

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
ESCUELA DE INGENIERÍA

RESTRICTOR TELEFÓNICO CON CLAVE DE SEGURIDAD

TESIS QUE PRESENTA:

ROBERTO ANTONIO VAZQUEZ CASTRO

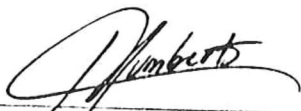
COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA

APROBADA:  
COMISIÓN DE TITULACIÓN:



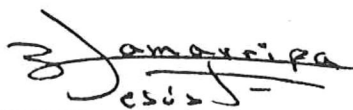
ING. JOSÉ ANTONIO MICHEL MACARTY  
DIRECTOR DE LA TESIS



M.C. HUMBERTO CERVANTES DE ÁVILA  
SINODAL PROPIETARIO



M.C. MANUEL CORONA DOMÍNGUEZ  
SINODAL PROPIETARIO



M.C. JOSÉ DE JESÚS ZAMARRIPA TOPETE  
SINODAL PROPIETARIO



ING. JUAN DE DIOS SANCHEZ LÓPEZ  
SINODAL PROPIETARIO

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA  
CALIFORNIA  
ESCUELA DE INGENIERÍA  
UNIDAD ENSENADA**



**RESTRICTOR TELEFÓNICO CON  
CLAVE DE SEGURIDAD**

**TESIS  
COMO OPCIÓN A TITULACIÓN**

**TRABAJO QUE PRESENTA :**

**ROBERTO ANTONIO VAZQUEZ CASTRO**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA**

**ENSENADA, Baja California**

**ENERO de 1995.**

## AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi más grande agradecimiento a la C.P. Liliana Ramírez Tejeda por su apoyo y confianza; al Ing. José Antonio Michel Macarty por la dirección de este trabajo; al M.C. José de Jesús Zamarripa Topete por su asesoría en la elección de este proyecto, a el M.C. Humberto Cervantes de Ávila y al Ing. Jesús Puerta Gonzalez, por sus orientaciones en la elaboración de este trabajo.

Al Sr. José G. Ramos Hernández, a la Srita. Evelina Chávez García, a las Sras. Guadalupe Gómez Medina y Sara E. López Sanchez, por su apoyo durante la realización de este trabajo.

Por último a mis maestros, familiares y compañeros que me brindaron todo su apoyo y comprensión durante mis estudios profesionales.

**CONTENIDO**

LISTA DE TABLAS		
LISTA DE FIGURAS		
RESUMEN		
1	INTRODUCCIÓN	1
	1.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	2
2	OBJETIVOS	4
3	FUNCIONAMIENTO DEL RESTRICTOR	5
	3.1 SEÑALIZACIÓN	5
	3.1.1 MARCACIÓN POR TONOS	5
	3.1.2 EL CIRCUITO DE CONMUTACIÓN	6
	3.2 FUNCIONAMIENTO	7
	3.2.1 REALIZACIÓN DE UNA LLAMADA	8
	3.2.2 EL CIRCUITO DE CANDADO ELECTRONICO	9
	3.2.3 EL CIRCUITO DE RESTABLECER	9
	3.2.4 EL CIRCUITO DE RELEVADOR	10
	3.2.5 RECEPCIÓN DE UNA LLAMADA	10
	3.2.6 CIRCUITO DETECTOR DE TIMBRADO	10
	3.2.7 EL CIRCUITO DE ENRUTAMIENTO	12
4	CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES	14
5	CIRCUITERÍA	15
	5.1 EL DTMF	15
	5.2 EL DECODIFICADOR/DEMÚLTIPLEXOR	22
	5.3 LOS MULTIVIBRADORES	23
	5.4 LA FUENTE DE VOLTAJE	24
	5.5 CIRCUITOS MISCELÁNEOS	24

## CONTENIDO

6	EL CIRCUITO IMPRESO	25
7	CONCLUSIONES	26
	BIBLIOGRAFÍA	27
	ANEXO A	
	DIAGRAMAS DEL RESTRICTOR TELEFÓNICO	
	ANEXO B	
	EQUIPO Y MATERIALES UTILIZADOS PARA EL DESARROLLO DEL RESTRICTOR TELEFÓNICO.	
	ANEXO C	
	ANÁLISIS DE COSTOS DEL MATERIAL UTILIZADO EN EL PROYECTO.	

**LISTA DE TABLAS**

<b>NÚMERO DE TABLA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PÁGINA</b>
Tabla 1	Costo aproximado de una conversación telefónica por minuto.	1
Tabla 2	Posición de los números de la clave.	13
Tabla 3	Códigos presentados por DTMF a sus salidas.	18
Tabla 4	Parámetros del diagrama de tiempos mostrado en la figura 9.	20

**LISTA DE FIGURAS**

<b>NÚMERO DE FIGURA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PÁGINA</b>
Figura 1	Diagrama a bloques de la instalación del restrictor telefónico.	2
Figura 2	Teclado de un teléfono de marcación por tonos.	6
Figura 3	Diagrama a bloques del restrictor telefónico.	7
Figura 4	Señal de timbrado existente en nuestro país.	11
Figura 5	La respuesta de la constante RC.	11
Figura 6	Conexiones para el circuito de enrutamiento.	12
Figura 7	Diagrama a bloques del detector de DTMF.	16

CONTINUACIÓN:

NÚMERO DE FIGURA	DESCRIPCIÓN	PÁGINA
Figura 8	Acoplamiento correcto para la entrada analógica.	17
Figura 9	Diagrama de tiempos del DTMF.	19
Figura 10	Filtro para eliminar ruido de la señal de entrada al convertidor DTMF-Bin.	21
Figura 11	Símbolo lógico del decodificador.	22
Figura 12	Diagrama de la fuente de alimentación.	24
Figura 13	Vista frontal de las pistas de conexiones para el restrictor telefónico.	ANEXO A
Figura 14	Vista trasera de las pistas de conexiones para el restrictor telefónico.	ANEXO A
Figura 15	Distribución de los componentes del restrictor telefónico,	ANEXO A
Figura 16	Diagrama esquemático del restrictor telefónico.	ANEXO A

## RESUMEN

Se reporta el diseño, construcción y prueba física de un prototipo de restrictor telefónico, de tipo interruptor, activado por una clave compuesta de 4 dígitos, la cual es introducida desde el aparato telefónico por medio del teclado.

El restrictor telefónico descrito en este trabajo se conecta entre la línea telefónica y el aparato telefónico. Se alimenta por la línea de 120Vca para su funcionamiento.

El restrictor telefónico autoriza el acceso a la línea comercial de teléfono siempre y cuando el abonado que lo solicite, introduzca los 4 dígitos que componen la clave o en la secuencia correcta. Si el abonado comete un error, el restrictor llevará a el sistema a una condición de restablecimiento obligando a la persona a introducir la clave desde el principio.

Si se presenta una llamada externa, no será necesario introducir la clave para contestar el teléfono ya que se diseñó la circuitería necesaria para que al detectar una señal de timbrado en la línea telefónica, el restrictor sea desactivado permitiendo al usuario contestar el teléfono tal y como si el restrictor no existiera.

## 1 INTRODUCCIÓN

En las instituciones públicas y privadas el uso del teléfono es indispensable; sin embargo, debido a que no es posible tener información de la persona que realiza cada llamada en los recibos de teléfonos, los gastos por llamadas personales de los empleados pueden ser muy elevados. Como ejemplo se muestra a continuación una tabla donde se puede apreciar el costo por minuto de una llamada telefónica ya sea local o de larga distancia.

SERVICIO	COSTO APROXIMADO
LLAMADA LOCAL	N\$ 0.10 POR MINUTO.
LLAMADA LARGA DISTANCIA NACIONAL (L.A.D.A. 91)	DEPENDE DE LA DISTANCIA ENTRE LOS DOS ABONADOS. EJEMPLO: *ENSENADA-MEXICO N\$ 2.19/MIN.
LLAMADA LARGA DISTANCIA INTERNACIONAL (L.A.D.A. 95)	DEPENDE DE LA DISTANCIA ENTRE LOS DOS ABONADOS. EJEMPLO: *ENSENADA-SN DIEGO N\$1.91/MIN.

\*FUENTE: Compañía de teléfonos TELNOR Enero 1995.

TABLA 1 Costo aproximado de una llamada por minuto.

El control del gasto en llamadas telefónicas en una empresa o en una institución pública, se puede realizar de diferentes formas. Una de ellas, es contar con una operadora, la cual se encarga de recibir cualquier petición de acceso a la línea, y de decidir si se le otorgará a el abonado el acceso, lo cual ocasiona problemas entre la operadora y el abonado; otra es contar con un conmutador capaz de decidir que extensiones pueden tener acceso al servicio telefónico, pero es bastante costoso. Y en un caso extremista sería adoptar la opción de esconder los teléfonos, lo que se convierte en un verdadero problema.

Este problema se puede corregir, instalando en la línea de teléfono un restrictor telefónico; estos como su nombre lo indican, nos sirven para restringir el uso del teléfono a personas que no son autorizadas a tener acceso a dicho servicio. Un restrictor telefónico es un interruptor conectado a la línea y funciona simplemente dando o no, línea al abonado. Conforme han ido evolucionando se ha logrado realizar que este restrinja una llamada al detectar algunos dígitos. Por ejemplo en el caso de México los números que empiezan con 9, ya que este es el primer dígito para solicitar acceso al servicio de LADA (LARGA DISTANCIA).

### 1.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.

La mayoría de estos restrictores son del tipo de interruptor por llave. Cuando se desea realizar una llamada hay que acudir a activar el interruptor, lo cual lo hace impráctico para la persona que desea realizar la llamada. Es por eso que el objetivo del presente trabajo es diseñar un dispositivo que sea activado desde cualquier teléfono por una clave establecida. Para visualizar esto, se muestra a continuación una figura de cómo se conectaría este restrictor en una casa u oficina.

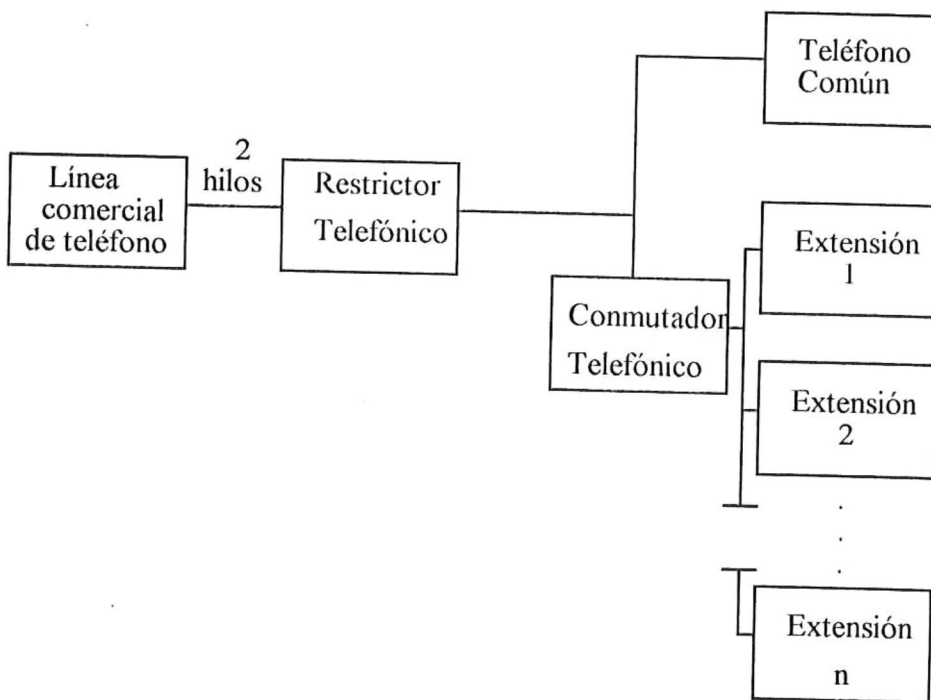


Figura 1.- Diagrama a bloques de la instalación del restrictor telefónico.

Cada Abonado telefónico está conectado a una central telefónica, la cual está compuesta con equipo de conmutación, equipo de señalización y baterías proveen corriente directa para operar los teléfonos que estén conectados a ella. Cada teléfono está conectado a la central telefónica por 2 alambres denominados un par de hilos. Uno de los alambres es nombrado T (Tip) y otro R (Ring).

Este par de hilos son los que se conectan a la salida del restrictor telefónico privado. La entrada proviene ya sea desde un teléfono, fax o conmutador telefónico. Si la entrada está conectada directamente a un teléfono o un fax y el usuario requiere hacer uso de la línea telefónica, al descolgar el aparato telefónico deberá de introducir desde el teclado una clave ya establecida para activar el restrictor telefónico y que este le brinde acceso o no a la línea comercial de teléfono.

Ejemplo:

CLAVE + NÚMERO DE  
ESTABLECIDA TELÉFONO

Si la entrada al restrictor telefónico es brindada por un conmutador telefónico privado, solo se tendrá que introducir la clave cuando el usuario pida al conmutador acceso a la línea comercial de teléfono donde este conectado el restrictor telefónico. En la mayoría de los conmutadores el acceso a la línea comercial de teléfono se pide marcando el número nueve al descolgar el auricular.

9 + CLAVE + NÚMERO DE  
ESTABLECIDA TELÉFONO

En caso de que el usuario requiera comunicarse a otra extensión del conmutador, no va a ser necesario introducir la clave ya que el conmutador no va a ser uso de la línea comercial de teléfono para realizar esta operación.

## 2 OBJETIVO

Desarrollar un prototipo de interruptor telefónico activado por una clave introducida desde el teclado de cualquier teléfono que utilice la marcación por tonos.

El restrictor telefónico consiste en las etapas de; detección de colgado y descolgado del auricular del teléfono, conversión de las señales DTMF producidas por el aparato telefónico a datos binarios, comparar la clave que sea introducida por el usuario con la preestablecida y tomar la decisión de dar o no al abonado acceso a la línea de teléfono detectando el fin del enlace para bloquear nuevamente la línea quedando en espera para la siguiente operación, y por último desarrollar la etapa de detección del timbrado para dejar pasar cualquier llamada que entre al sistema.

Desarrollar un prototipo del restrictor telefónico en un circuito impreso, el cual se elaborará con la tecnología de exposición de placa fotosensible.

### 3 FUNCIONAMIENTO DEL RESTRICTOR

#### 3.1 SEÑALIZACIÓN

Cuando el auricular es descolgado del teléfono, se cierra el circuito compuesto por la central telefónica y el teléfono del usuario, fluyendo una corriente por el circuito. A esto se le llama condición de descolgado. Este flujo de corriente o señal de descolgado indicará a la central telefónica que el usuario desea hacer uso del servicio, la central telefónica va a contestarle brindando un tono de invitación a marcar indicándole al usuario que está lista para aceptar la introducción del número telefónico de donde se desea llamar.

##### 3.1.1 MARCACIÓN POR TONOS

La mayoría de los teléfonos han evolucionado cambiando su antigua forma de marcación mecánica a la digital. La marcación digital utiliza el método llamado DOBLE TONO MULTIFRECUENCIA (DTMF DUAL TONE MULTIFREQUENCY), para enviar números telefónicos en forma de sonidos.

En la figura 2 se muestra un teclado de este tipo de teléfonos. Estos aparatos poseen un arreglo de 12 botones del tipo cierre momentaneo o de presión empuje representando los números del 0 al 9 y los símbolos \* y #, algunos teléfonos de uso especial, poseen una cuarta columna dando un total de 16 botones. Al presionar uno de los botones causara, que un circuito genere dos tonos de la banda de voz. Hay un tono de baja frecuencia para cada renglón y tono de alta frecuencia para cada columna. Por ejemplo, si se presiona el botón del número 5 se generará un tono de 770 Hz y otro de 1336 Hz, los cuales internamente van a ser combinados para generar una sola señal. Usando el método de doble tono multifrecuencia 12 combinaciones únicas pueden ser producidas por 7 tonos cuando se utiliza el teclado de 12 teclas.

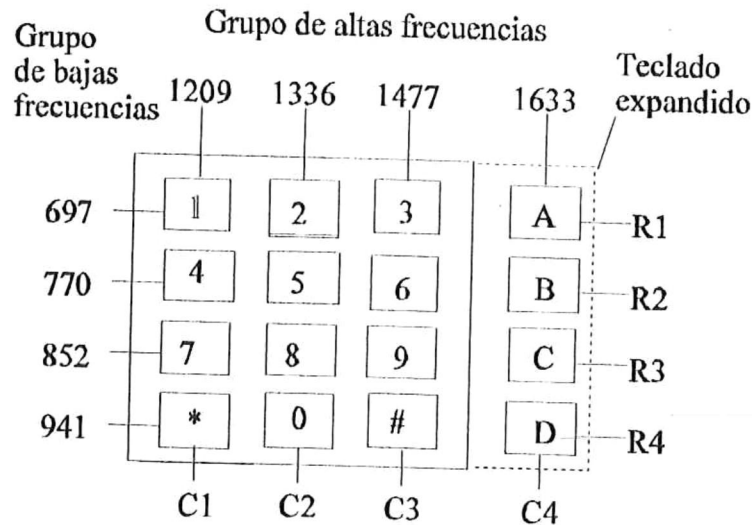


Figura 2.-Teclado de un teléfono de marcación por tonos.

### 3.1.2 EL CIRCUITO DE CONMUTACIÓN

La central telefónica contiene un circuito de conmutación el cual automáticamente conectará al teléfono que este llamando con el teléfono llamado. Si el teléfono al que se está llamando se encuentra en condición de descolgado, la central telefónica regresará al teléfono que está llamando una señal de "teléfono ocupado" en forma de un tono de 425 Hz con una cadencia de 250 mseg en tono y 250 mseg de tono ausente al teléfono que este llamando. Si el teléfono al que se esta llamando se encuentra en condición de colgado, entonces la central telefónica generará una señal de timbre de 25 Hz a 90 Vrms con una cadencia de 1 seg para el tono y 4 seg para tono ausente hacia el abonado que se llama y un eco de timbre de 425 Hz con la misma cadencia para el abonado que llama.

### 3.2 FUNCIONAMIENTO

La figura 3 muestra un diagrama a bloques del restrictor telefónico. La etapa de alimentación consiste en una fuente doble de 12 y 5 Volts. Utilizando optoacopladores se aísla el restrictor de la fuente de voltaje que proporciona la línea telefónica. Estos optoacopladores forman parte de los circuitos de detección de timbrado, colgado y descolgado.

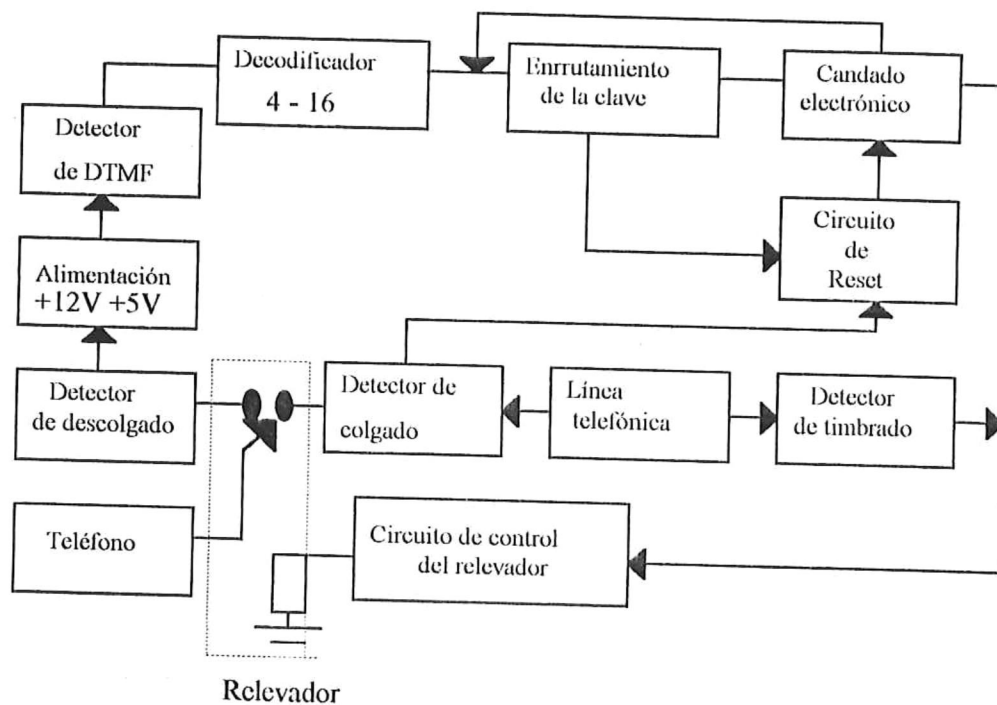


Figura 3.- Diagrama a bloques del restrictor telefónico.

El relevador es del tipo doble polo doble tiro (DPDT). En los polos está conectado el teléfono. Un tiro está conectado al detector de colgado, y el otro al detector de descolgado. El circuito de control de relevador mantiene conectado al teléfono con el detector de descolgado cuando la línea telefónica no está en uso.

En cuanto el abonado levanta el auricular el detector de descolgado se activa y el circuito de alimentación proporciona 12 Vcd suficientes para que el teléfono funcione y el abonado empiece con la secuencia de la introducción de los 4 dígitos que componen la clave.

El teléfono transmite cada dígito en señales de Doble Tono Multifrecuencia al restrictor telefónico y cada dígito es convertido a binario por el circuito detector de DTMF; las salidas de este circuito dan un número binario de 4 bits y entra al circuito decodificador 4 a 16 convirtiendo cada número de 4 bits que entra al circuito a una salida de 1 bit. El circuito de enrutamiento de la clave va a decidir si el bit que proporciona el circuito decodificador a su salida pertenece o no a la clave para desactivar el candado electrónico; si el bit pertenece a la secuencia de la clave lo deja pasar al circuito para desactivar el candado electrónico, si no pertenece lo envía al circuito de restablecer para inicializar el sistema y el abonado tendrá que empezar a introducir la clave desde el principio.

Si el abonado introduce los 4 dígitos que componen la clave en la secuencia correcta, el circuito del candado electrónico obliga al circuito de control del relevador a que este cambie su posición, conectando al teléfono con la línea telefónica. El circuito detector de colgado será desde este momento el encargado de indicar al circuito de restablecer que el abonado terminó de utilizar el sistema, para inicializar el sistema.

Cuando se presenta una llamada de entrada, el detector de timbrado obligará al circuito del relevador, a cambiar la posición de este, dejando timbrar al teléfono en señal de que existe una llamada de entrada en proceso permitiendo al abonado contestar sin necesidad de introducir la clave. Cuando el abonado termine la conversación y cuelgue el auricular, el circuito detector de colgado avisa al circuito de restablecer para que inicialice el sistema llevándolo a la condición de espera, hasta que un abonado o una señal de timbre activen el restrictor.

### **3.2.1 REALIZACIÓN DE UNA LLAMADA.**

El restrictor telefónico en un principio, se encuentra en estado de espera hasta que en el teléfono se detecte una llamada de entrada, o bien este sea utilizado por alguna persona. Al levantar el auricular para realizar una llamada que no sea de intercomunicación, esto en el caso de que se este conectado a un conmutador telefónico, inmediatamente el circuito detector de descolgado, formado por un optoacoplador, activa al sistema obligando al circuito de alimentación a proporcionar 12 Volts suficientes para que el teléfono sea operado, y así, permitir que el abonado introduzca los 4 dígitos que conforman la clave para desactivar el sistema de protección. Ver la figura 16 en el anexo A.

Cuando el abonado introduzca un dígito por el teclado del teléfono, este es transmitido en forma de sonido hacia el detector de DTMF, este circuito lo convierte en un número binario de 4 bits.

La salida del detector de DTMF, está conectado a un decodificador de 4 entradas a 16 salidas, que convierte los 4 bits a un bit de salida. Cada bit de salida corresponde a un dígito del 0 al 9 del teclado del teléfono. Las 10 salidas del decodificador se conectan al circuito enrutador. Este circuito conducirá cada bit hacia el circuito de restablecimiento, o de desactivación del candado electrónico según sea el caso.

### **3.2.2 EL CIRCUITO DE CANDADO ELECTRÓNICO**

El circuito de candado electrónico, está compuesto por 4 multivibradores tipo D conectados en cascada; los cuales son activados por cada uno de los dígitos que pertenecen a la clave. Cada dígito de la clave está conectado a una entrada de reloj de un multivibrador. Si los dígitos son introducidos en la secuencia de la clave, se obliga a que un cero lógico sea transmitido por los multivibradores hasta la salida del último. (Ver fig. 16 en el Anexo A). Este cero cambia de posición al relevador conectando al teléfono con la línea telefónica.

### **3.2.3 EL CIRCUITO DE RESTABLECER.**

En caso de que el abonado cometa un error presionando un número diferente a los que componen la clave, el circuito de enrutamiento lo guiará hacia el circuito de restablecer, compuesto por una compuerta NAND que a su salida está conectado a las entradas SET de los multivibradores, desactivando a todos regresándolos a su condición inicial.

Aún cuando la persona conozca la cantidad de dígitos que son requeridos para desactivar el candado, muchas teclas podrían ser presionadas al azar y eventualmente sería posible encontrar la combinación para desactivar el sistema, pero el circuito de restablecer para evitar que esto suceda, inicializará el sistema cada vez que un dígito incorrecto sea tecleado desde el teléfono.

Esto quiere decir, que si el primer o segundo dígito de la clave son adivinados por suerte y el tercer dígito es incorrecto, el restrictor detectara el error e inicializará el sistema borrando los dos primeros dígitos que se habían logrado introducir al principio y se requerirá que vuelva a introducir la clave empezando por el primer dígito. Este diseño de seguridad hace que sea poco probable teclear la secuencia de la clave válida por azar.

### **3.2.4 EL CIRCUITO DE RELEVADOR.**

Si se logró pasar con éxito la etapa del circuito de restablecer, con la salida del último multivibrador se hará que el circuito de relevador funcione, interrumpiéndose para dar acceso a la línea de teléfono, escuchando por el auricular el tono de marcación. El encargado de alimentar al circuito de relevador desde este momento va a ser el circuito detector de descolgado, manteniendo el contacto entre el teléfono y la línea comercial durante una conversación normal telefónica.

Cuando el teléfono es colgado el relevador vuelve a su posición original debido a que el detector de colgado llevará al sistema a la condición de restablecer, y el detector de descolgado dejará de alimentar al relevador, quedando el dispositivo de protección en espera.

### **3.2.5 RECEPCIÓN DE UNA LLAMADA.**

Cuando otra persona nos está llamando, no es necesario introducir la clave de seguridad para contestar la llamada de entrada ya que el restrictor telefónico contiene un circuito detector de timbrado que permite al abonado contestar el teléfono.

### **3.2.6 CIRCUITO DETECTOR DE TIMBRADO.**

Cuando una señal de timbrado aparece proveniente de la línea telefónica, un circuito que consiste de un capacitor , un resistor y un optoacoplador , conectados en serie a la línea telefónica, sensa el timbrado mediante el optoacoplador cuando su led interno empieza a parpadear por la señal de timbre presente, energizando al relevador por medio de un transistor, conectando al teléfono con la línea telefónica obligándolo a timbrar en señal de que una llamada se encuentra presente.

Desafortunadamente, existe un problema en este arreglo; la salida del optoacoplador presenta una respuesta, solamente cuando su led interno parpadea por la señal de timbre presente en la línea, esto significa, que el teléfono solamente puede ser contestado durante parte del ciclo de la señal de timbre, debido a que la señal es compuesta por una parte de tono presente y otra de tono ausente, por lo que no es continuo como se ilustra en la figura 4.

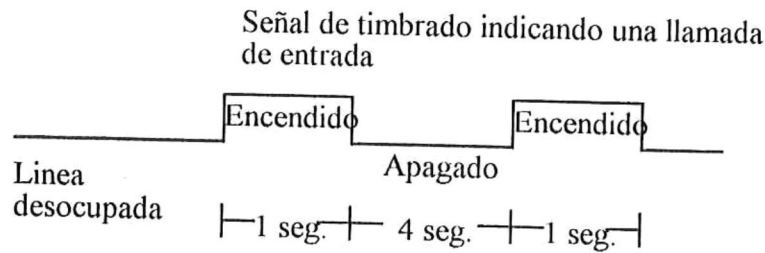


Figura 4.- Señal de timbrado para nuestro País.

Para eliminar este problema, un resistor y un capacitor son agregados para proveer una alimentación temporal sobre el transistor, cuando el optoacoplador no lo pueda realizar. La constante de tiempo RC deberá compensar el período en que la señal de timbrado no esté presente, como se muestra en la figura 5.

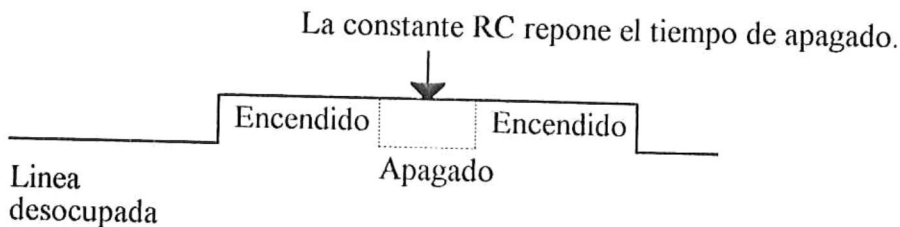


Figura 5.- La constante RC compensa el medio ciclo que no se presenta el timbrado.

### 3.2.7 EL CIRCUITO DE ENRUTAMIENTO.

Para determinar los dígitos de la clave y especificar la secuencia necesaria para desactivar el candado electrónico, se muestran a continuación, la manera de conectar el circuito de enrutamiento.

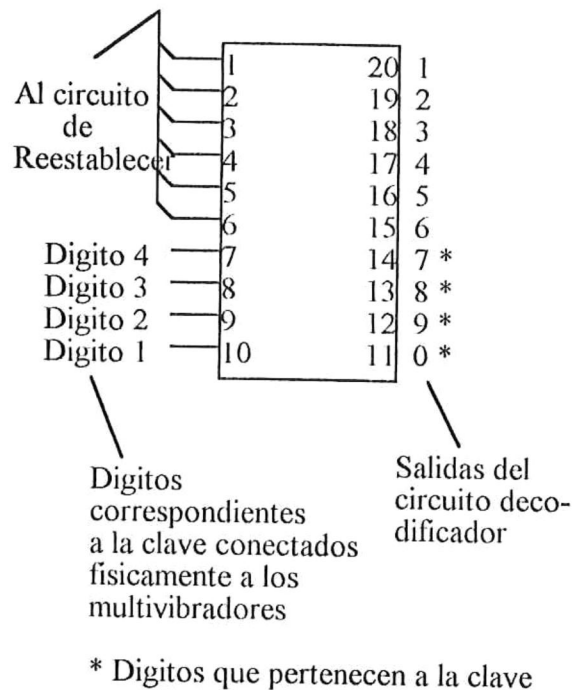


Figura 6.- Conexiones para el circuito de enrutamiento.

Las salidas 1 al 6 son guiados hacia el circuito de restablecer que es compuesto por la compuerta NAND, brindando un pulso si alguno de los dígitos de la clave es mal marcado y las salidas 7 al 10, son los dígitos que componen la clave. Cuando el primer dígito de la clave es tecleado, sale del circuito enrutador por la salida 10, el segundo por la salida 9, el tercero por la 8 y la última por la 7.

Por ejemplo supongamos que los números de la clave han sido definidos por los números que aparecen en la siguientes tabla:

POSICIÓN DEL DÍGITO	DÍGITOS DE LA CLAVE	NÚMERO DE ENTRADA EN EL ARREGLO
DÍGITO # 1	0	11
DÍGITO # 2	9	12
DÍGITO # 3	8	13
DÍGITO # 4	7	14

Tabla 2.- Posición de los números de la clave.

Es recomendable escribir el número de la clave y colocarla cerca del circuito de enrutamiento por si en un futuro se quisiera cambiar la clave o se llegara a olvidar.

#### 4 CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES

Entre las características mas relevantes del módulo se pueden enumerar las siguientes:

- Es autónomo.
- Es energizado por una línea de 120 Vca., a 60 Hz. (CFE).
- Es de bajo costo. (Ver Anexo C para el análisis de costos de los materiales)
- Pesa 250 grms incluyendo componentes, soldadura y no incluye el gabinete.
- Pequeño en sus dimensiones. 12cm de largo por 10.5cm de ancho.

Además se tienen las siguientes especificaciones:

##### DETECTOR DTMF-BINARIO

Dispositivo	SSI 75T204
Entrada	Armónicos menores -20db a la fundamental.
Salida	4 bits.
Detección	16 tonos estandar.
Alimentación.	5 Volts.
Comp. externos	1 cristal de 3.579545 Mhz.
Filtros adicionales	No requiere.
Compatibilidad con up.	Con cualquier microprocesador.

##### CODIFICACIÓN

Clave	4 dígitos.
-------	------------

##### ENERGÍA

Medio	Una línea de 120Vca., a 60 Hz. (CFE).
-------	---------------------------------------

## 5 CIRCUITERÍA

### 5.1 EL DETECTOR DE DOBLE TONO MULTIFRECUENCIA (DTMF).

El DTMF es un receptor completo de Doble Tono Multifrecuencia y detecta los dieciséis dígitos estándar. No se necesita un pre-filtrado ni un pos-filtrado. El único componente externo que es requerido es un cristal de bajo costo de 3.58 Mhz para la frecuencia de referencia y una resistencia de polarización. Una base de tiempo alternada (ATB Alternate Time Base) viene incluida para permitir la operación de mas de 10 dispositivos en paralelo con un solo cristal.

Una entrada de señal analógica es preprocesada por 60 Hz, un filtro rechaza-separa bandas y un detector de cruce por cero proveído por el circuito de control automático de ganancia (AGC). Ocho filtros pasabandas detectan los tonos individualmente. Un temporizador es usado para medir la duración de los tonos y la pausa, generando una salida decodificada y en tiempo. La interfaz de salida es CMOS y se activa por tres estados para facilitar la arquitectura de la orientación del ducto.

En la figura 7 se muestra un diagrama a bloques del detector de DTMF en su composición interna.

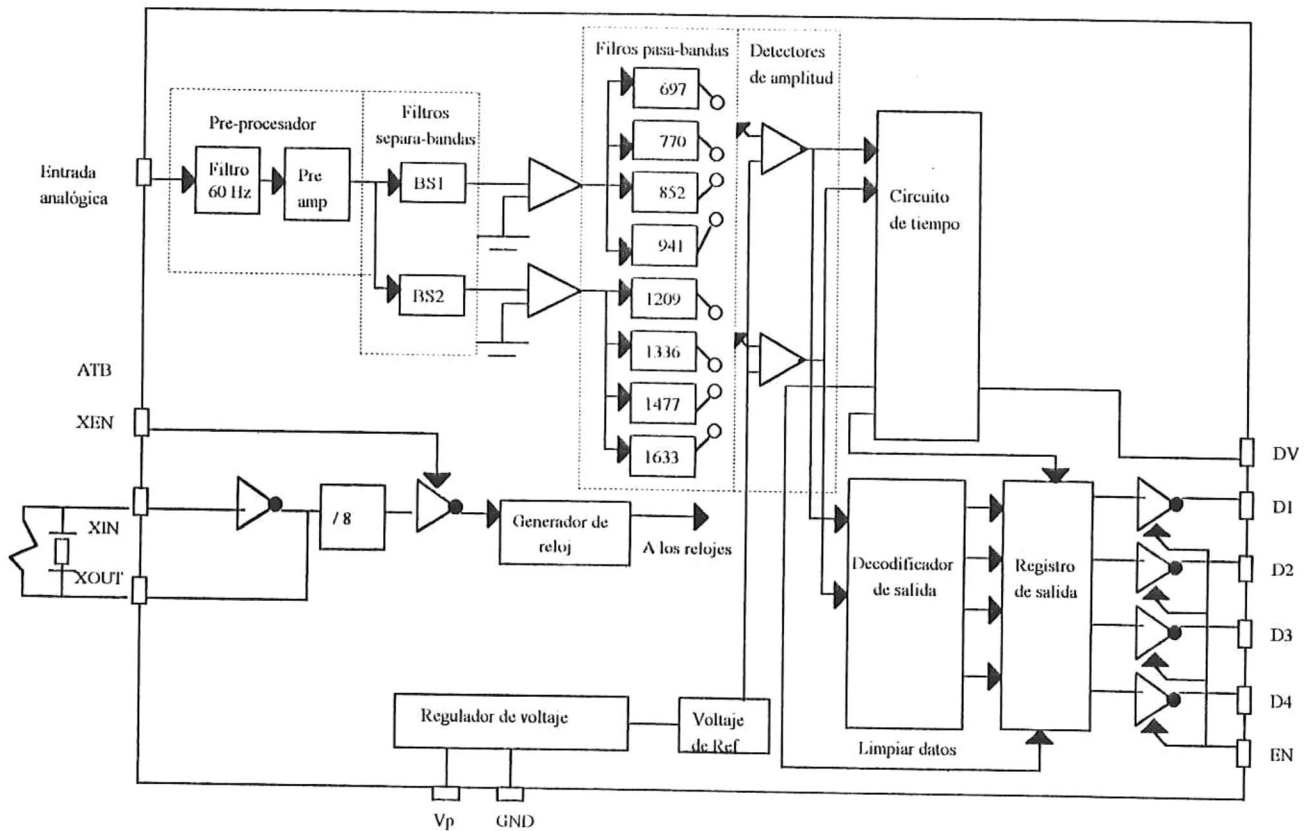


Figura 7.- Diagrama a bloques del detector de DTMF.

La entrada analógica internamente está conectada para que la señal de entrada sea un acoplamiento de AC. La entrada externa deberá ser acoplada por corriente directa, pero no debe exceder el voltaje de alimentación.

Un acoplamiento propio se ilustra en la siguiente figura 8.

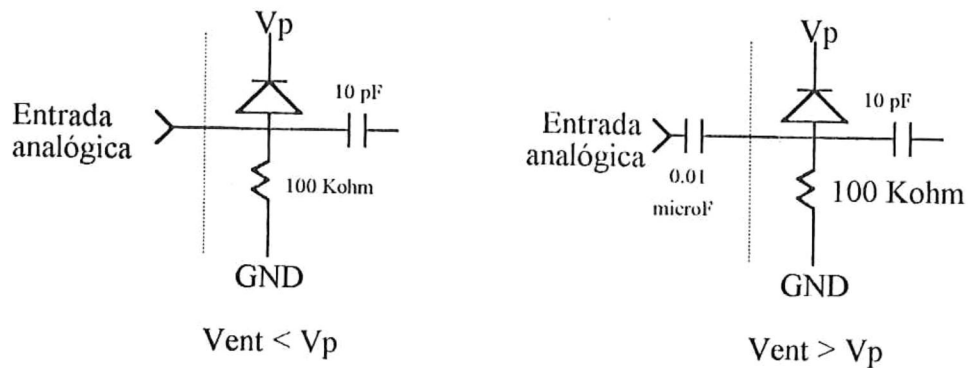


Figura 8.- Acoplamiento correcto para la entrada analógica.

El circuito detector de DTMF está diseñado para aceptar una señal de entrada de forma de ondas sinusoidal pero deberá operar con cualquier entrada que tenga una frecuencia fundamental correcta y con armónicas de -20 dB debajo de la fundamental.

El circuito detector de DTMF contiene un inversor con suficiente ganancia para oscilar cuando se conecte un cristal de ráfaga de color para televisión. Un resistor de 1 Mohm 10% también es conectado entre estas terminales. En este modo, ATB es una salida de reloj de frecuencia. Otro circuito detector de DTMF puede ser conectado en paralelo uniendo las salidas de ATB. Xin y Xen de los dispositivos en paralelo deberán de ser conectados a alto y bajo respectivamente.

Las salidas D1, D2, D4 y D8 son CMOS push-pull cuando son habilitadas (EN alto) y un circuito abierto (alta impedancia) cuando se deshabilitan (EN bajo). Éstas salidas digitales proveen un código binario correspondiente al dígito detectado. Estas salidas digitales se vuelven válidas hasta que un tono es detectado (DV es alto) y se limpian cuando una pausa válida es detectada.

El código binario se describe a continuación en la tabla 3..

DÍGITO	D 8	D 4	D 2	D 1
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
0	1	0	1	0
*	1	0	1	1
#	1	1	0	0
A	1	1	0	1
B	1	1	1	0
C	1	1	1	1
D	0	0	0	0

Tabla 3.- Códigos presentados por el detector de DTMF en sus salidas.

El pin DV se va a alto después de detectar un tono válido y decodificado, presentándose en las salidas D1, D2, D4 y D8. DV mantiene el 1 hasta que una pausa válida es detectada.

Una diagrama de tiempos de lo que realiza cada una de las entradas y salidas del circuito integrado se puede ver más claramente en la figura 9.

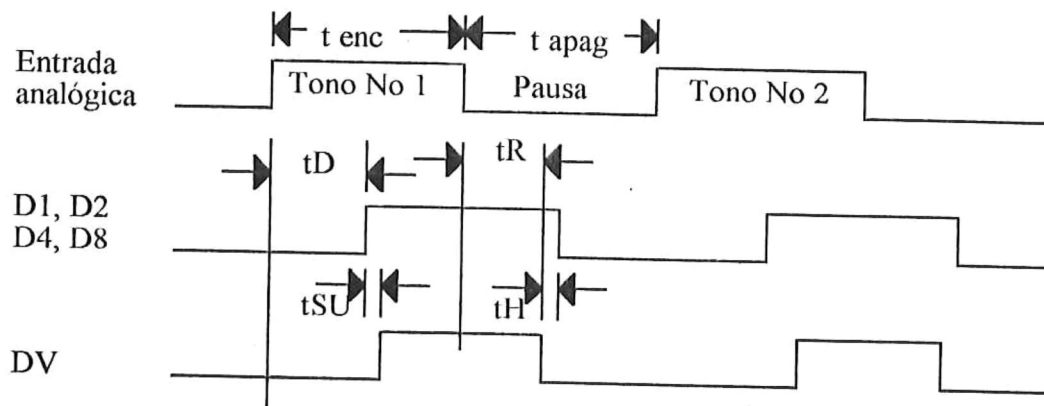


Figura 9.- Diagrama de tiempos del DTMF.

Los parámetros que aparecen en la figura 9 se explican en la tabla 4.

PARÁMETRO	CONDICIONES	Min	Nom	Max	Unidades
ton Tiempo de tono	Para detección	40	-	-	ms
	Para rechazo	-	-	20	ms
toff Tiempo de pausa	Para detección	40	-	-	ms
	Para rechazo	-	-	20	ms
td Tiempo de detección		25	-	46	ms
tr Tiempo para no validar		35	-	50	ms
tsu Tiempo de acomodo de datos		7	-	-	microseg
th Tiempo de retención de datos		4.2	-	5	ms
Tiempo de salida válido	Cl=50 pF, Rl=1 Kohm	-	-	200	nanoseg
Tiempo para no validar las salidas	Cl=35 pF, Rl=500 ohm	-	-	200	nanoseg
Tiempo de duración de flanco de subida	Cl=50 pF	-	-	200	nanoseg
Tiempo de duración de flanco de bajada	Cl=50 pF	-	-	200	nanoseg

Tabla 4.- Parámetros del diagrama de tiempos.

El circuito detector de DTMF tolerará una entrada de ruido RMS total hasta de 12 dB por abajo de la amplitud mínima del tono. Para la mayoría de las aplicaciones telefónicas la atenuación de las altas frecuencias en la línea telefónica y el limitador de banda interno realizan un circuito especial a la entrada del circuito detector de DTMF inecesario. Pero, el ruido cercano a los 56 Khz se une a la frecuencia de muestreo en el espectro del audio, si el exceso de ruido está presente cerca de los 28 Khz, el simple filtro RC que se muestra en la figura 10 será empleado como limitador de banda de la señal de entrada.

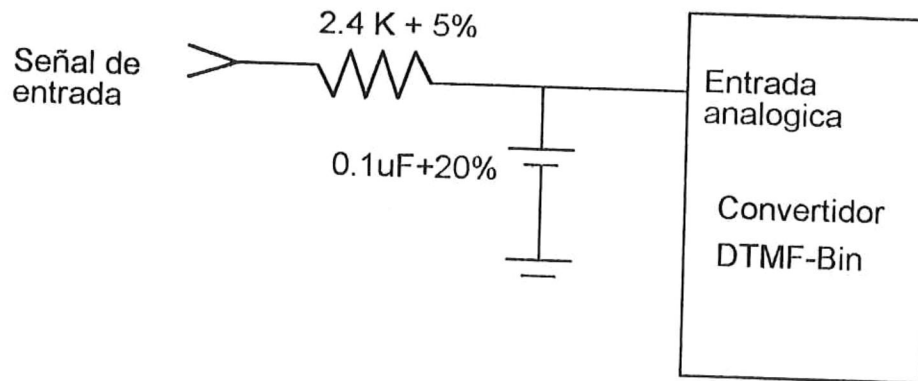
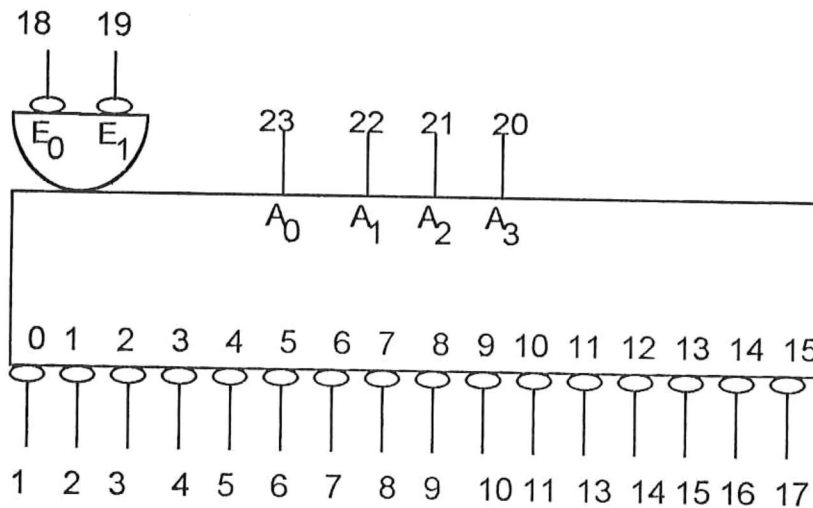


Fig.-10 Filtro para eliminar el ruido de la señal de entrada al Convertidor DTMF-Bin.

## 5.2 EL DECODIFICADOR

El decodificador acepta 4 entradas binarias activas altas generando 16 salidas individuales, exclusivas activas bajas. En la figura 11 se muestra el símbolo lógico de este dispositivo. La compuerta de entrada para habilitar el circuito, puede ser utilizada para entrada de una señal de validación de datos de salida, evitando cualquier decodificación inválida presentando salidas falsas, o para manejar varios dispositivos en paralelo. La compuerta para habilitar el circuito, es compuesto por dos entradas AND las cuales deben de ser activos bajos para que el circuito realice su operación.

Este circuito puede ser utilizado también como un circuito canalizador con solo utilizar una de las entradas de habilitación canalizando los datos que estén en sus entradas.



VCC= 24

GND= 12

Figura 11.- Símbolo lógico del decodificador.

### 5.3 LOS MULTIVIBRADORES.

Los multivibradores se presentan en pares por cada encapsulado, son del tipo D manejando la información que se presenten en sus entradas D individualmente, las entradas de reloj, restablecer y activar son también individuales y tiene una salida Q y su complementaria Q negada.

Las entradas activar y restablecer son asíncronas activo bajos y operan independientemente de la entrada de reloj. La información en la entrada D es transferida a la salida Q en la transición de bajo a alto del pulso de reloj. La entrada debe estar bien definida antes de que esta transición ocurra para una buena predicción de las salidas del dispositivo. Aunque la entrada de reloj tiene un nivel sensitivo, la transición positiva del pulso de reloj deberá de ser entre 0.8 a 2.0V.

### 5.4 LA FUENTE DE VOLTAJE.

La fuente de energía para el restrictor telefónico es compuesta por una fuente de voltaje mostrada en la figura 12. Los reguladores de voltaje (IC10 e IC11) deberán ser conectados en cascada para tener menos disipación de potencia en el 7805.

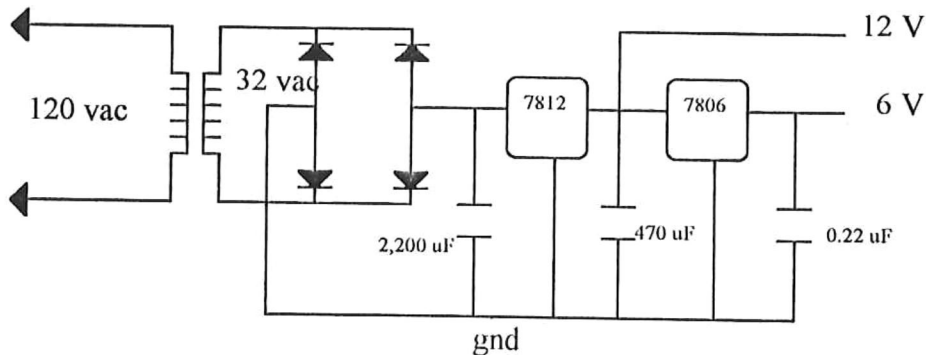


Figura 12.- Diagrama de la fuente de alimentación.

NOTA: Los dos reguladores deberán llevar disipadores de calor para su protección.

### 5.5 CIRCUITOS MISCELÁNEOS

Los circuitos detectores de colgado, descolgado y timbrado, son optoacopladores los cuales, realizan la función de mantener al dispositivo de seguridad y la línea telefónica, sin contacto alguno para evitar desperfectos en la línea telefónica.

El relevador es del tipo doble polo doble tiro (DPDT) funcionando con 12 Volts dc en la bobina.

## 6.- EL CIRCUITO IMPRESO

El circuito impreso fue realizado con el programa OrCAD PCB, y fué diseñado en un circuito de doble cara para ahorrar espacio, en una tarjeta de 4 x 4 pulgadas, en el cual se encuentra montada toda la circuitería que corresponde a el restrictor telefónico y en otra de 1 cara el circuito de alimentación.

Todo el trabajo se desarrolló en el laboratorio de circuitos impresos de la escuela de Ingeniería, utilizando el método de exposición de placa fotosensible, las mascarillas resultantes se muestran en las figuras 13 y 14 mostrando la distribución de las pistas para el restrictor telefónico . Así también se anexa en la figura 15 la distribución de los componentes del dispositivo.

## 7.- CONCLUSIONES.

De los resultados obtenidos en el desarrollo del trabajo, puedo concluir que el funcionamiento del mismo, es bastante satisfactorio y podría funcionar perfectamente como apoyo administrativo en cualquier empresa, hogar o institución pública; haciéndole su envase correspondiente.

Las características y especificaciones finales del restrictor telefónico desarrollado cumplen con los objetivos buscados al principio del trabajo.

Sin embargo se podría mejorar si se modificaran algunos aspectos como por ejemplo:

- Que fuera energizado por la misma línea telefónica.
- Hacerlo más pequeño para manejarlo con más facilidad.
- Brindar un tono de aviso de introducción de clave.
- El circuito enrutador de fácil acceso para cambiar la clave sin tener que destapar el dispositivo.
- Diseñarlo para que acepte tonos y pulsos.
- Programar la clave desde el teclado del teléfono.
- Mejorar el diseño eliminando los cables puentes y poner un arreglo lógico programable (PAL).

## 11.- BIBLIOGRAFIA.

- **Steve Sokolowski**, 1990, **THE TALKING TELEPHONE**, Mc Graw Hill, primera edición, USA.
  
- **John L. Fike, George E. Friend**, 1987, **UNDERSTANDING TELEPHONE ELECTRONICS**, Radio Shack, séptima edición, USA.
  
- **TELECOM**, 1987, **TELECOM DESING SOLUTIONS DATA BOOK**, telecom corp, sección 3. USA.
  
- **SILICON SYSTEMS**, 1991, **SILICOM SYSTEMS DATA BOOK**, TDK group company, seccion 4. USA. 4-17-4-24 pp.
  
- **NTE**, 1990, **NTE DATA BOOK**, NTE electronics.USA.
  
- **OrCAD**, 1993, **SCHEMATIC DESING TOOLS**, sixth edition, USA, 712 pp.
  
- **OrCAD**, 1993, **PCBOARD LAYOUT TOOLS 386 PLUS**, first edition, USA, 359 pp.
  
- SIGNETICS**, 1993 , **SIGNETICS TTL DATA BOOK**, signetics electronics. USA 4-99pp 4-244pp.

**ANEXO A**

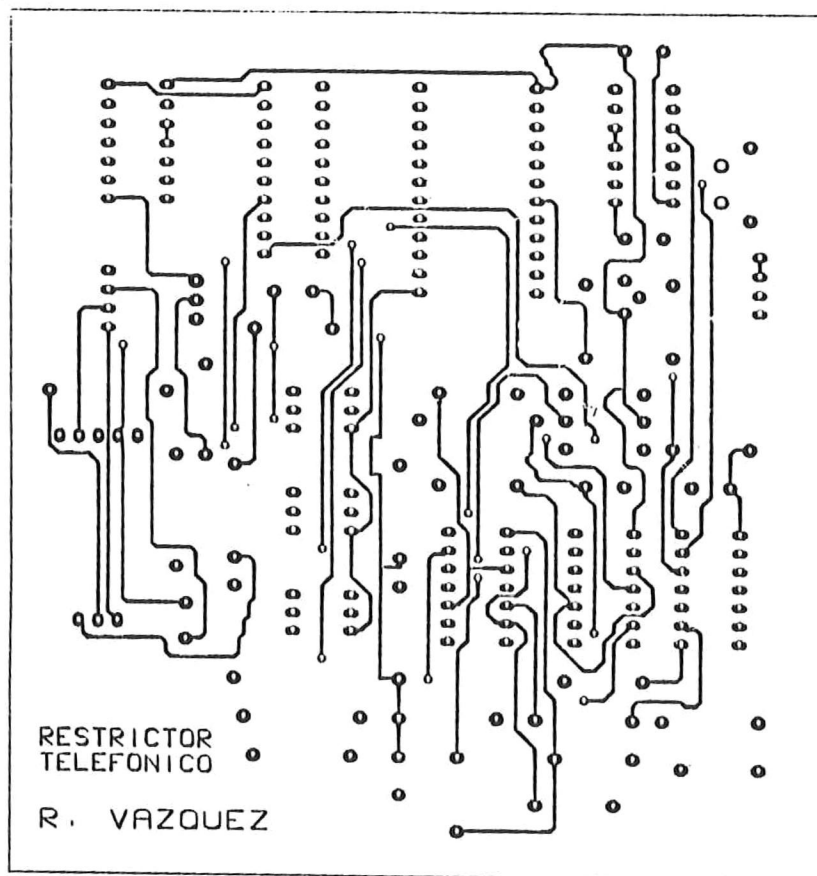


Fig 13.- Vista frontal de las pistas de conexiones del restrictor telefónico.

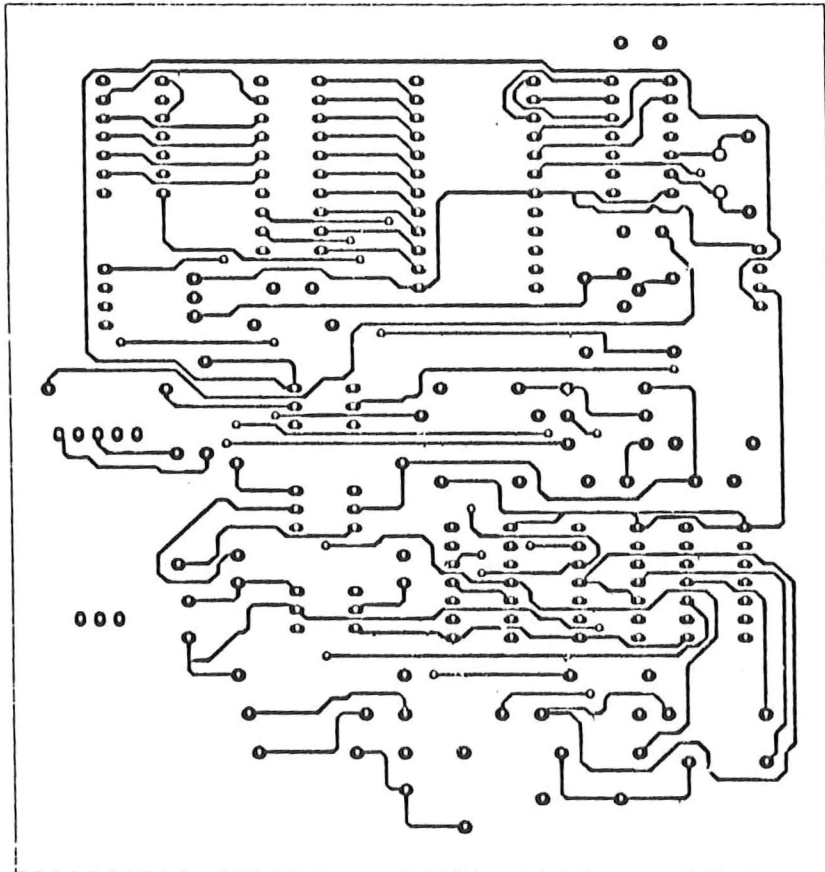


Fig. 14 .- Vista trasera de las pistas de conexiones del restrictor telefónico.

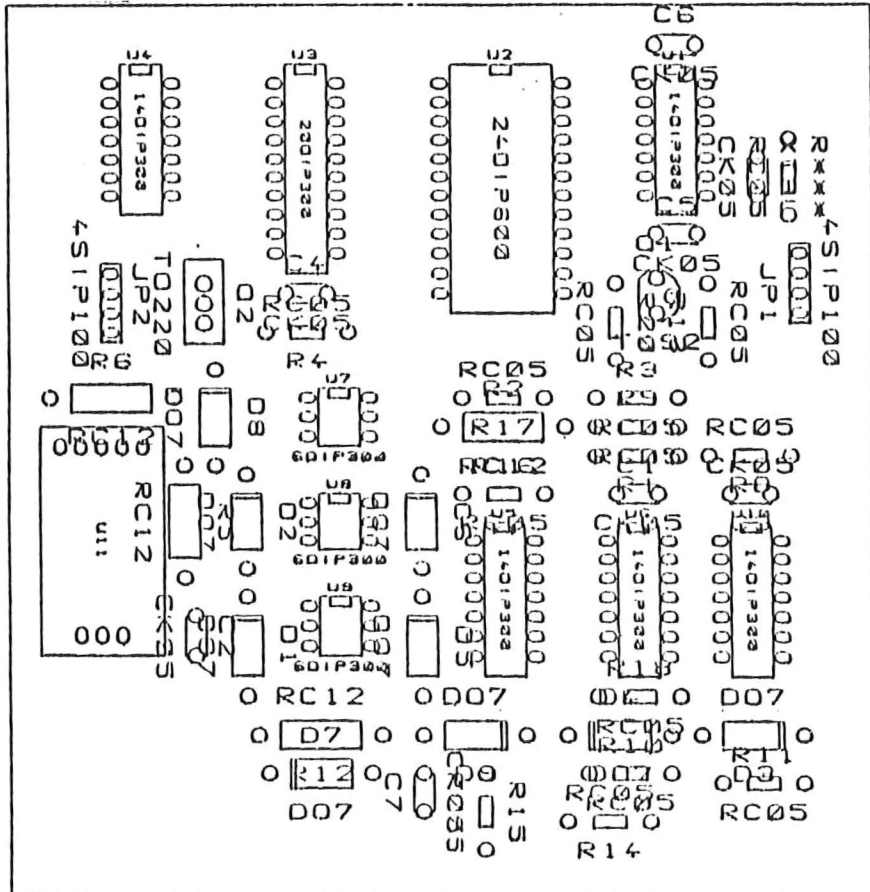


Fig. 15.- Distribución de los componentes del restrictor telefónico.

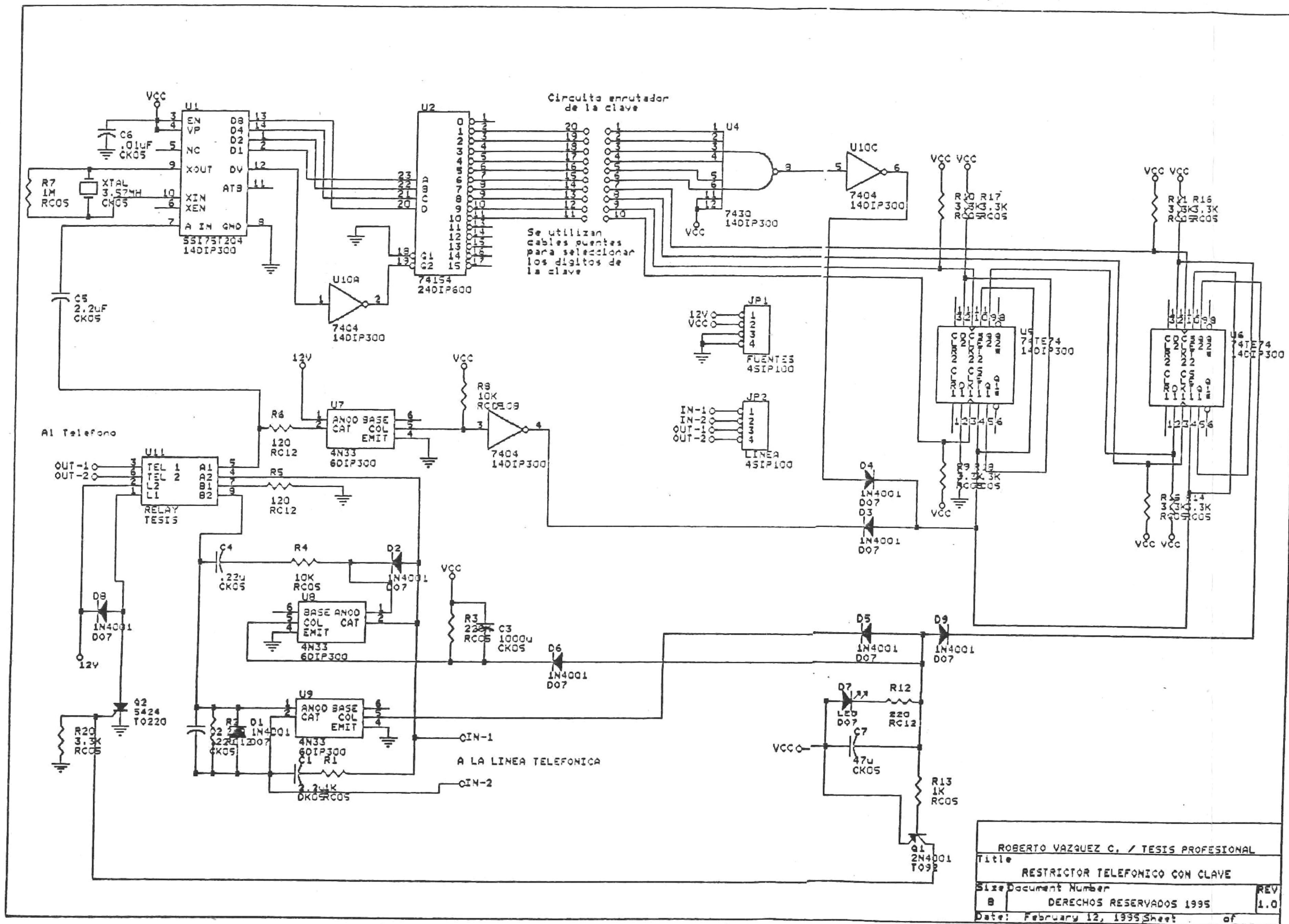


Fig. 16.- Diagrama esquemático del restrictor telefónico.

**ANEXO B**

## EQUIPO Y MATERIALES

El equipo que se utilizó para el desarrollo del presente trabajo pertenece en su mayoría al laboratorio de la Escuela de Ingeniería unidad Ensenada, el cual consiste en equipo de medición y el laboratorio de circuitos impresos. La relación del equipo de medición se muestra a continuación.

Cantidad	Descripción	Modelo	Compañía
1	Computadora personal	AT 386	IBM o compatible
1	Impresora Láser	Desk Jet 500	HEWLETT PACKARD
1	Osciloscopio	2205	TEKTRONIX
1	Multímetro	E2373A	HEWLETT PACKARD
1	Fuente de Poder	CPS250	TEKTRONIX
1	Protoboard	JE26	JAMECO

Relación del equipo utilizado.

Se utilizaron también paquetes de software como OrCAD Schematic Desing Tools y OrCAD PCB, para el diseño del circuito electrónico e impreso y del programa WORD for Windows versión 2.0a.

Referencia	Cantidad	Descripción	Número o valor	Compañía
R1,R14	2	Resistores	1000 kS	NTE
R2,R10-R13	5	Resistores	220 S	NTE
R3	1	Resistor	47 KS	NTE
R4	1	Resistor	220 KS	NTE
R5, R8	2	Resistor	10 KS	NTE
R6, R7	2	Resistor	120 S	NTE
R9	1	Resistor	1 MS	NTE
C1, C5	2	Capacitor	2.2 microF	NTE
C2, C4	2	Capacitores	22 microF	NTE
C3	1	Capacitor	1000 microF	NTE
C6	1	Capacitor	.01 microF	NTE
C7	1	Capacitor	47 microF	NTE
C8	1	Capacitor	2,200 microF	NTE
C9	1	Capacitor	470 microF	NTE
C10	1	Capacitor	0.22 microF	NTE
IC1-IC3	3	Opto-acopladores	4N33	NTE
IC4	1	Inversor	7404	NTE
IC5	1	Detector DTMF	SSI-75T204	SILICON SYST
IC6	1	Decodificador 4-16	74154	NTE
IC7	1	Compuerta NAND 8 ent.	74LS30	NTE
IC8, IC9	2	Multivibrador dual tipo D	7474	NTE
IC10	1	Regulador de 12 volts	LM7812	JAMECO
IC11	1	Regulador de 6 volts	LM7806	JAMECO
Q1	1	Transistor	2N4402	NAT. SEM.
D1-D12	7	Diodos	1N4001	NAT. SEM.
LED1	1	Diodos LED		JAMECO
	1	Relevador DP-DT		JAMECO
RY1				
XTAL	1	Cristal de 3.58 MHz.		JAMECO

Relación del material utilizado.

**ANEXO C**

Costo de cada una de las partes utilizadas en la elaboración del prototipo incluyendo el valor del circuito impreso de doble cara.

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO DLLS	TOTAL POR DISPOSITIVO DLLS
Resistencias de 1/2 watt	2	0.10	0.20
Resistencias de 1/2 watt	17	0.10	1.70
Capacitor tantalium 22 uF	2	0.10	0.20
Capacitor tantalium 0.22 uF	3	0.10	0.30
Capacitor electrolitico 1000 uF	1	0.50	0.50
Capacitor electrolitico 2200 uF	1	0.60	0.60
Capacitor electrolitico 47 uF	1	0.30	0.30
Capacitor electrolitico 470 uF	1	0.40	0.40
Capacitor ceramica 0.01 uF	3	0.70	2.10
Optoacopladores 4N33	1	0.90	0.90
Inversores 7404	1	0.30	0.30
Detector DTMF SSI75T204	1	8.00	8.00
Decodificador 4 A 16	1	2.20	2.20
Multivrador Dual tipo D 7474	2	0.30	0.30
Regulador 12 V LM7812	1	1.90	1.90
Regulador 6 V LM7806	1	1.50	1.50
Transistor 2N4402	1	0.80	0.80
CGR 5424	1	2.00	2.00
Diodos 1N4001	12	0.10	1.20
Diodo LED	1	0.10	0.10
Relevador DPDT	1	2.00	2.00
Cristal 3.58 Mhz.	1	2.10	2.10
Circuito impreso en placa fotosensible de 2 caras	1	9.00	9.00
		<b>TOTAL</b>	<b>38.60</b>