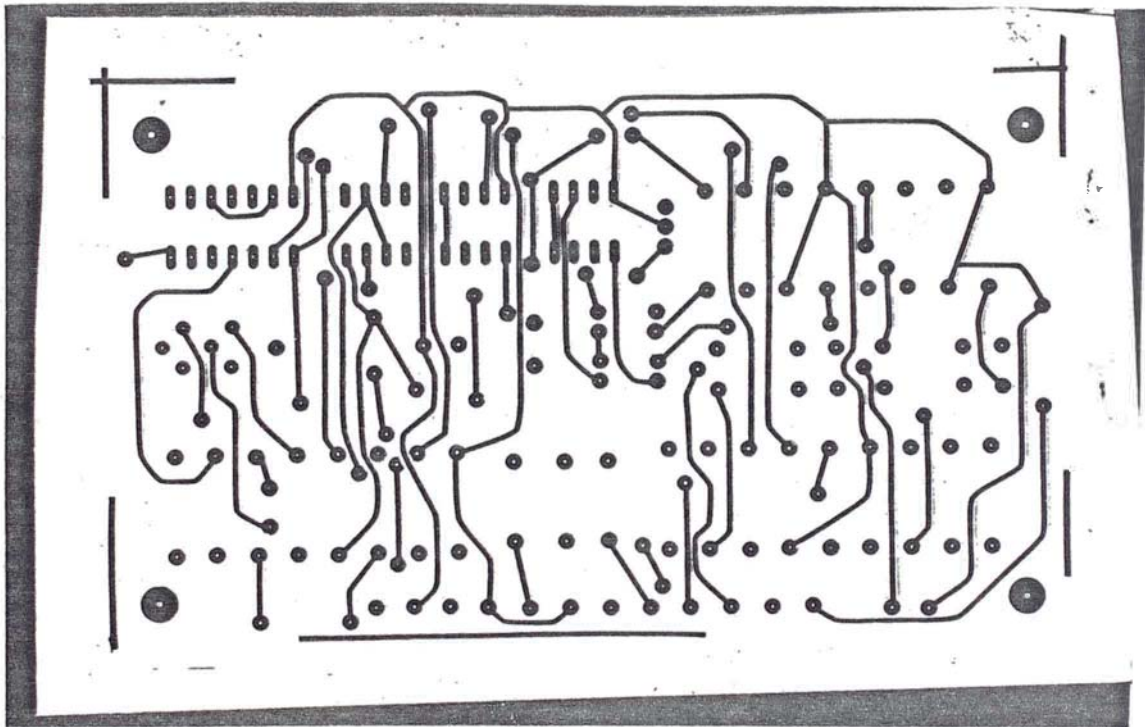


FIGURA 62 - Disposición de componentes
en la placa de circuito im
preso de la sirena. Escala 1:1



a) Lado de componentes



b) Lado de soldadura

FIGURA 63 - Placa de circuito impreso de la Sirena Exterior Autoalimentada. Escala 1:1

ca del circuito, el altavoz y los detectores de sabotaje.

Las características de la sirena exterior autoalimentada - indicadas, como la placa del circuito, el altavoz y la caja metálica, se pueden apreciar en la figura 64 (a y b)

4.3.2.4. Funcionamiento.

La activación de la sirena exterior autoalimentada se debe a dos razones concretas: a la señal de alarma - generada por la central y a la alteración de los bucles de sabotaje.

A continuación se describe el funcionamiento de la sirena para ambos casos.

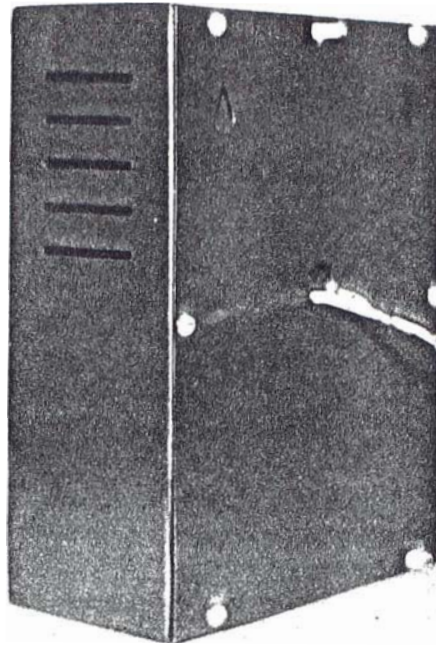
a) Funcionamiento de la sirena por la central.

En el instante que la central genera una señal de alarma se polarizan los circuitos multivibrador astable (555), generadores de tono y conmutador de salida.

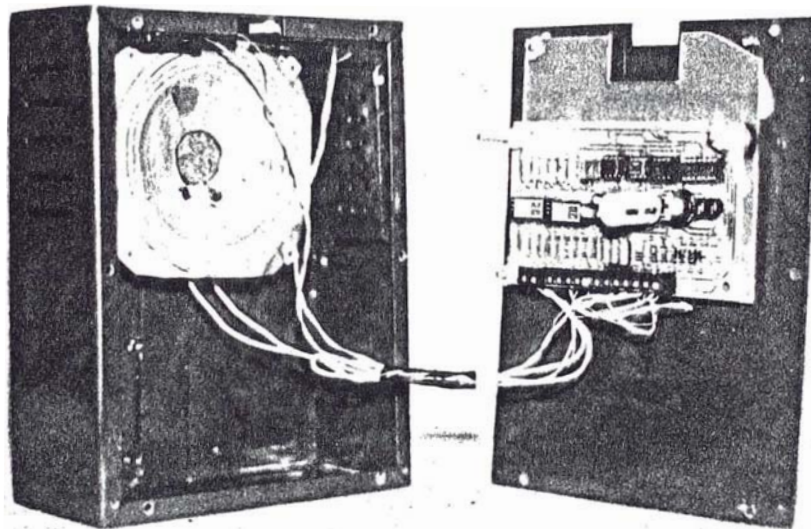
Al polarizarse el integrado I_2 (555), empieza a oscilar a una frecuencia que depende del valor resistivo del potenciómetro P, estimulando al transistor T3 por la base y haciendo que éste pase alternativamente del estado de "corte" al estado de "conducción", lo que producirá que el relé abra y cierre sus contactos conectando al altavoz a las salidas de los osciladores de potencia (I3 e I4) alternativamente también.

Por el altavoz saldrá una señal de dos tonos si las frecuencias de oscilación de I3 e I4 son distintas.

Cabe resaltar que la frecuencia de oscilación del timer



a) Vista posterior



b) Aspecto interior

FIGURA 64 - Sirena Exterior Autoalimentada

555 debe ser mucho menor que la frecuencia de oscilación de los amplificadores de audio de potencia LM 386 N-1 para un correcto funcionamiento.

En este caso de activación de la sirena debido a una señal de alarma de la central, el circuito de sabotaje permanece en el estado de "alerta" puesto que está polarizado y listo para detectar las alteraciones de los bucles de sabotaje.

b) Funcionamiento de la sirena por bucle de sabotaje.

Cuando la sirena es activada por la alteración de los bucles de sabotaje, todos sus circuitos trabajan.

La señal de alarma es detectada por alguna de las entradas (NA) del circuito de sabotaje (ver Figura 59) haciendo que en el pin 4 de I1 aparezca un nivel de tensión "1" que va a estimular al transistor T1 haciéndolo conducir y cargar al condensador C1 a través de la resistencia R5 hasta un valor alto $V_{IH} / 30$ que cambiará el estado de la salida (pin 11) de I1 a un nivel "1".

Este nivel de tensión "1" de salida de inversor, llevará a la saturación al transistor T2 haciendo que el relé RL1 se estimule y cierre sus contactos. Es en este momento que los circuitos multivibrador astable, generadores de tono y conmutador de salida, son polarizados.

A partir de aquí sucede exactamente como en el caso anterior. El timer 555 empieza a oscilar estimulando al transistor T3 y haciendo que el relé RL2 abra y cierre sus contactos alternativamente.

Por lo tanto, el altavoz se conmutará entre las salidas

de los generadores de tono para producir una señal de audio de dos tonos.

Cuando el bucle de sabotaje es repuesto a su estado normal, el transistor T1 es llevado al "corte", haciendo que C1 inicie su descarga a través de R7 solamente, ya que la unión base-emisor, al ser polarizada inversamente, presenta una impedancia muy alta y por otro lado la impedancia de entrada de una puerta CMOS (/29/ y Apéndice B) es del orden de 10^{12} ohmios.

Cuando la tensión de C1 llega a un valor bajo $V_{IL}/30/$, el nivel de tensión en el pin 11 del I1 cambia a "0" llevando al "corte" a T2 y haciendo que el relé RL1 se libere, volviendo sus contactos al estado de reposo. Lo que significa que los osciladores se quedan sin alimentación terminando la señalización acústica.

El tiempo que C1 tarda en descargarse a través de R5 es lo que dura la señalización acústica una vez repuesto el bucle de sabotaje alterado.

Este tiempo al igual que en los circuitos de robo/atraco de la central, es llamado "tiempo de alarma una vez repuesto el bucle" y en este caso se ha fijado a 5 minutos.

4.3.2.5. Mediciones Experimentales - Consideraciones de Funcionamiento.

Una vez construída la sirena y fijado sus valores, las mediciones que se han hecho experimentalmente son las siguientes:

- frecuencia de oscilación del timer 555 (I2):
4 Hz
- frecuencia de oscilación de I3:
650 Hz
- frecuencia de oscilación de I4:
1,430 Hz
- tensión de alimentación:
12 V_{DC}
- tiempo de alarma para bucle repuesto:
5 minutos
- consumo de corriente en estado de alerta:
≈ 0 mA
- consumo de corriente en estado de alarma por alteración de bucle de sabotaje:
270 mA
- consumo de corriente en estado de alarma por activación de la central:
250 mA
- tensión entre los terminales del altavoz (sirena activada):
3.5. V_{RMS}
- forma de onda de la tensión en los bornes del altavoz:
mostrada en la Figura 65

Consideraciones de Funcionamiento

- El transistor T1 no está polarizado en el estado de alerta. En alarma, T1 pasa de la zona activa ($V_{CB} = 8 \text{ V}$, $V_{BE} = 0.7 \text{ V}$) al "corte" ($V_{CD} = 0$ y $V_{BE} = 0$).
- El transistor T2 está en "corte" en el estado de alerta

($V_{BE} = 0$) y pasa a la "saturación" en alarma ($V_{CB} = -0.8V$)

El transistor T3 trabaja alternativamente en "corte" y "saturación", a la frecuencia del oscilador astable formado por I2 (555).

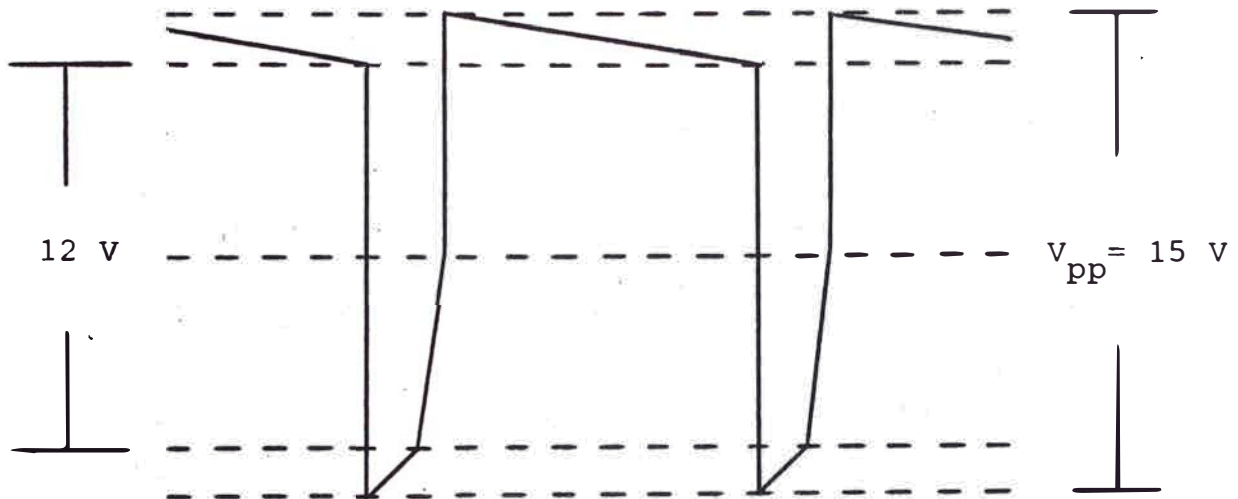


Figura 65 - Forma de onda de la tensión entre bornes del altavoz de la sirena.

4.4. Esquema de conexiones del Sistema

Las conexiones entre la central, el Marcador Telefónico y la sirena se muestran en la Figura 66.

4.5. Consumo de corriente del Sistema

a) En estado de alerta:

El sistema tiene un consumo mínimo de 45 mA. Con el LED del tiempo de salida (T_S) apagado y el display en 1.

b) En estado de alarma:

El Sistema tiene un consumo máximo de 580 mA.

Con los LED's T_E y T_A encendidos y el display en

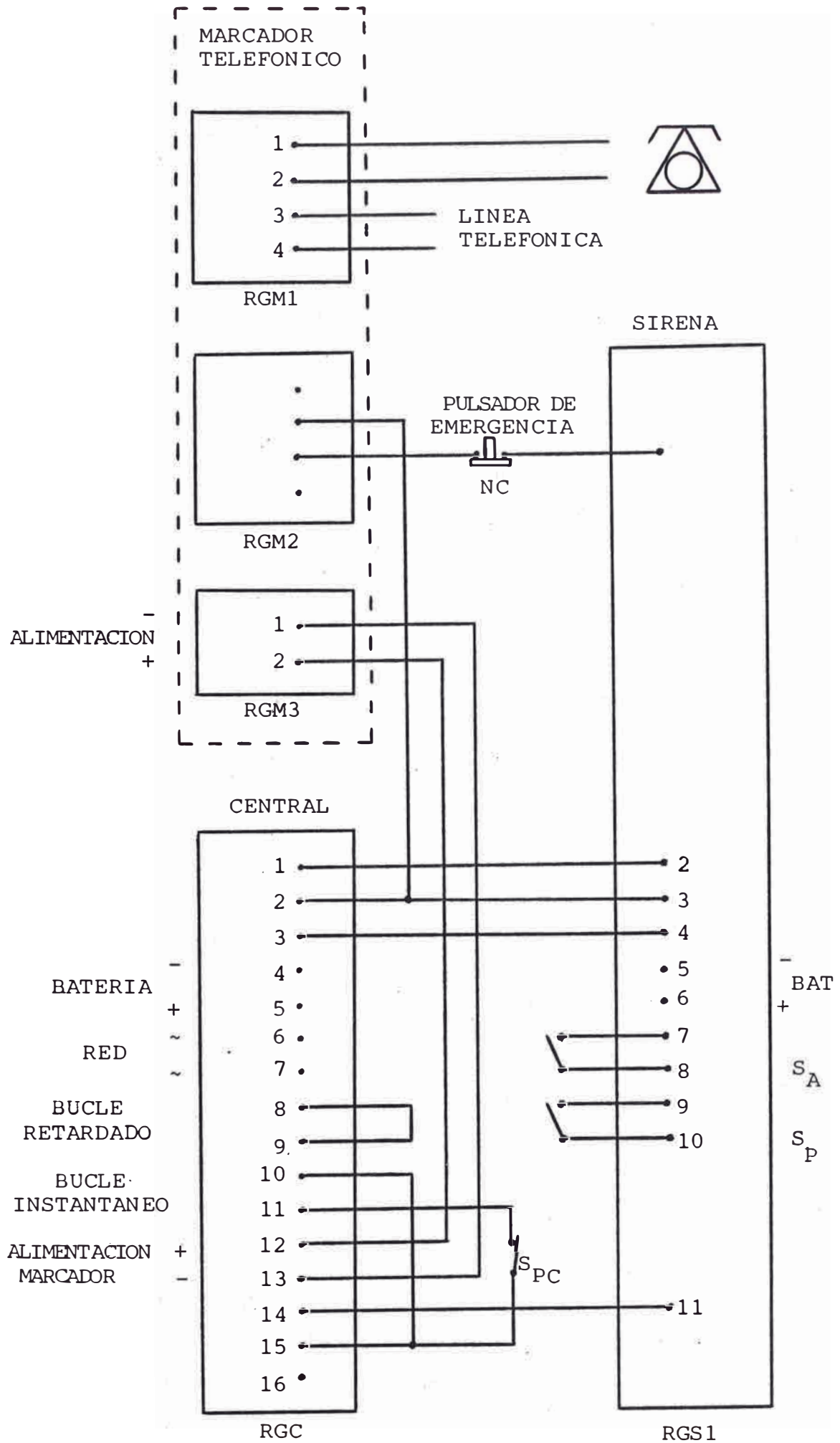


FIGURA 66 Esquema de Conexiones del Sistema

C A P I T U L O V

ALMACENAMIENTO DIGITAL DE VOZ - GRABADOR DE MEMORIAS

EPROM

El tratamiento digital de la voz, a pesar de los logros alcanzados en los últimos años, es un campo nuevo y en fase de experimentación. Hasta hace unos años atrás, hablar de cuantificadores óptimos, coeficientes de predicción lineal (LPC), métodos de generación de códigos como el PARCOR o el ADPCM, tanto para el análisis y síntesis de voz como para el reconocimiento y verificación de locutores por sus voces; era entrar en un tema difícil y no muy claro por los escasos estudios teóricos que habían al respecto y a su falta de difusión. Pocos eran los privilegiados en cuanto al conocimiento de los últimos descubrimientos e investigaciones. Hoy en día hablar de lo anteriormente mencionado, es referirse a unas herramientas poderosas para "trabajar" la voz como información digital y hacer fácil su identificación, almacenamiento y transmisión por cualquier medio sin perder calidad.

En este capítulo se hace una pequeña introducción en este interesante campo de la electrónica para hacer un análisis del proceso seguido en la grabación de la memoria EPROM 2764 (8K x 8) con voz que es utilizada en el circuito sintetizador del Sistema de Seguridad propuesto.

Este proceso de grabación está basado esencialmente en el

análisis y síntesis de voz, transformando y elaborando esta señal desde su entrada a través de un micrófono, pasando por las etapas de filtro y amplificación para luego seguir con el muestreo, cuantificación y codificación de esta señal en PCM (Pulse Code Modulation) por medio de un integrado convertidor analógico-digital con "sample and hold" incorporada para un almacenamiento de forma digital en memorias RAM.

Seguidamente esta información es recuperada para un control de calidad a través de una etapa de síntesis formada por una conversión digital-analógica, un filtraje y una amplificación, y tener así una adecuada salida de audio por medio de un altavoz. Verificando de esta forma la calidad de grabación para un posterior almacenamiento definitivo.

Una vez comprobado el nivel de calidad de la grabación de las memorias RAM, esta información es "vaciada" a una memoria EPROM, quedando así almacenada la grabación de forma permanente. Se entiende por "permanente" al hecho de que esta información persiste aún cuando es desconectada la alimentación del integrado.

Seguidamente se hace una descripción del grabador digital de voz diseñado y construido con el propósito de grabar la memoria EPROM 2764 (8K x 8 bits) con un mensaje de "aviso de alarma" que es utilizada en el circuito sintetizador de voz del marcador telefónico.

Esta descripción del grabador digital de voz empieza con

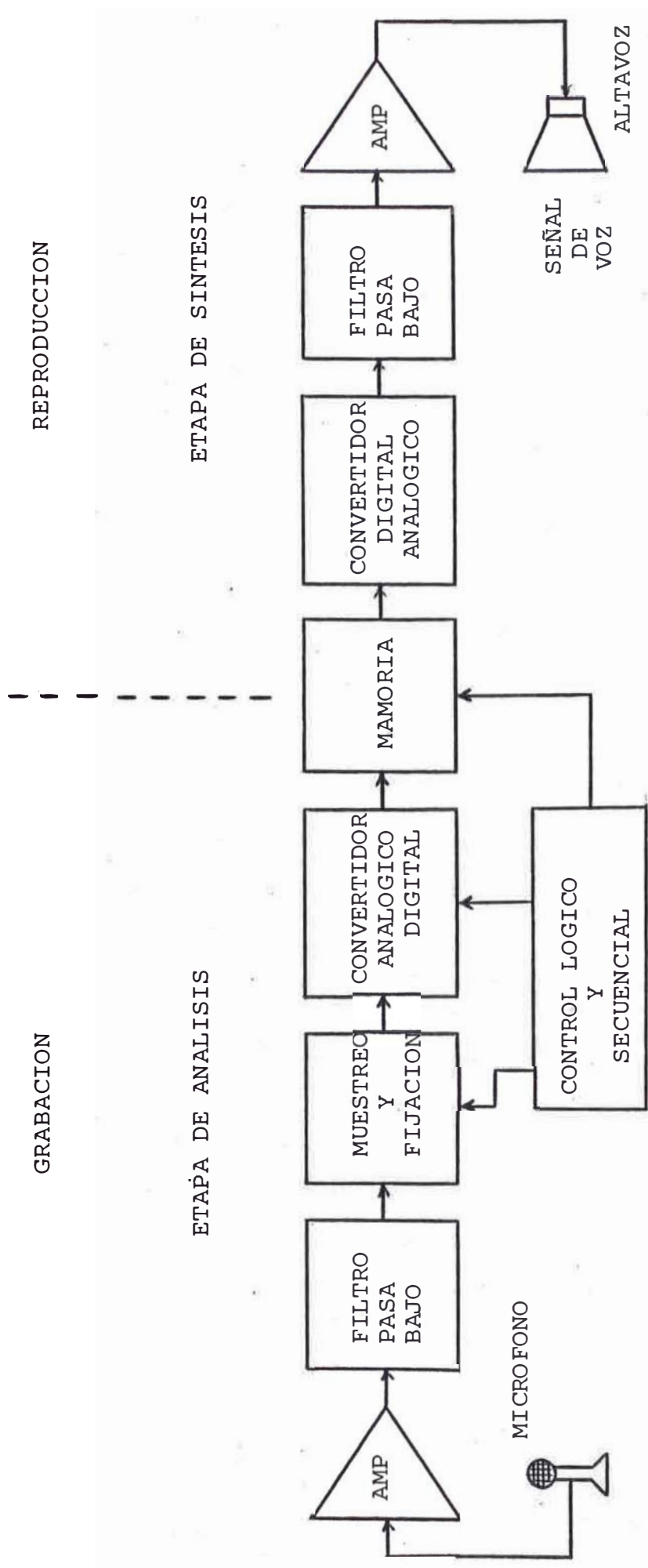


Figura 67 - Diagrama de Bloques del Grabador Digital de Voz de Memorias EPROM

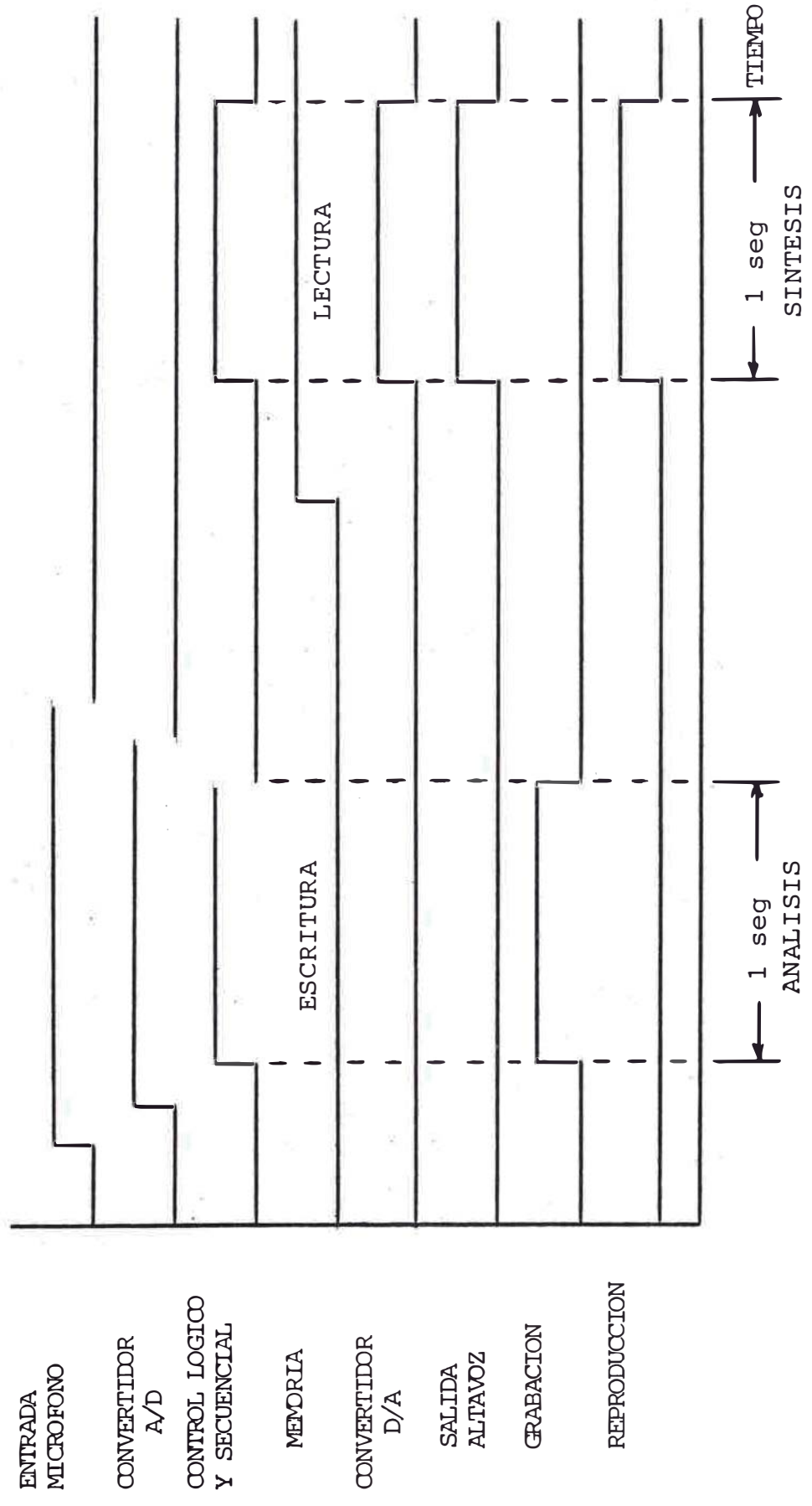


Figura 68 - Diagrama de Tiempos del Grabador Digital de Voz de Memorias EPROM

la presentación de los diagramas de bloques y de tiempos, del diagrama general de conexiones y la relación de componentes utilizados en su construcción; para pasar posteriormente a destacar sus principales características y hacer una clara explicación de su funcionamiento. Concluyendo con la presentación de los valores de las mediciones hechas experimentalmente.

5.1. Diagrama de Bloques y de Tiempos del Grabador Digital de Voz de Memorias EPROM

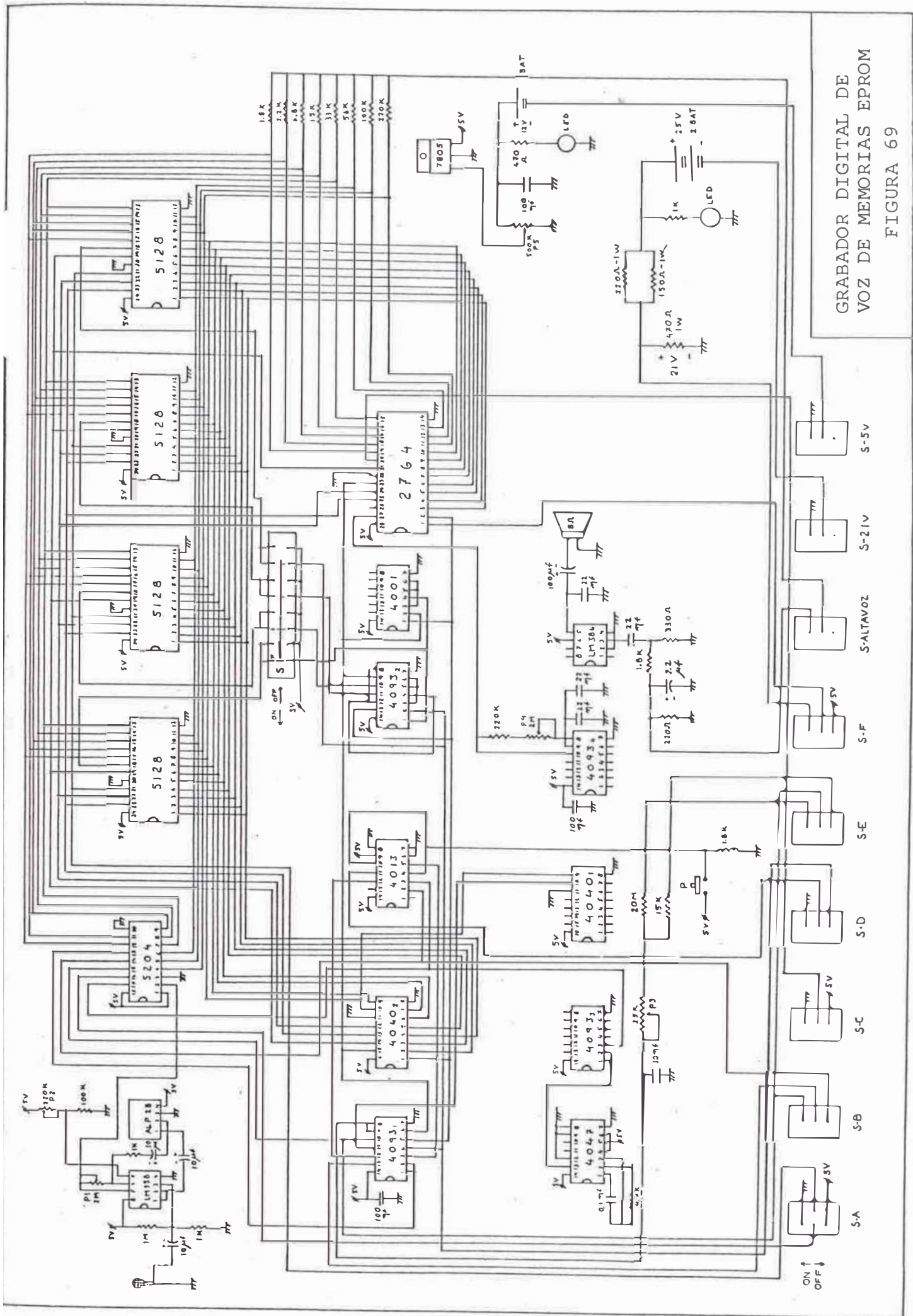
En el diagrama de la Figura 67 se pueden apreciar los bloques que forman el Grabador de Memorias y que sirvió de referencia en el momento de su diseño.

Una vez construído este grabador, se obtuvo un diagrama de tiempos de las principales señales de control y sincronismo que intervienen en el proceso de grabación y reproducción de la voz. Este diagrama se muestra en la Figura 68.

5.2. Diagrama de Conexiones - Relación de Componentes Integrados

El diagrama de conexiones del Grabador de Memorias se puede apreciar en la Figura 69. Este diagrama será utilizado en el seguimiento de la secuencia del funcionamiento explicado posteriormente.

Como complemento a este diagrama de conexiones, a continuación se presenta la relación de componentes integrados utilizados en la construcción de este circuito. Para una información técnica más detallada dirigirse a los Apéndices



GRABADOR DIGITAL DE VOZ DE MEMORIAS EPROM

FIGURA 69

A y B y a las referencias indicadas en los componentes.

5.2.1. Relación de Componentes Integrados del Grabador de Memorias

- ALP 2B - Voice Synthesis Active Low-Pass Filter in Hybrid Techonology - /23/.
- LM 358 - Dual Low Power Operational Amplifier - /26/
- LM 386 N-1 - Audio Freqeunce Power Amplifier - /26/.
- MSM 5204 - 8 bit Analog-Digital Convertor - /23/.
- 5128 - 2048-word x 8 bit CMOS Static RAM - /22/.
- 2764 - 8K x 8 bit UV Erasable PROM - /22/.
- 4093 B - Quad 2-Input NAND Schmitt Triggers - /29/.
- 4047 B - Monostable/Astable Multivibrator - /29/.
- 4040 B - Ripple - Carry Binary Counter/Divider - /29/.
- 4013 B - Dual "D" Type Flip-Flop - /29/.
- 4001 B - Quad 2-Input NOR Gate - /29/.
- 7805 - Voltage Regulator - /26/.

5.3. Características

Las características más importantes del Grabador Digital de Memorias son las indicadas a continuación. Están relacionadas con las distintas partes que lo forman, por lo tanto, al describir estas partes, indirectamente se están analizando e indicando las características del grabador.

Seguidamente se hace una descripción empezando por el circuito de entrada de audio formado por un filtro BF (baja -

frecuencia) y un amplificador, para pasar luego al convertidor analógico-digital CAD y al almacenamiento en memorias - RAM. Siendo este proceso la etapa de análisis y grabación de voz.

A continuación, se describen el circuito de control lógico y secuencial, la memoria EPROM de almacenamiento definitivo y el circuito convertidor digital-analógico. Por último, - se analiza el circuito de salida de audio y las fuentes de alimentación utilizadas.

El "vaciado" del contenido de las memorias RAM/EPROM a través del convertidor digital-analógico y de la salida de audio, es lo que se denomina etapa de síntesis y reproducción de voz del Grabador de Memorias. Los siguientes circuitos se pueden apreciar en la Figura 69.

5.3.1. Entrada de Audio

En el Grabador de Memorias la entrada de audio es a través de un micrófono dinámico (300 ohmios) adaptado a un filtro activo a través de un adaptador de impedancias formado por un amplificador operacional de baja potencia (1/2 LM 358).

El filtro es para frecuencias locales en análisis de voz y lo constituye el ALP 2B con una frecuencia de corte de 1.5 KHz (0 dB) y una atenuación de -27 dB a 4 KHz, su impedancia de entrada es mayor que 100 Kohmios y la de salida aproximadamente 50 Kohmios.

El siguiente circuito que forma parte de la entrada de audio es un amplificador de baja potencia que fija la señal a un nivel adecuado. Este amplificador es un 1/2 LM 358.

5.3.2. Conversión Analógica-Digital-Clock del CAD

La función de conversión analógica-digital la realiza el integrado CMOS MSM 5204 que es un Convertidor Analógico-Digital (CAD) de 8 bits, con una función "sample and hold" incorporado y con un tiempo de conversión de 66 μ seg a 500 KHz.

Este integrado trabaja con una sola fuente de alimentación e internamente crea las respectivas tensiones de referencia. Debido a su bajo consumo puede ser utilizado en sistemas alimentados a batería. Es estimulada por una señal de reloj (clock) de 500 KHz, generada por un multivibrador astable 4047 B.

Las funciones que realiza el CAD MSM 5204 son: cuantificación, muestreo y codificación de la señal de voz en PCM.

5.3.3. Almacenamiento en Memorias RAM

La señal codificada en PCM es almacenada en 4 memorias 5128 (2K x 8 bits) CMOS Static RAM's dando un total de 8K x 8 bits de almacenamiento.

Estas memorias RAM trabajan con una sola fuente de 5 V y tienen incorporada una batería que permite retener la información almacenada si la tensión de la fuente baja hasta 2V.

Tienen una baja potencia de disipación en operación (220 mW típico) y en Stand-by (1.0 μ A máximo a 25° C).

5.3.4. Control Lógico y Secuencial

Para un correcto sincronismo entre los datos codificados de salida del CAD y las posiciones de memoria de las RAM, es necesario un circuito de control lógico y secuencial, que empiece y finalice un barrido secuencial siguiendo unas ciertas condiciones lógicas.

Este circuito está formado por dos contadores binarios 4040 que son estimulados por un CLOCK de 8 KHz, un Flip-Flop tipo "D" (1/2 4013) que tiene el control sobre el CAD para el inicio del análisis y el otro Flip-Flop tipo "D" (1/2 4013) que tiene el control de la finalización de esta etapa. Además, este circuito también está constituido por un multivibrador astable formado por una puerta NAND Schmitt Trigger (4093) que genera una señal de 8 KHz para el CAD.

Con la finalidad de tener una selección adecuada de las memorias al momento de tener la información en la salida del convertidor A/D se utiliza un circuito lógico formado por un 4093 y un 4001 (Quad 2-Input NOR Gate) que actúan directamente sobre el pin "Chip Select" (Pin 18) de cada memoria RAM.

5.3.5. Almacenamiento en Memoria EPROM

Una memoria 2764 (8K x 8 bits) Ultraviolet Erasable and Electrically Programmable Read-Only Memory (UV EPROM)

es utilizada para almacenar la información PCM procedente de las RAM's de forma definitiva, una vez verificada la calidad de la grabación.

Esta memoria EPROM grabada es la que forma parte del circuito sintetizador de voz del Marcador Telefónico.

Al igual que las RAM's, la 2764 EPROM también trabaja con una sola fuente de alimentación salvo en el modo de programación, en el cual necesita + 21 V (V_{pp}) en el pin 1. Tiene salidas en tres estados: D_{IN} , D_{OUT} y High Z (datos de entrada, datos de salida y alta impedancia, respectivamente), y su tiempo de acceso es de 250 nanosegundos como máximo. Es programable eléctricamente y borrable por luz ultravioleta.

En el modo de programación, la 2764 EPROM necesita de un pulso de 50 milisegundos TTL (Nivel Transistor Transistor - Lógico: 5 V) y la duración total de la programación de los 65,536 (8K x 8) bits es de 420 segundos.

Los pulsos de 50 mseg TTL de programación en el pin 27 (PGM) son generados por un multivibrador astable formado por una puerta NAND Schmitt Trigger (4093).

5.3.6. Conversión Digital Analógica

Al igual que en el circuito sintetizador de voz del Marcador Telefónico, en esta etapa se utiliza un Convertidor Digital Analógico (CDA) de resistencias de valores ponderados /20/. Figura 69.

Este circuito CDA es suficiente si el propósito de la graba

ción es su transmisión a través de la línea telefónica, como es el caso de este trabajo.

La tensión de salida del CDA (señal analógica) es proporcional a la entrada digital.

La precisión y estabilidad de este CDA depende principalmente de la exactitud de los valores de las resistencias y de su variación con la temperatura. Puesto que todas las resistencias que la forman son distintas y la mayor es de $2^7 R$ (Tabla 6), donde R es la resistencia menor, sus valores llegan a ser grandes. siendo difícil obtener resistencias precisas y estables de estos valores.

Como esta etapa procesa la misma información, este circuito tiene los mismos valores de resistencias que el CDA utilizado en el sintetizador de voz del Marcador Telefónico.

5.3.7. Salida de Audio

En esta etapa del Grabador de Memorias, se utiliza también el mismo circuito de salida de audio del sintetizador de voz del Marcador Telefónico, puesto que la finalidad de ambos circuitos es la misma, es decir: suavizar la señal "analógica" de salida del CDA, seleccionar las frecuencias deseadas (banda de voz) y ubicar el nivel de esta señal, en una posición adecuada para excitar, en este caso, un altavoz solamente.

Este circuito de salida de audio está constituido, en consecuencia, por un filtro pasa-banda pasivo R-C de baja frecuencia; un amplificador de audio de bajo voltaje y ganancia 20; y por una red pasiva (R-C), cuya finalidad princi-

pal es desacoplar la salida en corriente continua (para tener en el altavoz señal únicamente) pero que actúa como un filtro pasa-banda, mejorando incluso el ancho de banda del circuito de salida de audio, como se indica en la sección - b5 del sintetizador de voz.

Se ha utilizado como amplificador de audio el integrado LM 386 N-1 por sus buenas prestaciones para pequeña señal. Su ganancia puede ser aumentada hasta un valor máximo de 200. La finalidad de tener en el Grabador de Memorias una etapa de síntesis (CDA + salida de audio) es de poder comprobar la calidad de la grabación en las memorias RAM antes de almacenar la información de forma definitiva en la memoria EPROM.

Las características técnicas en esta etapa son las mismas que la del sintetizador de voz del Marcador Telefónico (ver diagramas de Bode).

5.3.8. Fuente de Alimentación de 5 V

Debido a que las memorias RAM y EPROM, necesitan de una tensión de polarización de 5 V, se ha utilizado el integrado 7805 C, que es un regulador de voltaje, para generar este nivel de tensión. Figura 69.

En la construcción de esta fuente de alimentación se utilizó una batería de 12 V (del mismo tipo de las utilizadas en la central de alarma y sirena) para excitar, a través de un potenciómetro, la entrada del regulador integrado.

La corriente que puede entregar este regulador es como máximo 1.5 A, convenientemente refrigerada para su operación en la zona lineal de trabajo dependiente de la temperatura. Esta zona lineal generalmente está entre 0 y 75 °C, pudiendo alcanzar 15 W como potencia de disipación continua máxima. El mayor nivel de tensión de entrada que admite es de 35 V y su coeficiente de temperatura de voltaje de salida es de -1.1 mV/°C.

El voltaje de salida varía entre un mínimo de 4.75 V y un máximo de 5.25 V para cualquier integrado del tipo 7805 C /26/.

5.3.9. Fuente de Tensión de Programación V_{pp}

Una de las características de la memoria EPROM es que necesita un nivel de tensión V_{pp} de 21 V en el pin 1, cuando está en el modo de programación, para poder almacenar la información presente en sus terminales de entrada.

En la Figura 69, se puede ver que esta tensión V_{pp} ha sido obtenida de 2 baterías de 12 V cada una (conectadas en serie) a través de un divisor de tensión.

Se ha querido utilizar 2 fuentes de tensión separadas para enfatizar en los dos niveles de tensión utilizados en el grabador, aunque en realidad sólo es necesario la fuente de 21 V para programar la EPROM y alimentar al mismo tiempo al 7805 C para polarizar todos los integrados.

5.4. Funcionamiento

El funcionamiento del Grabador Digital de Memorias,

tanto para la grabación y reproducción de las RAM's como para el almacenamiento definitivo de la información digital (voz) en la EPROM, es el descrito a continuación según la Figura 69.

5.4.1. Grabación de las RAM's

Antes de iniciar el proceso de conversión de la señal de voz a PCM para su almacenamiento en las memorias RAM, todas las señales de control deben estar en la posición adecuada. Esto se logra a través de los 10 interruptores de control.

El interruptor S (de 8 contactos simples) debe estar en la posición ON, mientras que el resto, en OFF.

A continuación, para realizar una grabación, se sigue la siguiente secuencia:

1. S-5 V en ON.

Se conecta la fuente de alimentación de 5 V para polarizar todos los integrados.

2. Presionar el pulsador P.

Se resetean los Flip-Flop's para iniciar el barrido de las posiciones de memoria.

3. S-A en ON.

Se habilita el convertidor A-D y se pone en modo "escritura" (WRITE MODE) las RAM's.

4. Presionar el pulsador P y enviar señal de voz por el micrófono al momento de liberarlo.

Se dispone de 1 segundo de grabación para una buena ca

lidad de voz. Este tiempo puede incrementarse como máximo a 1.5 seg (reduciendo la frecuencia de muestreo) disminuyendo, como consecuencia, la calidad de voz grabada.

Si se desea repetir la operación de grabación, se pone el interruptor S-5 V en OFF y a continuación se colocan los restantes en OFF, menos S que permanece en ON, y se repite nuevamente la secuencia descrita.

5.4.2. Reproducción de las RAM's

Para proseguir con la reproducción de la información grabada en las memorias RAM, se mantienen las posiciones de los interruptores al momento de terminar la grabación y se sigue la siguiente secuencia:

1. S-A en OFF.

Se inhibe el convertidor A-D y las memorias RAM son puestas en el modo de "lectura" (READ MODE).

2. S-B en ON.

Se toma la señal de reloj (CLOCK) de la secuencia de barrido de las posiciones de memoria, directamente del oscilador astable de 8 KHz (pin 10 del 4093₁).

3. S-ALTAVOZ en ON.

Se conecta el convertidor D-A a la salida de audio para poder escuchar la reproducción y analizar la calidad de voz de la grabación.

4. Presionar el pulsador P para escuchar la grabación una sola vez.

Si se quiere escuchar la grabación de forma repetida, se siguen los siguientes pasos:

5. S-D en ON.

Con esta posición, las entradas de RESET de ambos Flip Flop's se mantienen en "0" (cero lógico) permitiendo que el barrido de las posiciones de memoria continúe de forma cíclica.

6. Presionar el pulsador P para iniciar el barrido y escuchar la grabación de forma repetida por el altavoz.

7. S-D en OFF.

Con este paso, se da por terminada la reproducción repetida de la señal de voz grabada.

Si la calidad de voz fuese deficiente, se tendría que empezar nuevamente la grabación, desconectando la fuente de 5 V y repitiendo ambas secuencias nuevamente.

5.4.3. Grabación de la EPROM

Una vez mejorada y verificada la calidad de la información grabada, se sigue la siguiente secuencia para "vaciar" esta información de las memorias RAM a la EPROM:

1. S-ALTAVOZ en OFF.

Se desconecta la salida de audio del convertidor D-A para evitar ruido de fondo en la grabación.

2. S-D en OFF.

Con este paso se regresa a la posición de "barrido único" de posiciones de memoria.

3. S-E en ON.

Se disminuye la frecuencia del CLOCK y, por lo tanto, se incrementa notablemente el tiempo de permanencia de la información en las posiciones de memoria, para su fijación definitiva.

El ancho del pulso de programación para la EPROM es de 50 mseg.

4. S-21 V.

Se conecta la batería para generar el nivel de tensión de 21 V que se va a utilizar.

5. S-F en ON.

Se conecta la fuente de 21 V al pin 1 de la EPROM.

6. S-C en ON.

Se habilita la memoria EPROM para el almacenamiento de la información.

7. Presionar el pulsador P.

Al momento de liberar el pulsador, empieza la secuencia de barrido y, por lo tanto, la grabación.

Este proceso dura 420 segundos para los 65,536 bits.

5.4.4. Reproducción de la EPROM

Seguidamente a la secuencia de grabación sigue la reproducción de la información, para el análisis de calidad de la señal de voz grabada.

Si esta calidad fuese defectuosa, se puede repetir la secuencia de grabación con la misma EPROM. En caso de persistir este defecto, es preferible cambiar de EPROM y verificar la grabación de las RAM's nuevamente.

A continuación se presenta la secuencia a seguir para la reproducción de la información grabada en la EPROM.

1. S-F en OFF.

Se desconecta la tensión de 21 V de programación de la 2764 y en su lugar se pone el nivel de 5 V (pin 1).

2. S-21 V en OFF.

Se desconecta la batería de la fuente de tensión de 21 V para evitar el consumo de potencia innecesario.

3. S en OFF.

Se colocan las memorias RAM en la posición STAND BY, para evitar que estas memorias sean "leídas" al momento de reproducir lo almacenado en la EPROM.

4. S-ALTAVOZ en ON.

Se conecta la salida de audio al convertidor D-A para poder escuchar la información grabada.

5. S-E en OFF.

Se vuelve a colocar la señal de reloj (CLOCK) a una frecuencia de 8 KHz.

6. Presionar el pulsador P.

Al liberar este pulsador, se escuchará una sola vez la información grabada,

En caso de que se quiera escuchar esta grabación de forma repetida, se debe continuar la secuencia con los siguientes pasos:

7. S-D en ON.

8. Presionar el pulsador P.

9. S-D en OFF.

Con el paso # 9, se pone fin a la secuencia de reproducción de la información de señal de voz grabada en la EPROM.

Al llegar a este final de secuencia, es conveniente colocar los interruptores en la posición OFF, menos S que debe regresar a la posición ON.

Para una ampliación de este grabador Digital de Memorias, referirse al Apéndice E.

5.5. Mediciones Experimentales - Comentario

Las mediciones tomadas del Grabador Digital de Voz de Memorias EPROM, una vez construido y puesto en funcionamiento, son las siguientes:

- Nivel de tensión de polarización:

5 V

- Frecuencia de la señal de reloj (CLOCK) del convertidor A-D:

480 KHz.

- Frecuencia de muestreo:

8 KHz.

- Rango de variación de la frecuencia de muestreo:

4 - 15 KHz.

- Frecuencia de tren de pulsos $\overline{\text{PGM}}$:

20 Hz.

- Nivel de tensión V_{pp} :

21 V

- Valor de resistencia del potenciómetro P2 para centrar la señal de voz: 180 Kohmios

- Valor de resistencia del potenciómetro P1 para una amplificación máxima sin recorte de la señal de voz:

300 Kohmios

- Tensión máxima de salida del amplificador (LM 358)

3.2 V

Debido a que el nivel de tensión máximo de salida del amplificador LM 358 es 3.2 V, se debe centrar la señal de voz en el nivel medio, es decir en 1.6 V (nivelación por osciloscopio). Para lo cual, el valor de resistencia del potenciómetro P2 debe ser 180 Kohmios y no 100 Kohmios.

A fin de garantizar una señal de voz máxima de salida sin recorte del amplificador, para excitar al convertidor A-D el valor resistivo del potenciómetro P1 debe ser de 180 Kohmios.

La frecuencia del tren de pulsos $\overline{\text{PGM}}$ de la EPROM debe ser como máximo 20 Hz, teniendo en cuenta que, como mínimo, el tiempo de programación de las 65,536 bits es de 420 segundos.

El oscilador astable formado por el 4047 B, que genera la señal de reloj (CLOCK) del convertidor A-D, tiene por frecuencia de oscilación la ecuación:

$$f = \frac{1}{4.4 RC}$$

si $R = 4.7$ Kohmios

y $C = 0.1$ nf

la frecuencia es: $f = 483$ KHz.

OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES

En el diseño y construcción del sistema de seguridad propuesto en esta Tesis, se han tenido en cuenta una serie de características y detalles que se han ido adicionando conforme se realizaba el Proyecto y que han llevado a las observaciones y conclusiones siguientes:

- Una de las grandes ventajas de utilizar la red telefónica como medio de transmisión de la señalización, es la generalización del uso del teléfono. Para dar aviso de alarma a cualquier persona o institución de seguridad, sólo es necesario que ésta cuente con un aparato telefónico, lo que es un hecho actualmente.
- Los números telefónicos almacenados en el Marcador Telefónico pueden ser modificados a voluntad a través del teclado. Esto hace que el sistema sea versátil y no rígido.
- Con este trabajo se demuestra que se puede aprovechar la infraestructura establecida (en este caso el sistema telefónico) sin necesidad de crear una en especial para concretar un propósito (aumentar la efectividad de un sistema de seguridad). Es más práctico y económico.
- Debido a que la fuente de alimentación puede entregar 1 A como máximo y teniendo en cuenta que el consumo del sistema en alarma es de 580 mA, se dispone de apro

ximadamente 350 mA (para un adecuado grado de fiabilidad de funcionamiento correcto) para consumo de los sensores.

Teniendo en cuenta que el consumo de:

- un sensor pasivo a infrarrojos (PIR) es de 50 a 80 mA en alarma;
- un sensor de rotura de cristal es del orden de los 25 mA,

y que los contactos magnéticos no consumen energía del sistema, se puede hacer la combinación necesaria de estos sensores (para evitar falsas alarmas) sin sobrepasar el límite de consumo máximo disponible.

- La banda de frecuencia de la salida de audio del Marcador Telefónico (191-2865 Hz) es compatible con la del sistema de transmisión (300-3,400 Hz).
- Como consecuencia del uso de la tecnología CMOS, el consumo de potencia del sistema en el estado de alerta es mínimo (con el display apagado).
- El Marcador Telefónico no altera el normal funcionamiento de la red telefónica, debido a que su impedancia está dentro de los valores permitidos.
- La utilización del convertidor digital-analógico discreto (de resistencias ponderadas) es suficiente si se desea una grabación de voz con "calidad telefónica", puesto que el propósito del sistema es el envío de esta grabación por la línea telefónica.

- Este sistema es compatible con los sistemas de seguridad existentes.
- El tiempo de grabación (duración del mensaje) de voz - está limitado por el número de bits del convertidor analógico-digital y la capacidad de memoria EPROM.
- Como la ubicación adecuada de la sirena es el pasillo del Laboratorio de Electrónica, el nivel de salida de audio de 500 mW es suficiente.
- El funcionamiento totalmente automático del sistema hace innecesaria la presencia de un operador en la recepción, lo cual ya es una ventaja respecto a sus similares (sistemas de señalización por ondas de radio y circuito cerrado de TV).
- La realización de este trabajo sienta precedente en el hecho de crear nuevos sistemas de seguridad, con el propósito de incentivar el desarrollo de este sector - de la Industria Electrónica Nacional, utilizando los - últimos avances tecnológicos.

B I B L I O G R A F I A

- /1/ Atal, B.S. and Hanauer, S.L., "Speech analysis and synthesis by linear prediction of the speech wave" J. Acoust. Soc. Amer., USA, vol. 55, pp. 637-655, 1974.
- /2/ Beneyto, M., "Seguridad Electrónica: un mercado importante que urge profesionalizar", revis. Mundo - Electrónico, Boixareu Editores, Barcelona-España, N° 97, págs. 37-48, Junio 1980.
- /3/ Bilbao, A., "Situación actual de la Industria Elec trónica de Seguridad", revis. Mundo Electrónico , Boixareu Editores, Barcelona-España, N° 146, págs. 59-62, Diciembre 1984.
- /4/ Calvet, J., "Sistema Antiatraco: puertas de acceso de bloqueo automático ante la presencia de un arma" revis. Mundo Electrónico, Boixareu Editores, Barce lona-España, N° 97, págs. 76-79, Junio 1980.
- /5/ Cummiskey, P., "Adaptative differential pulse-code modulation for speech processing", Ph. D. disserta tion, Newark College of Engineering, Newark, N.J., USA, 1973.
- /6/ De los Ríos, E. y Elías A., "Aplicaciones del efec to doppler a los Sistemas de Seguridad y Alarma", revis. Mundo Electrónico, Boixareu Editores, Barce lona-España, N° 97, págs. 51-56, Junio 1980.
- /7/ Diego, J., "Aplicaciones de la TVCC en la Seguri dad", revis. Mundo Electrónico, Boixareu Editores, Barcelona-España, N° 146, págs. 71-80, Diciembre - 1984.

- /8/ Edminister, J., "Circuitos eléctricos-Teoría y problemas", Serie de Compendios Schaum, Mc Graw-Hill, México, 1970.
- /9/ Elektor, "Protector contra sobretensiones", revis. Elektor, N° 14/15, Madrid-España, Julio/Agosto 1981
- /10/ Equipo Técnico de Vatsa Electrónica S.L., "Detectores de humos. Diferentes tipos y principios de funcionamiento", revis. Mundo Electrónico, Boixa - reu Editores, Barcelona-España, N° 105, págs. 79-82 Abril 1981.
- /11/ García, R., Alcázar, J. y Santos, J., "Codificación predictiva de la señal de voz", revis. Mundo Electrónico, Boixareu Editores, Barcelona-España, N° 144, págs. 111-116, Noviembre 1984.
- /12/ Hernández, L.A., Casajús, F.J. y García, R., "Identificación de personas por sus voces", revis. Mundo Electrónico, Boixareu Editores, Barcelona-España, N° 146, págs. 83-91, Diciembre 1984.
- /13/ Iniesta, F., "Detección electrónica de gases", revis. Mundo Electrónico, Boixareu Editores, Barcelona-España, N° 97, págs. 61-65, Junio 1980.
- /14/ Iniesta, F., "Técnicas electrónicas para la detección de intrusos", revis. Mundo Electrónico, Boixareu Editores, Barcelona-España, N° 105, págs. 65-69 Abril 1981.
- /15/ Intersil, "Data book", Intersil, USA, 1981.
- /16/ Jayant, N.S., "Digital coding of speech waveforms: PCM, DPCM and DM quantizers", Proc. IEEE, USA, vol. 62, pp. 611-632, May 1974.

- /17/ Lilen, H., "Circuitos integrados MOS - Principios y aplicaciones", "Circuiteca Electrónica".
- /18/ Kaganov, I., "Electrónica industrial", Editorial MIR, Moscú, 1971.
- /19/ Melendo, C., "Sistemas electrónicos para control de accesos: rayos-X, detectores de metales y explosivos", revis. Mundo Electrónico, Baixareu Editores, Barcelona-España, N° 97, págs. 67-73, Junio 1980.
- /20/ Millman, J. y Halkias, Ch., "Electrónica integrada", Editorial Hispana Europea, Barcelona-España, 1976.
- /21/ Mostek, "Integrated pulse/tone repertory dialer", Telecommunications Product, United Technologies Mostek, USA, 1982.
- /22/ OKI, "CMOS integrated circuits", Data Handbook, OKI Electric Industry Company, Ltd., Japan, December 1982.
- /23/ OKI, "Real voice", Series, OKI Electric Industry Company, Ltd., Japan, March 1984.
- /24/ Oliver, B.M., Pierce, J.R. and Shannon, C.E., "The philosophy of PCM", Prac. IRE, USA, vol. 36, pp. 1324-1331, November 1948.
- /25/ Philips, "Low frequency transistors - deflection transistors - accessories", Semiconductors and Integrated Circuits, Part 2, Philips - Data Handbook, The Netherlands, October 1969.

- /26/ Philips, "Master replacement guide", ECG Semiconductors, Philips ECG, USA, January 1985.
- /27/ Philips, "Rectifier diodes and thyristors", Semiconductors and Integrated Circuits - Part 1a, Philips - Data Handbook, December 1972.
- /28/ Rabiner, L. R. and Schafer, R. W., "Digital processing of speech signals", Prentice-Hall, USA, 1978
- /29/ RCA, "COS/MOS digital integrated circuits", RCA Solid State Division, USA, November 1980.
- /30/ RCA, "Handling and operating considerations", COS/MOS Integrated Circuits Manual, RCA Solid State, - USA, pp. 27-35, January 1979.
- /31/ Rodríguez, M., Iglesias, E., Martínez, R y Muñoz, E., "Alternativas para síntesis de voz: aplicaciones de predicción lineal", revis. Mundo Electrónico. Baixareu Editores, Barcelona-España, N° 144, págs. 67-79, Noviembre 1984.
- /32/ Sánchez, J. A., Saez, J. L. y Sánchez, A. M., "Centrales de detección y señalización de incendios", revis. Mundo Electrónico, Baixareu Editores, Barcelona-España, N° 105, págs. 71-77, Abril 1981.
- /33/ Siemens, "Telemat C, dispositivo de vigilancia y alarma por televisión", revis. Mundo Electrónico - Productos Nuevos, Baixareu Editores, Barcelona-España, N° 144, pág. 222, Noviembre 1984.
- /34/ Villaseca, I. y Moreno, A., "Centralización de alarmas por ordenador", revis. Mundo Electrónico, Baixareu Editores, Barcelona-España, N° 146, págs. 65-69, Diciembre 1984.