

97  
2



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE  
MÉXICO**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**DESARROLLO DE UN SISTEMA  
DE SEGURIDAD  
PARA UNA CASA HABITACIÓN**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
(ÁREA ELÉCTRICA - ELECTRÓNICA)**

PRESENTAN:

**JUAN CARLOS LEÓN RAMÍREZ  
ENRIQUE EUGENIO OCHOA MACEDO  
GERARDO DANIEL VIVEROS MORALES**

DIRECTOR DE TESIS:  
**ING. ELISEO DÍAZ NACAR**

MÉXICO D.F.

1998

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

259010



Universidad Nacional  
Autónoma de México

UNAM



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

- Agradecemos a la **UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO** por abrimos las puertas al conocimiento no sólo de la Facultad de Ingeniería sino de todas sus instalaciones donde obtuvimos una formación integral.
- Agradecemos a la **FACULTAD DE INGENIERÍA** por los conocimientos recibidos en su seno, que nos permitió forjarnos como ingenieros.
- Agradecemos a todos **NUESTROS PROFESORES** que nos dieron cátedra.
- Agradecemos al **ING. ELISEO DÍAZ NACAR** por guiar y brindarnos su amistad durante todo el trabajo de tesis.

**Yo Juan Carlos León Ramírez**

agradezco a mis padres:

**TOMÁS LEÓN ARELLANO y SOSTENES RAMÍREZ DE LEÓN**

Por todo el cariño y apoyo que me brindaron incondicionalmente para hacer de mi un  
hombre de bien.

**Yo Enrique Eugenio Ochoa Macedo agradezco:**

**A la memoria de mi padre:**

**† ABELARDO**

**Quien se quedó a la mitad de mi estela y no pudo estar en el arribo de la ruta que me trazó.**

**A la abnegación de mi madre:**

**NINFITA**

**Con mi amor infinito, quien siempre estuvo presente en el camino de mi formación**

Agradezco a mis padres:

† **EDUARDO VIVEROS GÓMEZ y JOSEFINA MORALES BUTTRÓN**

por el apoyo que me brindaron y brindan en cada instante de mi vida.

Y aunque hemos pasado por momentos buenos y malos

el sentimiento que guardo hacia ustedes

siempre ha sido y será el mismo..

**LOS AMO.**

**Gerardo Daniel Viveros Morales**

**DESARROLLO DE UN SISTEMA  
DE SEGURIDAD  
PARA UNA CASA HABITACIÓN**

| ÍNDICE   | pág. |
|--|------|
| <b>INTRODUCCIÓN</b>  |      |
| <b>OBJETIVO</b> .....  | 1    |
| <b>JUSTIFICACIÓN</b> .....   | 2    |
| <b>COMPORTAMIENTO DE LA CRIMINALIDAD</b>                               |      |
| <b>Robo matutino y vespertino</b>                                      |      |
| <b>Robo nocturno</b>   |      |
| <b>Robo madrugador</b> .....   | 3    |
| <b>TAZA DE ROBOS A CASAS HABITACIÓN</b>                                |      |
| Tabla 1.....   | 4    |
| Gráfica 1.....   | 5    |
| <b>POSIBLES CONSUMIDORES</b>   |      |
| Tabla 2.....   | 6    |
| Gráfica 2.....   | 7    |
| <b>SITUACIÓN DE LOS OCUPANTES</b>                                      |      |
| Tabla 3  |      |
| Gráfica 3.....   | 8    |
| <b>SITUACIÓN DE MERCADO</b>  |      |
| <b>CONCLUSIÓN</b> .....  | 9    |
| <b>Menor costo</b>   |      |
| <b>Menor consumo de energía</b> .....                                  | 10   |
| <b>Menor tamaño del gabinete del control central</b>                   |      |
| <b>Mejores características</b>   |      |
| <b>Diseño accesible al mantenimiento y conexión de los componentes</b> |      |
| <b>Preferencia a aquellos componentes disponibles en México</b> .....  | 11   |
| <b>I- SISTEMAS DE SEGURIDAD</b> .....                                  | 12   |
| <b>DEFINICIÓN</b>  |      |
| <b>ANTECEDENTES</b>  |      |
| <b>Alarma contra robos</b> .....                                       | 13   |
| <b>Alarma contra incendios</b>   |      |
| <b>Sistema de alarma de estación central</b>                           |      |
| <b>Televisión circuito cerrado</b> .....                               | 14   |
| <b>Control de acceso</b>   |      |
| <b>Sistema de detección de peligro</b> .....                           | 15   |
| <b>Seguridad civil</b>   |      |
| <b>Sistema de seguridad</b>  |      |
| <b>NIVELES DE SEGURIDAD</b> .....                                      | 16   |
| <b>Seguridad mínima</b> .....  | 17   |
| <b>Seguridad de bajo nivel</b>   |      |
| <b>Seguridad media</b> .....   | 18   |
| <b>Seguridad de alto nivel</b>   |      |
| <b>Seguridad máxima</b> .....  | 19   |



|  |     |
|--|-----|
| <i>Familia HC11</i>  |     |
| <b>Selección</b> .....   | 45  |
| <b>Descripción del Microcontrolador MC68HC11F1</b> .....         | 46  |
| Modelo de programación.....                                      | 49  |
| <i>Acumuladores (A, B y C)</i>                                   |     |
| <i>Registro IX</i>   |     |
| <i>Registro IY</i> .....   | 50  |
| <i>PC</i>  |     |
| <i>SP</i> .....  | 51  |
| <i>CCR</i>   |     |
| Modos de operación del MC68HC11F1.....                           | 52  |
| <i>Modo de un Single-chip</i>                                    |     |
| <i>Modo Expandido no multiplexado</i>                            |     |
| <i>Modo Bootstrap</i> .....                                      | 53  |
| <i>Modo Prueba</i>   |     |
| Descripción de las patas en el MC                                |     |
| Puertos de entrada y salida (E/S).....                           | 57  |
| Memorias.....  | 58  |
| <i>ROM</i> .....   | 59  |
| <i>RAM</i>   |     |
| <i>EEPROM</i> .....  | 60  |
| Registros de control y estado                                    |     |
| <b>Diseño del módulo de control</b> .....                        | 62  |
| Modo de operación.....   | 63  |
| Comunicación con la PC.....                                      | 65  |
| Temporización  |     |
| Almacenamiento.....  | 67  |
| Dispositivos de interacción externa.....                         | 68  |
| Dispositivos de interconexión.....                               | 78  |
| <b>MÓDULO DE ALIMENTACIÓN Y RESPALDO DE ENERGÍA</b> .....        | 79  |
| <b>Diagrama de bloques del módulo</b>                            |     |
| <b>Protección</b> .....  | 80  |
| <b>Desacoplamiento</b> .....                                     | 85  |
| <b>Rectificación y filtrado</b>                                  |     |
| <b>Limitador de corriente</b> .....                              | 88  |
| <b>Respaldo de energía</b> .....                                 | 90  |
| <b>Regulación de voltaje</b> .....                               | 92  |
| <b>Monitor de línea de 127 Vca</b> .....                         | 95  |
| <b>MÓDULO DE COMUNICACIÓN TELEFÓNICA</b> .....                   | 98  |
| <b>Diagrama de bloques del módulo de comunicación telefónica</b> |     |
| <b>Protección y rectificación</b> .....                          | 102 |
| <b>Monitor de línea telefónica</b> .....                         | 106 |
| <b>Conmutador de línea</b> .....                                 | 109 |
| <b>Generador de tonos</b> .....                                  | 111 |
| <b>Filtrado y amplificación</b> .....                            | 117 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Detector de tono</b> .....   | 120 |
| <b>Acoplamiento</b> .....   | 124 |
| <b>MÓDULO DE CONEXIONES EXTERNAS</b> .....  | 127 |
| <b>Diagrama de bloques módulo de conexiones externas</b> .....                              | 128 |
| <b>Commutación y protección</b>   |     |
| <b>Conexión</b> .....   | 131 |
| <b>Commutador para malla abierta o cerrada</b>  |     |
| <b>IV. DISEÑO DE SOFTWARE</b> .....   | 133 |
| <b>UBICACIÓN EN EL MAPA DE MEMORIA DE LA UVEPROM, LA EEPROM</b>                             |     |
| <b>Y RAM</b> .....  | 134 |
| <b>Mapeo de la UVEROM</b>   |     |
| <b>Mapeo de la memoria EEPROM del microcontrolador</b>                                      |     |
| <b>Mapeo de la memoria RAM del microcontrolador</b> .....                                   | 135 |
| <b>CONFIGURACIÓN DE DISPOSITIVOS</b>  |     |
| <b>Configuración del bloque protector (BPROT) de la EEPROM del</b>                          |     |
| <b>microcontrolador</b> .....   | 136 |
| <b>Configuración de los registros de dirección de datos (DDR) de los puertos A,</b>         |     |
| <b>D y G del microcontrolador</b> .....   | 137 |
| <b>Configuración del <i>display</i> de cristal líquido AND-491</b> .....                    | 138 |
| <b>Configuración del reloj de tiempo real (RTC) MC146818A</b> .....                         | 139 |
| <b>RUTINAS DE USO FRECUENTE</b> .....   | 142 |
| <b>Rutina de despliegue de letreros</b>   |     |
| Algoritmo y diagrama de flujo de la rutina que escribe letreros en el <i>display</i> AND-49 | 143 |
| <b>Rutina de mnejo de teclado</b> .....   | 144 |
| Algoritmo y diagrama de flujo de la rutina que desde el teclado elige caracteres y los      |     |
| muestra en el <i>display</i> , y guarda en RAM aquellos que son seleccionados.....          | 146 |
| <b>Rutina que programa datos en la EEPROM del microcontrolador</b> .....                    | 148 |
| Pasos para el borrado de datos de la EEPROM.....  | 150 |
| Pasos para la programación de datos de la EEPROM.....                                       | 151 |
| Algoritmo y diagrama de flujo de la rutina que programa datos en la EEPROM del              |     |
| microcontrolador .....  | 152 |
| <b>Rutina que despiega el calendario-hora en el <i>display</i> AND-491</b> .....            | 154 |
| Rutina de lectura de datos del RTC  |     |
| Algoritmo y diagrama de flujo de la rutina que lee un dato del RTC en código BCD,           |     |
| se transforma en código ASCII y se despliega en el <i>display</i> .....                     | 155 |
| <b>Rutina que envía la alarma a través de la línea telefónica</b> .....                     | 156 |
| Algoritmo y diagrama de flujo de la rutina que envía la alarma a través de la línea         |     |
| telefónica.....   | 157 |
| <b>MODOS DE OPERACIÓN DEL SISTEMA</b> .....   | 159 |
| <b>Modo Asalto B</b> .....  | 160 |
| Algoritmo y diagrama de flujo del modo Asalto B.....  | 161 |
| <b>Modo Asalto A</b> .....  | 163 |
| Algoritmo y diagrama de flujo del modo Asalto A.....  | 164 |
| <b>Modo Robo</b> .....  | 167 |

|   |     |
|---|-----|
| Algoritmo y diagrama de flujo del modo Robo .....   | 168 |
| <b>Modo simulación de casa habitada</b> .....   | 172 |
| Algoritmo y diagrama de flujo del modo de simulación de casa habitada   |     |
| <b>PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA</b> .....   | 176 |
| <b>Clave de acceso a programación</b> .....   | 177 |
| Algoritmo y diagrama de flujo de la rutina que accesa a la programación del sistema a través de una clave de acceso                         |     |
| <b>Programación de la clave de acceso a programación</b> .....  | 179 |
| Algoritmo y diagrama de flujo de la rutina que programa la clave de acceso a programación.....  | 180 |
| <b>Programación de los números telefónicos</b> .....  | 182 |
| Algoritmo y diagrama de flujo de la rutina que programa los números telefónicos   |     |
| <b>Programación del tiempo de confirmación</b> .....  | 185 |
| Algoritmo y diagrama de flujo de la rutina que programa el tiempo de confirmación   |     |
| <b>Programación de la especificación de zonas</b> .....   | 188 |
| Algoritmo y diagrama de flujo de la rutina que programa la especificación de zonas  |     |
| <b>Programación del modo de operación</b> .....   | 191 |
| Algoritmo y diagrama de flujo de la rutina que programa los dispositivos de simulación en el modo de Simulación de Casa Habitada            |     |
| Algoritmo y diagrama de flujo de la rutina que programa las zonas de detección y los dispositivos de alarma que actuarán en dicha zona..... | 195 |
| <b>Programación del reloj</b> .....   | 198 |
| Rutina de escritura de datos en el RTC.....   | 199 |
| Algoritmo y diagrama de flujo de la rutina que transforma de código ASCII (un dato de 2 byte) a código BCD (un dato de 1 byte)              |     |
| Algoritmo y diagrama de flujo de la rutina que programa el calendario-hora en el reloj.....   | 200 |
| <b>V. CONSTRUCCIÓN, PRUEBAS Y OBSERVACIONES</b> .....   | 203 |
| <b>CONSTRUCCIÓN</b>   |     |
| <b>Tarjetas</b>   |     |
| <b>Gabinete</b>   |     |
| <b>PRUEBAS Y OBSERVACIONES</b> .....  | 205 |
| <b>Fuente de alimentación</b>   |     |
| Corriente máxima.....   | 206 |
| Consumo de potencia máxima  |     |
| <b>Batería de Respaldo</b> .....  | 208 |
| Pruebas de descarga   |     |
| Prueba de carga.....  | 215 |
| <b>Línea telefónica</b> .....   | 220 |
| <b>Tarjeta telefónica</b> .....   | 221 |
| <b>Precisión cronométrica</b> .....   | 225 |
| <b>Módulo de potencia de los dispositivos de simulación</b> .....   | 226 |
| <b>Pruebas en conjunto</b> .....  | 228 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>VI. CONCLUSIONES</b> .....  | 229 |
| <b>CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS</b>   |     |
| <b>Zonas de protección</b> .....   | 230 |
| <b>Menor consumo de energía</b> .....  | 231 |
| <b>Menor tamaño de gabinete</b>  |     |
| <b>Diseño accesible al mantenimiento y conexión de los componentes</b>                 |     |
| <b>Señalización sonora del estado de alarma</b>  |     |
| <b>Señalización efectiva de la situación de peligro</b>                                |     |
| <b>Nombramiento de zonas</b> .....   | 232 |
| <b>Diferenciación de las situaciones de peligro</b>                                    |     |
| <b>Protección contra mal funcionamiento o sabotajes</b> .....                          | 233 |
| <b>Simulación de la casa habitada</b>  |     |
| <b>Monitoreo de la línea telefónica activa y la línea de 127 Vca</b>                   |     |
| <b>Programación de dispositivos para reaccionar a la activación de una malla</b> ..... | 234 |
| <b>Dispositivo programable para la activación en horario y fecha deseada</b>           |     |
| <b>Sistema de fácil manejo</b>   |     |
| <b>Menor costo</b> .....   | 235 |
| <b>PERSPECTIVAS DE MEJORAMIENTO</b>  |     |
| <b>MANUAL DE USUARIO</b> .....   | 236 |
| <b>CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE SEGURIDAD</b>  |     |
| <b>RECOMENDACIONES GENERALES</b> .....   | 237 |
| <b>CONOCIMIENTO DE LAS DIFERENTES PARTES</b> .....                                     | 239 |
| <b>Vista externa</b>   |     |
| <b>Display</b> .....   | 240 |
| <b>Monitores de línea</b>  |     |
| <b>Alarma discreta</b> .....   | 241 |
| <b>Alarma por teléfono</b>   |     |
| <b>Alarma de pánico</b>  |     |
| <b>Dispositivos de simulación</b> .....  | 242 |
| <b>Teclado</b>   |     |
| <b>Para abrir la puerta del gabinete</b> .....   | 244 |
| <b>Vista interna</b>   |     |
| <b>CONEXIONES DEL SISTEMA</b> .....  | 245 |
| <b>Conectores</b>  |     |
| <b>Conexión de mallas</b>  |     |
| <b>Microinterruptores</b> .....  | 246 |
| <b>Conexión de la batería</b>  |     |
| <b>Conexión de la y extensión telefónica</b> .....                                     | 247 |
| <b>Conexión a la línea de 127 Vca</b>  |     |
| <b>MODOS DE OPERACIÓN</b>  |     |
| <b>DIAGRAMA DE ÁRBOL</b> .....   | 250 |
| <b>PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA</b> .....  | 251 |
| <b>Diagrama de programación de la clave</b> .....                                      | 254 |
| <b>Diagrama de programación del número telefónico</b> .....                            | 256 |

|  |            |
|--|------------|
| <b>Diagrama de programación del tiempo de confirmación.....</b>    | <b>257</b> |
| <b>Diagrama de programación de la especificación de zonas.....</b> | <b>259</b> |
| <b>Diagrama de programación del modo de operación.....</b>         | <b>260</b> |
| <b>Diagrama de programación del dispositivo seis.....</b>          | <b>263</b> |
| <b>Diagrama de programación del modo Asalto.....</b>               | <b>265</b> |
| <b>Diagrama de programación del reloj.....</b>                     | <b>267</b> |
| <b>MODOS DE OPERACIÓN.....</b>                                     | <b>268</b> |
| <b>Diagrama del modo de operación Asalto</b>                       |            |
| <b>Diagrama del modo de operación Robo.....</b>                    | <b>271</b> |
| <b>Diagrama del modo de operación Simulación.....</b>              | <b>272</b> |
| <b>RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD PARA LA CASA HABITACIÓN.....</b>   | <b>273</b> |
| <b>Medidas defensivas</b>  |            |
| <b>Puertas</b>   |            |
| <b>Ventanas.....</b>   | <b>274</b> |
| <b>Entradas</b>  |            |
| <b>Colocando defensas internas</b>                                 |            |
| <b>Alumbrado.....</b>  | <b>275</b> |
| <b>Azoteas</b>   |            |
| <b>CARACTERÍSTICAS</b>   |            |
| <b>APENDICE A.....</b>   | <b>276</b> |
| <b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>   | <b>279</b> |

## INTRODUCCIÓN

La presente tesis tiene como objetivo, el explicar la forma en que se realizó el diseño y construcción de un sistema de seguridad para casa habitación a partir de un microcontrolador.

Esta tesis está constituida esencialmente por tres partes:

La primera parte que inicia el objetivo y sigue con la justificación y el capítulo I, explica por medio de estadísticas la situación en la que se encuentra México con respecto a los delitos que se cometen a casa habitación y que justifican la realización del proyecto. También se hace una reseña de aquellos dispositivos y equipos que son utilizados hoy en día para contrarrestar este tipo de delitos.

En base a los datos contenidos en la primera parte se eligió la técnica bajo la cual se realizó el planteamiento, el diseño y la construcción del sistema tanto en su parte física como en su parte lógica. La descripción de los pasos que se realizaron en cada parte, se encuentra en la segunda parte de la tesis que comprende los capítulos III.- Diseño del Hardware, IV.- Diseño del Software, V.- Construcción, Pruebas y Observaciones y VI.- Conclusiones.

Por último se encuentra la tercera parte, la cual está constituida por un manual para el usuario del sistema que se diseñó, en el cual de manera sencilla se explica la constitución del equipo, el funcionamiento y las precauciones a considerar para reforzar la seguridad en una casa habitación. También está incluido como un apéndice de las direcciones donde se encuentran los letreros que aparecen en el *display* del sistema.

Cabe señalar que debido a sus dimensiones (que son aproximadamente de más de 80 hojas), el listado del programa bajo el cual funciona el sistema no se consideró conveniente incluirlo como un apéndice en la tesis.

Agradecemos de antemano el tiempo dedicado a la lectura de esta tesis, esperando que ésta resulte interesante, clara y de provecho para el lector.

## ESTADÍSTICAS DE DELITOS EN MÉXICO

En México el número de denuncias son menores que en otros países. El robo ocupa el 60 % de los delitos cometidos, en ciudades como Madrid, Londres, Nueva York y Los Ángeles; ocupa el 90 % del Total. En Nueva York hay seis veces más delincuencia al número de habitantes que en otras ciudades del mundo y el número de denuncias por delito al año es de 600 mil, en México se dan sólo 250 mil denuncias. ¿En qué medida la desconfianza inhibe la denuncia? De cada diez personas víctimas de robo seis personas no lo denuncian ¿Por qué? a) Porque no pasa nada, b) Porque me sacan dinero, c) Porque pierdo mi tiempo. En México de cada 100 delitos se resuelven dos, en promedio en el resto del mundo de cada 100 delitos se resuelven 40, haciendo más preciso el dato, en México de cada 1000 delitos se detienen 25 delincuentes (resultado: la gente en México no cree en sus autoridades). Se tienen más policías por habitante (55 mil en la ciudad de México y 350 mil en todo el país) que en ninguna otra ciudad del mundo con más de un millón de habitantes. Esto es el doble a las ciudades de EUA y el triple que Londres. En ciudades con más de un millón de habitantes, un policía detiene a cuatro delincuentes por año; en México para detener a esos cuatro delincuentes se requieren 57 policías. Por supuesto un factor que influye en la delincuencia es la desigualdad o injusticia social; ya que el 5 % rico de la población gana lo mismo que el 60 % pobre. De 1921 a 1950 la delincuencia descende (debido a que durante este tiempo hubo una preocupación social por parte del gobierno), del año 50 al 70 la delincuencia se mantiene constante, durante el gobierno de Luis Echeverría Álvarez empieza a subir, en el gobierno de José López Portillo baja un poco y después otra vez empieza a subir, durante el gobierno de Miguel de la Madrid Hurtado sube y sigue subiendo, y durante el gobierno de Carlos Salinas de Gortari la delincuencia se dispara. Como un último dato que nos puede dar una idea de la situación, en México de 683 delitos diarios cometidos el 96% de ellos quedan impunes.

Todos los datos anteriores fueron proporcionados por Rafael Ruiz Halter en su intervención en uno de los programas de "A través del Espejo" en 1997.

## **OBJETIVO**

El objetivo del presente trabajo es el diseño y el desarrollo de un sistema de seguridad electrónico, que satisfaga las necesidades de seguridad que requiera una persona o familia que viva en su casa habitación y que mejore las características de operación y precio de los sistemas que existen en el mercado.



## **JUSTIFICACIÓN**

A continuación se analizan varios puntos que permiten justificar el por qué es necesario el desarrollo de un sistema de seguridad para una casa habitación.

### **COMPORTAMIENTO DE LA CRIMINALIDAD**

Como primer indicio encontramos que el delito de robo a casa habitación por la forma de realizarlo, está tipificado por la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal (PGJDF) de la siguiente manera:

#### **Robo matutino y vespertino**

Los sujetos que cometen estos ilícitos, se caracterizan por la hora en que los realizan, por lo general son individuos inexpertos, cometen el ilícito básicamente por necesidad, son poco profesionales, con poca práctica y experiencia, son gente joven, roban principalmente ropa y aparatos eléctricos en departamentos de clase media, vecindades y ocasionalmente en casas solas.

#### **Robo nocturno.**

Son sujetos más profesionales que los delincuentes matutinos y vespertinos, efectúan los ilícitos con cierta planeación, llevando acabo una vigilancia de la casa habitación, precisando ausencias y permanencias de los residentes, saben con exactitud que objetos son de valor y procuran no dejar evidencia alguna que los pueda delatar, en estos ilícitos se considera la mala intención o la venganza.

## **Robo madrugador**

Los delincuentes de este tipo son totalmente profesionales, actúan en residencias de estratos sociales muy altos, todos los detalles del robo están considerados, mantienen una vigilancia estrecha de la casa habitación, determinan horarios, ausencias y permanencias de los residentes, pueden llegar a entablar amistad con los sirvientes o introducirlos previamente, el acceso a la casa lo realizan con instrumentos sofisticados, tienen ubicados o ubican con precisión los objetos valiosos de la casa, entran y salen de la casa por lo general sin ser vistos ni escuchados, por lo regular están armados, en el robo por asalto se pueden llegar a cometer delitos tales como violación secuestro u homicidio, estos delincuentes actúan en horas muy tempranas del día cuando los ocupantes de la residencia aún duermen y la servidumbre abre el acceso principal a efecto de realizar su labor de limpieza, las artimañas son muy diversas.

Como podemos darnos cuenta, debido a los diferentes modos de actuar de las personas que cometen estos ilícitos se hace necesario un sistema que anule o amortigüe los daños que provocan este tipo de conductas. Debido a esto, aquellos dispositivos de alarma que realizan una función aislada podrían resultar insuficientes para proteger a los ocupantes de una casa habitación.

## **TAZA DE ROBOS A CASAS HABITACIÓN**

Para poder analizar el comportamiento de la criminalidad, nos será de mucha ayuda analizar los datos estadísticos que se obtuvieron en la biblioteca de la Procuraduría General de la República (PGR).

La fuente de estas estadísticas fue la Dirección de Sistemas de Información e Informática de la Dirección General de Organización, Tecnología y Sistemas de la PGJDF.

|                          | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>A casa habitación</b> | 5837 | 4773 | 5392 | 5922 | 5319 | 2143 | ---  | ---  |
| <b>Violento</b>          | 713  | 504  | 616  | 662  | 503  | 216  | ---  | ---  |
| <b>No violento</b>       | 5124 | 4269 | 4776 | 5260 | 4816 | 1927 | ---  | ---  |

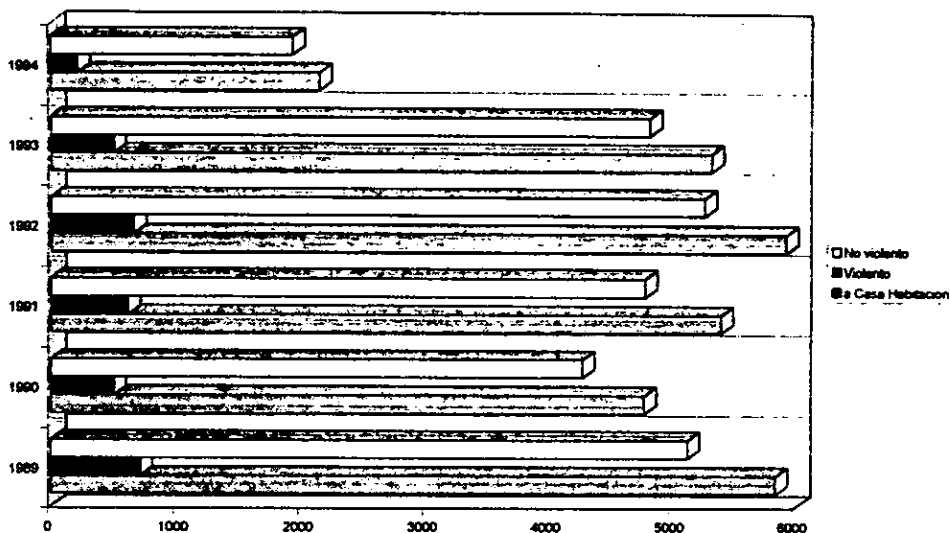
Tabla 1. Averiguaciones previas iniciadas y posibles delitos registrados de robos de 1989 - 1994

Cabe señalar que los datos que nos muestra la Tabla 1 sólo son de delitos denunciados y que en la realidad el total de robos a casa habitación, violentos y no violentos, se puede incrementar en un 800 % o 900 % (conforme a una estimación hecha por funcionarios de la PGJDF). De acuerdo con la Tabla anterior se tiene que en 1989 se cometieron al día 15.99 robos, mientras que en 1994 se realizaron 5.87 robos diarios. Aplicando el incremento estimado de un 800 % a un 900 %, se podían haber efectuado en 1989 un total de 143.92 robos diarios y en 1994 unos 52.64 robos diariamente. Por si esto fuera poco la gráfica siguiente de Averiguaciones Previas muestra como en el periodo de 1989 a 1994 el número el robos a casa habitación decrece vertiginosamente hasta quedar reducido a un 36.71 % de su valor inicial. Por la situación que vive el país hoy en día, resulta evidente que el número de delitos lejos de disminuir va en aumento por lo cual el número de robos a casa habitación que se puedan efectuar diariamente es presumiblemente mucho mayor.

Cabe señal que hasta el momento de realizar la presente tesis, los valores que corresponden al año de 1995 y 1996 que no se presentan en la Tabla 1; no habían sido publicados por la PGJDF.

La Gráfica 1 nos muestra más evidentemente la proporción del robo violento con respecto al no violento.

Todo lo anterior respalda la necesidad de desarrollar un sistema de seguridad para una casa habitación.



Gráfica 1. Averiguaciones previas

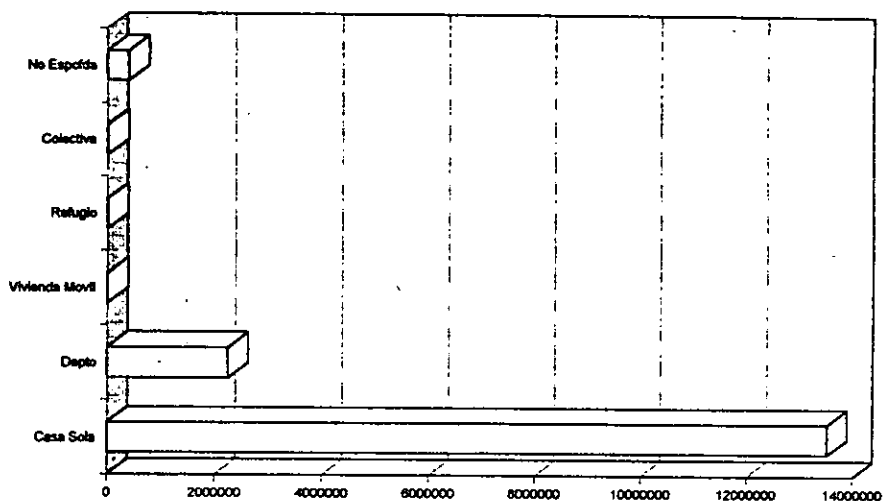
## POSIBLES CONSUMIDORES

Puesto que este sistema está enfocado a ser utilizado preferentemente en casa habitación (entendiéndose por ésta, aquel lugar de residencia particular que no pertenezca a un edificio o vivienda colectiva). Analizaremos a continuación la Tabla 2 con su respectiva Gráfica 2, que nos proporcionan una idea de la distribución de la vivienda y sus características en México según información del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) de su XI Censo General de Población y Vivienda de 1990.

| Tipo de vivienda  | Número de viviendas | Porcentaje con relación al total |
|---|---------------------|----------------------------------|
| Casa habitación   | 13524324            | 83.49%                           |
| Depto. en edificio, casa en vecindad o cuarto de azotea | 2239928             | 13.83%                           |
| Vivienda móvil  | 9046                | 0.06%                            |
| Refugio   | 11736               | 0.07%                            |
| Colectiva   | 14492               | 0.09%                            |
| No Especificada   | 398276              | 2.46%                            |

Tabla 2. Viviendas habitadas en la República Mexicana.  
de un total de 16197802.

Como podemos ver, aquellas viviendas denominadas como casa habitación se llevan el mayor porcentaje, lo cual justifica que este sistema esté orientado hacia aquellas personas que habitan en este tipo de vivienda. Ya que se constituyen como el mayor mercado.



Gráfica 2. Situación de los posibles consumidores

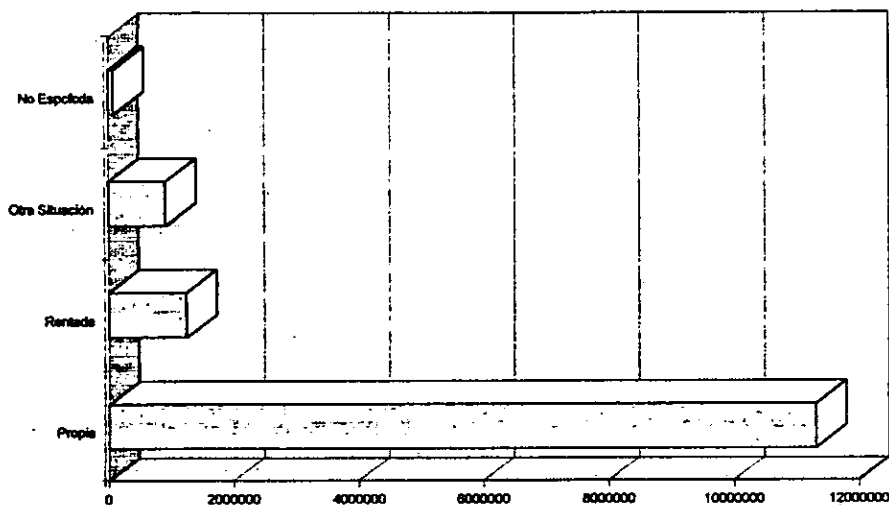
### SITUACIÓN DE LOS OCUPANTES

La situación de los ocupantes con respecto al lugar donde viven, es un factor que influye para que se elija la opción de comprar un sistema de seguridad o no; ya que aquella persona o familia que tiene que pagar una renta mensual le resultaría muy difícil si no imposible efectuar el gasto que esto representa. La Tabla 3 permite analizar esta situación.

| Situación de la casa | Número de casas | Porcentaje con respecto al total |
|----------------------|-----------------|----------------------------------|
| Propia               | 11300234.       | 83.55%                           |
| Rentada              | 1236707         | 9.14 %                           |
| En otra situación    | 908142          | 6.71%                            |
| No especificada      | 79241           | 0.58%                            |

Tabla 3. Situación de los ocupantes de la vivienda.

Como se demuestra por medio de la Tabla anterior, de un total de 13524324 casas habitación la mayoría de los ocupantes son dueños de la misma; lo cual incrementa la posibilidad de compra del sistema. La Gráfica 3 evidencia la conclusión anterior.



Gráfica 3. Posibles consumidores

### SITUACIÓN DEL MERCADO

En lo que se refiere a este renglón, se buscó en el mercado sistemas de seguridad enfocados a casas habitación. Para ello fueron consultados directorios, buscando empresas dedicadas al ramo de la seguridad, y se encontró que la mayoría de ellas se enfocan a alarmas automotrices, alarmas de pánico y a cuerpos de seguridad que por lo general exigen costos mensuales de operación considerablemente altos. Buscando en la ciudad, sólo se encontraron dos sistemas extranjeros; uno distribuido por la compañía Radio Shack y otro por la cadena de establecimientos Interfonos y Alarmas. Estos dos sistemas cuentan con características similares que a continuación se mencionan:

- Sistema de seguridad del tipo alambrado
- Gabinete de control central
- Teclado remoto
- Sistema de encendido/apagado por código programado por el usuario
- Ocho zonas de vigilancia incluidas zona de pánico y malla para fuego
- Señaladores de zona por medio de *Light Emission Diode* (LED)
- A cada zona se le puede colocar un retardo de entrada y salida
- Se le puede adherir al sistema conmutadores de trampa para proteger artículos valiosos

Estas son en esencia todas las características del sistema típico. El costo del gabinete de control central es aproximadamente de 200 dólares y el teclado remoto cuesta 50 dólares, lo que hace un total de 250 dólares más gastos de envío. Otros aditamentos varían desde los cuatro hasta los 22 dólares.

Como se puede apreciar, en el mercado del Distrito Federal en este tipo de productos no existen empresas mexicanas dedicadas a este ramo en especial y esto constituye también una justificación para el desarrollo del sistema.

## CONCLUSIÓN

Por lo expuesto anteriormente y conociendo los sistemas existentes en el mercado nacional, se requiere de un sistema que cuente con las siguientes características:

### **Menor costo**

Por ser de origen extranjero los sistemas de seguridad que hay en el mercado nacional son costosos y por lo cual poco accesibles. Es por esto que el sistema proyectado buscará ser de un precio más cómodo para obtener un mayor número de compradores.



### **Menor consumo de energía**

Cada vez los consumidores están más conscientes de que no sólo se debe buscar un menor costo en la adquisición de un producto, sino que también debe buscarse un ahorro en los costos de operación y mantenimiento de los aparatos eléctricos y electrónicos. Es por esto que se busca que el sistema consuma la menor cantidad de energía.

### **Menor tamaño del gabinete de control central**

Hay dos razones por las cuales se busca reducir el tamaño del gabinete de control central: la primera de ellas es debido a que en la mayoría de las casas, las habitaciones no son de grandes dimensiones y por lo tanto, se busca el mayor aprovechamiento del espacio; la otra razón es que un gabinete pequeño, es más fácil de manejar o de ocultar si así lo requiere el usuario.

### **Mejores características**

Se buscó desarrollar un sistema de seguridad para casa habitación que mejorara las funciones de los sistemas extranjeros e inclusive añadirle características que estos no contemplan.

### **Diseño accesible al mantenimiento y conexión de los componentes**

El presente proyecto llegó hasta el desarrollo del prototipo del sistema, debido a esto, no cuenta con esta característica. En el diseño del producto que salga al mercado esta característica deberá ser contemplada.

### **Preferencia a aquellos componentes disponibles en México**

Este punto se incluye con la finalidad de lograr en el mantenimiento del producto la mayor eficiencia.

Los puntos anteriores son las directrices generales bajo las cuales se llevó acabo el planteamiento, diseño y desarrollo del prototipo del sistema de seguridad.

## I. SISTEMAS DE SEGURIDAD

### DEFINICIÓN

¿Qué es lo que entendemos por sistema de seguridad? Para dar respuesta a esta pregunta revisemos la etimología de cada palabra:

**Sistema:** Del latín *systema* y este del griego, *syn* = junto e *hístem* = poner. Conjunto de reglas o principios sobre una materia, que están entrelazados. Conjunto de cosas que ordenadas entre sí, contribuyen a determinado objetivo.

**Seguridad:** Del latín *Securitas* - átis. Calidad de seguro. Concepto que designa el conjunto de medidas que protegen de riesgos a un objeto o persona, ya sea en su integridad física, posición geográfica o cualquier característica que este(a) posea.

De lo anterior podemos concluir que un sistema de seguridad es: un conjunto de cosas y medidas (o acciones) que relacionadas entre sí, tienen como fin proteger de riesgos a un objeto o persona. Esto nos da una idea muy general de lo que puede ser un sistema de seguridad. Este concepto se retomará para especificar el trabajo a desarrollar en los siguientes capítulos

### ANTECEDENTES

La idea que hoy tienen la mayoría de las personas de un sistema de seguridad, está asociada con la palabra tecnología y ésta a su vez con electrónica. Pero antes del arribo de la electrónica, no se puede decir que no existieran sistemas de seguridad. Seguramente que los hubo, aunque no se conocieran con ese nombre. Mecanismos conformados con resortes, poleas, cuerdas, pesos, contrapesos, cadenas, madera, zanjas, etc. sirvieron para brindarle protección a alguien o a algo. Dichos mecanismos vendrían siendo los orígenes de lo que hoy se conocen como sistemas de seguridad. Con el desarrollo de la electrónica se revolucionaron todas las áreas en la vida del hombre y por

supuesto en la de seguridad. Hoy en día la mayoría de los sistemas con los que el hombre se procura seguridad están constituidos con dispositivos electrónicos.

A continuación se describen brevemente algunos tipos de alarmas, dispositivos y sistemas de seguridad que actualmente existen en el mercado y son usados contra robos, incendios o algún tipo de ayuda a la seguridad.

### **Alarmas contra robos**

Algunos edificios comerciales, públicos y residenciales están equipados con dispositivos locales de alarma contra intrusos. La mayoría de estos dispositivos están conformados básicamente por dos partes: una de sensores y otra de alarma. Estos dispositivos se activan de diferentes maneras, dependiendo de los tipos de sensores que lo integren.

### **Alarmas contra incendios**

De igual manera que las alarmas contra robos, éstas también están conformadas por las mismas partes. Lo que las distingue de las anteriores es el tipo de sensor empleado. Los sistemas locales de alarma contra incendios utilizan sensores de temperatura o humo que activan una alarma. Algunos de estos son muy complicados, mientras que otros pueden ser tan simples como un par de contactos eléctricos que se encuentran bajo tensión de un resorte y separados por una sustancia química que se funde a una cierta temperatura y permite que se unan los contactos que activan la alarma.

### **Sistema de alarma de estación central**

Existen firmas comerciales de protección que proporcionan un servicio de alarma de estación central a las propiedades. Los sensores contra incendio o robo en una propiedad protegida están conectados a la estación central mediante una línea telefónica dedicada para este fin, que renta de la compañía telefónica local. Mediante este sistema se puede identificar y proteger un gran número de propiedades. Cuando se dispara un sensor en

alguna propiedad protegida, se activa una alarma en la estación central; el personal de la estación localiza el origen de la alerta y llama a la policía o a los bomberos según sea conveniente, o puede darse el caso que la firma que proporciona este tipo servicio cuente con su propio cuerpo de policía y bomberos.

También pueden usarse como conexión con la estación central, señales de radio o por cable.

Este tipo de sistema de alarma puede vigilar de continuo o en horas predeterminadas, todas las propiedades protegidas o examinarlas a intervalos frecuentes, manual o automáticamente

### **Televisión de circuito cerrado**

Los sistemas de Televisión de Circuito Cerrado (TVCC) se usan ampliamente para la vigilancia de edificios, zonas descubiertas, almacenes de auto servicio, bancos, salas de exposición de arte, estaciones del metro y calles de ciudades; entre otros usos. Este sistema se puede constituir solamente de una cámara de televisión y un monitor de video, interconectados mediante un cable coaxial, o en distancias cortas a través de un circuito telefónico. Aquellos sistemas más complejos de TVCC emplean más cámaras y monitores y aún grabadoras de cinta de video, e incluso transmisión en radio frecuencia. Para este sistema se tiene la necesidad de emplear a una persona encargada de vigilar lo que pasa en los monitores y tomar las medidas correspondientes a la situación observada.

### **Control de acceso**

El acceso a muchos edificios y zonas cerradas se controla mediante dispositivos en los que se inserta una tarjeta con código, que abre en forma automática la puerta o entrada. Algunas de estas puertas o entradas tienen cerraduras accionadas eléctricamente, las cuales se pueden abrir marcando un número previamente almacenado, algunos más sofisticados usan el reconocimiento de voz y otros pretenden reconocer los vasos

sanguíneos del globo ocular o la huella digital, los cuales al igual que el patrón de voz, son únicos. También se pueden abrir o cerrar desde localidades remotas por medio de un interruptor, con una previa autorización del vigilante a cargo, que con la ayuda de un circuito cerrado de televisión y un circuito de interfono, identifica a la persona que solicita el acceso.

### **Sistema para la detección de peligro**

En este tipo de sistemas los sensores se emplean para descubrir condiciones anormales, tales como el aumento o disminución de la temperatura, el cambio en la presión del vapor, la presencia de humedad en algún compartimento, la variación del nivel de algún líquido o la presencia de gases peligrosos etc. Estos sensores transmiten señales de advertencia (a través de alambres o de señales de radio) hasta el punto donde se procesará la información y se tomará alguna decisión. El tipo de señales que se mandan pueden representar información cualitativa o cuantitativa. Este tipo de sistemas son usados en todas partes: núcleo-eléctricas, hospitales, fábricas, aviones, etc..

### **Seguridad civil**

Existen varios medios para aumentar este tipo de seguridad, entre ellos se encuentran los emisores receptores de banda civil, que son usados por muchas personas y asociaciones civiles para proporcionarse entre ellos mismos apoyo y ayuda. También hay números telefónicos dedicados solo a recibir llamadas de auxilio como es el caso del 060 y 080 aquí en México y el 911 en Estados Unidos de América.

### **Sistema de seguridad**

Esta clase de sistemas tienen constitutivamente tres elementos: sensores, control principal y los señaladores de alarma. Su funcionamiento es el siguiente: un sensor registra variaciones físicas en su zona de influencia y envía una señal al control principal

y este reacciona de manera programada a la recepción de la señal, emitiendo ya sea inmediatamente o con un cierto retardo preestablecido, señales ópticas y/o acústicas de alarma o pidiendo ayuda mediante la comunicación con otros sistemas compatibles.

En los comercios dedicados a este ramo se ofrecen diferentes tipos de sistemas, pero para que un equipo ofrezca suficiente seguridad, deberá tener al menos cuatro líneas o mallas de aviso. Normalmente las zonas protegidas se representan con diodos luminosos que indican directamente en la central la zona que ha sido disparada por un sensor. Hay líneas o mallas que disparan directamente la alarma y otras lo hacen con un retardo. Si la línea o malla no se conecta correctamente ésta queda fuera de servicio. Como regla general, por lo menos una línea de aviso debe permanecer activa las 24 horas.

Los sistemas de seguridad desempeñan cuatro funciones básicas:

- Recibe todas las señales y/o informaciones procedentes de los sensores de las diferentes líneas de aviso.
- Evaluación de las señales o información que recibe de los diferentes dispositivos sensores.
- Disparo de alarma por activación de una línea o malla.
- Vigilancia y control de la información con indicación de averías y sabotajes.

Los anteriores elementos y sistemas son los más usados en la actualidad para la procuración de seguridad.

## NIVELES DE SEGURIDAD

Hoy en día se están desarrollando infinidad de sistemas de seguridad, según las necesidades y recursos con los que se disponga. Pero, ¿Cómo podemos definir un sistema de seguridad en particular? ¿Qué se considera como protección mínima, media o máxima y que criterio sería el apropiado para hacer esta determinación?. Estas

preguntas son un poco difíciles de responder; ya que no existen estándares conocidos que sean universalmente aceptados y con los cuales se pueda evaluar un sistema de seguridad. La carencia de estándares a menudo sirve para engañar a los futuros consumidores con la aseveración de que el producto que se adquiere es de un nivel más alto del que en realidad es. Por lo que conviene considerar los siguientes cinco niveles de seguridad.

### **Seguridad mínima**

Se puede considerar como tal, aquel sistema diseñado para impedir que alguna actividad externa que pueda afectar la zona protegida. Por virtud de esta definición, un sistema de seguridad mínima podría consistir de simples barreras físicas tales como puertas normales y ventanas equipadas con cerraduras ordinarias. El hogar promedio es el mejor ejemplo de un sitio protegido con un sistema de seguridad mínima.

### **Seguridad de bajo nivel**

Este se refiere a un sistema diseñado para impedir y detectar una actividad externa que pueda dañar la zona protegida. Una vez que las simples barreras físicas han sido colocadas, pueden ser complementadas con otras barreras, tales como puertas reforzadas, barras de ventanas y rejas, cerraduras de alta seguridad un sistema de luces que podría consistir en colocar lámparas sobre las ventanas y las puertas y un básico sistema de alarma que sería un dispositivo no monitoreado en el sitio de la intrusión que nos brinda la capacidad de detección y anunciación (alarma sonora ) local. Pequeñas tiendas de ventas menores y almacenes, son ejemplos de sitios que podrían estar protegidos por sistemas de bajo nivel.



## **Seguridad media**

Un sistema de este tipo sería diseñado para impedir, detectar y desanimar a la mayoría de las actividades externas y alguna interna que pudieran dañar la zona protegida. Tal actividad podría ser clasificada desde un simple robo hasta una conspiración para cometer sabotaje o algún tipo de crimen. Cuando un nivel es actualizado al nivel medio de seguridad, aquellas medidas de mínima y baja seguridad previamente incorporadas son aumentadas con la capacidad de impedimento y detección así como la capacidad de amedrentar. Para alcanzar el nivel medio de seguridad es necesario que:

- Se incorpore un avanzado sistema de alarma contra intrusiones que anuncie en una estación remota de apoyos.
- Establecer un perímetro más allá de los confines del área que está siendo protegida y proveerla con barreras físicas de alta seguridad tales como cercas resistentes contra penetración de un mínimo de 2.5 m de alto y topado con alambres de púas en ese perímetro, o usando perros guardianes cubriendo esa área perimetral.
- Usar un guardia no armado (con instrucción básica) equipado con medios para comunicación básica (teléfono comercial) a agencias fuera del lugar.

Los lugares donde puede ser utilizada este tipo de seguridad es en almacenes de depósito, plantas industriales de manufactura largas y armerías de la guardia nacional.

## **Seguridad de alto nivel**

Un sistema de esta clase sería diseñado para impedir, detectar y desanimar a la mayoría de las actividades tanto internas como externas que puedan dañar la zona protegida. Para alcanzar el alto nivel de seguridad se debe incorporar a un nivel de seguridad media las siguientes medidas de protección:

- Un circuito cerrado de televisión.
- Un sistema de alarma perimetral, remotamente monitoreado o cerca de las barreras físicas de alta seguridad.
- Uso de alumbrado de alta seguridad.
- Guardias armados altamente entrenados, observadores quienes deben estar resguardados para su trabajo y quienes también han sido equipados con avanzados medios de comunicación tales como líneas telefónicas dedicadas y enlaces de radio con la policía.
- Controles diseñados para restringir el acceso con o sin facilidad a personal autorizado.
- Planes formalmente preparados con el conocimiento y cooperación de la policía, procediendo con su respuesta y asistencia en el caso de contingencias específicas en el sitio protegido.
- Diferentes grados de coordinación con autoridades que permitan las leyes locales.

Ejemplos de sitios con altos niveles de seguridad incluyen ciertas prisiones, compañías farmacéuticas, bancos y sofisticadas compañías manufactureras electrónicas.

### **Seguridad máxima**

Tales sistemas son diseñados para impedir, detectar, desanimar y neutralizar toda aquella actividad tanto externa como interna no autorizada. Junto con todas las medidas ya citadas de los niveles anteriores, este tipo de seguridad se caracteriza por:

- Un sofisticado sistema de alarma demasiado fuerte como para ser derrotado por un sólo individuo, monitoreado remotamente en una o más locaciones protegidas, el cual debe de indicar cuando alguna cosa ha sido tocada sin autorización, además debe tener fuente de poder de respaldo.

- Fuerza entrenada de respuesta en el sitio de alto resguardo, armados individualmente las 24 horas del día y equipados para operaciones de contingencia y dedicados a neutralizar o contener cualquier amenaza en contra de la localidad protegida hasta el arribo de asistencia externa.

El más alto nivel de protección y seguridad, será encontrada en localidades nucleares, algunas prisiones, ciertas bases militares, sitios especiales del gobierno, así como algunas embajadas.

Tomando en cuenta los niveles de seguridad que acaban de ser enunciados, el sistema de seguridad proyectado queda ubicado dentro del rango que va desde el nivel de seguridad mínima completándolo para convertirlo en un sistema de seguridad de bajo nivel, hasta formar parte de un sistema de alto nivel de seguridad.

## II. PLANTEAMIENTO DEL SISTEMA

El sistema de seguridad que se pretende desarrollar, es un sistema electrónico, enfocado a dar solución a las necesidades de seguridad de los ocupantes de una casa habitación. Además que debe mejorar las características de los sistemas de este tipo que existen en el mercado.

### METODOLOGÍA DE DISEÑO

A continuación se muestran los diagramas de flujo que sirvieron como herramientas para el diseño; Figuras II-1 y II-2.

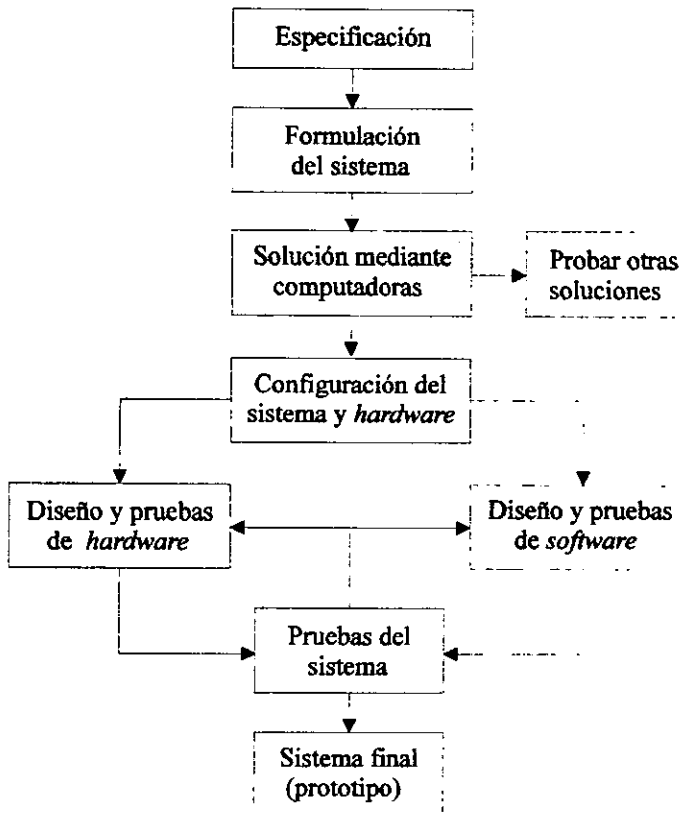


Figura II-1. Diagrama de flujo general de diseño.

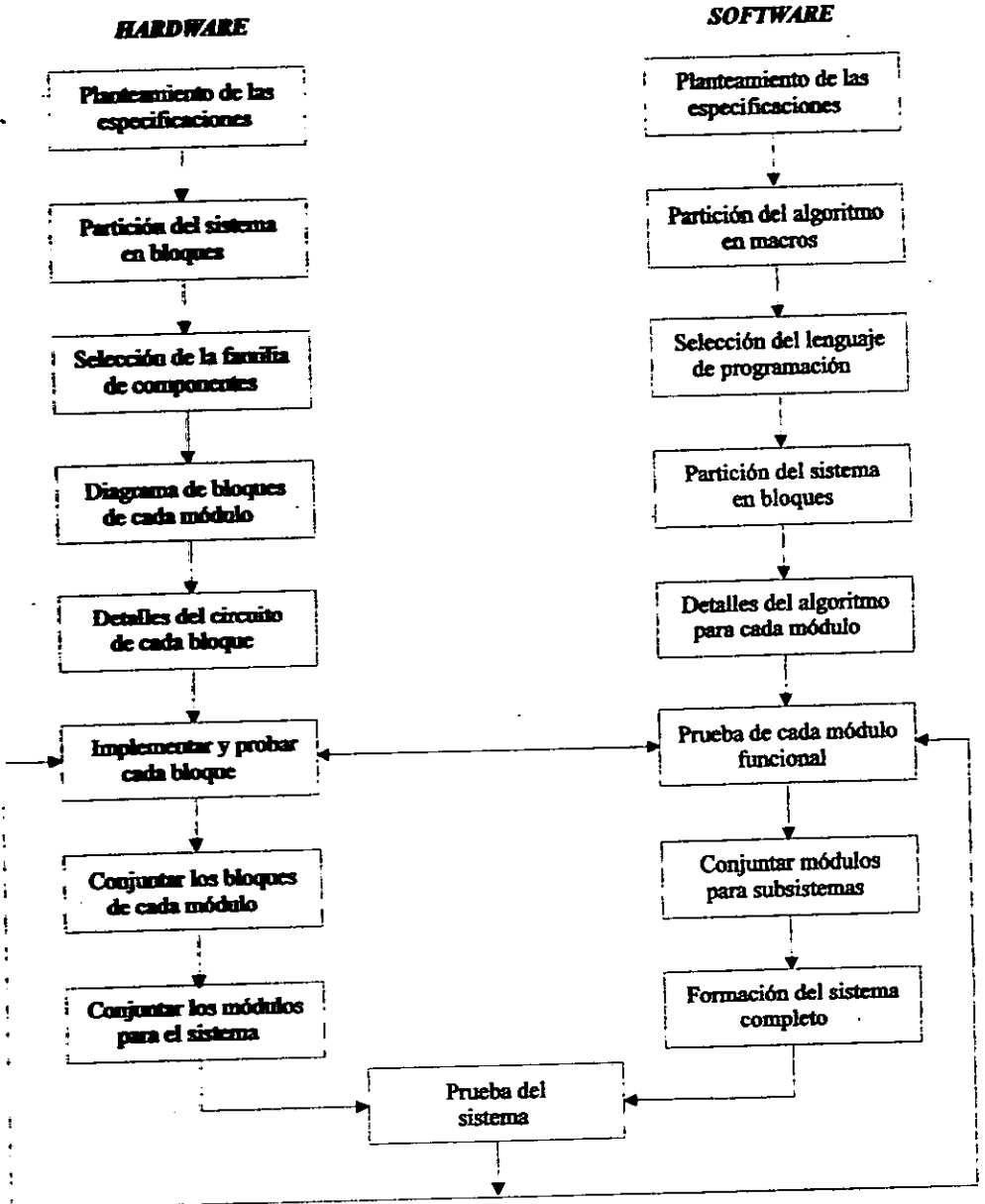


Figura II-2. Diagrama de flujo de la técnica Funcional-Dependente (Top-Down).

Para llevar acabo el desarrollo de este sistema de seguridad, se tuvieron dos alternativas para el diseño; como muestran las Figuras II-1 y II-2.

## **ESPECIFICACIONES GENERALES**

Puesto que ya se conocen los diferentes dispositivos y sistemas de seguridad en el mercado y teniendo en cuenta que se pretende realizar un proyecto que mejore los sistemas actuales; como principal paso, plantaremos las características básicas para todo sistema de seguridad y las adicionales se mencionarán después. A continuación se mencionan dichas características básicas.

### **Subsistema de monitoreo de zonas por medio de mallas**

Las zonas a proteger se vigilan por medio de arreglos de sensores en malla abierta o cerrada. Las terminales de las mallas se conectan a localidades electrónicas que son monitoreadas por un programa predeterminado para ello.

### **Subsistema de respaldo de energía**

Si un sistema de seguridad sólo contará con suministro de energía proporcionado por la línea de 127 Vca (votls en corriente alterna), este sistema sería fácilmente anulado por un delincuente; en el caso de que se presentara un corte en la línea de suministro de energía. Por esta razón el sistema debe contar con un circuito de respaldo de energía que al fallar el suministro por la línea de 127 Vca, entre en operación por un periodo que considere la reactivación de la línea.

### **Señalización sonora del estado de alarma**

Debido a su propagación radial a través de cualquier medio elástico, las alarmas sonoras son las más efectivas de las señalizaciones, ya que el usuario puede estar en un lugar

alejado y ocupado en otras actividades diferentes a la de estar vigilando el sistema de seguridad; y si la alarma sonora se activa captará automáticamente su atención.

Las características que mejoran el funcionamiento básico o innovan funciones en los sistemas de seguridad que existen en el mercado nacional, son las siguientes:

### **Señalización efectiva de la situación de peligro**

Para indicar una situación de peligro se debe contar con varios tipos de señaladores sonoros y luminosos. Los señaladores más usados son los zumbadores (*buzzers*), las bocinas de pánico y LEDs indicadores. En una situación de peligro los LEDs podrían resultar poco eficaces para hacerle saber al usuario qué zona fue violentada, por esta razón, un *display* que despliegue un letrero con el nombre asignado a dicha zona resultaría de mayor beneficio, además que brinda otras posibilidades.

### **Nombramiento de zonas**

Con el fin de brindarle al usuario del sistema una menor posibilidad de error en la identificación de la zona violentada, el sistema cuenta con la capacidad del nombramiento de las diferentes zonas. Lo anterior es muy importante porque en una situación de peligro cualquier equivocación podría ser de fatales consecuencias. Resulta evidente que el despliegue del nombre de la zona en la pantalla del *display* brinda una mejor identificación que un LED.

### **Sistema de fácil manejo**

En general en el diseño de un aparato se busca que éste sea de fácil manejo. Para lograr esto, el sistema se basa en un diagrama de árbol (Manual de usuario) o menú de opciones, que se eligen por desplazamientos a través de cinco teclas.

## **Diferenciación de las situaciones de peligro**

Cuando se introduce un sujeto sin autorización en una casa habitación se pueden suscitar diferentes situaciones de peligro y en cada una el sistema actúa de manera diferente:

- **Asalto A:** esta situación se produce cuando el o los ocupantes se encuentran en casa y la intrusión se realiza en ese momento.
- **Asalto B:** se encuentra otra situación de mayor riesgo y que permite muy pocas posibilidades de protección; ésta es cuando los ocupantes de la casa abren la puerta principal para entrar o salir y se encuentra en peligro de ser atacados por un delincuente.
- **Robo:** esta situación se produce cuando los ocupantes de la casa habitación no se encuentran en casa y se produce una intrusión no autorizada.

## **Protección contra sabotajes**

Para evitar que la programación elegida por el usuario sea alterada por alguna persona no autorizada, el sistema cuenta con una clave de acceso que debe ser tecleada antes de entrar a la programación

Una vez que se ha dejado operando el sistema de seguridad, éste cuenta con un botón oculto que bloquea el teclado y hace aparecer en pantalla el horario y la fecha.

## **Reconocimiento inicial de mallas**

Poniendo al sistema en cualquier modo de operación, lo primero que realiza es verificar si las mallas seleccionadas para actuar se encuentran conectadas en la forma correcta; si no es así, el sistema indica el error por medio de la pantalla, en caso correcto éste comienza a operar.



### **Simulación de casa habitada**

Para la prevención de un posible robo o asalto se desarrolló un modo de operación que podría engañar a posibles asaltantes. Este modo de operación simula que la casa está ocupada a través de seis dispositivos que deben ser programados previamente por el usuario.

### **Monitoreo de línea telefónica y la línea de 127 Vca**

Una de las formas más comunes usadas por los delincuentes para neutralizar toda posibilidad de respuesta de los ocupantes de una casa a la cual se disponen a asaltar; es cortar la línea telefónica y la línea de suministro de 127 Vca. Es por esto que el monitoreo de estas dos líneas constituye una medida más de seguridad, que aumenta la efectividad del sistema. La falla o corte de una estas líneas es común por lo cual no constituye un motivo de alarma; pero la falla o corte de las dos en un rango de tiempo corto sí constituye motivo de alarma.

### **Programación de dispositivos de reacción a la activación de una malla**

En la mayoría de los sistemas de seguridad sólo se prevee la función de detectar y señalar en el momento en que una zona monitoreada a sido violada. Por lo tanto, un sistema que ofrezca además la posibilidad de programar dispositivos que reaccionen a la violación de las zonas monitoreadas se hace más atractivo. Estos dispositivos pueden ser desde luces que dejen en descubierto al delincuente u otros más agresivos (según lo permitan las leyes locales).

### Dispositivo programable para activación en horario y fecha deseada

Cuando por alguna razón la casa habitación está desocupada y el usuario necesita que dentro de la misma se realice alguna tarea a determinada hora y fecha; se requiere de un dispositivo que brinde esta posibilidad.

Todos estos puntos fueron las directrices bajo las cuales se desarrolló el proyecto, siempre cuidando que la mayoría de ellos (si no todos) se vieran satisfechos.

### ORGANIZACIÓN DEL *HARDWARE*

Antes de que un producto sea lanzado al mercado, se necesita desarrollar un prototipo que sea sometido a diversas pruebas y mejoramientos, por éste hecho es conveniente dividir el sistema en módulos, los cuales permiten un fácil manejo, desarrollo y corrección del mismo.

### Diagrama de bloques

El siguiente diagrama de la Figura II-3, muestra la forma en qué fue segmentado el *hardware*, con el fin de facilitar su desarrollo.

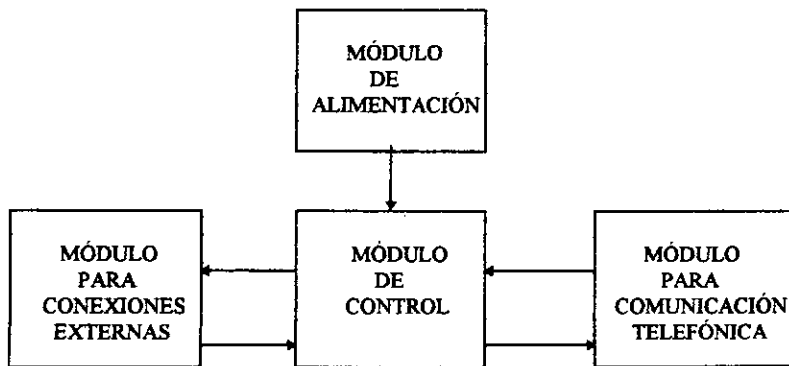


Figura II-3. Diagrama de bloques del hardware.

Cada uno de los módulos cumple con una labor en el funcionamiento del sistema. A continuación se hace una breve descripción de esto.

### **Módulo de control**

Este módulo es el encargado de controlar a todos los dispositivos que conforman el sistema de seguridad. Así mismo toda la información que se genere en los demás módulos, pasa por éste para ser analizada y poder así tomar las acciones correspondientes a la situación. Por estas razones todos los demás módulos tienen una interrelación directa con éste. Para que este módulo pueda realizar esta tarea o labor inteligente, está constituido con elementos programables de una gran versatilidad y poder. Esta programabilidad permite al usuario, la posibilidad de definir las condiciones de funcionamiento del sistema de seguridad; de acuerdo con sus necesidades.

### **Módulo de alimentación**

El módulo de alimentación se encarga de proteger al sistema de picos de voltaje y corriente. Además de cumplir con la función de acoplamiento, transformación, filtrado y regulación de voltaje para su distribución a los demás módulos. Este módulo contiene el circuito de respaldo que se encarga de almacenar energía en la batería que entra en funcionamiento cuando la línea de 127 Vca deja de operar.

### **Módulo de comunicación**

Como ya se ha mencionado, existen diferentes casos o condiciones de peligro para las cuales el sistema responde de diferente forma. En algunas de estas situaciones el sistema deberá hacer llamados de auxilio muy discretamente para no poner en riesgo la vida de los ocupantes de la casa habitación. Este módulo de comunicación se encarga de acoplar el canal de comunicación, para que este pueda ser usado por el sistema en los casos que se acaban de mencionar.

## Módulo de conexiones externas

Dentro del sistema el módulo de conexiones externas recibe las terminales de las mallas que puedan formar parte del sistema y que protegen las diferentes zonas de la casa. También se encarga de acoplar las señales provenientes de las mallas para que éstas sean interpretadas por el sistema. Este módulo permite seleccionar el tipo de malla, ya sea en estado normalmente abierto o cerrado.

## SELECCIÓN DE LA FAMILIA LÓGICA

Siguiendo con el método de diseño, se escoge la familia lógica más conveniente para el sistema. Todas las familias lógicas que existen, ofrecen alguna ventaja sobre las demás y en varias ocasiones esta ventaja no puede despreciarse por lo insustituible de su función para la correcta operación de un sistema en particular. Debido a que el sistema está diseñado para operar todo el día el ahorro de energía es primordial. Para este propósito la familia CMOS debe ser considerada como la familia de menor consumo de energía y por lo tanto la indicada para constituir la mayor parte del sistema de seguridad y sólo prescindir de elementos de esta familia en situaciones indispensables.

## ORGANIZACIÓN DEL SOFTWARE

Para que el sistema pueda contar con funciones programables, este sistema debe contar con el *software* que lo permita. Así *software* reconoce los diferentes estados del sistema de seguridad, toma las acciones correspondientes al caso y facilita su uso.

Para la organización del programa se optó por dividirlo en cuatro bloques, los cuales se muestran en la siguiente Figura II-4.

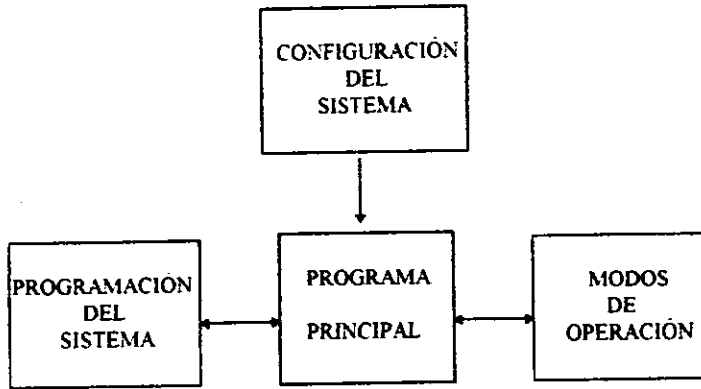


Figura II-4. Diagrama de bloques del software.

Cada uno de los módulos cumple con una labor en el funcionamiento del sistema. A continuación se hace una breve descripción de esto.

#### **Bloque de configuración de sistema**

Esta parte del *software* se ocupa de poner en orden aquellos dispositivos que requieren de condiciones iniciales para su correcto funcionamiento dentro del sistema, tales como dispositivos de control, de tiempo, etc.. Esta es la primer labor que se realiza en la programación de todos los sistemas de éste tipo.

#### **Bloque de programa principal**

El bloque principal constituye la parte troncal del programa y se encarga de controlar el acceso a todas las subrutinas que forman parte del *software*.

#### **Bloque de programación de sistema**

Este bloque específicamente, es el que permite al usuario la programación de las funciones que cuentan con esta cualidad y que continuación se mencionan:

- **Clave de acceso a programación:** para proteger contra errores en la manipulación del teclado o sabotajes a la programación hecha por el usuario autorizado, el sistema cuenta con una clave de acceso que restringe la posibilidad de cambiar la programación. Esta clave de acceso puede ser modificada el número de veces que así lo desee el usuario.
- **Programación de los números telefónicos:** los números telefónicos que se pueden programar en esta parte son tres y constituyen una alternativa del sistema para señalar el estado de alarma en el que se encuentre el sistema; a la persona o institución deseada por el usuario.
- **Programación del número de dispositivos empleados en simulación:** ésta posibilidad permite al usuario escoger el número de estos dispositivos según sus necesidades y convicciones.
- **Programación de tiempos de encendido y apagado de los dispositivos en simulación:** cada dispositivo de la simulación puede programarse para encenderse y apagarse según las costumbres de los ocupantes de la casa.
- **Programación de dispositivos de reacción empleados para actuar en cada zona:** junto con las señales de alarma que pueda emitir el sistema en una situación de peligro; el sistema puede contar con otros dispositivos que se activen en el momento en que alguna malla o zona sea violada.
- **Programación del reloj y calendario:** el sistema de simulación depende directamente de la hora y la fecha. Por lo tanto en este bloque de programación se fijan por el usuario los valores correctos de estas dos variables para el buen funcionamiento del sistema.

- Programación del tiempo de confirmación: en la situación de asalto tipo B, el sistema entra en un estado de alerta especial. El tiempo de confirmación previamente especificado por el usuario es el tiempo durante el cual el sistema espera que se produzca una señal que confirme que no ha ocurrido algo fuera de lo esperado. Transcurrido este tiempo si el sistema no recibe la señal de confirmación, éste interpreta esto como una situación anormal y comienza la rutina de aviso de alarma programada para este caso por el usuario.

### **Bloque de modos de operación**

En este bloque se tienen las rutinas que se encargan de polear las mallas en los diferentes modos de operación (ya explicados anteriormente): asalto tipo A, asalto tipo B, robo y simulación.

### **LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN**

Por último, siguiendo la técnica Funcional-Decendente o *Top-Down* se llega a este paso en el cual se escoge el lenguaje de programación. Al escoger el dispositivo o elemento programable, indirectamente se escoge el lenguaje de bajo nivel con el que se va a trabajar en el desarrollo del *software*.

### III. DISEÑO DEL *HARDWARE*

En este Capítulo, se explica porque se seleccionaron los dispositivos que constituyen cada módulo, así como la explicación del diseño de los mismos. El diseño del prototipo se basó en el planteamiento del sistema visto en el Capítulo II.

El *hardware* del sistema está formado por diferentes módulos los cuales son: módulo de control, módulo de alimentación y respaldo de energía, el módulo de comunicación telefónica y el módulo de conexiones externas. Esta partición se realizó en el Capítulo II. En seguida se analiza cada módulo en el orden mencionado.

#### MÓDULO DE CONTROL

El módulo de control constituye el cerebro del sistema, todo lo que pasa en el sistema está monitoreado por este módulo y tomará acciones adecuadas según la programación que haya realizado el usuario. Los demás módulos que forman el sistema son periféricos de éste y por lo tanto, tiene comunicación con todos ellos: recibe energía del módulo de alimentación y respaldo de energía, manda y envía señales al exterior a través del módulo de comunicación telefónica y del módulo de conexiones externas. Así mismo el módulo de control tiene la capacidad de comunicación con una Computadora Personal (PC); misma que fue requerida para el desarrollo del proyecto en la etapa de diseño. Para la interacción del sistema con el usuario este módulo cuenta con un *display* y un teclado. Para la capacidad de programación, el módulo de control cuenta con un programa que se encarga de realizar las instrucciones de control, transferencia y procesamiento de datos, según sea el estado en que se encuentre el sistema. Con esto el programa a su vez permite realizar todas las funciones planteadas en el Capítulo II. También permite al usuario personalizar el sistema de acuerdo con sus necesidades y condiciones de seguridad por medio de los dispositivos de interacción externa.



### Diagrama de bloques del módulo de control

Con la ayuda de la descripción de las funciones que se hizo en los párrafos anteriores y para tener una mejor organización del módulo, es conveniente dividirlo en bloques. La Figura III-1 muestra el diagrama de bloques del módulo de control.

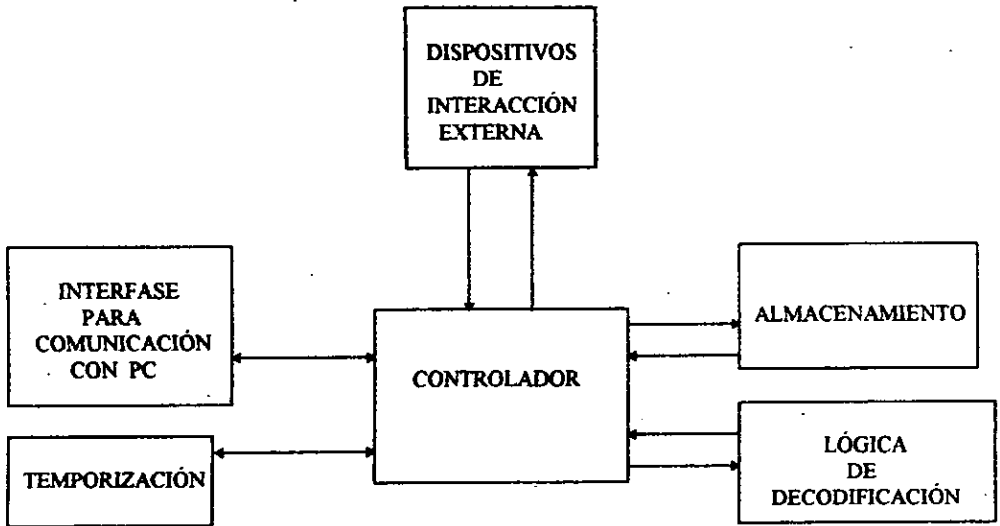


Figura III-1. Diagrama de bloques del módulo de control

### Bloque controlador

La labor de control puede realizarse con lógica secuencial y combinacional, pero esto crearía un diseño muy rígido, además de que el tamaño de dicho diseño sería grande y causaría muchos problemas de conexión, sin mencionar el mayor tiempo en su elaboración.

Hoy en día se cuenta con tecnología *very long scale integration* (VLSI) ó muy alta escala de integración, tales como: microprocesadores, microcontroladores, *traspusters* etcétera. Estos son dispositivos muy poderosos que pueden utilizarse con resultados más adecuados. Este tipo de circuitos integrados le darían flexibilidad, gracias a su gran escala

de integración. El espacio requerido por el módulo sería menor, así como el costo del mismo se vería reducido y por supuesto el diseño sería menos complicado.

Los microprocesadores y los microcontroladores son circuitos integrados VLSI y pueden cumplir fácilmente con la labor principal de control del módulo. Pero aunque el microprocesador cuenta con una unidad central de proceso (CPU), una unidad lógica aritmética (ALU) y registros de uso general integrados en el mismo circuito integrado (CI); el microcontrolador cuenta con todas las ventajas que el microprocesador ofrece al sistema y además puede contener integrados en el mismo circuito (dependiendo de la marca y el propósito): Puertos dedicados y de propósito general, *timers*, contadores, convertidores, memorias de tipo ROM, RAM, EPROM. Todo esto reduce aún más los problemas que pudieran surgir por espacio, costo y conectividad. Por todo lo anterior, un microcontrolador surge como la opción más conveniente para desarrollar el prototipo de nuestro sistema.

### **Microcontroladores**

Hoy en día existen varias compañías que lanzan al mercado mundial diferentes tipos de microcontroladores. Estos han sido desarrollados para uso específico o para un uso de propósito general. Aunque en esencia todos ellos se desarrollaron bajo el mismo principio, cualquiera de ellos puede realizar la tarea que haga el otro con mayor o menor dificultad. Y alguno por su o sus características, es el idóneo para realizar dicha tarea.

Con el propósito de ver algunas de sus diferencias y de seleccionar el adecuado, en seguida se hará un recorrido por algunos microcontroladores, que diferentes compañías tienen en el mercado.

Entre estas compañías surgen las siguientes como las de más presencia en el mercado:

- Intel
- *Microchip*
- Zilog
- Motorola

A continuación se muestran varias tablas de referencia, con las diferentes características de los microcontroladores que ofrecen las compañías antes mencionadas.

## Intel

Esta compañía tiene en el mercado varias familias de microcontroladores, que son las siguientes:

- La familia 48
- La familia 51
- La familia 44
- La familia 96

### *Familia 48*

La familia 48 tiene las siguientes características:

- Tecnología HMOS II de alto funcionamiento
- Dos interrupciones de nivel simple
- Único voltaje de alimentación de 5 Vcd
- El 90 % de las instrucciones de un sólo byte
- ROM programable usando 21 Vcd
- Memoria fácilmente expandible y puertos E/S
- Todas las instrucciones de uno ó dos ciclos
- Contador de intervalo tiempo/evento

La Tabla III-1 muestra a los miembros de la familia 48 así como cada una de sus características:

| Dispositivo | Interna                | Memoria     | Standby de RAM |
|-------------|------------------------|-------------|----------------|
| 8050AH      | 4K x 8 ROM             | 256 x 8 RAM | Sí             |
| 8049AH      | 2K x 8 ROM             | 128 x 8 RAM | Sí             |
| 8048AH      | 1K x 8 ROM             | 64 x 8 RAM  | Sí             |
| 8040AHL     | Ninguno                | 256 x 8 RAM | Sí             |
| 8039AHL     | Ninguno                | 128 x 8 RAM | Sí             |
| 8035AHL     | Ninguno                | 64 x 8 RAM  | Sí             |
| P8749H      | 2K x 8 ROM Programable | 128 x 8 RAM | Sí             |
| P8748H      | 1K x 8 ROM Programable | 64 x 8 RAM  | Sí             |
| D8749H      | 2K x 8 EPROM           | 128 x 8 RAM | Sí             |
| D8748H      | 1K x 8 EPROM           | 64 x 8 RAM  | Sí             |
| D8049KB     | 2K x 8 ROM             | 128 x 8 RAM | Sí             |

Tabla III-1. Familia 48

*Familia 51*

Las características de la familia 51 son:

- Una Unidad Central de Proceso (CPU) de 8 bits optimizado para aplicaciones de control
- Lógica de un sólo bit
- Direccionamiento para 64 Kbytes ( un K = 1024 direcciones) de memoria
- 4 K de memoria de programa en el *chip*
- 128 bytes de RAM en el *chip*
- 32 líneas bidireccionales de E/S direccionables individualmente
- Dos *timer*/contadores de 16 bits
- Un UART *full duplex*
- Estructura de interrupción de 6 fuentes/ 5 vectores con dos niveles de prioridad
- Reloj oscilador en el *chip*

La Tabla III-2 muestra a los miembros de la familia 51 así como cada una de sus características:

| Disposit.    | Versión sin ROM | Versión EPROM   | Bytes ROM | Bytes RAM | Puerts E/S 8 bits | Timers/ Contadrs 16 bit | Canals DMA | Ftes/Vtres de Interrup |
|--------------|-----------------|-----------------|-----------|-----------|-------------------|-------------------------|------------|------------------------|
| 8051         | 8031            | -               | 4 K       | 128       | 4                 | 2                       |            | 6/5                    |
| 8051AH       | 8031AH          | 8751H<br>8751BH | 4 K       | 128       | 4                 | 2                       |            | 6/5                    |
| 80C52AH      | 8032AH          | 8752BH          | 8 K       | 256       | 4                 | 3                       |            | 8/6                    |
| 80C51BH      | 80C31BH         | 87C51           | 4 K       | 128       | 4                 | 2                       |            | 6/5                    |
| 80C52        | 80C32           | -               | 8 K       | 256       | 4                 | 3                       |            | 8/6                    |
| 83C51FA      | 80C51FA         | 87C51FA         | 8 K       | 256       |                   | 3                       |            | 14/7                   |
| 83C51FB      | 80C51FA         | 87C51FB         | 16 K      | 256       | 4                 | 3                       |            | 14/7                   |
| 83C152J<br>A | 80C52JA         | -               | 8 K       | 256       | 5                 | 2                       | 2          | 19/11                  |
| -            | 80C52JB         | -               | -         | 256       | 7                 | 2                       | 2          | 19/11                  |
| 83C152J<br>C | 80C52JC         | -               | 8 K       | 256       | 5                 | 2                       | 2          | 19/11                  |
| -            | 80C52JD         | -               | -         | 256       | 7                 | 2                       | 2          | 19/11                  |
| 83C452       | 80C452          | 87C452P         | 8 K       | 256       | 5                 | 2                       |            | 9/8                    |

Tabla III-2. Familia 51

Todos los dispositivos que aparecen en la tabla anterior cuentan con una Unidad Asíncrona de Recepción y Transmisión (UART).

#### Familia 44

La familia 44 esta diseñada para aplicaciones que requieran inteligencia local en nodos remotos, y capacidad de comunicación entre estos nodos distribuidos. La familia 44 contiene dentro de un integrado el microcontrolador de más alto funcionamiento de Intel, el 8051 con un controlador inteligente de comunicación serial de alto funcionamiento, llamado Unidad de Interfase Serial (SIU).

La familia 44 consiste de tres dispositivos:

- El 8344 que es un microcontrolador 8051 con SIU
- El 8044 es un 8344 con 4 Kbytes tipo ROM para memoria de programa en el *chip*.

- El 8744 es un 8344 con 4 Kbytes tipo EPROM para memoria de programa en el chip.

*Familia 96*

La familia 96 esta compuesta por microcontroladores de alto desempeño. El CPU que manejan una palabra de 16 bits y por lo menos 230 bytes de RAM en el CI. Las aplicaciones típicas para estos microcontroladores incluyen el control de malla cerrada, el procesamiento de señal digital en medio rango, en un modulador-demodulador (modem), en sistemas de control de motores, en impresoras, en control de sistemas de máquinas, fotocopiadoras, en anti-violadores de candados, en control de aire acondicionado, en manejadores de discos y en instrumentos médicos.

La Tabla III-3 muestra a los miembros de la familia 96 así como cada una de sus características:

| Producto | HSIO/<br>EPA | A/D<br>CHS | Puerto<br>Serial | Puerto<br>Serial<br>Sincron | PW<br>MS | PTS | Puerto<br>Esclavo | Grador<br>Forma-<br>Onda<br>3-F | Timers |
|----------|--------------|------------|------------------|-----------------------------|----------|-----|-------------------|---------------------------------|--------|
| 8098     | HSIO         | 4          | Sí               |                             | 1        |     |                   |                                 | 2      |
| 8097BH   | HSIO         | 8          | Sí               |                             | 1        |     |                   |                                 | 2      |
| 8097JF   | HSIO         | 8          | Sí               |                             | 1        |     |                   |                                 | 2      |
| 80C198   | HSIO         | 4          | Sí               |                             | 1        |     |                   |                                 | 2      |
| 80C196KB | HSIO         | 8          | Sí               |                             | 1        |     |                   |                                 | 2      |
| 80C196KC | HSIO         | 8          | Sí               |                             | 3        | Sí  |                   |                                 | 2      |
| 80C196KD | HSIO         | 8          | Sí               |                             | 3        | Sí  |                   |                                 | 2      |
| 80C196KR | EPA          | 8          | Sí               | Sí                          |          | Sí  | Sí                |                                 | 2      |
| 80C196KT | EPA          | 8          | Sí               | Sí                          |          | Sí  | Sí                |                                 | 2      |
| 80C196NT | EPA          | 4          | Sí               | Sí                          |          | Sí  | Sí                |                                 | 2      |
| 80C196MC | EPA          | 13         | Sí               |                             |          | Sí  |                   | Sí                              | 2      |

Tabla III-3. Familia 96

## Microchip

La empresa Microchip tiene puesta en el mercado la familia PIC16/17 de microcontroladores de 8 bits. Esta familia cuenta con las siguientes características.

- Alto funcionamiento del CPU tipo RISCK
- Sólo 33 instrucciones de palabras simples para aprender
- Todas las instrucciones de ciclo simple de 200 ns excepto las de rama de programa que son de dos ciclos
- Velocidad de operación: Entrada de reloj de 20 MHz cd
- Ciclo de instrucción de 200 ns cd
- El ancho de las instrucciones es de 12 bits
- El bus de datos tiene un ancho de 8 bits
- Memoria para programa EPROM en el *chip* de 512 a 2 Kbytes de 12 bit por registro
- De 25 a 72 bytes de 8 bits por registro de propósito general (SRAM)
- Siete registros *hardware* de función especial
- *Stack* de dos niveles
- Modos de direccionamiento directo, indirecto y relativo para datos e instrucciones

La Tabla III-4 muestra a los miembros de la familia Microchip así como cada una de sus características:

| Dispositivo    | EEPROM<br>MemProg | Mem<br>de<br>Datos | EEPROM<br>Dat<br>(bytes) | I/O | Fuentes<br>de<br>Intrrp | No de<br>Instrc | Frec.de<br>Opción | Timers | Convrt<br>A/D |
|----------------|-------------------|--------------------|--------------------------|-----|-------------------------|-----------------|-------------------|--------|---------------|
| PIC17C42       | -                 | 128                | -                        | 33  | 11                      | 55              | 25                | 4 TMR  | -             |
| PIC16C64       | -                 | 128                | -                        | 33  | 8                       | 35              | 20                | 3 TMR  | -             |
| PIC16C71       | -                 | 36                 | -                        | 13  | 4                       | 35              | 16                | 1 TMR  | 4 ch          |
| PIC16C74       | -                 | 192                | -                        | 33  | 12                      | 35              | 20                | 3 TMR  | 8 ch          |
| PIC16C84       | 1K                | 36                 | 64                       | 13  | 4                       | 35              | 10                | 1 TMR  | -             |
| PIC16C54       | -                 | 25                 | -                        | 12  | 0                       | 33              | 20                | RTCC   | -             |
| PIC16C54A      | -                 | 25                 | -                        | 12  | 0                       | 33              | 20                | RTCC   | -             |
| PIC16CR54      | -                 | 25                 | -                        | 12  | 0                       | 33              | 20                | RTCC   | -             |
| PIC16C55       | -                 | 25                 | -                        | 20  | 0                       | 33              | 20                | RTCC   | -             |
| PIC16C56       | -                 | 25                 | -                        | 12  | 0                       | 33              | 20                | RTCC   | -             |
| PIC16C57       | -                 | 72                 | -                        | 20  | 0                       | 33              | 20                | RTCC   | -             |
| PIC16CR57<br>A | -                 | 72                 | -                        | 20  | 0                       | 33              | 20                | RTCC   | -             |
| PIC16C58A      | -                 | 72                 | -                        | 12  | 0                       | 33              | 20                | RTCC   | -             |

Tabla III-4. Guía de referencia de la familia Microchip

### Zilog

La compañía Zilog tiene en el mercado los siguientes dispositivos con las siguientes características:

| Producto<br>CMOS | ROM | I/<br>O | Intrrps | UARTs | Compdrs | CTC<br>s | WD<br>T | Vel     | Bajo<br>Ruido |
|------------------|-----|---------|---------|-------|---------|----------|---------|---------|---------------|
| Z86C00 MCU       | 2   | 22      | 3       | -     | -       | 2        | -       | 8,12    | -             |
| Z86C06 MCU       | 1   | 14      | 5       | -     | 2       | 2        | x       | 4,8,12  | x             |
| Z86C08 MCU       | 2   | 14      | 5       | -     | 2       | 2        | x       | 4,8,12  | x             |
| Z86E08 MCU       | 2   | 14      | 5       | -     | 2       | 2        | x       | 4,8,12  | x             |
| Z86C09/19        | 2/4 | 14      | 5       | -     | 2       | 2        | x       | 4,8,12  | -             |
| Z86C10 MCU       | 4   | 22      | 3       | -     | -       | 2        | -       | 8,12    | -             |
| Z86C11 MCU       | 4   | 32      | 6       | 1     | -       | 2        | -       | 12,16   | -             |
| Z86C12 ICE       | 32  | 16      | 6       | 1     | -       | 2        | -       | 16      | -             |
| Z86C19 MCU       | 4   | 14      | 5       | -     | 2       | 2        | x       | 12      | x             |
| Z86C20 MCU       | 8   | 22      | 3       | -     | -       | 2        | -       | 12      | x             |
| Z86C21 MCU       | 8   | 32      | 6       | 1     | -       | 2        | -       | 4,12,16 | x             |



|                           |    |    |    |   |   |   |   |          |   |
|---------------------------|----|----|----|---|---|---|---|----------|---|
| Z86C21/E22<br>MCU         | 8  | 32 | 6  | 1 | - | 2 | - | 4,12,16  | x |
| Z86C91 MCU                | -  | 16 | 6  | 1 | - | 2 | - | 12,16,20 | - |
| Z86C30 MCU                | 4  | 24 | 6  | - | 2 | 2 | x | 4,8,12   | x |
| Z86E30 MCU                | 4  | 24 | 6  | - | 2 | 2 | x | 12       | x |
| Z86C40 MCU                | 4  | 32 | 6  | - | 2 | 2 | x | 4,8,12   | x |
| Z86E40 MCU                | 4  | 32 | 6  | - | 2 | 2 | x | 12       | x |
| Z86C61 MCU                | 16 | 32 | 6  | 1 | - | 2 | - | 16       | - |
| Z86C62 MCU                | 16 | 52 | 6  | 1 | - | 2 | - | 16       | - |
| Z86C89/90<br>MCU          | -  | 16 | 6  | - | 2 | 2 | x | 4,8,12   | x |
| Z86C27TVCo<br>ntroler     | 8  | 43 | 6  | - | - | 2 | x | 4        | x |
| Z86C96 MCU                | -  | 44 | 6  | 1 | - | 2 | - | 20       | - |
| Z86C97TVCo<br>ntroler     | -  | 16 | 6  | - | - | 2 | x | 4        | x |
| Z86C93 MCU                | -  | 16 | 6  | 1 | - | 2 | - | 20       | - |
| Z86C94 DSP<br>MCU         | -  | 24 | 6  | 1 | - | 2 | - | 20       | - |
| Z88C00 Super<br>8<br>NMOS | -  | 24 | 27 | 1 | - | 2 | - | 25       | - |
| Z8600 MCU                 | 2  | 22 | 3  | - | - | 2 | - | 8        | - |
| Z8601/02<br>MCU           | 2  | 32 | 6  | 1 | - | 2 | - | 4,8      | x |
| Z8603<br>PROTOPAK         | 2  | 32 | 6  | 1 | - | 2 | - | 8,12     | - |
| Z8604 MCU                 | 1  | 14 | 5  | - | - | 2 | x | 8        | - |
| Z8610 MCU                 | 4  | 22 | 3  | - | - | 2 | - | 8,12     | - |
| Z8611 MCU                 | 4  | 32 | 6  | 1 | - | 2 | - | 8,12,5   | - |
| Z8681 MCU                 | -  | 16 | 6  | 1 | - | 2 | - | 8,12     | - |
| Z8691 MCU                 | -  | 16 | 6  | 1 | - | 2 | - | 8,12     | - |
| Z8612 ICE                 | 4  | 32 | 6  | 1 | - | 2 | - | 12       | - |
| Z8613<br>PROTOPAK         | 4  | 32 | 6  | 1 | - | 2 | - | 8,12     | - |
| Z8800<br>SUPER8           | -  | 24 | 27 | 1 | - | 2 | - | 20       | - |
| Z8801<br>SUPER8           | -  | 17 | 27 | 1 | - | 2 | - | 20       | - |
| Z8820<br>SUPER8           | 8  | 40 | 27 | 1 | - | 2 | - | 20       | - |
| Z8821<br>SUPER8           | 8  | 33 | 27 | 1 | - | 2 | - | 20       | - |

|                     |    |    |    |   |   |   |   |    |   |
|---------------------|----|----|----|---|---|---|---|----|---|
| Z8884<br>SUPER8 ICE | 16 | 40 | 27 | 1 | - | 2 | - | 20 | - |
| Z5380 SCSI          | -  | -  | -  | - | - | - | - | -  | - |
| Z765A FDC           | -  | -  | -  | - | - | - | - | -  | - |

Tabla III-5. Referencia de los microcontroladores Z80

### Motorola

Motorola cuenta en el mercado con varias familias, por lo que sólo nos ocuparemos de la familia MC68HC11, que tiene las siguientes características:

#### *Familia HC11*

La familia HC11 fue creada bajo tecnología semiconductor metal-oxido complementario de alta densidad (HCMOS). Todos los miembros que fueron construidos al rededor de la familia, son microcontroladores altamente sofisticados, con capacidades periféricas incluidas en el *chip*. Nuevas técnicas de diseño fueron usadas para poder realizar en el bus una velocidad nominal de 2 MHz. En adición, el diseño completamente estático le permite operar con frecuencias bajas en cd, además reduciendo el consumo de energía.

La tecnología HCMOS usada en la familia HC11 combina el tamaño pequeño y la alta rapidez con bajo consumo de energía y la alta inmunidad al ruido que ofrece CMOS. Toda la familia fue construida alrededor del primer dispositivo que fue el MC68HC11A8. En el *chip* puede haber varios sistemas de memoria incluidos 8 Kbytes de memoria de sólo lectura (ROM), 512 bytes de memoria de sólo lectura eléctricamente borrrable y programable (EEPROM), y 256 bytes de memoria de acceso aleatorio (RAM). Así dependiendo del miembro de la familia el dispositivo puede tener o no varios elementos que a su vez pueden ser de diferentes capacidades. A continuación se muestra la Tabla III-6 donde se podrán ver algunas características de cada miembro.

| Número de Parte | EPROM | ROM | EEPROM | RAM | Comentarios                        |
|-----------------|-------|-----|--------|-----|------------------------------------|
| MC68HC11A8      | -     |     | 512    | 256 | Disp. Base de la Familia           |
| MC68HC11A1      | -     | -   | 512    | 256 | 'A8 con ROM Deshabilitada          |
| MC68HC11A0      | -     | -   | -      | 256 | 'A8 con ROM y EEPROM Desab.        |
| MC68HC811A8     | -     | -   | 512    | 256 | Emulador EEPROM para A8            |
| MC68HC11E9      | -     | 12K | 512    | 512 | 4 Capturas de Entrada              |
| MC68HC11E1      | -     | -   | 512    | 512 | E9 con ROM Desab.                  |
| MC68HC11E0      | -     | -   | -      | 512 | E9 con ROM y EEPROM Desab.         |
| MC68HC11E2      | -     | -   | *2K    | 256 | Parte sin ROM para Sistemas Expan  |
| MC68HC811E9     | 12K   | -   | 512    | 512 | Versión Prog. De E9 d una sola-vez |
| MC68HC11D3      | -     | 4K  | -      | 192 | Versión de 40 pines de bajo costo  |
| MC68HC711E9     | 4K    | -   | -      | 192 | Versión Prog. De D3 d una sola-vez |
| MC68HC11F1      | -     | -   | *512   | 1K  | Alto Func. No-Multiplex de 68pines |
| MC68HC11K4      | -     | 24K | 640    | 768 | Esp. de Mem Mayor a 1 Mega         |
| MC68HC711K4     | 24K   | -   | 640    | 768 | Versión Prog. De K4 d una sola vez |
| MC68HC11L6      | -     | 16K | 512    | 512 | Como E9 mas ROM y mas E/S          |
| MC68HC711L6     | 16K   | -   | 512    | 512 | Versión Prog. De L4 d una sola-vez |

Tabla III-6. Familia MC68CH11

La familia cuenta con mejores funciones periféricas que están provistas en el integrado. Un convertidor analógico-digital de ocho canales está incluido con 8 bits de resolución. Una interfase de comunicación serial asincrónica (SCI) y una interfase separada periférica serial síncrona (SPI). El principal sistema *timer* de carrera libre de 16 bits, tiene tres líneas de entrada-captura, cinco líneas de salida comparada, y una función de

interrupción de tiempo real. Un subsistema acumulador de pulsos de 8 bits puede contar eventos externos o periodos externos.

Un circuito de automonitoreo está incluido en el integrado para proteger contra errores del sistema. Un sistema de perro guardián de computadora operando apropiadamente (COP) que protege contra fallas del *software*. Un sistema monitor de reloj genera un *reset* de sistema en caso de que la señal del reloj se pierda. Un circuito de detección de un código de operación ilegal, provee una de interrupción impostergable (no mascarable) cada vez que uno sea detectado.

### Selección

Para la realización de este proyecto se ha escogido, por las razones que se mencionan a continuación, la familia HC11 y en particular el microcontrolador MC68HC11F1.

Dentro de la familia HC11 de la compañía Motorola, el microcontrolador HC11F1 es el que más puertos integrados tiene, con un total de siete puertos de los cuales seis son de 8 bits y uno de 6 bits. Como se pudo ver en las Tablas antes mostradas, ningún otro ofrece más o igual número de puertos.

Esta familia es una de las más completas que hay en el mercado, ya que cuenta, dentro del mismo circuito integrado, con varios subsistemas que otros microcontroladores no tienen. Esto es muy conveniente en la etapa de diseño de un prototipo; por que entre más recursos se disponga, el sistema podrá ser más libremente desarrollado. Para así una vez terminado el prototipo, se haga un recuento de los recursos utilizados y se proceda a hacer la elección de los elementos que cumplan de la forma más exacta o satisfactoria con los requerimientos del sistema. Una vez seleccionados se procede a realizar el sistema en serie para sacarlo al mercado.

La familia HC11 cuenta con una característica que ayuda a la realización de un prototipo, maneja un modo especial de operación llamado *Bootstrap*. En este modo de operación se puede trabajar con el microcontrolador a través de una computadora personal, lo cual es muy conveniente en un sistema en el que van a presentarse modificaciones constantes

Aparte de las razones antes mencionadas, es indiscutible que en la elección del microcontrolador a tenido mucho peso los conocimientos previos, la información y herramientas que se tenían de la familia HC11 y en especial del HC11F1. Esta información y herramientas consiste en el manual de la familia HC11, el manual de HC11F1, el simulador del HC11, el programa para computadora PCBUG11, el manual de usuario del lenguaje de ensamblador que usa Motorola, así como la información que se proporciona en el curso de microprocesadores que se imparte en la Facultad de Ingeniería. Otros microcontroladores no ofrecían esta ventaja.

El bajo consumo de energía debido a que en su diseño se empleó tecnología *high density complementary metal-oxide semiconductor* (HCMOS). Contiene dentro del mismo encapsulado una memoria EEPROM de 512 bytes y una RAM de 1 Kbyte que nos permite almacenar datos pseudo permanentes y efímeros respectivamente.

Por estas razones se elige el microcontrolador MC68HC11F1 como controlador del presente módulo de control del sistema de seguridad. A continuación se hace una descripción y análisis de las funciones con las que cuenta este dispositivo.

### **Descripción del microcontrolador MC68HC11F1**

El MC68HC11F1 es un microcontrolador (MC) que contiene funciones periféricas en el circuito integrado de alta sofisticación. Este microcontrolador de alta velocidad y bajo consumo de energía, tiene un bus no multiplexado con una velocidad nominal de 2 MHz. El diseño completamente estático permite operaciones en frecuencias bajas hacia cd. Las principales características se listan a continuación:

- Un sistema de *timer* de 16 bits expandido con cuatro estados del preescalador programable.
- Un convertidor analógico-digital A/D de 8 bits, ocho canales.
- Un mecanismo protector de bloque para el EEPROM y el CONFIG.
- Un bus expandido no multiplexado.
- Un empaquetado de 68 patas.

- Un direccionamiento de hasta 64 Kbytes.
- Dos modos de ahorro de energía el STOP y el WAIT.
- Un puerto de comunicación serial (SCI) de no retorno a cero (NRZ) incrementado.
- Una interfase periférica serial (SPI).
- Un circuito acumulador de pulsos de 8 bits.
- Un bit de prueba e instrucciones de rama.
- Un circuito de interrupción en tiempo real
- Cuatro *chips selects* (*selectores de dispositivo*) programables.
- Un sistema perro guardián de computadora operando propiamente (COP).

En la siguiente página se muestra la Figura III-2 donde se ve el diagrama de bloques del microcontrolador MC68HC11F1.

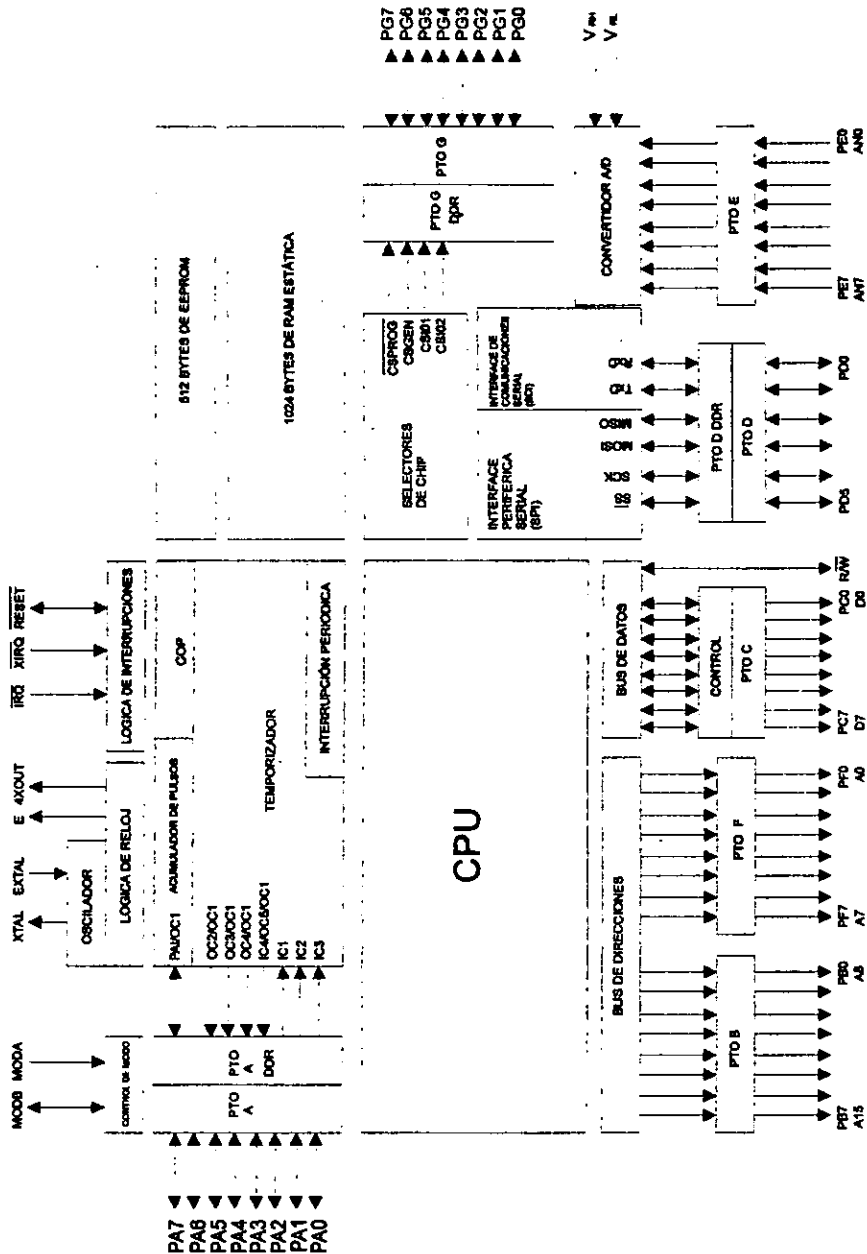


Figura III-2. Diagrama de bloques del MC68HC11F1

### Modelo de programación

El HC11F1 y la Familia M68HC11 de MCUs tiene ocho registros en la unidad de procesamiento central (CPU) disponibles para el programador. Cada registro se explica a continuación.

#### *Acumuladores (A, B, Y D)*

Los acumuladores A y B son registros de 8 bits de propósito general usados para mantener operandos y resultados de cálculos aritméticos o para manipulación de datos. Estos dos acumuladores son tratados como un solo acumulador doble byte (acumulador D) para algunas instrucciones.

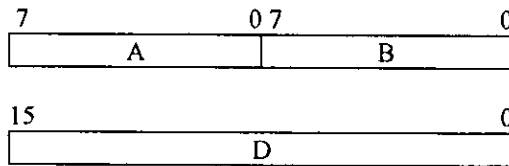


Figura III-3. Acumuladores A, B y D

#### *Registro Índice X (IX)*

El registro IX es un registro 16 bits usado en el modo de direccionamiento indexado. Este provee un valor de 16 bits que puede ser sumado a un *offset* de 8 bits provisto en una instrucción para crear una dirección efectiva. El registro IX puede también ser usado ya sea como contador o área de almacenamiento temporal.



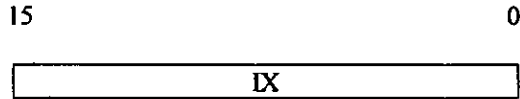


Figura III-4. Registro índice IX.

*Registro índice Y (IY)*

El registro IY es un registro de 16 bits usados para direccionamiento indexado, similar al registro IX. Sin embargo, la mayoría de las instrucciones usadas en el registro IY son códigos de operación de 2 bytes y requiere 1 byte extra de código de máquina y un ciclo extra de tiempo de ejecución. El registro IY puede también ser usado como un contador o área de almacenamiento temporal.

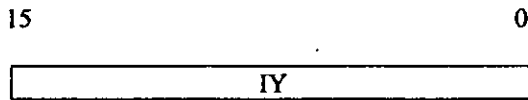


Figura III-5. Registro IY

*Contador de programa (PC)*

El PC es un registro de 16 bits que contiene la dirección de la siguiente instrucción a ser ejecutada.

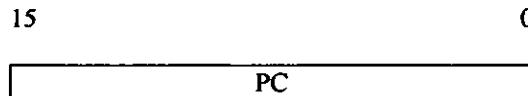


Figura III-6. Registro PC

*Apuntador de stack (SP)*

El SP es un registro de 16 bits que contiene la dirección de la localidad siguiente en el *stack*. Ésta es un área de la memoria donde se guarda la información que tienen los registros del programa principal antes de ir a una subrutina. En el *stack* están configurados con una secuencia “el primero en entrar último en salir” (LIFO) los registros de lectura/escritura que permiten que la información importante sea almacenada durante interrupciones y llamadas a subrutinas. Cada vez que un nuevo byte es almacenado en el *stack* el apuntador del mismo es decrementado. Cada vez que 1 byte es removido el SP es incrementado.

*Registro de código de condiciones (CCR)*

El CCR es un registro de 8 bits en el cual 5 bits son usados para indicar el resultado de la instrucción que acaba de ser-ejecutada y los otros 3 bits son postergables (mascarables) por interrupción y paro. Esto quiere decir que cuando ocurre un paro o una interrupción estos bits cambian su estado para indicar estas dos situaciones. Todos estos bits pueden ser individualmente probados por un programa, y una acción específica puede ser tomada como un resultado de su estado. En la Figura III-7 se explica la función de cada bit.

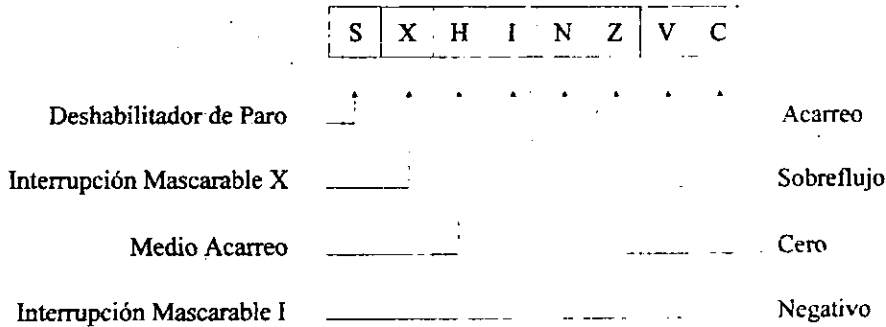


Figura III-7. Registro de banderas o condición

## Modos de operación del MC68HC11F1

El HC11F1 usa dos patas dedicados que son: MODA y MODB, para seleccionar uno de los dos modos normales de operación o uno de los modos especiales de operación. Los modos normales de operación son el de un *Single-chip* y el Expandido no-multiplexado. Los modos especiales de operación son el *Bootstrap* y el Prueba. La Tabla III-7 muestra el modo de selección de acuerdo con los valores decodificados para las patas de modo de selección MODA y MODB.

| MODA | MODB | Modo Seleccionado    |
|------|------|----------------------|
| 0    | 1    | Single-chip          |
| 1    | 1    | Expandido no multiox |
| 0    | 0    | Bootstrap especial   |
| 1    | 0    | Prueba especial      |

Tabla III-7. Selección de modos

### *Modo Single-chip*

En el modo *Single-chip*, el HC11F1 funciona como un microcontrolador autocontenido y no tiene direccionamiento externo o *bus* de datos. La EEPROM de 512 bytes después del encendido o de un *reset* es mapeada de la dirección \$FE00 a la dirección \$FFFF y ésta contendría todo el código del programa. Este modo permite el uso máximo de las patas para funciones periféricas en el circuito integrado y todo direccionamiento y actividad de datos ocurre dentro del integrado.

### *Modo Expandido no multiplexado*

En el modo Expandido no multiplexado, el microcontrolador puede direccionar arriba de 64 Kbytes de espacio. La parte alta de la dirección se presenta por las patas del puerto B y la parte baja por el puerto F. Los datos del *bus* bidireccional aparecen por el puerto C. La

pata de lectura y escritura (R/W) es usado para controlar la dirección de la transferencia de datos en el *bus* de puerto C.

### *Modo Bootstrap*

Este modo especial de operación es parecido o similar al modo de *Single-chip*. El programa residente cargador de *boot* es un programa que se encuentra en la ROM dentro del CI y permite que un programa de longitud variable sea cargado en la RAM para que este tome el control del microcontrolador. Todo esto se realiza a través del puerto serial.

Este modo versátil puede ser usado para funciones de diagnóstico y prueba sobre módulos complementados y para programar la EEPROM en el CI. La lógica de recepción serial es iniciada por *software* en la ROM, la cual provee el programa de *baudaje* y el formato de la palabra para iniciar la comunicación con la computadora.

### *Modo Prueba*

Este modo especial expandido, está principalmente creado para la producción de pruebas. Sin embargo, puede ser usado para calibración programando datos personalizados dentro de la EEPROM interna. Los 512 bytes de EEPROM están inicialmente apagados en este modo. El usuario puede acceder un número de bits de control de prueba especiales. El *reset* y vectores de interrupción son buscados externamente. Una conmutación puede ser hecha desde este modo a otros modos bajo el programa de control.

### Descripción de las patas en el MC

La energía es suministrada al MC por medio de las patas: VDD que debe tener un valor de 5 Vcd (volts de corriente directa)  $\pm$  5 % y VSS es tierra de 0 Vcd. La alimentación de energía para este circuito y módulo es suministrado por el módulo de alimentación y respaldo de energía. Para eliminar posibles interferencias de altas frecuencias que pueden

llegar a través de la alimentación de 5 Vcd; se puso un capacitor de tantalio de 1 uF (micro farads) conectado de la pata VDD a tierra.

La pata de *RESET* es una terminal de control bidireccional que es activa baja, y es usada como una entrada para inicializar el MC a un estado conocido. Esta pata es usada también para indicar que una falla interna ha sido detectada en el circuito del reloj monitor y en el circuito que vigila que el microcontrolador opere correctamente (perro guardián). A esta pata se le conecto un *push-boton* con un integrado específico y una resistencia a VDD que aplica el pulso de *reset* sin rebotes.

Las patas XTAL y EXTAL proveen una salida para el reloj E generado internamente. El cual puede ser usado como referencia de tiempo. La frecuencia de salida del reloj E es la cuarta parte de la frecuencia de entrada en las patas XTAL y EXTAL. El circuito permite conectar a estas patas un cristal de cuarzo de 4 MHz a 8 MHz. Para este sistema se eligió un cristal de 8 MHz.

La pata X OUT provee una señal de salida que puede ser usada para manejarla como la señal de reloj para otro procesador. Esta salida está habilitada fuera del *reset* y puede ser deshabilitada limpiando el bit CLK4X del registro OPT2. El bit CLK4X puede ser puesto a uno, una vez fuera de cada *reset*.

La pata IRQ es entrada y provee la capacidad para interrupciones aplicadas asincrónicamente al MC. Se puede seleccionar la forma de disparo de la interrupción, ya sea por flanco o por nivel por medio del programa usando el bit IRQE del registro OPTION. Esta pata es configurada como sensible al nivel durante el *reset*. Una resistencia *pull up* externa conectada a VDD es típicamente requerida en IRQ.

La pata XIRQ provee la capacidad para interrupciones no mascarables aplicadas al MC. Durante el *reset*, el bit X es puesto a uno, mascarando cualquier interrupción habilitada por *software*. Esta entrada de sensible al nivel requiere típicamente una resistencia de *pull up* a VDD.

Durante el *reset*, las patas MODA / LIR y MODB / VSTBY son usadas para desarrollar los dos modos normales o los dos modos especiales de operación. La pata emisor abierto LIR (*load instrucción register*) va a un nivel activo bajo durante el primer ciclo de reloj E de cada instrucción indicando y permanece bajo durante ese ciclo. La

entrada VSTBY es usada para retener el contenido de la RAM cuando por alguna razón se pierde el voltaje de VDD.

La salida R/W es usada para controlar la dirección de transferencia en el *bus* de datos en el modo expandido no multiplexado. Un nivel bajo en esta pata indica que un dato está siendo escrito en el *bus* de datos externo. Un nivel alto en esta pata indica que un ciclo de lectura está en proceso. R/W se mantiene alto durante los modos de *Single-chip* y *Bootstrap*.

Las 54 líneas de entrada/ salida (E/S) están arregladas dentro de los seis puertos de 8 bits (puertos A, B, C, E, F y G) y uno de 6 bits (el puerto D). La mayoría de estos puertos sirven para más de un propósito, dependiendo del modo de operación y de las funciones periféricas seleccionadas. La Tabla III-8 muestra las funciones de cada puerto y línea, así como los cambios de modos operantes.

| <b>Puerto</b> | <b>Bit</b> | <b>Modo <i>Bootstrap</i> y <i>Single-Chip</i></b> | <b>Modo Expandido no-multiplexado y Prueba especial</b> |
|---------------|------------|---|---|
| A             | 0          | PA0/C3  | PA0/IC3   |
| A             | 1          | PA1/C2  | PA1/IC2   |
| A             | 2          | PA2/C1  | PA2/IC1   |
| A             | 3          | PA3/C4 OC5 (y/o OC1)                              | PA3/IC4 OC5 (y/o OC1)                                   |
| A             | 4          | PA4/OC4 (y/o OC1)                                 | PA4/OC4 (y/o OC1)                                       |
| A             | 5          | PA5/OC3 (y/o OC1)                                 | PA5/OC3 (y/o OC1)                                       |
| A             | 6          | PA6/OC2 (y/o OC1)                                 | PA6/OC2 (y/o OC1)                                       |
| A             | 7          | PA7/PAI (y/o OC1)                                 | PA7/PAI (y/o OC1)                                       |
| B             | 0          | PB0   | A8  |
| B             | 1          | PB1   | A9  |
| B             | 2          | PB2   | A10   |
| B             | 3          | PB3   | A11   |
| B             | 4          | PB4   | A12   |
| B             | 5          | PB5   | A13   |
| B             | 6          | PB6   | A14   |
| B             | 7          | PB7   | A15   |
| C             | 0          | PC0   | D0  |
| C             | 1          | PC1   | D1  |
| C             | 2          | PC2   | D2  |
| C             | 3          | PC3   | D3  |
| C             | 4          | PC4   | D4  |

|   |   |          |           |
|---|---|----------|-----------|
| C | 5 | PC5      | D5        |
| C | 6 | PC6      | D6        |
| C | 7 | PC7      | D7        |
| D | 0 | PD0/RxD  | PD0/RxD   |
| D | 1 | PD1/TxD  | PD1/TxD   |
| D | 2 | PD2/MISO | PD2/MISO  |
| D | 3 | PD3/MOSI | PD3/MOSI  |
| D | 4 | PD4/SCK  | PD4/SCK   |
| D | 5 | PD5/SS   | PD5/SS    |
| E | 0 | PE0/AN0  | PE0/AN0   |
| E | 1 | PE1/AN1  | PE1/AN1   |
| E | 2 | PE2/AN2  | PE2/AN2   |
| E | 3 | PE3/AN3  | PE3/AN3   |
| E | 4 | PE4/AN4  | PE4/AN4   |
| E | 5 | PE5/AN5  | PE5/AN5   |
| E | 6 | PE6/AN6  | PE6/AN6   |
| E | 7 | PE7/AN7  | PE7/AN7   |
| F | 0 | PF0      | A0        |
| F | 1 | PF1      | A1        |
| F | 2 | PF2      | A2        |
| F | 3 | PF3      | A3        |
| F | 4 | PF4      | A4        |
| F | 5 | PF5      | A5        |
| F | 6 | PF6      | A6        |
| F | 7 | PF7      | A7        |
| G | 0 | PG0      | PG0       |
| G | 1 | PG1      | PG1       |
| G | 2 | PG2      | PG2       |
| G | 3 | PG3      | PG3       |
| G | 4 | PG4      | PG4/CSIO2 |
| G | 5 | PG5      | PG5/CSIO1 |
| G | 6 | PG6      | PG6/CSGEN |
| G | 7 | PG7      | PG7CSPROG |

Tabla III-8. Funciones de cada pata

### *Puertos de entrada y salida (E/S)*

Los puertos B, C, F y G y las funciones de E/S son controladas por el modo de operación en particular seleccionado. En los modos de *Single-chip* y *Bootstrap*, son configurados como puertos paralelos de E/S. En los modos Expandido no multiplexado y Prueba, los puertos B, C, F y G y la pata R/W son configurados como un canal de expansión de memoria, con los puertos B y F como el *bus* de direcciones, el puerto C como el *bus* de datos, la pata R/W como el control de dirección del canal de datos, y los 4 bits más altos del puerto G como *chip selects* externos. Los puertos sobrantes no son afectados por los cambios de modo. Los puertos A, D y G pueden ser usados como puertos de propósito general de E/S, aunque cada uno tiene una función alterna. Mientras ejercitan su función de propósito general de E/S, A, C, D y G están bajo el control de los registros de dirección de los datos (DDR) y registros de puertos de datos (PORT) A, C, D y G respectivamente.

El puerto A es un puerto de E/S de propósito general de 8 bits, el cual tiene dos registros: uno de datos (PORTA) y otro de dirección de los datos (DDRA). Además el puerto A puede ser configurado para funciones de temporizador de captura de entrada (IC), funciones de temporizador de comparación de salida, o la función de acumulador de pulsos. El puerto A puede ser leído en cualquier momento. Si se escribió en él, el puerto A almacena el dato en un *latch* interno. El puerto D maneja las funciones del SPI y del SCI.

En el modo Expandido no-multiplexado, todas las patas del puerto B actúan como los *bits* de dirección de la parte alta del *bus* de direcciones (A15-A8) y accesos al puerto B son tratados como accesos externos. La conexión de este puerto así como la del puerto F que completa el *bus* de direcciones se muestra en la Figura III-9 del diagrama del circuito del módulo. Este puerto está completamente o parcialmente conectado a la UVEPROM externa, al reloj externo y al decodificador.

El puerto C es un puerto de E/S de propósito general con un registro de datos (PORTC) y un registro de dirección de los datos (DDRC). En el modo expandido no-multiplexado, el puerto C es el *bus* de datos (D7-D0) y los accesos a éste son tratados como accesos externos. Las patas de datos bidireccionales son controlados por la señal R/W en modos expandidos.



El puerto D es un puerto de E/S de propósito general de 6 bits, con un registro de datos (PORTD) y un registro de dirección de datos (DDRD), en todos los modos los 6 bits del puerto D (D5-D0) pueden ser usados para E/S de propósito general o para subsistemas del SCI y del SPI. El puerto D también puede ser configurado para la operación de OR alambrada.

El puerto E es usado para entradas estáticas de propósito general (PE7-PE0) y/o para entradas del canal del convertidor A/D (AN7-AN0) en todos los modos operantes.

En el modo expandido no-multiplexado, todas las patas del puerto F actúan como la parte baja de la dirección (A7-A0) del *bus* de direcciones, y accesos al puerto F son tratados como accesos externos.

El puerto G es un puerto E/S de propósito general de 8 bits con un registro de datos (PORTG) y un registro de dirección de los datos (DDRG). Los 4 bits superiores son opcionalmente usables como salidas de *chip select* en modos expandidos. Cuando cualquiera de esas líneas no está siendo usada para un *chip select*, ésta puede ser usada como una línea de E/S de propósito general. El puerto G tiene un modo de OR alambrada para facilitar la prueba.

### Memorias

La Figura III-8 ilustra el mapa de memoria para cada uno de los cuatro modos de operación que son para el modo *Single-chip*, para el Expandido no multiplexado, para el *Bootstrap* y para el modo Prueba.

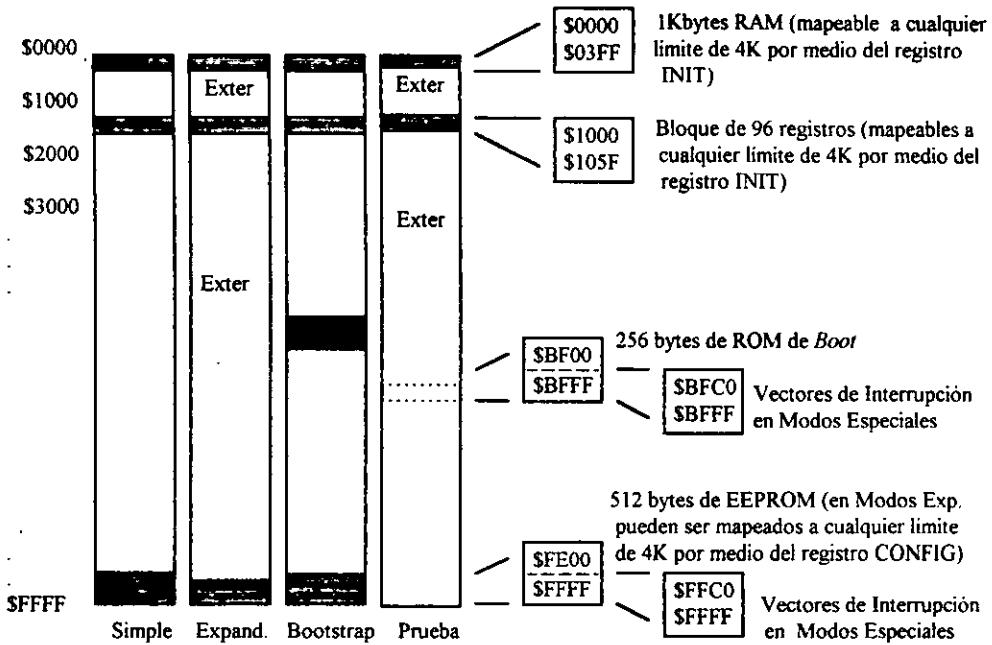


Figura III-8. Mapa de memoria

### ROM

En el HC11F1 sólo existen 192 bytes de ROM interna llamada ROM cargadora de *boot*. Este es un programa que se emplea en modo *Bootstrap* para cargar un programa de control desde la computadora personal. En el modo Expandido no multiplexado esta ROM cargadora de *boot* es deshabilitada y no ocupa espacio en los 64 Kbytes direccionables de memoria externa; que es la capacidad disponible para el usuario.

### RAM

Dentro del circuito integrado que constituye el HC11 hay 1 Kbyte de memoria RAM estática. La RAM es mapeable en memoria a cualquier límite de 4 Kbyte de direcciones. La RAM se mantiene en la dirección que se le asigna por *default* después de un *reset*.

*EEPROM*

En el HC11 se disponen de 512 bytes de memoria EEPROM la cual puede ser usada de la misma forma que la ROM pero que ofrece otras posibilidades. Esta memoria puede ser mapeada en cualquier limite de 4 Kbytes manipulando el registro CONFIG.

Registros de control y estado

Hay 96 registros de control y estado que son usados para controlar la operación del MC. Los registros pueden ser relocalizados a cualquier limite o lindero de 4 Kbytes en memoria, pero la localización por *default* después de un *reset* es de \$1000-\$105F. Para indicar cualquier registro remapeable éste comienza con un uno en letra tipo *Bold*. La Tabla III-9 es una lista completa de registros y direcciones reservadas que comprenden el bloque de registros de control y estado en memoria.

|        |        |        |        |        |        |        |       |       |                              |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|------------------------------|
| \$1000 | PA7    | PA6    | PA5    | PA4    | PA3    | PA2    | PA1   | PA0   | Puerto A E/S del Puerto A    |
| \$1001 | DDA7   | DDA6   | DDA5   | DDA4   | DDA3   | DDA2   | DDA1  | DDA0  | DDRG Direc de Dat. Puerto A  |
| \$1002 | PG7    | PG6    | PG5    | PG4    | PG3    | PG2    | PG1   | PG0   | Puerto G E/S del Puerto G    |
| \$1003 | DDG7   | DDG6   | DDG5   | DDG4   | DDG3   | DDG2   | DDG1  | DDG0  | DDRG Direc de Dat. Puerto G  |
| \$1004 | PB7    | PB6    | PB5    | PB4    | PB3    | PB2    | PB1   | PB0   | Puerto B E/S del Puerto B    |
| \$1005 | PF7    | PF6    | PF5    | PF4    | PF3    | PF2    | PF1   | PF0   | Puerto F E/S del Puerto F    |
| \$1006 | PC7    | PC6    | PC5    | PC4    | PC3    | PC2    | PC1   | PC0   | Puerto C E/S del Puerto C    |
| \$1007 | DDC7   | DDC6   | DDC5   | DDC4   | DDC3   | DDC2   | DDC1  | DDC0  | DDRC Direc de Dat. Puerto C  |
| \$1008 | 0      | 0      | PD5    | PD4    | PD3    | PD2    | PD1   | PD0   | PORTD E/S del Puerto D       |
| \$1009 | 0      | 0      | DDD5   | DDD4   | DDD3   | DDD2   | DDD1  | DDD0  | DDRD Direc de Dat. Puerto D  |
| \$100A | PE7    | PE6    | PE5    | PE4    | PE3    | PE2    | PE1   | PE0   | PORTE E/S del Puerto E       |
| \$100B | FOC1   | FOC2   | FOC3   | FOC4   | FOC5   | 0      | 0     | 0     | CFORC Reg. de Fuerza de Com. |
| \$100C | OC1M7  | OC1M6  | OC1M5  | OC1M4  | OC1M3  | 0      | 0     | 0     | OC1M OC1 Reg. Masc. Acc.     |
| \$100D | OC1D7  | OC1D6  | OC1D5  | OC1D4  | OC1D3  | 0      | 0     | 0     | OC1D OC1 Reg. Dat. Acc.      |
| \$100E | Bit 15 | Bit 14 | Bit 13 | Bit 12 | Bit 11 | Bit 10 | Bit 9 | Bit 8 | TCNT Reg. Contador Temp.     |
| \$100F | Bit 7  | Bit 6  | Bit 5  | Bit 4  | Bit 3  | Bit 2  | Bit 1 | Bit 0 |                              |
| \$1010 | Bit 15 | Bit 14 | Bit 13 | Bit 12 | Bit 11 | Bit 10 | Bit 9 | Bit 8 | TTC1 Reg. Capt Entr. 1       |
| \$1011 | Bit 7  | Bit 6  | Bit 5  | Bit 4  | Bit 3  | Bit 2  | Bit 1 | Bit 0 |                              |

|        |        |        |        |        |        |        |       |       |       |   |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|---|
| \$1012 | Bit 15 | Bit 14 | Bit 13 | Bit 12 | Bit 11 | Bit 10 | Bit 9 | Bit 8 | TIC2  | Reg. Capt. Entr. 2                        |
| \$1013 | Bit 7  | Bit 6  | Bit 5  | Bit 4  | Bit 3  | Bit 2  | Bit 1 | Bit 0 |       |   |
| \$1014 | Bit 15 | Bit 14 | Bit 13 | Bit 12 | Bit 11 | Bit 10 | Bit 9 | Bit 8 | TIC3  | Reg. Entr. Capt. 3                        |
| \$1015 | Bit 7  | Bit 6  | Bit 5  | Bit 4  | Bit 3  | Bit 2  | Bit 1 | Bit 0 |       |   |
| \$1016 | Bit 15 | Bit 14 | Bit 13 | Bit 12 | Bit 11 | Bit 10 | Bit 9 | Bit 8 | TOC1  | Reg. Comp. Sal 1                          |
| \$1017 | Bit 7  | Bit 6  | Bit 5  | Bit 4  | Bit 3  | Bit 2  | Bit 1 | Bit 0 |       |   |
| \$1018 | Bit 15 | Bit 14 | Bit 13 | Bit 12 | Bit 11 | Bit 10 | Bit 9 | Bit 8 | TOC2  | Reg. Comp. Sal. 2                         |
| \$1019 | Bit 7  | Bit 6  | Bit 5  | Bit 4  | Bit 3  | Bit 2  | Bit 1 | Bit 0 |       |   |
| \$101A | Bit 15 | Bit 14 | Bit 13 | Bit 12 | Bit 11 | Bit 10 | Bit 9 | Bit 8 | TOC3  | Reg. Comp. Sal. 3                         |
| \$101B | Bit 7  | Bit 6  | Bit 5  | Bit 4  | Bit 3  | Bit 2  | Bit 1 | Bit 0 |       |   |
| \$101C | Bit 15 | Bit 14 | Bit 13 | Bit 12 | Bit 11 | Bit 10 | Bit 9 | Bit 8 | TOC4  | Reg. Comp. Sal. 4                         |
| \$101D | Bit 7  | Bit 6  | Bit 5  | Bit 4  | Bit 3  | Bit 2  | Bit 1 | Bit 0 |       |   |
| \$101E | Bit 15 | Bit 14 | Bit 13 | Bit 12 | Bit 11 | Bit 10 | Bit 9 | Bit 8 | TI405 | Reg. Capt Entr. 4<br>Reg. Comp. Sal. 5    |
| \$101F | Bit 7  | Bit 6  | Bit 5  | Bit 4  | Bit 3  | Bit 2  | Bit 1 | Bit 0 |       |   |
| \$1020 | OM2    | OL2    | OM3    | OL3    | OM4    | OL4    | OM5   | OL5   | TCTL1 | Reg. Cont. Timer 1                        |
| \$1021 | EDG4B  | EDG4A  | EDG1B  | EDG1A  | EDG2B  | EDG2A  | EDG3B | EDG3A | TCTL2 | Reg. Cont. Timer 2                        |
| \$1022 | OC11   | OC21   | OC31   | OC41   | 14O51  | IC11   | IC21  | IC31  | TMSK1 | Reg Masc Inter Tim 1                      |
| \$1023 | OC1F   | OC2F   | OC3F   | OC4F   | 14O5F  | IC1F   | IC2F  | IC3F  | TFLG1 | Reg. Ban. Inter. Tim. 1                   |
| \$1024 | TO1    | RT11   | PA0V   | PA11   | 0      | 0      | PR1   | PR0   | TMSK2 | Reg Masc Inter Tim 2                      |
| \$1025 | TOF    | RT1F   | PA0VF  | PA1F   | 0      | 0      | 0     | 0     | TFLG  | Reg. Ban. Inter. Tim 2                    |
| \$1026 | 0      | PAEN   | PAM0D  | PEDGE  | 0      | 14/O5  | RTR1  | RTR0  | PACTL | Reg Cont Acc Pulsos                       |
| \$1027 | Bit 7  | Bit 6  | Bit 5  | Bit 4  | Bit 3  | Bit 2  | Bit 1 | Bit 0 | PACNT | Reg Cont Acc Pulsos<br>Reg. Cont. del SPI |
| \$1028 | SPIE   | SPE    | DWOM   | MSTR   | CPOL   | CPHA   | SPR1  | SPR0  |       |   |
| \$1029 | SPIF   | WCOL   | 0      | MODF   | 0      | 0      | 0     | 0     | SPSR  | Reg. Est. del SPI                         |
| \$102A | Bit 7  | Bit 6  | Bit 5  | Bit 4  | Bit 3  | Bit 2  | Bit 1 | Bit 0 | SPDR  | Reg. Dat. del SPI                         |
| \$102B | TCRL   | 0      | SCP1   | SCP0   | RCKB   | SCR2   | SCR1  | SCR0  | BAUD  | Cont. Tas Baud del SC1                    |
| \$102C | R8     | TR     | 0      | M      | WAKE   | 0      | 0     | 0     | SCCR1 | Reg. Cont. SC1 1                          |
| \$102D | TIE    | TCIE   | RIE    | ILIE   | TE     | RE     | RWU   | SBK   | SCCR2 | Reg. Cont. SC1 2                          |
| \$102E | TDRE   | TC     | RDRF   | IDLE   | OR     | NF     | FE    | 0     | SCSR  | Reg. Estado SC1                           |
| \$102F | Bit 7  | Bit 6  | Bit 5  | Bit 4  | Bit 3  | Bit 2  | Bit 1 | Bit 0 | SCDR  | Dat SC1 Lec RDR Esc TDR1                  |
| \$1030 | CCF    | 0      | SCAN   | MULT   | CD     | CC     | CB    | CA    | ADCTL | Reg. Cont. del A/D                        |
| \$1031 | Bit 7  | Bit 6  | Bit 5  | Bit 4  | Bit 3  | Bit 2  | Bit 1 | Bit 0 | ADR1  | Reg. Resul. del A/D 1                     |
| \$1032 | Bit 7  | Bit 6  | Bit 5  | Bit 4  | Bit 3  | Bit 2  | Bit 1 | Bit 0 | ADR2  | Reg. Resul. del A/D 2                     |
| \$1033 | Bit 7  | Bit 6  | Bit 5  | Bit 4  | Bit 3  | Bit 2  | Bit 1 | Bit 0 | ADR3  | Reg. Resul. del A/D 3                     |
| \$1034 | Bit 7  | Bit 6  | Bit 5  | Bit 4  | Bit 3  | Bit 2  | Bit 1 | Bit 0 | ADR4  | Reg. Resul. del A/D 4                     |

|        |       |       |       |       |       |       |       |       |                                     |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------------------------|
| \$1035 | 0     | 0     | 0     | PTCON | BPRT3 | BPRT2 | BPRT1 | BPRT0 | BPROT Reg Prot Bloq EEPROM          |
| \$1036 |       |       |       |       |       |       |       |       | RESERVADO                           |
| \$1037 |       |       |       |       |       |       |       |       | RESERVADO                           |
| \$1038 | GW0M  | CW0M  | CLK4X | -     | -     | -     | -     | -     | OPT2 reg. 2 Opciones Conf Sist      |
| \$1039 | ADPU  | CSEL  | IRQE  | DLY   | CME   | FCME  | CR1   | CR0   | OPTION Opcio Conf Sist              |
| \$103A | Bit 7 | Bit 6 | Bit 5 | Bit 4 | Bit 3 | Bit 2 | Bit 1 | Bit 0 | COPRST Circ Tim COP                 |
| \$103B | ODD   | EVEN  | 0     | BYTE  | ROW   | ERASE | EELAT | EEPGM | PPROG Reg. Cont. Prog. EEPROM       |
| \$103C | RBOOT | SMOD  | MDA   | JRV   | PSEL3 | PSEL2 | PSEL1 | PSEL0 | HPRIO Intr. Bit Alta Prior. y Misc. |
| \$103D | RAM3  | RAM2  | RAM1  | RAM0  | REG3  | REG2  | REG1  | REG0  | INIT Reg. Mapeo RAM y I/O           |
| \$103E | TILOP | -     | OCCR  | CBYP  | DISR  | FCM   | FCOP  | -     | TEST1 Reg. Cont. Fact. Test         |
| \$103F | EE3   | EE2   | EE1   | EE0   | 1     | NOCOP | 1     | EEON  | CONFIG Habilita COP ROM y EEP       |
| \$1040 |       |       |       |       |       |       |       |       | RESERVADO                           |
| TO     |       |       |       |       |       |       |       |       |                                     |
| \$105B |       |       |       |       |       |       |       |       | RESERVADO                           |
| \$105C | IO1SA | IO1SB | IO2SA | IO2SB | GSTHA | GSTHB | PSTHA | PSTHB | CSSTRH Reg. Stret. Relj. Chip-Selec |
| \$105D | IO1EN | IO1PL | IO2EN | IO2PL | GCSPR | PCSEN | PSIZA | PSIZB | CSCTL Reg. Cont. Chip-Selec         |
| \$105E | GA15  | GA14  | GA13  | GA12  | GA11  | GA10  | -     | -     | CSGADR Reg. Dir. Chip-Selec PG      |
| \$105F | IO1AV | IO2AV | -     | GNPOL | GAVLD | GSIZA | GSIZA | GSIZC | CSGSIZ Reg. MedC-Sde PG             |

Tabla III-9. Bloque de registros de control

Para el caso de que un recurso interno lucha con un recurso externo, no hay resultados dañinos del conflicto. La información de dispositivos externos no está adaptada al bus de datos interno, así esto no puede interferir con la lectura interna.

### Diseño del módulo de control

Habiendo explicado las funciones y constitución del MC68HC11F1 enseguida se muestra cómo se emplearon dichos recursos, en el diseño de este módulo de control.

## Modo de operación

El modo de operación seleccionado en el cual va a trabajar el microcontrolador es el modo normal de operación expandido no multiplexado. La razón por la que se eligió este modo de operación fue por que el programa que controla las funciones del sistema, sobrepasa la capacidad de memoria EEPROM disponible dentro del microcontrolador que es de 512 bytes. En el modo expandido no multiplexado se pueden direccionar hasta 64 Kbytes de direcciones externas.

Cabe señalar que el modo *bootstrap* se utilizó junto con el programa PCBUG11 en la etapa de diseño para las pruebas y desarrollo de los dispositivos de interacción externa. En el modo Prueba y *single-chip* no fueron empleados.

Al seleccionar el modo expandido no multiplexado los puertos B y F quedan fijos en su función como *bus* de direcciones. El puerto C queda fijo como el *bus* de datos de E/S.

Aunque la obtención del circuito completo del módulo de control, fue al final de la etapa de diseño y pruebas; a continuación se presenta éste en la siguiente Figura III-9, con el fin de lograr una mejor explicación del trabajo realizado en cada una de las partes del módulo.

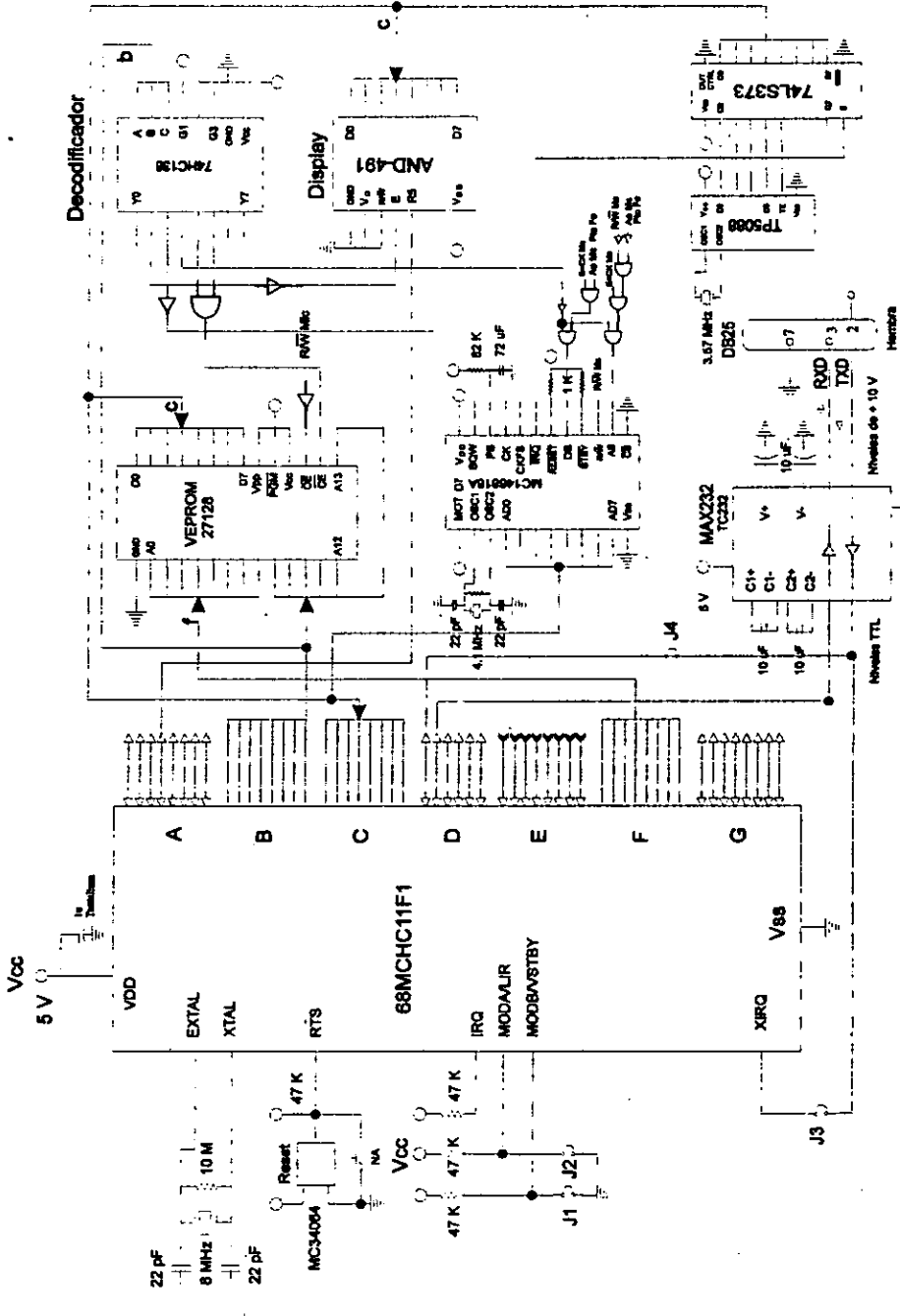


Figura III-9. Diagrama del circuito del módulo de control.

## Comunicación con la PC

Para la etapa de diseño el modo *Bootstrap* fue muy útil, ya que con la ayuda de una computadora personal y una memoria borrable, permitió hacer varias pruebas y las correcciones que se requerían hacer en el módulo de control. Esto se realizó mientras la memoria RAM de 1 Kbytes fue suficiente para guardar el programa de control o programas de prueba.

Para establecer la comunicación con la PC se utilizó el programa PCBUG11 y se ensambló un conector DB25 a las patas correspondientes a las señales RXD y TXD que pertenecen al puerto D en su función como interfase de comunicaciones serial. Estas dos señales antes de llegar al conector pasan cada una a través de los *buffers* del integrado MAX232. Ya con el conector ensamblado, se conectó a uno de los puertos seriales de la computadora personal. La conexión anterior se puede apreciar en el diagrama del circuito del módulo de control en la Figura III-9.

## Temporización

La temporización del módulo de control se realiza de dos formas: la propia del microcontrolador y aquella que se toma como referencia para el funcionamiento adecuado de la simulación de casa habitada.

Para proporcionar la señal de reloj al microcontrolador se eligió un cristal de 8 MHz con un arreglo de capacitores de 22 pF y una resistencia de 10 MOhms, como se puede apreciar en la Figura III-9. Esta frecuencia es la más alta a la que puede operar el microcontrolador.

Para el correcto funcionamiento de los dispositivos que son programables en horario y fecha de encendido, que integran el modo de simulación; se requiere de un circuito que se encargue de llevar la cuenta del horario y la fecha.

El circuito escogido para este propósito, es el MC146818A (ver Figura III-9) el cual es un reloj de tiempo real (RTC) con RAM. Cuenta con las siguientes características: un reloj de tiempo de día completo con alarma y un calendario de 100 años, una interrupción



periódica programable con un generador de onda cuadrada, y cincuenta bytes de RAM estática de bajo consumo de energía. Este dispositivo libera al microcontrolador de la labor de llevar la fecha y la hora en tiempo real, para así lograr una mejor operación como sistema de seguridad.

Este reloj de tiempo real cuenta con 64 bytes de RAM de los cuales 50 son de propósito general, 10 son para guardar los datos actuales del calendario, del tiempo y la alarma y los últimos cuatro son registros de control y estado.

Para su correcta función el RTC requiere de una señal de reloj de entre tres opciones: 4.194304 MHz, 1.048578 MHz, 32.768 KHz. Se eligió trabajar con un cristal de 4.194304 MHz.

Entre las primeras labores que realiza el microcontrolador MC68H11F1 al ser encendido el sistema, es encargarse de elegir los modos de operación en los cuales va a trabajar el RTC. También se encarga de inicializar los datos del calendario, horario y alarma, ya que estos registros al energizarse RTC contienen basura. Para trabajar con el RTC se seleccionó manejar la información en BCD, y el horario de las 0 a 23 hrs. Las anteriores elecciones se realizaron poniendo un "0" en los bits DV2, DV1, DV0 del registro A de control del RTC, y un "1" en los bits DM y 24/12 del registro B respectivamente. El acceso a los bits de estos registros puede realizarse en cualquier momento. Los demás bits de estos registros no fueron usados.

La inicialización o actualización de los 10 registros de calendario, horario y alarma; se realiza poniendo un "1" en el bit SET el registro B del RTC, mientras no esté ocurriendo un ciclo de actualización. El activar el bit SET de esta forma detiene precisamente las actualizaciones y se puede realizar dicha actualización o inicialización. Después de hacer esto se pone en un "0" para liberar los ciclos de actualización.

Este reloj de tiempo real cuenta con dos banderas que le sirven como herramientas para poder determinar en qué momento realizar la inicialización. Estos bits-bandera son el UIP (*Update In Progress*) y el bit UF (*Update-ended interrupt Flag*); el primer bit indica cuando se está realizando el ciclo de actualización y el segundo indica el fin de este mismo ciclo.

Así con la incorporación de este reloj el módulo de control cuenta con las ventajas de la tecnología CMOS que son: bajo consumo de energía y alta velocidad, así con la posibilidad de llevar la cuenta en segundos, minutos y horas del día, así como días de la semana, fecha, mes y año. Todos estos datos son desplegados por medio de los dispositivos de interacción externa que más adelante serán explicados.

Este reloj de tiempo real ofrece también otras dos funciones: el ajuste para obtener el horario de verano, así como la compensación de año bisiesto automático.

### Almacenamiento

La longitud del programa de control es un poco mayor a los 8 Kbyte. Para contener un programa de esta longitud y para cumplir con las necesidades del prototipo y por ser la más comercial de las memorias reprogramables; se eligió una memoria UVEPROM (*ultra violet erasable programmable read only memory*) de 16 Kbyte como memoria externa. La elección de una UVEPROM se facilitó ya que se contaba con el equipo para programación y borrado de este tipo de memorias.

La UVEPROM elegida fue TM27C128 (ver Figura III-9). Esta memoria tiene una organización de 16 K x 8 bits, sus entradas/salidas son compatibles con TTL, cuenta con un tiempo mínimo de acceso 250 ns y está elaborada con tecnología CMOS que consume poca energía; ya que en un estado activo tiene un consumo de 158 mW en el peor caso. Esta memoria es direccionada por el microcontrolador a través de los puertos B y F y los datos se manejan por el puerto C.

El microcontrolador está trabajando en el modo expandido no multiplexado. Por esta razón el mapeo es externo. Este mapeo externo tiene una extensión de direcciones de 64 Kbyte. Dentro de este rango de direcciones se posicionan todos los elementos que constituyen el sistema: la memoria RAM, los dispositivos de interacción externa, los dispositivos de comunicación externa, el RTC y la UVEPROM. En la siguiente Figura III-10 se muestra el mapa de memoria resultante.

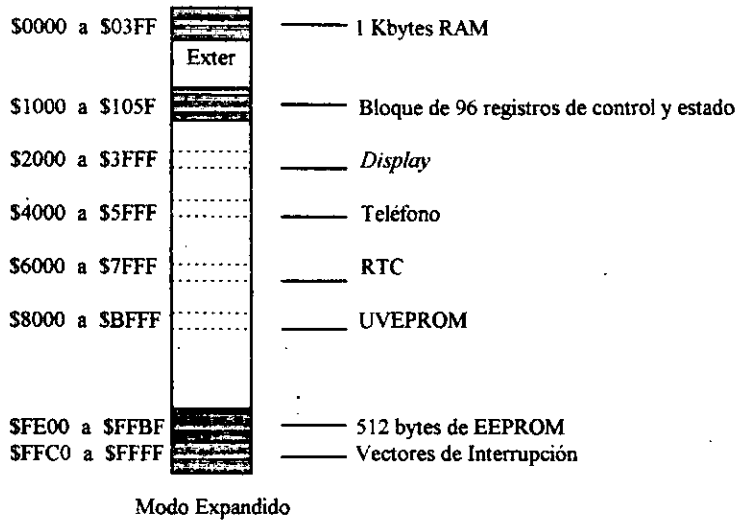


Figura III-10. Mapa de memoria

En el mapa de la Figura III-10 aparecen colocados dispositivos que posteriormente se aclarará su funcionamiento en el sistema.

### Dispositivos de interacción externa

Para que el módulo de control pueda interactuar con el usuario y con el resto de los módulos del sistema; se desarrollaron dispositivos de interacción externa. Los cuales son: el *display*, el teclado, el circuito activador de simulación, la alarma discreta, la alarma de pánico, el circuito bloqueador de teclado / selector de reloj, la chapa bancaria y el *switch* interno / visualizador del modo asalto. En seguida se menciona la función, el diseño y el por qué del desarrollo de cada uno de estos elementos.

Para proporcionarle al usuario información sobre el estado del sistema se incorporó en el módulo de control, el *display* AND-491 (ver Figura III-9). Este *display* es una ventaja sobre los LEDs; ya que éste despliega letreros que pueden llegar a ser de hasta 32 caracteres. Lo anterior se puede apreciar en la siguiente Figura III-11. Estos letreros indican el estado actual del sistema, la fecha y hora o el nombre de la zona que fue violentada en

caso de asalto,. Esto último es muy importante porque el usuario tiene conocimiento de la posición y la dirección del intruso.

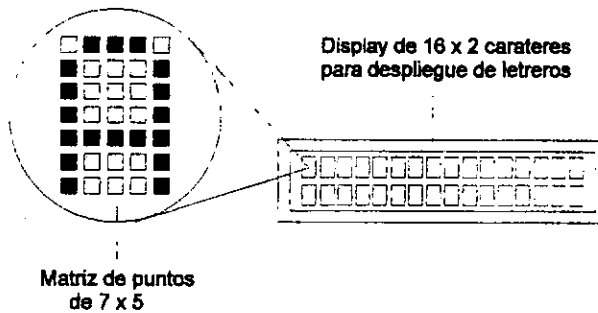


Figura III-11. Carátula display AND-491

El *display* está conectado al microprocesador a través del *bus* de datos. La pata de R/W tanto del *display* como el microcontrolador se conectan. Este *display* es habilitado a través de los circuitos de interconexión.

El teclado es otro dispositivo para la interacción con el usuario. Mediante el teclado el usuario puede personalizar el sistema programando, el número de zonas, el nombre de las zonas, el número de dispositivos de simulación con sus horarios de encendido y apagado, los números telefónicos, etc.. La programación será explicada detalladamente en el Capítulo IV.

Para el diseño se optó por un teclado de cinco botones, teniendo en cuenta que se debía de escoger un dispositivo de entrada al sistema, que fuera lo menos costoso, voluminoso y lo más sencillo para el usuario. Cuatro de estos botones sirven para moverse dentro de un diagrama de árbol (arriba, abajo, izquierda y derecha) y uno para aceptar alguna operación efectuada (central). Dos de los cuatro primeros botones (arriba y abajo), se utilizan en la región de programación para las letras del nombre y los dígitos del número o la opción deseada en algún menú de opciones. Las funciones del teclado dentro del árbol de programación serán explicadas más detalladamente en el Capítulo IV. La lógica que las teclas siguen, según su posición, se puede apreciar en la siguiente Tabla III-10.

| DIRECCIÓN | BIT Pto D | D5 | D4 | D3 | D2 | D1 | D0 | HEXA |
|-----------|-----------|----|----|----|----|----|----|------|
| IZQUIERDA | D0        | *  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 01   |
| DERECHA   | D1        | *  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 02   |
| ABAJO     | D2        | *  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 04   |
| ARRIBA    | D3        | *  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 08   |
| ENTER     | D4        | *  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 10   |

Tabla III-10. Asignación de los botones

El puerto D del microcontrolador fue elegido para recibir las señales provenientes de los botones del teclado. Así del bit cero al bit cuatro están fijas para el uso del teclado, quedando libre sólo el bit cinco del puerto. Lo anterior se puede apreciar en la Tabla III-11.

| Función                     | Bit del Puerto D | Tipo de Señal | Bit de Configuración Para el DDRD |
|-----------------------------|------------------|---------------|-----------------------------------|
| Botón Izquierdo del Teclado | b0               | E             | 0                                 |
| Botón Derecho del Teclado   | b1               | E             | 0                                 |
| Botón Abajo del Teclado     | b2               | E             | 0                                 |
| Botón Arriba del Teclado    | b3               | E             | 0                                 |
| Botón Enter del Teclado     | b4               | E             | 0                                 |
| LED Indicador de ModoActivo | b5               | S             | 1                                 |

Tabla III-11. De configuración el puerto D

Como se puede ver en la Tabla III-11, el puerto D casi en su totalidad está asignado al manejo del teclado, con el cual se puede programar el sistema y navegar a través del mismo. Para la incorporación de cada botón sólo se requirió una resistencia. En la Figura III-12 se aprecia el circuito de un botón del teclado. En éste se muestra la resistencia que limita la corriente de fuga mientras se pulsa el botón. Cada botón cuenta con un circuito similar.

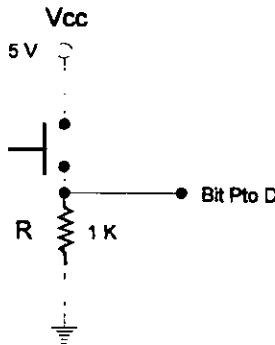


Figura III-12. Diagrama del circuito del teclado

Para que el sistema pueda realizar la función de simulación, aparte de desarrollar el *software* que haga posible esto; se cuenta con circuitos activadores de dispositivos. Estos activadores tienen el objetivo de controlar aparatos eléctricos y electrónicos que son usados en el hogar como dispositivos de simulación de una casa habitada. El circuito que controla dichos dispositivos está constituido con un MOC que desacopla la parte electrónica de la etapa de potencia. El circuito se diseñó para encender aparatos que presenten tanto cargas resistivas como inductivas. Las hojas de especificaciones de Motorola para los MOCs recomienda para cargas inductivas el circuito alambrado como se muestra en la Figura III-13. Este circuito fue diseñado para el peor caso; en él se pretende encender un motor con un factor de potencia de hasta 0.1 representado por la inductancia (L) en el diagrama del circuito.

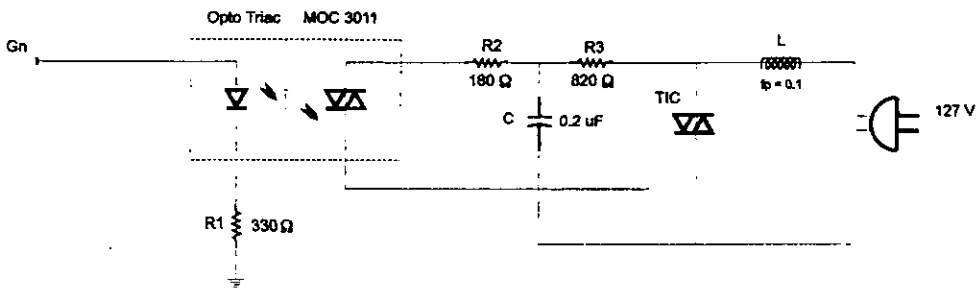


Figura III-13. Diagrama de circuito activador de dispositivos externos

La simulación cuenta con seis dispositivos para la realización de la misma. Para que el módulo de control pueda enviar los pulsos que activen los dispositivos externos, se eligió el puerto G para este propósito. La configuración y función de los bits del puerto G se muestra en la siguiente Tabla III-12.

| <b>Función</b>                      | <b>Bit del Puerto G</b> | <b>Tipo de Señal</b> | <b>Bit de Configuración Para el DDRG</b> |
|-------------------------------------|-------------------------|----------------------|--|
| Dispositivo de Simulación           | b0                      | S                    | 1  |
| Dispositivo de Simulación           | b1                      | S                    | 1  |
| Dispositivo de Simulación           | b2                      | S                    | 1  |
| Dispositivo de Simulación           | b3                      | S                    | 1  |
| Dispositivo de Simulación           | b4                      | S                    | 1  |
| Dispositivo de Simulación por Fecha | b5                      | S                    | 1  |
| Alarma de Pánico                    | b6                      | S                    | 1  |
| Bit Libre                           | b7                      | S                    | 1  |

Tabla III-12. Configuración del puerto G

En la Tabla III-12 anterior aparecen los bits del puerto G selectos para la simulación (b0 al b5). Los bits b6 y b7 pertenecen al funcionamiento de la alarma de pánico que a continuación se explica.

Para la señalización sonora de algún estado de alarma se tienen dos dispositivos: una bocina y un *buzzer*. Estos dos dispositivos sonoros actuarán de acuerdo con el caso previamente programado por el usuario. Se recomienda programar la alarma de pánico (bocina) sólo en aquellas situaciones cuando la vida de alguna persona no corra peligro. Y utilizar la alarma discreta en todas las situaciones de alerta y peligro.

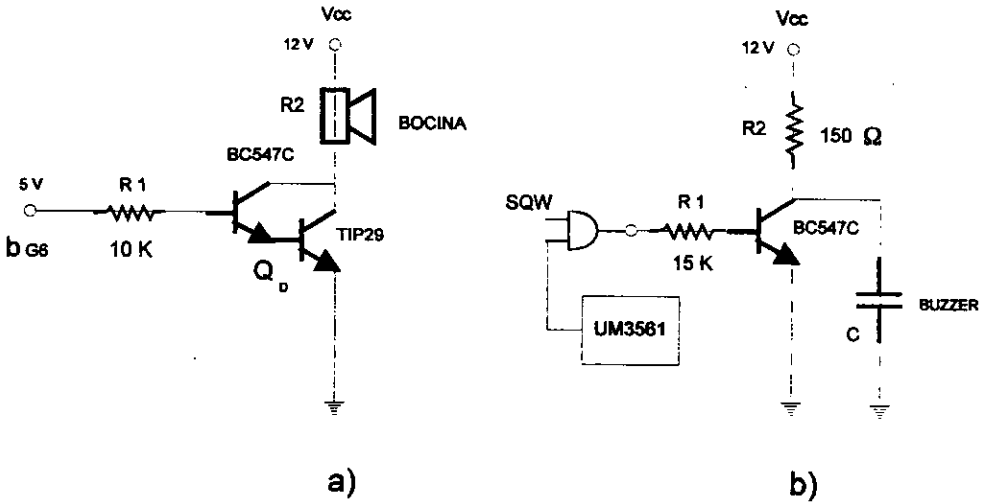


Figura III-14. Diagramas de los circuitos de alarma de pánico y discreta respectivamente

Cuando se presenta el pulso de 5 Vcd en la base de los transistores de los circuitos que aparecen en la Figura III-14; estos entran en saturación. Teniendo en cuenta esto último, sólo se calculó la corriente en la base necesaria para asegurar la saturación.

En el circuito a) de la Figura III-14. Con análisis de mallas y la ley de Ohm se puede obtener la corriente de colector de saturación:

$$V = R.I \dots\dots\dots (F. 3-1)$$

con  $R_2 = 44.4 \text{ Ohms}$

$$I_{cs} = (V_{cc} - V_{cesat}) / R_2$$

$$= (12 - 0.9) / 44.4 \text{ Ohms} = 250 \text{ mA}$$

La corriente de base de saturación es:

$$I_{bs} = I_{cs} / \beta \dots\dots\dots (F. 3-2)$$



La  $\beta$  del *darlington* es el producto de las betas del BC547C de 400 y la del TIP29 de 25 lo que nos da:

$$\beta_{darlington} = 400 \times 25 = 10000$$

por lo que  $I_{bs} = 250 \text{ mA} / 10000 = 25 \text{ uA}$

Así proponiendo una  $R1$  que asegure la saturación se tiene que

$$\begin{aligned} R1 &= (V_{g6} - V_b) / I_{bs} \dots\dots\dots (F. 3-3) \\ &= (5 - 1.4) / 25 \text{ uA} = 144 \text{ KOhms} \end{aligned}$$

proponiendo una resistencia menor para asegurar saturación

con  $R1 = 10 \text{ KOhms}$ ,  $I_{bs} = 0.36 \text{ mA}$  suficientes para saturación

Para el caso b)

Podemos ver que la señal que entra a la base del transistor proviene de una compuerta AND que a su vez recibe dos señales: una es de 4 KHz que es la señal SQW del reloj de tiempo real MC685418A y una señal variable de 540-3 KHz del circuito UM3561 generador de tonos.

Como el *buzzer* es capacitivo presenta un valor de 70 nF, se debe calcular la  $\tau$  (Tao) para que la carga y la descarga del mismo pueda realizarse sin ninguna dificultad a la frecuencia de 4 KHz de la señal de SQW, para aprovechar mejor la potencia del circuito.

Si la frecuencia de la señal cuadrada es de 4 KHz, el periodo estará dado por:

$$\begin{aligned} T &= 1 / F \dots\dots\dots (F. 3-4) \\ &= 1 / 4 \text{ K} = 250 \text{ us} \end{aligned}$$

Así se obtiene la mitad del periodo que corresponde al tiempo que dura el nivel alto y bajo de la señal y es el tiempo durante el cual se puede cargar el *buzzer*, ya que la descarga es instantánea a través del transistor:

$$T_{1/2} = 125 \text{ us}$$

Por lo tanto para asegurar una carga rápida se consideró cargar al *buzzer* capacitivo a 1/3 de la mitad del periodo, es decir 42 us. Y si además se considera que a  $5 \tau$  un capacitor está completamente cargado entonces:

$$\tau = 42 \text{ us} / 5 = 8.4 \text{ us}$$

$$\text{entonces: } R = \tau / C \dots\dots\dots(F. 3-5)$$

$$\text{Sustituyendo: } R = 8.4 \text{ us} / 70 \text{ nF} = 120 \text{ Ohms}$$

Así para proteger de una corriente muy grande:  $R = 150 \text{ Ohms}$

Ya con este valor se realizó el mismo procedimiento de cálculo de corriente de saturación del inciso a) y se obtuvieron los valores que aparecen en la figura III-14 b).

Al existir la posibilidad de entrar a programación por medio del teclado, ésta puede ser una forma de deshabilitar el sistema desde dentro de la casa; ya sea premeditadamente por algún individuo o accidentalmente por un niño o persona curiosa. Por esta razón se ideó un circuito que, al ser activado pulsando un botón, deshabilita el teclado y despliega en el *display* la hora y fecha actuales. Para habilitar nuevamente el teclado, se pulsa otra vez el botón. Este *push-boton* es de tamaño pequeño y está colocado muy discretamente.

En la Figura III-15 podemos ver el circuito que habilita y deshabilita el teclado. Este es muy simple y la resistencia que ocupa limita la corriente de fuga, asegura el cero lógico cuando no se activa y el uno lógico al pulsar el *push-boton*.

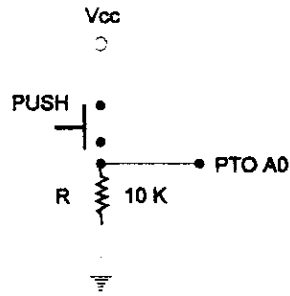


Figura III-15. Diagrama del circuito conmutador fecha / letrero

Debido a que entrar y salir de la casa son acciones muy frecuentes; para no tener que neutralizar el sistema al realizarlas, éste puede entrar en un estado llamado asalto tipo B permitiendo la entrada y salida con un cierto nivel de supervisión sin tener que neutralizar el sistema. El asalto tipo B inicia operación cuando se entra por la puerta principal conmutando una chapa bancaria externa a la casa o cuando se oprime un switch oculto interno, avisando con esto que se va a entrar o salir. Al iniciar la operación el asalto tipo B se activará una cuenta regresiva esperando una señal de confirmación que indica que la entrada o la salida se efectuó sin problemas, si la señal no se recibe, esto se tomará como una situación de alerta y se procederá con la rutina de alarma programada previamente para tal eventualidad.

Como se puede ver en la figura III-16 también aquí la resistencia limita la corriente de fuga, asegurando el uno y cero lógico al pulsar el botón.

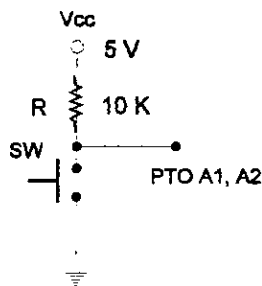


Figura III-16. Conmutador de asalto A/B

Una vez que se han explicado la función el diseño y la construcción de los dispositivos de interacción externa; se puede mostrar la asignación de cada bit del puerto A que corresponden a cada uno de estos dispositivos y que permiten la interacción entre el microcontrolador y éstos.

El módulo de control emplea el puerto A como un puerto de E/S de propósito general. La configuración así como la función designada se muestran en la siguiente Tabla III-13.

| Función                             | Bit del Puerto A | Tipo de Señal | Bbit de Configuración Para el DDRA |
|-------------------------------------|------------------|---------------|------------------------------------|
| Switch, que Elige Reloj             | b0               | E             | 0                                  |
| Monitoreo Chapa Bancaria            | b1               | E             | 0                                  |
| Switch que Elige Asalto B           | b2               | E             | 0                                  |
| Controla el RS del Display          | b3               | S             | 1                                  |
| Habilita Línea Telefónica           | b4               | S             | 1                                  |
| Indicador de Edo.Línea de 127 V     | b5               | E             | 0                                  |
| Indicador de Edo.Línea Telefónica   | b6               | E             | 0                                  |
| Supervisor de Edo. Línea Telefónica | b7               | E             | 0                                  |

E = Bit del puerto configurado como entrada. S = Bit del puerto configurado como salida.

Tabla III-13. Configuración del puerto A

Los bits b0, b1, b2 y b3 del puerto A están asignados a los dispositivos de interacción externa. Cabe aclarar que el RS del *display* es un bit de control del *display* que le indica al mismo si el dato que le está enviando el microcontrolador es un carácter o un comando.

En la Tabla III-13 anterior aparecen varias funciones asignadas a bits del puerto A que corresponden a otros módulos y más adelante serán explicadas detalladamente, estos son los bits del 4 al 7.

## Dispositivos de interconexión

Existen diferentes dispositivos que interactúan con el microcontrolador, cada uno de estos circuitos periféricos se encuentran mapeados dentro de la memoria externa que puede mapear el microcontrolador a un espacio de 8 Kbytes. Antes de accederlos el microcontrolador manda la dirección correspondiente por el *bus* de direcciones. Para habilitarlos se hizo necesario diseñar la lógica de decodificación que permita interpretar las señales y habilite el circuito adecuado; Se hizo el diseño con un decodificador, teniendo en cuenta la siguiente Tabla III-14 de dispositivos.

| Líneas de Selección (Entradas) |     |     | Líneas de Salida |    |    |    |    |    |    |    | Direc Inicial | Direc Final | Dispositivo |
|--------------------------------|-----|-----|------------------|----|----|----|----|----|----|----|---------------|-------------|-------------|
| A15                            | A14 | A13 | Y0               | Y1 | Y2 | Y3 | Y4 | Y5 | Y6 | Y7 |               |             |             |
| 0                              | 0   | 0   | 0                | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | \$0000        | \$1FFF      | RAM         |
| 0                              | 0   | 1   | 1                | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | \$2000        | \$3FFF      | Disply      |
| 0                              | 1   | 0   | 1                | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | \$4000        | \$5FFF      | Tel         |
| 0                              | 1   | 1   | 1                | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | \$6000        | \$7FFF      | Reloj       |
| 1                              | 0   | 0   | 1                | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | \$8000        | \$9FFF      | UVEP ROM    |
| 1                              | 0   | 1   | 1                | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | \$A000        | \$BFFF      | UVEP ROM    |
| 1                              | 1   | 0   | 1                | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | \$C000        | \$DFFF      |             |
| 1                              | 1   | 1   | 1                | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | \$E000        | \$FFFF      |             |

Tabla III-14. Mapéo de dispositivos

Como resultado de la forma en que están mapeados los circuitos periféricos; sólo se utilizan tres líneas del *bus* de direcciones ( A15, A14 y A13 ). Con la Tabla anterior se deduce que los cuatro dispositivos se pueden habilitar con un decodificador de 3x8, mismo que aparece en la Figura III-9 del circuito del módulo de control.

## MÓDULO DE ALIMENTACIÓN Y RESPALDO DE ENERGÍA

En el Capítulo II se expusieron las características con las que el sistema debe contar. Siguiendo con la explicación de los módulos; esto se hace ahora con el módulo de alimentación y respaldo de energía.

Este módulo se encarga de suministrar energía a todo el sistema. Cada módulo que constituye el sistema contiene circuitos que requieren diferentes voltajes y capacidades de corriente. Para poder entregar energía dicho módulo, este a su vez la recibe de la línea de 127 Vca, que proporciona la compañía de luz local.

Teniendo en cuenta las características expuestas en el Capítulo II, el sistema cuenta con un circuito de respaldo de energía previendo la posibilidad de que la línea de 127 Vca (volts de corriente alterna) sea cortada intencionalmente por algún delincuente con la finalidad de neutralizarlo. Este circuito de respaldo se encarga del suministro de energía a todo el sistema cuando por cualquier razón, éste es cortado.

Debido a que la energía que recibe de la línea de 127 Vca, por lo general no es entregada en las mejores condiciones y el medio ambiente presenta niveles de ruido que puede afectar al sistema, éste cuenta con circuitos y dispositivos de protección.

### Diagrama de bloques del módulo

Como pudimos ver en el texto anterior el sistema cuenta básicamente con tres funciones: la de protección, la de suministro y la de respaldo de energía. Para una mejor explicación y comprensión del módulo se dividió en los bloques que muestra la Figura III-17.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

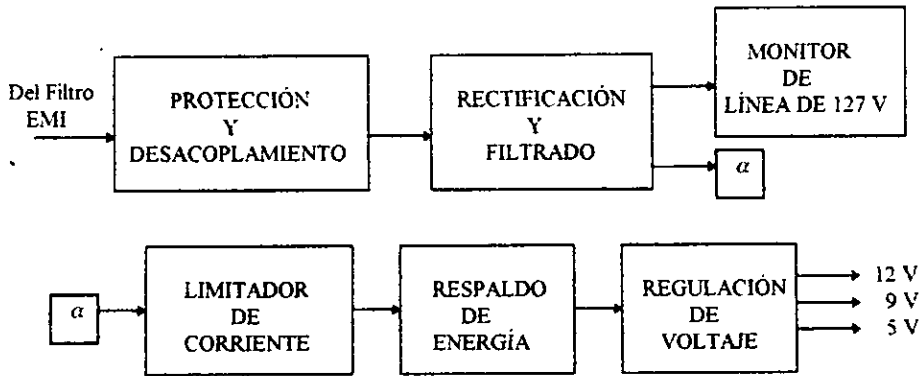


Figura III-17. Diagrama de bloques del módulo de alimentación y respaldo de energía

Los bloques anteriores son en los cuales se dividió el módulo de alimentación y respaldo de energía. A continuación se realizará la descripción del módulo siguiendo la ruta que lleva el flujo de energía que llega y pasa a través de cada uno de los elementos que constituyen el módulo. Se explica también el diseño y los motivos de la elección de cada uno de los dispositivos.

### Protección

La energía llega al sistema y al módulo de alimentación y respaldo de energía a través de la línea de 127 Vca suministrada por la compañía de luz local. A la entrada del módulo esta energía encuentra un filtro EMI (interferencia electromagnética). Siendo ésta una forma indeseable de electromagnetismo. Durante una etapa del diseño, el sistema presentó problemas de operación ocasionados por los cortes en el suministro de energía y por resetear el sistema. Al darse estos eventos, el sistema pasaba a un estado en el cual no presentaba señales de operación alguna. Buscando las posibles causas del problema se encontró que la interferencia electromagnética era la que originaba este problema.

Como se sabe se crea una onda electromagnética siempre que se presenta un cambio en el flujo de la corriente respecto al tiempo; como puede ser la apertura o cierre de un circuito, la conmutación de un motor también crea ondas de alta frecuencia, al igual que

los relevadores, los solenoides, los reguladores electromecánicos de voltaje y los contactos vibratorios como timbres, etcétera. En forma adicional se puede generar EMI por las cargas estáticas que se desarrollan debido a la fricción. Para resolver este problema se incorporó al módulo el filtro EMI, mismo que resolvió el problema. La Figura III-18 muestra el circuito del filtro EMI

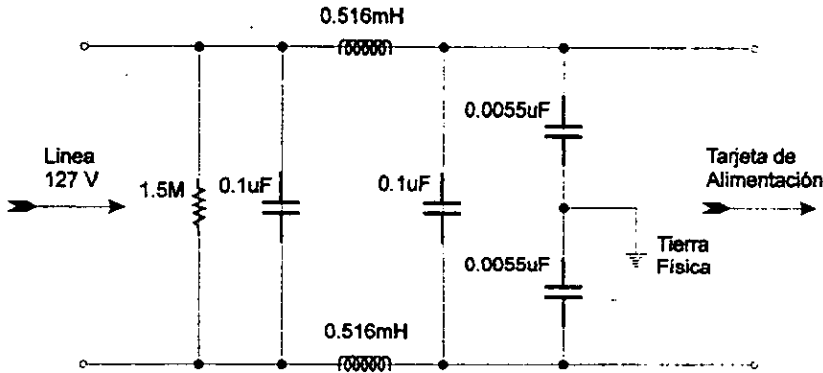


Figura III-18. Circuito del filtro EMI

Este filtro se encuentra en la parte inicial del circuito, recibiendo la línea de 127 Vac y enviando la señal filtrada hacia el módulo de alimentación y respaldo de energía. Este filtro ofrece la ventaja de poder conectar el chasis metálico del mismo a la tierra física, creando con esto una jaula de Faraday que nos permite reforzar la protección del sistema contra interferencias electromagnéticas y altos voltajes estáticos que pudieran dañar a los componentes del mismo. Para realizar esta conexión se utilizó un cable de tres hilos.

Observando la Figura III-19 se ve que después del filtro EMI, hay en el circuito un MOV (*Metal Oxido Varistor*) 2V130. Un MOV es una resistencia variable a los niveles de voltaje. Este se comporta como una alta impedancia para voltajes menores a su voltaje nominal y como una impedancia de pendiente negativa muy pronunciada conforme el voltaje supera el valor de su voltaje nominal. Actúa conjuntamente con las dos resistencias de diez Ohms que están conectadas en serie a la línea. Cuando se presentan muy altos



voltajes a través de la línea, estas resistencias tienen el propósito de disipar la energía que resulta cuando el MOV recorta los picos de voltaje que llegan por la línea de 127 Vca.

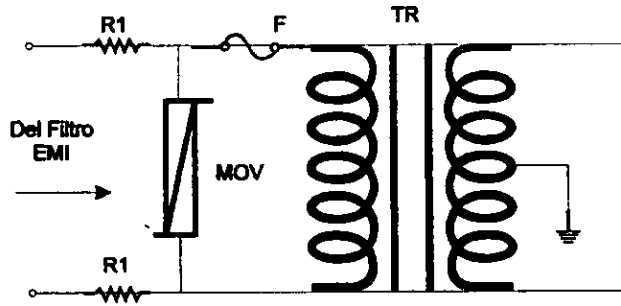


Figura III-19 Elementos del circuito de la etapa de protección

La elección del MOV se realizó teniendo en cuenta que en la línea de suministro de energía se presentan picos de voltaje que dañan al sistema. Estos picos de voltaje pueden presentarse por múltiples razones. Entre las más comunes están las provocadas por tormentas eléctricas y las conmutaciones de equipo electromecánico.

Los 127 Vca de la línea de suministro son rms (siglas en inglés de *rate medium square*). Por lo tanto, el valor pico de voltaje que se presenta en la línea es:

$$V_p = V_{rms} \times \sqrt{2} \dots\dots\dots(F. 3-6)$$

$$= 127 \times 1.4142 = 179.605$$

Tomando en cuenta que hay una variación en la línea de  $\pm 10 \%$ , se determina el valor máximo de voltaje pico que puede presentarse en la línea en condiciones normales de operación.

$$V_{pmax} = 179.605 \times 1.1 = 197.57 \dots\dots\dots(F. 3-6a)$$

La elección del MOV se hizo básicamente teniendo en cuenta el resultado 3.6, con la finalidad de suprimir picos de voltaje que se presentan con frecuencia en la línea de alimentación. En la siguiente Tabla III-15 se muestra una sección de los datos de varistores del manual NTE, donde aparece el varistor seleccionado para nuestro caso.

| No de Tipo | Volts RMS | Volts cd | Volts Máx. De Clamping | Disip.Pot.Trans.(Watts) |
|------------|-----------|----------|------------------------|-------------------------|
| 1V130      | 135       | 180      | 355                    | .25                     |
| 2V130      | 135       | 180      | 355                    | .6                      |
| 524V13     | 135       | 180      | 355                    | 1.0                     |

Tabla III-15. Sección de varistores

El varistor seleccionado fue el 2V130 que tiene las siguientes características:

$$V M (ca) = 130 \quad V_{cl} = 340$$

$$V M (cd) = 175 \quad V_{nom} = 200$$

Donde :

VM (ca) = Voltaje Máximo en Corriente Alterna

VM (cd) = Voltaje Máximo en Corriente Directa

$V_{cl}$  = Voltaje de Clamp (mientras pueda disipar la potencia el varistor no deja pasar voltajes arriba de  $V_{cl}$ )

$V_{nom}$  = Voltaje Nominal (arriba de este voltaje el varistor se comporta como una baja impedancia).

Así el MOV se encarga de no dejar pasar picos de un valor más alto que el voltaje nominal. Cuando llega un pico de voltaje arriba de este valor, el varistor actúa como una baja impedancia, dando una línea de retorno a la corriente excedente y el voltaje que no

deja pasar el MOV hacia el sistema, se refleja en las dos resistencias que en este caso son de 10 Ohms conectadas en serie con el MOV para suprimir los picos de voltaje; las cuales disipan la energía en forma de calor. En el caso de que el los picos sean demasiado grandes en voltaje y duración, las resistencias son las primeras en quemarse y después el MOV.

Para la protección del sistema contra corto circuito, se instaló un fusible tipo europeo de fusión rápida. En la elección del fusible se tomaron en cuenta el voltaje de entrada al primario del transformador el cual es de 127 Vrms y la máxima cantidad de corriente que pueda demandar el sistema.

Para calcular la corriente mencionada en el párrafo anterior se observó la Tabla III-16

| Corriente máxima                     | mA  |
|--------------------------------------|-----|
| De recarga para la batería           | 400 |
| De operación del sistema             | 100 |
| De consumo del circuito de la fuente | 10  |
| Total de consumo del sistema         | 510 |

Tabla III-16. Tabla de corrientes máximas

Una vez obtenida la máxima corriente demandada por el sistema en el embobinado secundario del transformador se pudo calcular la corriente que se requiere en el primario:

$$I_{\text{primario}} = ( I_{\text{secundario}} / a ) / \eta \dots\dots\dots (F. 3-7)$$

Donde:

$I_{\text{primario}}$  = Corriente en el primario

$I_{\text{secundario}}$  = Corriente en el secundario

$a$  = Relación de transformación

$\eta$  = Eficiencia del transformador

Así sustituyendo en (F. 3-6):

$$I_{\text{primario}} = ( 500\text{mA} / 7.05 ) / 0.48 = 147.7 \text{ mA} \dots\dots\dots (R. 3-1)$$

El resultado anterior justifica la elección del fusible de 250 V a 250 mA.

### **Desacoplamiento**

Un elemento indispensable para la elaboración de la fuente de alimentación: es la utilización de un transformador. Este cumple con la finalidad de desacoplar y reducir el voltaje de la línea que llega al embobinado secundario; de tal forma que pueda satisfacer la diferencia de potencial (voltaje) requerida por la carga. Este voltaje de carga lo da la suma de las caídas de voltaje que se presentan en el circuito; desde la batería de 12 Vcd hasta la salida del embobinado secundario. Con la ayuda de la Figura III-23 se puede apreciar la suma de estas caídas de voltaje. Teniendo en cuenta que se consideró una caída de 0.7 Vcd para los diodos, 3 Vcd para los reguladores de voltaje y 1.25 Vcd en la resistencia de 2.4 Ohms que está amarrado por la diferencia de voltaje entre las dos terminales del regulador LM317. Así la caída presente en secundario del transformador es de 20.65 Vcd.

Para la capacidad de corriente a la que se debe elegir el transformador se tomó en cuenta los 510 mA de corriente máxima que circularía por el secundario y por recomendación de diseño se eligió uno con aproximadamente el doble de corriente; es decir, de 1 A.

El transformador que se usó fue un (TR) de 127:36 V con tap central. Cabe señalar que éste es un transformador comercial lo cual reduce el costo, pero presenta una eficiencia de 48 % en bajas demandas de corriente.

### **Rectificación y filtrado**

Para la rectificación a la salida del transformador se utilizan únicamente dos diodos (D1) para tener una rectificación de onda completa puesto que se dispone del tap central en el transformador. En la Figura III-20 puede apreciarse el circuito de rectificación y filtrado.

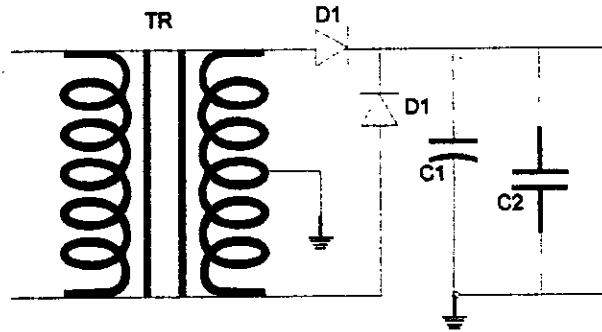


Figura III-20 Diagrama del circuito de la etapa de rectificación y filtrado.

Conociendo el valor máximo de voltaje pico que entra al primario (F. 3-6a); se calculó el valor de voltaje pico a la salida del secundario:

$$V_{p2} = V_{p1} / a \dots\dots\dots (F. 3-8)$$

$$= 179.6 / 7.05 = 25.47 V_p$$

Puesto que se requiere que la fuente de alimentación genere el menos ruido posible, se prevé que el factor de rizo para el peor de los casos, no sobrepase el 5 % además el mínimo voltaje presente debido al rizado debe ser suficiente para polarizar a todos los dispositivos de la fuente:

Para el voltaje de rizado se tiene que

$$V_{r(rms)} = 0.308(V_m) \dots\dots\dots \text{cambiar } V_m \text{ por } V_p \dots\dots\dots (F. 3-9)$$

$$= 0.308(28) = 8.62 V$$

$$V_{r(p-p)} = V_{r(rms)} / (2 \times \sqrt{3}) \eta \dots\dots\dots (F. 3-10)$$

$$= 8.62 / (3.464) = 2.489 V$$

$$V_{cc} = V_m - V_{r(p-p)} / 2 \eta \dots\dots\dots (F. 3-11)$$

$$= 28 - (2.489 / 2) = 26.755 V$$

Con los valores anteriores obtenidos se calculan las siguientes relaciones y el factor de rizo.

$$V_m/V_{cc} = 28/26.755 = 1.0465$$

$$V_{cc}/V_m = 1/1.0465 = 0.955$$

$$r \% = [((V_m/V_{cc})-1)/\sqrt{3}] \times 100 \% \dots\dots\dots(F. 3-12)$$

$$= [((1.0465-1)/\sqrt{3}) \times 100\% = 2.68 \% \dots\dots\dots(R. 3-2)$$

Con cualquiera de los tres resultados anteriores se puede consultar el apéndice B del libro “Electrónica, Teoría de Circuitos de Boylestad y Nashelsky” en la gráfica que aparece en la página 762. Si se considera que una carga liviana es aquella que tiene un factor de rizo menor a 6.5 % y observando el factor de rizo obtenido para nuestro caso (R. 3-2); se pueden usar las siguientes fórmulas para carga liviana.

$$V_{r(rms)} = (2.4 \times I_{cc})/C \dots\dots\dots(F. 3-13)$$

$$= (2.4 \times 500)/1000 = 1.2 \text{ V}$$

$$V_{r(pico)} = \sqrt{3} \times V_{r(rms)} \dots\dots\dots(F. 3-14)$$

$$= \sqrt{3} \times 1.2 = 2.078 \text{ V}$$

El nivel de voltaje cc a través del condensador  $C = 1000 \text{ uF}$  es

$$V_{cc} = V_m - V_{r(p-p)} \eta \dots\dots\dots(F. 3-15)$$

$$= 28 - 2.078 = 25.92 \text{ V}$$

El rizado con filtro de condensador es

$$r \% = [(2.4 \times I_{cc})/(C \times V_{cc})] \times 100 \% \dots\dots\dots(F. 3-16)$$

$$= [(2.4 \times 500)/(1000 \times 25.92)] \times 100 \% = 4.629 \%$$

Así el voltaje mínimo a través del condensador y de entrada al regulador es:

$$V_{in \min} = V_m - 2V_r (p-p) \eta \dots\dots\dots (F. 3-17)$$

$$= 28 - 2(2.078) = 23.844 \text{ V} \dots\dots\dots (R. 3-3)$$

Para un funcionamiento correcto de los reguladores se requiere en la entrada del regulador LM317 un voltaje de 19.95 Vcd; por lo tanto, el voltaje mínimo a través del condensador que nos muestra el resultado (R. 3-3) es suficiente para un buen funcionamiento.

El segundo filtro que aparece en la Figura III-20 es un capacitor (C2) de 1 uF de tantalio que presenta una baja resistencia a picos de alta frecuencia que se generen dentro del sistema, principalmente por el transformador y los diodos.

**Limitador de corriente**

Como el sistema requiere de un dispositivo de almacenamiento de energía (batería), éste requiere a su vez un limitador de corriente. necesario, porque toda batería debe recargarse con una corriente constante a un 10 % de su capacidad durante 14 horas aproximadamente. Lo anterior se debe hacer después de una descarga completa, para así, alargar su vida útil. En este caso la batería tiene una relación de 4 AH (ampere-hora); por lo tanto la corriente de recarga debe de ser de 400 mA.

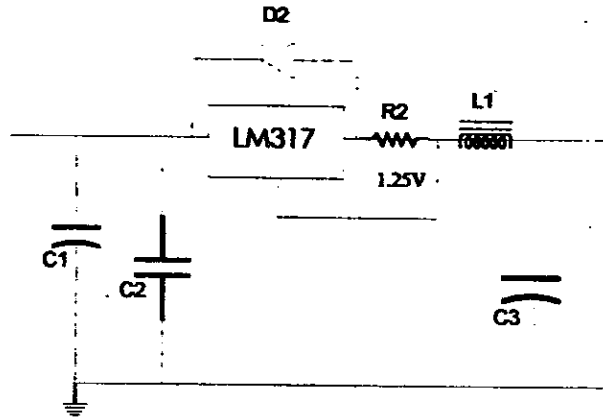


Figura III-21 Diagrama del circuito limitador de corriente

El regulador LM317 que se puede ver en la Figura III-21 está conectado en serie, sirve para limitar el flujo de corriente. Debido al bajo voltaje que presenta en sus terminales de salida que es de 1.25 Vcd, permite la utilización de una resistencia limitadora de 2.4 Ohms que disipa poca potencia y amarra la corriente a 520 mA; el LM317 es idóneo para esta función.

Siguiendo el flujo de la energía a través del circuito de la Figura III-21. Después del limitador de corriente se encuentra un filtro LC que se puso para suprimir posibles picos de alta frecuencia que pueden llegar a través de la línea. Para el diseño del filtro LC se determinó la frecuencia de corte del filtro, teniendo en cuenta que como al rectificarse la línea de 127 a 60 Hz, la señal pasa con una frecuencia de 120 Hz; esta fue escogida como la frecuencia de corte. Se contaba con un núcleo toroidal y como este tipo de núcleo tiene características que eleva el valor de inductancia más que otros tipos de núcleos; la bobina se construyó con éste y su valor se obtuvo con la ayuda de un medidor de impedancias. Este valor se dejó como un valor fijo para el cálculo de los demás elementos.

Puesto que para un filtro LC la frecuencia de corte está dada por:

$$F_c = 1/(2\pi\sqrt{LC}) \dots\dots\dots (F. 3-18)$$



Despejando C  $C = [1/(f_c \times 2\pi)^2] \times 1/L$

Sustituyendo valores

$$C = [1/(120 \times 2\pi)^2] \times 8.5 \text{ mH} = 206 \text{ uF}$$

∴ el valor comercial encontrado ⇒ C = 220 uF

Así sustituyendo valores en la fórmula (F. 3-13), la frecuencia de corte queda:

$$= 1/(2\pi\sqrt{8.5 \text{ mH} \times 220 \text{ uF}}) = 116.38 \text{ Hz}$$

Así el filtro LC pasobajas a la salida del regulador de corriente, tiene la frecuencia de corte a 116.38 Hz con lo que se limitan las interferencias causadas por altas frecuencias debido a transitorios arriba de este valor no podrán pasar.

### Respaldo de energía

Teniendo en cuenta la necesidad del sistema de contar con energía en todo momento. Se eligió para la conformación del circuito de respaldo de energía, una batería húmeda del tipo secundario. En la celda húmeda el electrolito que la forma es una mezcla líquida de agua (H<sub>2</sub>O) y ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) los electrodos son de metales disímiles: plomo (Pb, cátodo) blando o esponjoso y bióxido de plomo (PbO<sub>2</sub>, ánodo). La palabra secundario se refiere a que la acción electroquímica es reversible.

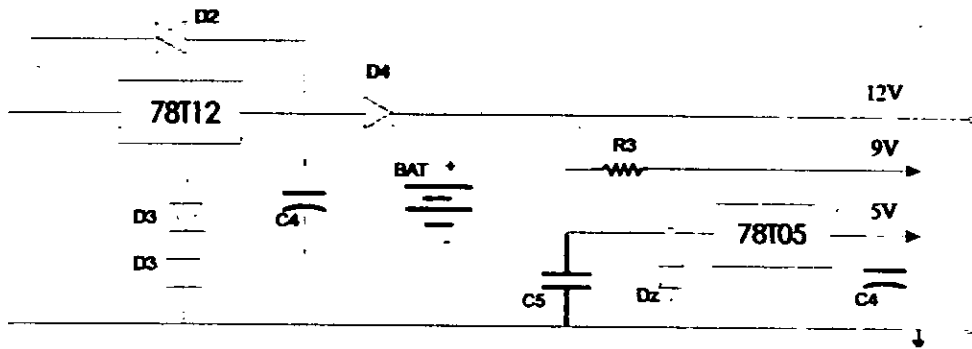


Figura III-22. Diagrama del circuito de respaldo y regulación de voltaje

Con el circuito de la figura III-22 que está formado por esta batería se previene cualquier posible corte en la línea de 127 Vca. Para la elección de la batería también se tuvieron en cuenta el voltaje de operación y la relación amperes-hora.

Aprovechando que uno de los voltajes que requiere el sistema es de 12 Vcd. La batería fue escogida con este voltaje.

La relación que una batería tiene con su capacidad amperes-hora y su tamaño o mejor dicho su volumen es igual en cualquier marca de baterías; debido a que las celdas que conforman las baterías son de un tamaño estándar. Así que dependiendo de la marca, la forma de la batería puede cambiar un poco; pero el volumen será siempre el mismo.

De entre las marcas de baterías que hay en el mercado, la de mejor manufactura que se encontró fue la de la marca YUASA. Esta marca presenta un buen acabado y la disposición de sus terminales resultó ser adecuada para el tipo de gabinete usado. La batería seleccionada con sus características se muestra escrita en negrilla en la siguiente Tabla III-17. En esta Tabla sólo se muestra la batería seleccionada y las baterías inmediata superior e inferior.

| NP     | VOLTS | A.H. | DIMENCIONES (LxAxA) |
|--------|-------|------|---------------------|
| 2.6-12 | 12.0  | 2.6  | 5.27 x 2.64 x 2.36  |
| 4.0-12 | 12.0  | 4.0  | 3.54 x 2.75 x 4.01  |
| 6.0-12 | 12.0  | 6.0  | 5.95 x 2.56 x 3.70  |

Tabla III-17. Tabla de características de baterías

Debido a su relación AH se escogió la batería NP4-12 considerando que es la más apropiada para que el sistema opere durante el tiempo en que la línea de 127 Vca no esté suministrando energía.

En el Capítulo V de pruebas y conclusiones se explica la forma en que se carga y se descarga la batería, el tiempo que tarda y los voltajes que toma al hacerlo.

### Regulación de voltaje

Los diferentes dispositivos que se utilizan en los módulos que constituyen el sistema de seguridad, requieren de tres diferentes voltajes. A continuación se muestra la Tabla III-18 que presenta los diferentes voltajes que necesitan cada uno de los módulos que constituyen el sistema.

| Módulo                  | Voltajes (Vcd) |
|-------------------------|----------------|
| Control                 | 5              |
| De conexión             | 5,9 y 12       |
| Comunicación telefónica | 5, 12          |
| Alimentación y respaldo | 12             |

Tabla III-18. Voltajes que requieren los diferentes módulos

Los diferentes voltajes que requieren los módulos, están determinados por los dispositivos que los constituyen; como se aprecia en la Tabla III-18. Así los voltajes que el módulo de alimentación y respaldo de energía debe proporcionar a los demás módulos para que el sistema funcione son: 5 Vcd, 9 Vcd y 12 Vcd. Para suministrar estos voltajes se utilizaron dos reguladores: el 7805, un diodo zener de 9.1 Vcd a 1 W (watt) con No

1N4739 y el 7812 respectivamente, estos son mostrados en la Figura III-22. El regulador de corriente y el de 12 Vcd son los dispositivos que manejan más corriente, ya que se encargan de la recarga de la batería y por esto fue necesario colocarles un disipador. A todos los reguladores se les colocaron diodos de protección (D2) contra voltajes inversos de polarización que pueden aparecer al momento de desconectar el suministro de alimentación.

Fue necesario colocarle al regulador de 12 Vcd en su terminal a tierra, dos diodos (D3) para aumentar el nivel de voltaje de recarga para la batería; ya que con esto se agiliza la recarga. Un diodo más (D4) se le colocó a la salida del mismo regulador para evitar el retorno de corrientes provenientes de la batería de respaldo.

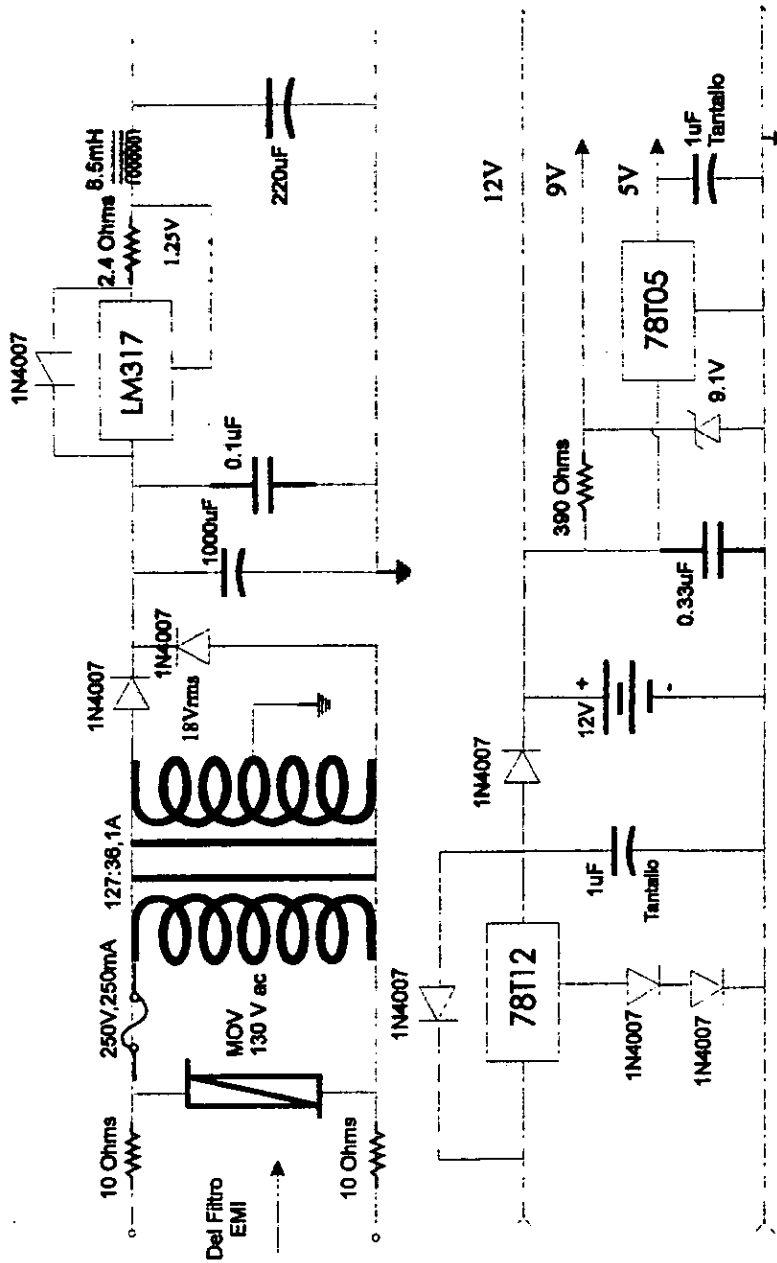


Figura III-23. Diagrama del circuito del módulo.

Los valores de cada uno de los elementos del módulo que fueron calculados anteriormente se muestran en la Figura III-23 del diagrama del circuito completo del módulo de alimentación y respaldo de energía, tal como quedó al finalizar el diseño.

### Monitor de línea de 127 Vca

Con el fin de proporcionarle al usuario una señal luminosa que le indique que no existe alimentación de 127 Vca, se desarrollo este circuito que monitorea el estado de la línea. Este circuito además envía una señal al módulo de control para que esté enterado de la situación. La señal luminosa será emitida por un LED dual que deberá ser interpretado con la siguiente lógica: verde, hay línea; rojo, no hay línea.

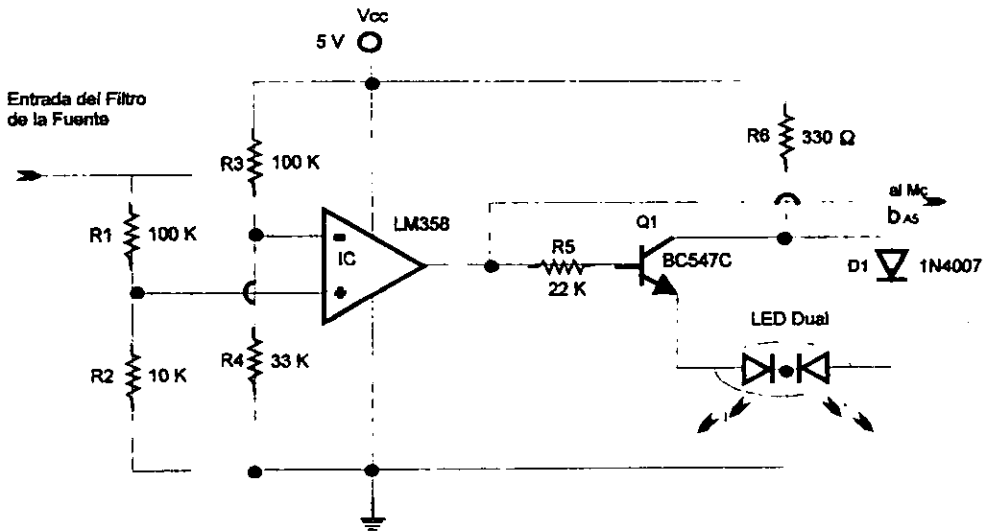


Figura III-24. Diagrama del circuito monitor de la línea de 127 Vca

A continuación se muestra el cálculo de cada uno de los valores de los dispositivos del circuito que aparece en la Figura III-24.

En primer lugar se debe tener en cuenta que el voltaje de entrada a este circuito proviene del filtro de la fuente siendo este:

$$V_{\text{filtro}} = 24 \pm 2 V(\text{rizo})_{\text{pp}} \dots\dots\dots (F. 3-19)$$

El amplificador operacional está alambreado como un comparador, para ello se fijo el voltaje que entra a la terminal positiva y se limitó el voltaje de la terminal negativa:

A la terminal negativa se le ajusta el voltaje de referencia con un arreglo que baje el voltaje de polarización a una cuarta parte obteniéndose que:

$$\begin{aligned} V(-) &= (V_{\text{cc}} \times R4) / (R3+R4) \dots\dots\dots (F. 3-20) \\ &= 5(33) / 133 = 1.24 \text{ Vcd} \end{aligned}$$

Experimentalmente  $\Rightarrow$  1.3 Vcd

Para la terminal positiva, usando el divisor de voltaje, se bajo el voltaje a una onceava parte de su valor:

$$\begin{aligned} V(+) &= (V_{\text{filtro}} \times 10 \text{ KOhms}) / 110 \text{ KOms} \dots\dots\dots (F. 3-21) \\ &= 24(10) / 110 = 2.18 \text{ Vcd} \end{aligned}$$

Cuando el voltaje positivo es mayor que el negativo, el voltaje a la salida del operacional está en estado alto.

Por otra parte, la condición crítica es cuando  $V(+) = V(-)$ , presentándose dicha condición si decrece el voltaje del filtro a:

$$\begin{aligned} V_{\text{filtro}} &= [V(-) \times (R1+R2)] / 10 \dots\dots\dots (F. 3-22) \\ &= [1.3 \text{ V} \times (110)] / 10 = 14.3 \text{ Vcd} \end{aligned}$$

Cuando el voltaje en la línea baja de tal modo que el voltaje en la entrada positiva caiga por debajo de 1.24 Vcd la salida en el amplificador operacional cambia del estado alto al estado bajo, conmutando el transistor de saturación a corte. Así el LED dual cambia de verde a rojo indicando que no existe alimentación de 127 Vca.

Las condiciones de encendido del LED dual en verde son:

$$V_{lv} = 2 \text{ V}$$

$$I_{lv} = 8 \text{ mA}$$

y el transistor en saturación con una  $\beta = 200$

Si se hace  $I_{lv} = I_{cs}$  entonces se recurre a la fórmula (F. 3-2) y despejando:

$$\begin{aligned} I_B &= I_c / \beta \\ &= 8E-3 / 200 = 40 \text{ }\mu\text{A} \end{aligned}$$

$$\therefore R_5 = (V_{sal-op} - V_B) / I_B \dots\dots\dots(F. 3-23)$$

$\Rightarrow$  el  $V_{sal-op}$  medido = 3.73  $\Rightarrow$  Sustituyendo:

$$R_5 = (3.73 - 2.7) / 40E-6 = 25 \text{ KOhms}$$

Si se propone un valor comercial  $\Rightarrow R_5 = 22 \text{ KOhms}$  para garantizar saturación.

$$\therefore I_B = 45 \text{ }\mu\text{A}$$

$$I_c = 45(200) = 9 \text{ mA (sobre saturación)}$$

Si se asegura que la resistencia  $R_8$  sea de un valor tal que permita una corriente de saturación limitada a 8 mA con la corriente de base de 45  $\mu\text{A}$ , entonces:

$$\begin{aligned} R_8 &= (V_{cc} - V_{lv} - V_{csat}) / I_{csat} \dots\dots\dots(F. 3-24) \\ &= (5 - 2 - 0.2) / 8E-3 = 350 \text{ Ohms} \end{aligned}$$

$\therefore$  con un valor que asegure una corriente del mismo orden  $\Rightarrow R_8 = 330 \text{ Ohms}$

Así cuando el transistor no conduce el LED rojo se enciende con una corriente en el orden de:



$$I_{lr} = (V_{cc} - V_{lr} - V_{D1}) / R_c \dots \dots \dots (F. 3-25)$$

$$= (5 - 1.8 - 0.7) / 330 = 7.5 \text{ mA}$$

## MÓDULO DE COMUNICACIÓN TELEFÓNICA

Este módulo fue creado para cubrir la necesidad de que el sistema pudiera emitir una señal de alarma a través del teléfono. Pero antes de poder enviar la señal este módulo debe detectar si existe línea telefónica, en seguida detectar el tono de invitación a marcar y poder generar los tonos correspondientes al número telefónico al cual se enviará la señal de alarma. Así mismo este módulo debe prever la posibilidad de que la línea que pertenece a la casa habitación esté ocupada por alguna otra extensión y deberá conmutar la línea para poder enviar la señal de alarma. En general el módulo actúa como una interfase entre la línea telefónica y el módulo de control recibiendo energía del módulo de alimentación y respaldo de energía.

### Diagrama de bloques del módulo de comunicación telefónica

Con la ayuda de la descripción de las funciones que se hizo en los párrafos anteriores y para tener una mejor organización del módulo, es conveniente dividirlo en bloques. La Figura III-25 muestra el diagrama de bloques del módulo de comunicación telefónica.

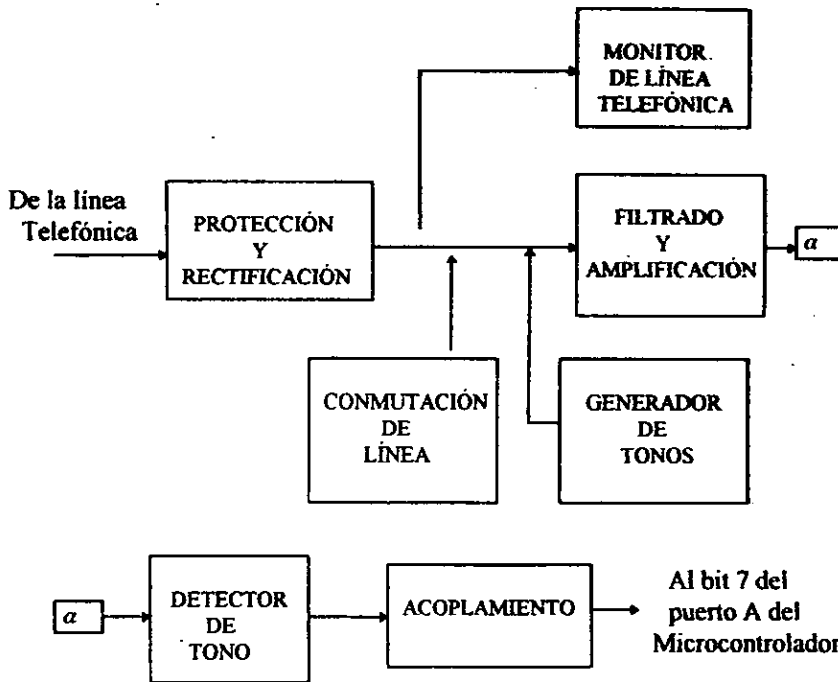


Figura III-25. Diagrama de bloques del módulo de comunicación telefónica

Para poder manipular la línea telefónica fue necesario conocer las especificaciones que tienen por norma las señales que a través de ella se transmiten:

Las señales acústicas permiten informar al usuario (de origen o de destino), de los distintos estados o solicitudes del sistema para que proceda a efectuar las acciones pertinentes. En estas señales se tienen los siguientes tipos:

- Señales de tono
- Señales de repique (corriente de llamada)

Dentro de las señales de tono se tienen los siguientes tipos:

- a) Tono ocupado
- b) Tono de invitación a marcar
- c) Tono de llamada

Estas señales se manifiestan una vez que el usuario a levantado la bocina de su teléfono. Las características de estas señales son las siguientes:

- Frecuencia: 425 Hz con tolerancia:  $\pm$  25 Hz
- Nivel de potencia: -10 dBmO (decibeles)

El tono de ocupado anuncia al usuario A que el usuario B tiene descolgado su teléfono, y la comunicación no podrá ser establecida por el momento. Para que esta señal desaparezca se necesita que B cuelgue y A repita al marcación.

Existen dos tipos de teléfonos: el de tonos y el de pulsos ( teléfono de teclado y disco respectivamente). Al descolgar el teléfono se cierra un circuito de corriente continua, correspondiente a la carga que presenta el aparato telefónico, con un máximo de 370 Ohms para el teléfono de teclado y 250 Ohms para el de disco.

La central está en condiciones de recibir señales numéricas. El tono de marcar es la invitación a marcar que se ofrece al usuario A cuando éste desconecta su aparato. Esta señal desaparece en el momento en que empieza la marcación.

El tono de llamada le indica al usuario A que el timbre del usuario B está llamando, esta señal desaparece cuando el usuario B descuelga.

La denominación de las diversas señales y de sus cadencias son mostradas en la Tabla III-19

| Denominación        | Emisión  | Silencio | Emisión | Ciclo  |
|---------------------|----------|----------|---------|--------|
| Invitación a marcar | Continua |          |         |        |
| Llamada             | 1.00 s   | 4.00 s   | 1.00 s  | 5.00 s |
| Ocupado             | 0.25 s   | 0.25 s   | 0.25 s  | 0.50 s |

Tabla III-19. Formato de los diferentes estados de la línea

La señal del *ringer* se utiliza para informar al usuario B que tiene una llamada entrante. Esta señal se manifiesta a través de un timbre. Las características de la señal son las siguientes:

- Frecuencia: 425 Hz  $\pm$  5 Hz
- Cadencia: 1 segundo de emisión y más 4 segundos de silencio
- Tensión nominal: 90 Vrms  $\pm$  5 %

Las señales que manda un teléfono de disco, son información numérica que está compuesta por la emisión de pulsos de voltaje que se envían a través de la línea telefónica.

Por otra parte, las señales que manda un teléfono de teclado son información numérica que está compuesta por la emisión simultánea de dos frecuencias. Cada una de éstas están dentro de un grupo de frecuencias: el grupo de frecuencias altas y el grupo de frecuencias bajas. Todas estas frecuencias están dentro de la banda de voz. A continuación se presentan los dos grupos de frecuencias y la Tabla III-20:

- Frecuencias inferiores: 697, 770, 852 y 941 Hz
- Frecuencias superiores: 1209, 1336, 1477 y 1633 Hz

| Frecc. (Hz) | 1209 | 1336 | 1477 | 1633    |
|-------------|------|------|------|---------|
| 697         | 1    | 2    | 3    | Reserva |
| 770         | 4    | 5    | 6    | Reserva |
| 852         | 7    | 8    | 9    | Reserva |
| 941         | *    | 0    | #    | Reserva |

Tabla III-20. Frecuencias de teclado

- La desviación entre cada frecuencia emitida y con la frecuencia nominal debe ser menor al 1.8 %.
- Los productos de distorsión (resultantes de la intermodulación o armónicas) debe estar a un nivel cuando menos 20 dB abajo de las frecuencias fundamentales.

Los anteriores son datos que por norma deben tener las señales que se transmitan a través de la línea telefónica. Para poder realizar el diseño se obtuvieron datos reales que presentó la línea telefónica y que a continuación se presentan:

- Sin carga 48 Vcd.
- Con carga 8-12 Vcd.
- La señal de tono desde 398 a 430 Hz y una amplitud de 0.4 Vpp.
- Se encontró una señal de ruido de 60 Hz con un valor de 0.8 Vpp.
- Se encontró una señal de ruido de 10 KHz con un valor de 0.2 Vpp

Una vez conocidas las características se hará la explicación de cómo se realizó el diseño.

### Protección y rectificación

La Figura III-26 presenta, para una mejor explicación, el circuito del módulo de protección y rectificación tal como quedó al final del diseño. Esta Figura muestra al inicio una etapa de protección. Esta etapa es similar a la que se encuentra en el módulo de alimentación y respaldo de energía. La línea telefónica al igual que la de 127 Vca, presenta irregularidades y ruido en la señal.

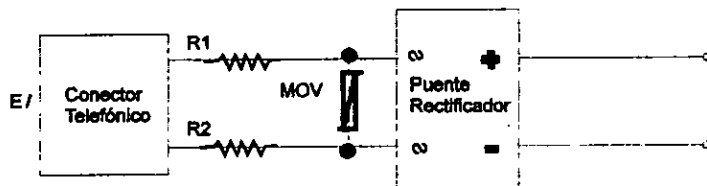


Figura III-26 Circuito de protección y rectificación

Observando la Figura III-26 se encuentra a la entrada del circuito un MOV 2V095. Actúa conjuntamente con las dos resistencias de 10 Ohms que están conectadas en serie a la línea. Cuando se presentan muy altos voltajes a través de la línea, tienen el propósito de recortar los picos de voltaje que lleguen y que puedan dañar al sistema.

La elección del MOV se realizó teniendo en cuenta que en la línea telefónica se presentan picos de voltaje que pueden dañar al sistema. Estos picos pueden presentarse por múltiples razones.

Los 48 V de la línea telefónica son en cd y el valor pico a pico de la señal de 425 Hz que se presenta en la línea es de 0.40 Vpp. Como ya se vió anteriormente la señal del *ringer* puede manejar de 90 Vrms  $\pm$  5 %. Esto quiere decir que el valor máximo que se puede presentar en la línea teniendo en cuenta el porcentaje de tolerancia del 5 % es:

$$V_{\text{máx}} = 90 \times 1.05 = 94.5 \text{ Vrms} \dots\dots\dots(\text{R. 3-4})$$

La elección del MOV se hizo, básicamente, teniendo en cuenta el resultado R 3-4 En la Tabla III-21 se muestra una sección de la Tabla de varistores del manual NTE, donde aparece el varistor seleccionado para nuestro caso.

| No de Tipo   | Volts RMS | Volts cd   | Volts Máx. De Clamping | Disip.Pot.Trans (Watts) |
|--------------|-----------|------------|------------------------|-------------------------|
| 1V095        | 95        | 125        | 250                    | .25                     |
| <b>2V095</b> | <b>95</b> | <b>125</b> | <b>250</b>             | <b>.6</b>               |
| 1V115        | 115       | 150        | 295                    | .25                     |

Tabla III-21 Sección de varistores

El fabricante muestra para el varistor 2V095 adquirido, las siguientes características:

$$V_M(\text{ca}) = 95 \quad V_{cl} = 250$$

$$V_M(\text{cd}) = 125 \quad V_{nom} = 150$$

$$P_d = 0.6 \text{ W}$$

Donde :

$V_m (ca)$  = Voltaje máximo en corriente alterna

$V_m (cd)$  = Voltaje máximo en corriente directa

$V_{cl}$  = Voltaje de clamp (Mientras pueda disipar la potencia el varistor no deja pasar voltajes arriba de este valor).

$V_{nom}$  = Voltaje nominal (Arriba de este voltaje el varistor se comporta como una baja impedancia).

$P_d$  = Potencia de disipación transitoria.

Así el MOV se encarga de dejar pasar valores de voltaje abajo del  $V_m$ . Cuando llega un voltaje arriba de este valor, el varistor empieza a actuar como una baja impedancia. El voltaje de clamp es el máximo valor al cual se amarra el MOV. Así el voltaje que no deja pasar el MOV hacia el sistema, se refleja en las dos resistencias de 10 Ohms que se encuentran conectadas en serie; las cuales disipan la energía en forma de calor. En caso de que el pico de voltaje sea demasiado grande en magnitud y duración, las resistencias son las primeras en quemarse y después el MOV.

Después del MOV observando la misma Figura III-26, se encuentra conectado un puente rectificador de onda completa. Este puente tiene la función de ordenar la señal en una sola polaridad para su siguiente manejo en las etapas subsecuentes del circuito. El rectificador aplicado de este modo, es usado en todos los aparatos telefónicos. Después de la etapa de rectificación, la señal puede ser distribuida a circuitos que constituyen el módulo. La Figura III-27 muestra esta distribución.

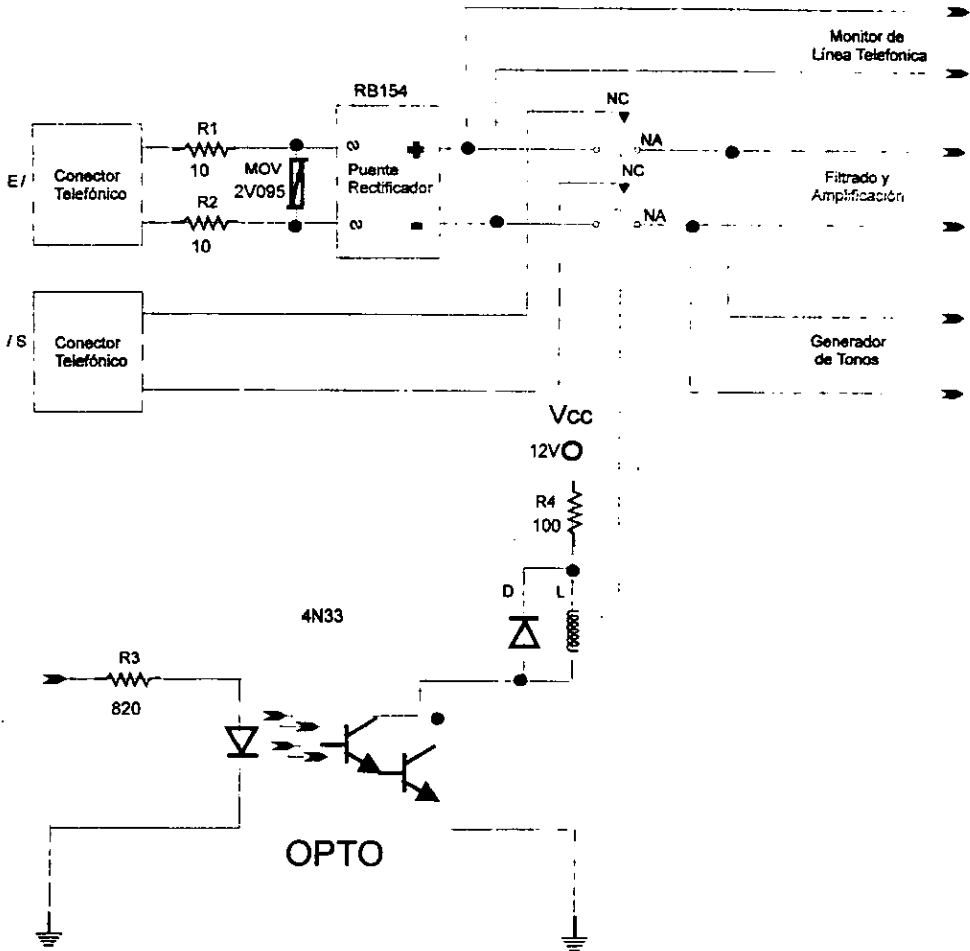


Figura III-27. Diagrama del circuito conmutador de línea.

En esta parte del circuito está conectado el monitor de la línea telefónica, luego el conmutador de línea, en seguida encontramos la conexión del generador de tonos y por último las etapas restantes del circuito detector de tonos. Todo lo anterior constituye el mismo punto y cada parte que toma la señal de este punto será explicada en el orden mencionado en el párrafo anterior.



### Monitor de línea telefónica

Cuando un delincuente pretende robar o asaltar una casa habitación lleva a cabo medidas para que los ocupantes de la casa no tengan ninguna posibilidad de pedir ayuda. Entre estas medidas se encuentra la de cortar la línea telefónica. Como el corte de la línea telefónica indicaría una posibilidad de peligro, se integró el circuito monitor de línea telefónica para señalar este hecho.

El circuito le proporciona al usuario una señal luminosa y envía aparte una señal a la tarjeta de control. Esta señal luminosa será emitida por un LED dual que deberá ser interpretado con la siguiente lógica: verde, hay línea; rojo, no hay línea.

El circuito se desarrollo tomando como base a un optoacoplador, un transistor y un LED dual. Los datos de los elemento se muestran en la Figura III-28.

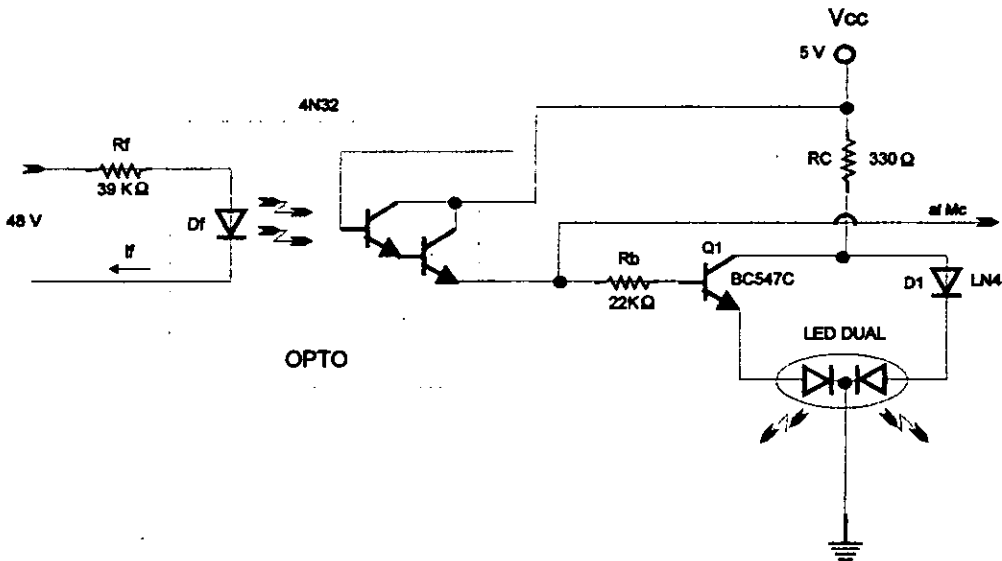


Figura III-28 Diagrama del circuito monitor

El diseño del circuito se realizó de la siguiente manera. La línea en condiciones normales de operación presenta:

$$V_{lin} = 48 \text{ Vcd}$$

y demandando una corriente por el LED interno de  $I_f = 1 \text{ mA}$  para una buena operación del optoacoplador, se calcula la resistencia.

$$R_f = (V_{lin} - Df) / I_f \dots\dots\dots (F. 3-26)$$

$$= (48 - 1) / 1E-3 = 47 \text{ KOhms}$$

En el caso de que se cuente con dos teléfonos en la casa habitación: el voltaje de línea ( $V_{lin}$ ) se ve modificado al conectarse en paralelo las impedancias de cada uno de los teléfonos. Considerando la corriente mínima que se necesita para asegurar la saturación del arreglo *Darlington* que se encuentra integrado en el optoacoplador:

$$V_l = 5 \text{ V}, I_{fmin} = 100 \text{ uA}$$

$$\therefore R_f = (5 - 1) / 100E-6 = 40 \text{ KOhms} \Rightarrow \text{Valor comercial inmediato infe} \Rightarrow 39 \text{ KOhms}$$

Se recalcula el valor de la corriente  $I_f$ :

$$I_f = (V_l - V_{df} - 2v_d) / (R_f - R_l) \dots\dots\dots (F. 3-27)$$

$$= (48 - 1 - 1.4) / (39 \text{ K} + 1.2 \text{ K}) = 45.6 / 40.2 = 1.13 \text{ mA}$$

Consultando la hoja de especificaciones:

$$\beta = 10 \text{ y usando la fórmula (F. 3-2)}$$

$$\therefore I_c = \beta I_f = 10(1.13 \text{ mA}) = 11.3 \text{ mA}$$

Ahora para el encendido del LED dual:

$$\text{LED verde: } V_{lv} = 2 \text{ V}, I_{lv} = 8 \text{ mA}$$

Si la beta del transistor Q1 es:

$$\beta \geq 200 \therefore$$

La corriente necesaria en la base del transistor con la ayuda de la fórmula (F. 3-2) es:

$$I_B = 8E-3 / 200 = 40 \mu A$$

Así se calcula la resistencia máxima en la base:

$$R_{B\text{máx}} = (V_{E\text{optosat}} - V_{B\text{sat}}) / I_B = (4 - 2.7) / 40 \mu A = 32.5 \text{ KOhms}$$

Asegurando con un valor comercial inferior  $R_b = 22 \text{ KOhms}$

$$\text{Así } I_B = (4 - 2.7) / 22 \text{ K} = 59 \mu A$$

$$I_c = \beta I_B$$

$$= 200(59E-6) = 11 \text{ mA (indica sobresaturado)}$$

Calculando  $R_c$  para que permita una corriente de saturación de 8 mA

$$\text{por lo que } R_c = (V_{cc} - V_{lv} - V_{cesat}) / I_{csat}$$

$$\text{Sustituyendo } R_c = (5 - 2 - 0.2) / 8 \text{ mA} = 350 \text{ Ohms}$$

Proponiendo un valor comercial de  $R_c = 330 \text{ Ohms}$

Con el transistor Q1 saturado. Recalculando la corriente del colector:

$$I_{CQsat} = (V_{cc} - V_{CEsat} - V_{LV}) / R_c \dots\dots\dots (F. 3-28)$$

$$= (5 - 0.2 - 2) / 330 = 8.48 \text{ mA}$$

Para el LED rojo:

Cuando el transistor Q1 no conduce:

$$V_{CQ1} = V_{lr} + V_d \dots\dots\dots (F. 3-29)$$

$$= 1.8 + 0.7 = 2.5$$

$$I_{lr} = (V_{cc} - V_{CQ1}) / R_c$$

$$= (5 - 2.5) / 330 = 7.5 \text{ mA}$$

### Conmutador de línea

En una situación de alarma, el sistema requiere que la línea telefónica esté desocupada para poder enviar las señales de alarma al responsable del número marcado. Como existe la posibilidad de que algún habitante de la casa esté ocupando la línea telefónica sin saber de la situación de peligro, se desarrollo en el módulo de comunicación telefónica un circuito conmutador de línea. La colocación de este circuito está después del puente rectificador y la conexión del monitor de línea telefónica antes del detector de frecuencias, como se puede ver en la Figura III-27.

Para conmutar la línea se dispuso de un relevador del cual se muestran sus características:

- V enc = (5 - 8) Vcd
- I enc = I<sub>b</sub> = (35 -60) mA
- Dos polos ( NA, NC)

Carga = 2 A, 28 Vcd

0.5 A, 120 Vca

Se calculó experimentalmente la corriente con la cual se activa el relevador:

$I_b \geq 40 \text{ mA} \Rightarrow$  Experimental

$R_b =$  Resistencia medida de la bobina del relevador = 140 Ohms

Calculando la resistencia total ( $R_t$ ) que es la suma de la resistencia de la bobina y la resistencia  $R_I$

que se van a encargar de regular la corriente del activador:

$$R_t \leq (V_{cc} - V_{ceopto(sat)}) / I_b \dots\dots\dots(F. 3-30)$$

$$= (12 - 1) / 40 \times 10^{-3} = 275 \text{ Ohms}$$

Así con este valor podemos calcular  $R_I$ :

Si  $R_t = R_I + R_b \therefore R_I \leq 275 - 140 \leq 135 \Rightarrow$  El valor comercial es:  $R_I = 100 \text{ Ohms}$  para garantizar que el relevador se active.

Con el nuevo valor de  $R_I$  y la fórmula 3-30; despejamos y recalculamos la corriente  $I_b$  que circula a través del optoacoplador y el relevador:

$I_b = 45 \text{ mA}$

Para obtener este valor de corriente, a la entrada del optoacoplador deben circular:

$I_f \geq I_b / \beta \geq 45 \times 10^{-3} / 10 = 4.5 \text{ mA}$  ó  $I_f = 5 \text{ mA}$  asegurando saturación

Así la resistencia que permite el paso de esta corriente es:

$$R_f = (V_{pto} - V_d) / I_f \dots\dots\dots (F. 3-31)$$

$$= (5 - 1) / 5E-5 = 800 \text{ Ohms} \Rightarrow \text{Valor comercial} \Rightarrow R_f = 820 \text{ Ohms}$$

Con la resistencia  $R_f$  a 820 Ohms se obtuvo una corriente  $I_f$  de:

$$I_f = (V_{cc} - V_d) / R_f \dots\dots\dots (F. 3-32)$$

$$= (5 - 1) / 820 = 4.8 \text{ mA}$$

que está por arriba del valor que se necesita en la entrada del optoacoplador para activar el relevador.

Para evitar la posibilidad de que cualquier problema, presente en una etapa pueda pasar a otra; se utilizaron optoacopladores. Para este caso particular en el relevador que a su vez controla la conexión de la línea telefónica, se utilizó el optoacoplador 4N33.

### Generador de tonos

Por la necesidad de transmitir a la persona que recibe la llamada, señales a través de la línea telefónica como las señales sonoras de alarma y los tonos del teclado telefónico. Se desarrolló un circuito que lleva a cabo esta función (ver Figura III-29). El TP5088 DTMF es un generador de datos binario que recibe información a través del puerto D del microcontrolador (D0-D4) y envía a la línea telefónica las señales de alarma, a través de una etapa de acoplamiento.

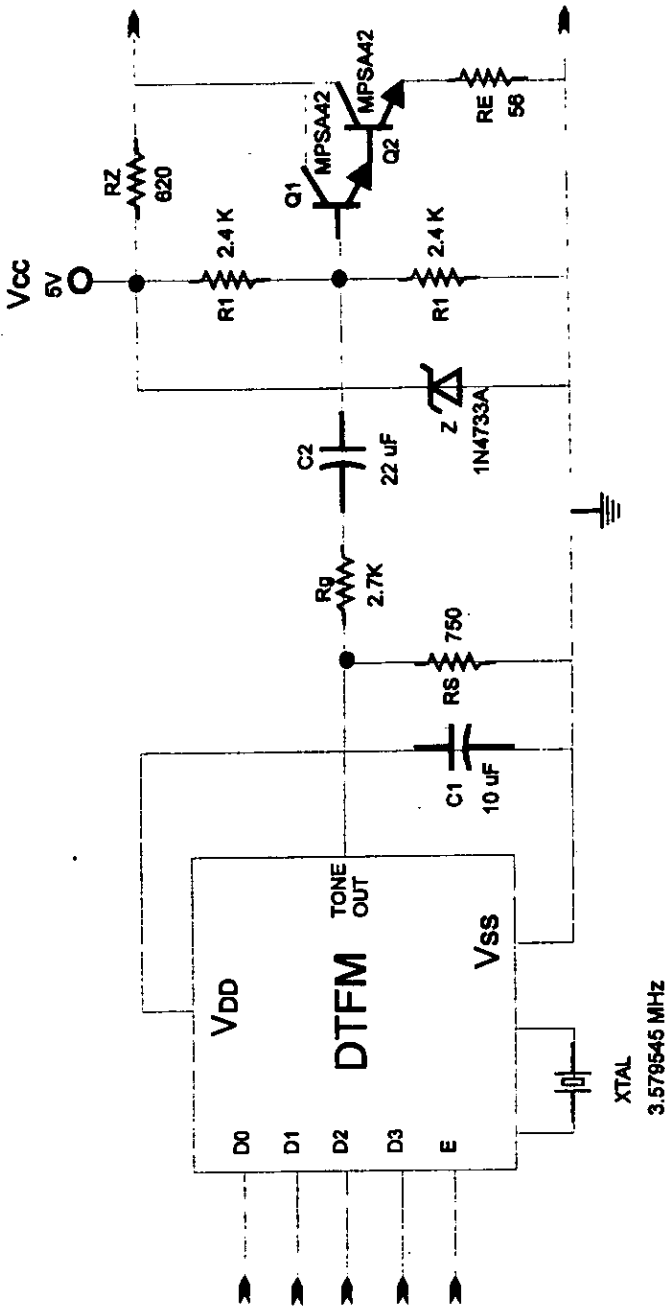


Figura III-29. Circuito generador de tonos.

Para la adecuada operación de este circuito integrado, el fabricante sugiere que entre la terminal VDD y Vss se conecte un capacitor de 10  $\mu\text{F}$  y una resistencia de 750 Ohms que aparece conectada a la terminal TONE OUT (como se puede apreciar en la Figura III-29).

Siguiendo con el diseño del circuito. Cuando se descuelga el teléfono se conecta a la línea telefónica una carga de 370 Ohms si el teléfono es digital y una carga de 250 Ohms si el teléfono es de disco. Los teléfonos de disco que manejan pulsos, están ya en desuso. Por lo que los cálculos siguientes se hicieron tomando en cuenta sólo las características de los teléfonos digitales:

Proponiendo:

$$V_c = 11.3 \text{ V (simulando un teléfono digital)}$$

$$V_Z = 5 \text{ V, } P_Z = 1 \text{ W}$$

$$V_B = \frac{1}{2} V_Z = 2.5 \text{ V}$$

La corriente máxima que puede fluir a través del zener es:

$$I_{z\text{máx}} = 1 \text{ W} / 5 \text{ V} = 200 \text{ mA}$$

Trabajando con el zener a un 5 % de su capacidad máxima:

$$I_z = 200 \times 0.05 = 10 \text{ mA}$$

Para el cálculo de  $R_z$  se tiene:

$$R_z = (V_c - V_z) / I_z \dots\dots\dots(F. 3-33)$$

$$= (11.3 - 5) / 10\text{E-}3 = 630 \text{ Ohms} \Rightarrow \text{Valor comercial} \Rightarrow 620 \text{ Ohms}$$

Para calcular las corrientes se tiene en cuenta que:

$$R_t = 370 \text{ Ohms (impedancia del teléfono digital)}$$



$$V_t = V_c = 11.3 \text{ Vcd} \text{ (voltaje que se presenta al descolgar el teléfono)}$$

$$I_t = 30.5 \text{ mA} \text{ (corriente demandada a la central telefónica por un teléfono)}$$

Igualando corrientes:

$$I_t = I_z + I_{cq} \dots\dots\dots(F. 3-34)$$

Despejando y sustituyendo:

$$I_{cq} = I_t - I_z = 30.5 - 10 = 20.5 \text{ mA}$$

Como  $\beta$  equivalente es muy grande en la configuración Darlington, entonces:

$$I_{cq} = I_E$$

$$V_E = V_{BQ} - 2V_{BE} \dots\dots\dots(F. 3-35)$$

$$= 2.5 - 2(0.65) = 1.2 \text{ V}$$

$$\therefore R_E = V_E / I_E \dots\dots\dots(F. 3-36)$$

$$= 1.2 \text{ V} / 20.5 \text{ mA} = 58 \text{ Ohms} \Rightarrow \text{Valor comercial} \Rightarrow 56 \text{ Ohms}$$

Calculando ahora  $I_B$  se tiene que con la formula (F. 3-2):

$$I_B = I_{CQ} / \beta$$

$$= 20.5 \text{ mA} / 1600 = 12.8 \mu\text{A}$$

Garantizando que  $I_{R1}$  sea mucho mayor a  $12.8 \mu\text{A}$   $V_B$  será constante. Así proponiendo:

$$I_{R1} = 1 \text{ mA}$$

$$2R_1 = V_z / I_{R1} \dots\dots\dots(F. 3-37)$$

$$= 5 \text{ V} / 1 \text{ mA}$$

Despejando  $\Rightarrow R1 = 5 / 2(1 \text{ mA}) = 2.5 \text{ KOhms} \Rightarrow \text{Valor comercial} \Rightarrow 2.4 \text{ KOhms}$

Una vez calculados los valores anteriores se puede hacer el análisis para corriente alterna y encontrar los valores del capacitor y la resistencia de acoplamiento  $R_g$ .

Proponiendo un modelo  $\pi$  del transistor, como se puede ver en la Figura III-30 siguiente:

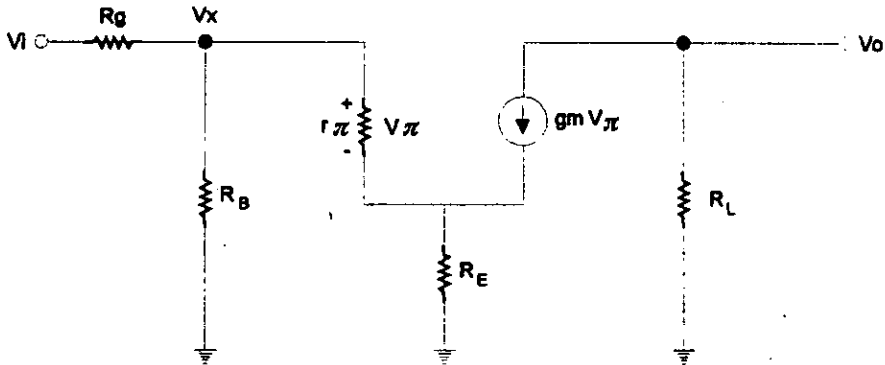


Figura III-30. Modelo  $\pi$

se tienen los siguientes valores:

$$R_B = R1 \parallel R1 = R1 / 2 \dots \dots \dots (F. 3-38)$$

$$= 1.2 \text{ KOhms}$$

$r_{\pi}$  = parámetro del modelo

$g_m$  = parámetro =  $40 \times I_{CQ} = 820$

$R_E = 56 \text{ Ohms}$

$R_L = 1200 \text{ Ohms}$  que es impedancia en la línea telefónica estimada por la compañía de teléfonos

Sacando la ecuación de transferencia:

$$V_o / V_i = ( V_o / V_{\pi} ) \times ( V_{\pi} / V_x ) \times ( V_x / V_i ) \dots\dots\dots(F. 3-39)$$

$$V_o / V_{\pi} = -g_m R_L \dots\dots\dots(F. 3-40)$$

$$V_{\pi} / V_x = r_{\pi} / ( \beta R_E + r_{\pi} ) \Rightarrow \text{como } \beta R_E \gg r_{\pi}$$

$$\therefore V_{\pi} / V_x = 1 / \beta R_E \dots\dots\dots(F. 3-41)$$

$$\text{Como } ( \beta R_E + r_{\pi} ) \gg R_B \therefore ( \beta R_E + r_{\pi} ) \parallel R_B = R_B$$

$$\text{y } V_x / V_i = R_B / ( R_B + R_g ) \dots\dots\dots(F. 3-42)$$

Haciendo la sustitución de las igualdades anteriores: (F. 3-40), (F. 3-41), (F. 3-42), en la ecuación de transferencia (F. 3-39) y despejando:

$$V_o / V_i = ( -g_m R_L / \beta R_E ) \times ( R_B / ( R_B + R_g ) ) \dots\dots\dots (F. 3-43)$$

Como  $V_o = 2 V_{ca}$  (valor requerido para simular un teléfono digital)

y  $V_i = 0.560 V_{ca}$  (valor medido a la salida del generador de tonos)

Sustituyendo en la ecuación (F. 3-43).

$$3.57 = [(820)(1200)(1200)] / [(1600)(56)(R_B + R_g)]$$

$$3.57 = 13178.57 / (R_B + R_g)$$

Despejando  $R_g$ :

$$R_g = (13178.57/3.57) - 1200 = 2.491 \text{ KOhms} \Rightarrow \text{Valor comercial} \Rightarrow R_g = 2.7 \text{ KOhms}$$

Para el valor del capacitor de desacoplamiento se tiene que tomar en cuenta la impedancia de entrada al circuito. Esta impedancia de entrada la dan las resistencias de 2.4 KOhms:

$$Z_{ent} = 2.4 \text{ KOhms} \parallel 2.4 \text{ KOms} = (R1 \times R2)/(R1+R2) \dots\dots\dots(F. 3-44)$$

$$= 1.2 \text{ KOhms}$$

Por lo tanto, la impedancia que el capacitor debe de ser por lo menos 10 veces menor que la impedancia de entrada anterior.

$$X_{cap} \cong Z_{ent}/10 = 1.2 \text{ K}/ 10 = 120 \text{ Ohms}$$

Si se desea que este capacitor presente poca impedancia a la frecuencia más baja del generador de frecuencias que es de 540 Hz; calculamos la impedancia del capacitor.

$$X_c = 1 / 2\pi f C \dots\dots\dots(F. 3-45)$$

Sustituyendo:  $120 = 1 / 2\pi (540)C$

Despejando C:  $C = 1 / 2\pi (540)(120)$   
 $= 2.45 \text{ uF}$

Eligiendo un valor comercial:  $C = 2.2 \text{ uF}$

**Filtrado y amplificación**

Debido a que la línea presenta, además de la señal de 425 Hz, señales de ruido con un nivel considerable como:

- Una señal de ruido de 60 Hz con un valor de 0.8 Vpp.
- Una señal de ruido de 10 KHz con un valor de 0.2 Vpp.

Se hace necesario separar la señal de nuestro interés de 425 Hz, del ruido que puede afectar el funcionamiento del módulo. Para lograr esto se requirió de las funciones de un filtro paso-banda centrado a la frecuencia de interés.

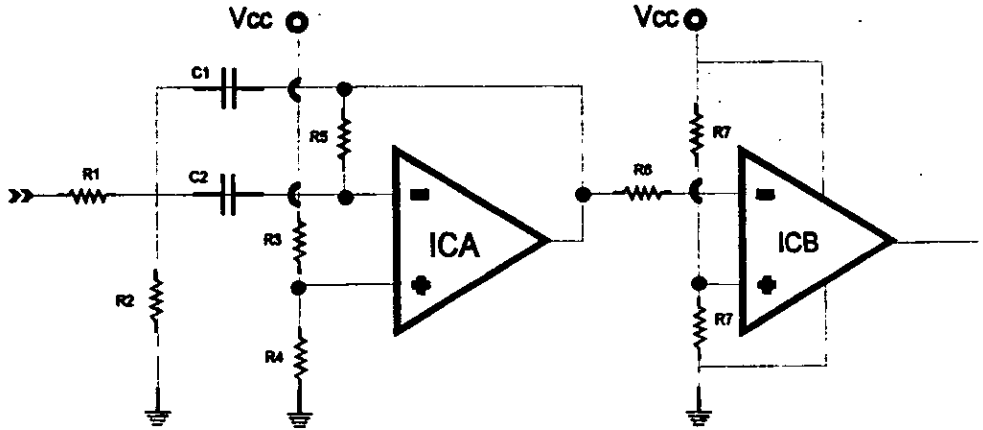


Figura III-31. Diagrama del filtro del circuito detector de tono

Para el diseño de este filtro que se muestra en la Figura III-31 se tomó en cuenta lo siguiente:

La señal que se va a dejar pasar a la entrada del filtro tiene valores de:

$$V_i = 0.4 \text{ Vpp a } F_i = 425 \text{ Hz} \pm 5$$

A continuación se desarrollan los pasos necesarios para determinar el valor de los componentes en el filtro

Se propone una ganancia de:

$$H_o = 5$$

una vez hecho esto se realizan los siguientes pasos:

1- Se iguala el valor de los capacitores

$$C1 = C2 = 0.0022 \mu\text{F}$$

2- Se calcula el valor del factor de calidad:

$$Q = f_c/B_w \dots\dots\dots(F. 3-46)$$

$$= 425/50 = 8.5$$

3- Se calcula la frecuencia central

$$W_c = 2 \times \pi \times f_c \dots\dots\dots(F. 3-47)$$

$$= 2 \times \pi \times 425 = 2670 \text{ rad/s}$$

4- Por último, se calculan los valores de las resistencias con ayuda de las fórmulas F. 3-48, F. 3-49, F. 3-50; correspondientes para este caso.

$$R1 = Q/(H_o \times W_c \times C) \dots\dots\dots(F. 3-48)$$

$$= 8.5/(5 \times 2670 \times 0.0022 \times 10^{-6}) = 28.941 \text{ KOhms} \Rightarrow 27 \text{ KOhms}$$

$$R2 = Q/[(2Q^2 - H_o) \times W_c \times C] \dots\dots\dots(F. 3-49)$$

$$= 8.5/[(2 \times (8.5)^2 - H_o) \times 2670 \times 0.0022 \times 10^{-6}] = 1.037 \text{ KOhms} \Rightarrow 1 \text{ KOhms}$$

$$R5 = 2Q/(W_c \times C) \dots\dots\dots(F. 3-50)$$

$$= 2(8.5)/(2670 \times 0.0022 \times 10^{-6}) = 289 \text{ KOhms} \Rightarrow 280 \text{ KOhms}$$

Con los valores anteriores se construyó el filtro paso banda que tiene una frecuencia central a 425 Hz con un ancho de banda de 50 Hz.

Siguiendo el curso de la señal a través del circuito presentado en la Figura III-31, se encuentra un comparador desarrollado con otro amplificador operacional.

Una vez limpia de ruido, la señal entra al comparador para elevar su valor de voltaje pico a 5 V y convierte la señal senoidal en una señal cuadrada.

Para el diseño del comparador se fija el valor del voltaje de referencia.

$$V_{rf(+)} = 0.5 \times V_{cc} = 0.5 \times 5 = 2.5 \text{ V}$$

Para lograr este voltaje en la terminal positiva se hizo un divisor de voltaje con dos resistencias del mismo valor.

$$\text{Si } R = 220 \text{ KOhms}$$

La corriente que se drena es de:

$$\begin{aligned} I_d &= V_{rf(+)} / R \dots\dots\dots (F. 3-51) \\ &= 2.5 / 220 = 11.36 \text{ uA} \end{aligned}$$

Con los valores anteriores se elaboró el comparador que proporciona a la salida una señal cuadrada y amplificada, que posteriormente entra al detector de frecuencia.

### **Detector de tono**

Una vez que la señal sale del comparador, entra a la etapa del detector de frecuencia. Esta etapa está formada por un sistema de control realimentado construido con un PLL (*Phase Lock Loop*). La función del PLL es esencialmente la de detector de frecuencias, (en este caso la frecuencia del tono de marcar) su función es sincronizarse (encadenarse) con la frecuencia de entrada para así, poder enviar un pulso hacia el microcontrolador. Este pulso se estabiliza y acondiciona a través de un circuito para enviarlo al puerto del microcontrolador.

El PLL en el circuito integrado tiene dos comparadores de fase, una fuente seguidora, un oscilador controlado por voltaje (VCO), un diodo zener y para lograr la realimentación se conecta externamente un filtro paso-bajas RC.

Para que el PLL se encadene a una frecuencia (frecuencia central) se deben determinar los valores de las resistencias y el capacitor que están conectados al VCO; así como también los valores del capacitor y la resistencia que forman el filtro paso bajas conectado a la malla de realimentación. Lo anterior se puede ver en la Figura III-32.

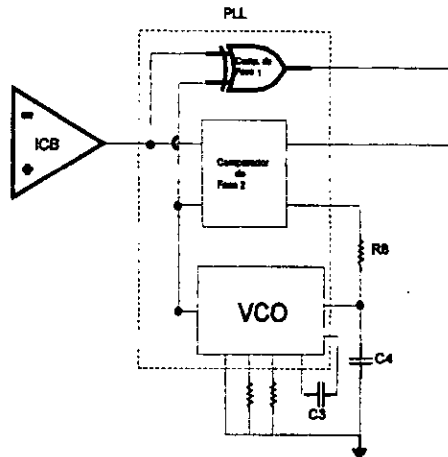


Figura III-32. Diagrama del circuito encadenador de frecuencia

Como ya se ha comentado, la frecuencia por detectar es de 425 Hz; esta es nuestra frecuencia central ( $f_0$ ). Como la frecuencia en la línea telefónica tiene un rango que puede variar; se tomó en consideración para el cálculo del ancho de banda en el PLL:

$$f_0 = 425 \pm 25 \%$$

$$\therefore f_{\min} = 400 \text{ Hz y } f_{\max} = 450 \text{ Hz}$$

Si además se considera como medida de seguridad un 5 % de variación abajo y arriba de la frecuencia máxima y mínima:



$$f_{\min} = 400 - 5 \% = 380 \text{ Hz}$$

$$f_{\max} = 450 + 5 \% = 472.5 \text{ Hz}$$

$$f_{\min} - f_{\max} = 92.5 \text{ Hz}$$

El fabricante proporciona para el PLL las siguientes fórmulas que sirven para calcular los valores de los dispositivos que conectados al VCO determinan el rango de frecuencias a las cuales el PLL se puede encadenar.

$$f_{\min} = \frac{1}{R2 (C1 + 32 \text{ pF})} \dots\dots\dots (\text{F. 3-52})$$

$$f_{\max} - f_{\min} = \frac{1}{R1 (C1 + 32 \text{ pF})} \dots\dots\dots (\text{F. 3-53})$$

$$R2 = \frac{FR2}{f_{\min} (C1 + 32 \text{ pF})} \dots\dots\dots (\text{F. 3-54})$$

$$R1 = \frac{FR1}{f_{\max} - f_{\min} (C1 + 32 \text{ pF})} \dots\dots\dots (\text{F. 3-55})$$

Si se considera para los cálculos un capacitor  $C1 = 0.047 \text{ uF}$  y con la ayuda de las fórmulas anteriores considerando inicialmente a  $FR2$  y  $FR1$  con un valor de 1 se obtuvieron los siguientes resultados:

$$R2 = 55952.94 \Rightarrow \text{Valor comercial} \Rightarrow R2 = 56 \text{ KOhms}$$

$$R1 = 229860.75 \Rightarrow \text{Valor comercial} \Rightarrow R1 = 220 \text{ KOhms}$$

Con estos valores comerciales de las resistencias calculamos las frecuencias:

$$f_{\text{mín}} = 379.6 \text{ Hz}$$

$$f_{\text{máx}} - f_{\text{mín}} = 96.64 \text{ Hz}$$

Cabe señalar que las frecuencias anteriores están muy cerca de los valores deseados.

Pero los valores experimentales medidos son:

$$f_{\text{mín}} = 515.3 \text{ Hz}$$

$$f_{\text{máx}} = 689 \text{ Hz}$$

$$\therefore f_{\text{máx}} - f_{\text{mín}} = 173.7 \text{ Hz}$$

Con los valores anteriores se calcularon los factores de variación entre el valor calculado y el experimental.

$$FR2 = 1.8$$

$$FR1 = 1.4$$

Con los factores anteriores y las fórmulas del principio se recalculan los valores de las resistencias y las frecuencias:

$$R2 = 100.71 \text{ KOhms} \Rightarrow \text{Valor comercial} \Rightarrow R2 = 100 \text{ KOhms}$$

$$R1 = 321.8 \text{ KOhms} \Rightarrow \text{Valor comercial} \Rightarrow R1 = 300 \text{ KOhms}$$

Con estos valores comerciales de las resistencias se calculan las frecuencias:

$$f_{\text{mín}} = 382.71 \text{ Hz}$$

$$f_{\text{máx}} = 481.9 \text{ Hz}$$

$$\therefore f_{\text{máx}} - f_{\text{mín}} = 99.2 \text{ Hz}$$

Experimentalmente se obtuvieron valores cercanos a los deseados inicialmente por lo que los valores finales de los dispositivos quedaron como se puede apreciar en la Figura III-34.

Los valores del filtro paso bajas se obtuvieron con ayuda de la fórmula que aparece en las hojas de especificaciones para el PLL de la empresa *National*. La fórmula es:

$$2f_c = (1/\pi) \sqrt{[2\pi f_l / R3C2]} \dots\dots\dots(F. 3-56)$$

Para nuestro caso que es un VCO con offset  $f_c = f_l$ ; lo cual reduce la fórmula anterior a lo siguiente:

$$\text{Si } W_c = W_l \Rightarrow W_c = 1 / R3C2 \Rightarrow 2\pi f_l = 1 / R3C2 \Rightarrow R3C2 = 1 / 2\pi f_l$$

Sustituyendo:

$$R3C2 = 3.4 \text{ ms}$$

Fijando el valor de  $C2 = 0.01 \text{ uF}$  y despejando  $R3$

$$R3 = 3.4 / 0.01E-6 = 345.989 \text{ KOhms} \Rightarrow \text{Valor comercial} \Rightarrow 330 \text{ KOhms}$$

Estos valores para  $C2$  y  $R3$  son con los que se construyó el filtro paso bajas como se ve en la Figura III-34.

### Acoplamiento

En las salidas del PLL: en la salida del comparador de fase y en la salida de pulso de fase se encuentra conectada una compuerta NOR (ver Figura III-33).

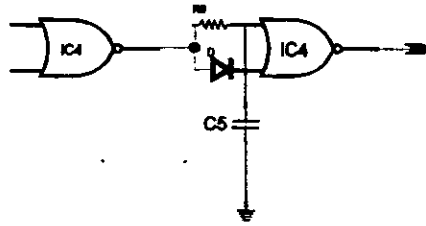


Figura III-33. Diagrama del circuito de acoplamiento

Dichas salidas son complementarias. La compuerta NOR tiene la función de asegurar la veracidad del pulso de fase; ya que existe un lapso entre encadenado y no encadenado, donde este pulso es incierto.

Siguiendo la trayectoria de la señal a través de la Figura III-33, se observa que después de la compuerta NOR la señal entra a un circuito de retardo. Este circuito mantiene la señal de pulso de fase en un nivel de voltaje que en términos de lógica se maneja como un "1", ya que el pulso de fase que proviene del PLL no es continuo aunque el mismo PLL esté perfectamente encadenado.

Por último, se encuentra recibiendo la señal un inversor para adaptarla al bit del puerto del microcontrolador, el cual se encarga de interpretar la señal.

La Figura III-34 muestra el diagrama completo del circuito detector de tono, ya con los valores que anteriormente se calcularon.

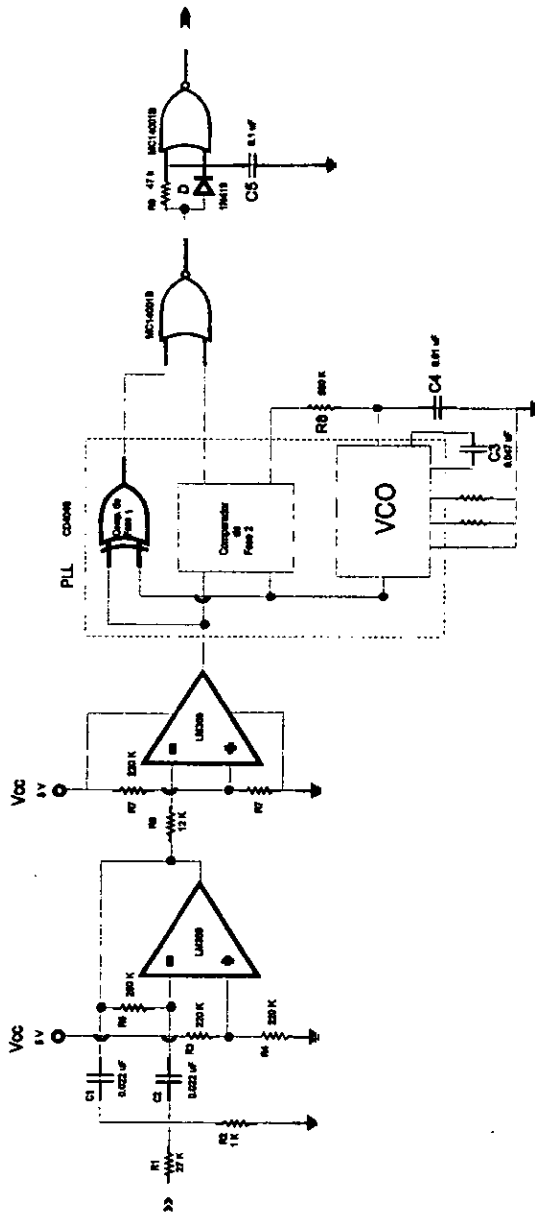


Figura III-34. Diagrama del circuito detector de tono.

## MÓDULO DE CONEXIONES EXTERNAS

Este módulo fue diseñado con el fin servir de interfase entre el módulo de control y las mallas de sensores que irían conectadas a los puertos. Este módulo protege al sistema de seguridad de cortos circuitos que ocurran en las mallas, accidentales o intencionales. Así mismo recibe energía del módulo de alimentación y respaldo de energía, usa parte de esta energía y la otra parte la distribuye para la polarización de los sensores que forman las mallas. Tiene además un circuito de conmutación para seleccionar el tipo de malla que se va a conectar al sistema.

El puerto del microcontrolador asignado para manejar las señales provenientes de las mallas, es el puerto E. La función asignada a cada bit del puerto se muestran en la Tabla III-22.

| <b>Función</b>      | <b>Bit del Puerto E</b> | <b>Tipo de Señal</b> |
|---------------------|-------------------------|----------------------|
| Malla 1 de Sensores | b0                      | E                    |
| Malla 2 de Sensores | b1                      | E                    |
| Malla 3 de Sensores | b2                      | E                    |
| Malla 4 de Sensores | b3                      | E                    |
| Malla 5 de Sensores | b4                      | E                    |
| Malla 6 de Sensores | b5                      | E                    |
| Malla 7 de Sensores | b6                      | E                    |
| Malla 8 de Sensores | b7                      | E                    |

Tabla III-22. Función del puerto E

El puerto E está dedicado en su totalidad al monitoreo de las mallas de sensores que van a vigilar las diferentes zonas que protege el sistema de seguridad. Todo el puerto está por *default* como entradas de propósito general y constituye la parte del sistema que responde a las condiciones en que se ve expuesto.

### Diagrama de bloques módulo de conexiones externas

En la Figura III-35 se muestra el diagrama de bloques del módulo de conexiones externas.

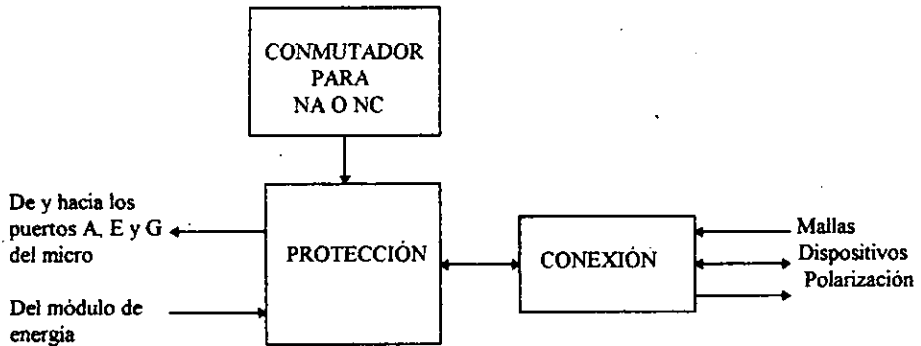


Figura III-35. Diagrama de bloques del módulo de conexiones

#### Commutación y protección

Al igual que para la explicación de los módulos anteriores, en la explicación de este módulo de conexiones también es conveniente presentar al inicio, la Figura III-36 del diagrama del circuito tal como quedó al finalizar el diseño.

Como se puede apreciar en la Figura III-36, las compuertas XOR están cumpliendo en este módulo con dos funciones: permitir junto con los micro interruptores la posibilidad de elegir entre malla abierta o cerrada y proteger contra cortos circuitos al puerto E del microcontrolador. Las compuertas XOR pertenecen a la serie 74HCT. Esta familia cuenta con entradas de tecnología bipolar recomendables para que no se dañe el dispositivo, por causa de la manipulación en sus puntos de conexión a las mallas sensoras. Así mismo las salidas en tecnología CMOS permite la compatibilidad con las entradas de los puertos del microcontrolador. La compuerta elegida fue la 74HC86 y su tabla de verdad es la siguiente:

| E1 | E2 | S |
|----|----|---|
| 0  | 0  | 0 |
| 0  | 1  | 1 |
| 1  | 0  | 1 |
| 1  | 1  | 0 |

Tabla III-23. Verdad de la compuerta XOR



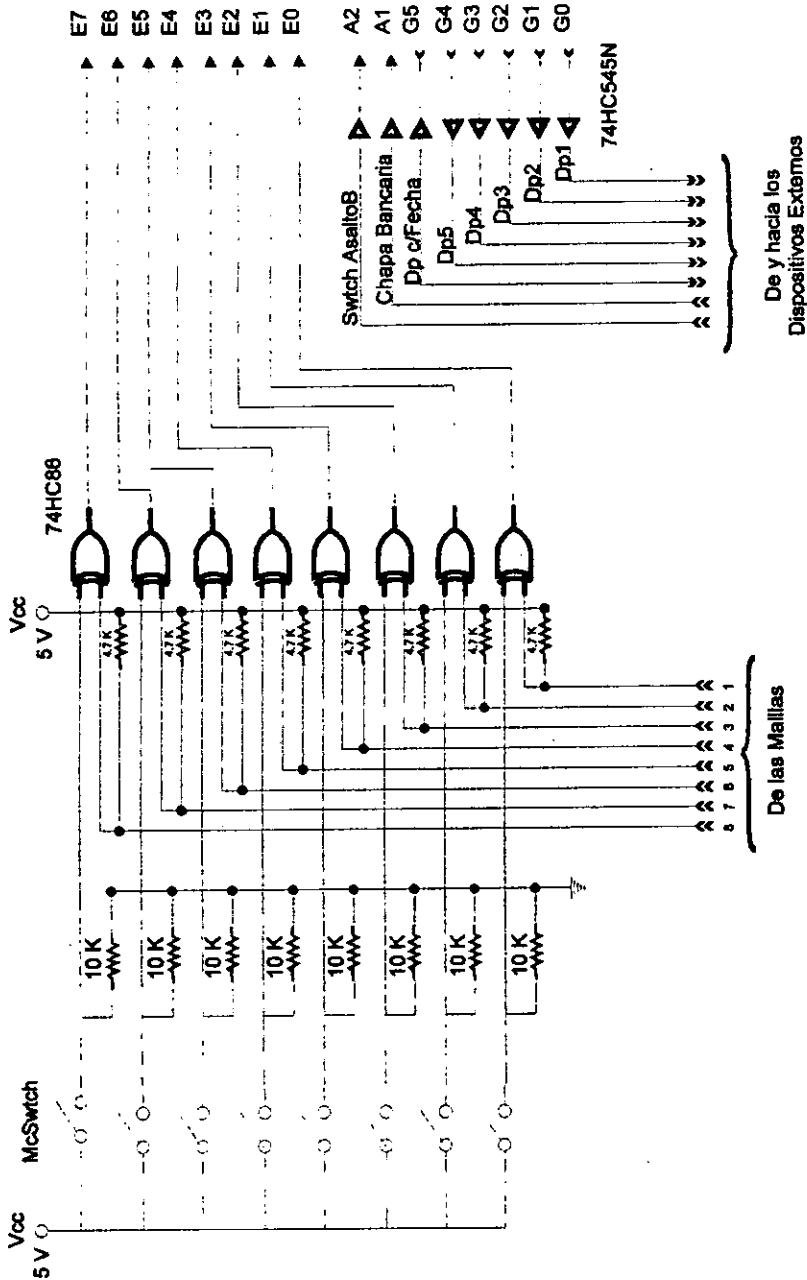


Figura III-36. Diagrama del circuito del módulo de conexiones externas

Por último en esta etapa de protección se integró el circuito 74H245N el cual contiene ocho buffers por los que pasan las líneas que van y vienen de los dispositivos

externos; como se puede apreciar en la Figura III-36, las señales que manejan los *buffers* entran y salen de los puertos A y G.

### **Conexión**

Los conectores usados en este módulo son los más pequeños que se encontraron en el mercado. Su tamaño reducido permitió tener un módulo de conexiones pequeño y tener a la vez una buena fuerza de sujeción para las terminales de las mallas, reduciendo así la posibilidad de falsas alarmas por desconexión. A estos conectores van sujetas las líneas de las mallas y las líneas que van de y hacia los dispositivos externos. Lo anterior lo podemos ver en la Figura III-36.

### **Conmutador para malla abierta o cerrada**

La incorporación de los microinterruptores le dan gran versatilidad al sistema, pues con sólo conmutar la posición de contacto se puede elegir que la malla correspondiente opere en malla abierta o cerrada. Las resistencias de *pull up* que se encuentran a la entrada de las compuertas XOR, garantizan los valores lógicos de “1” y “0”. Los valores máximos de corriente que puede circular por ellas es de: 0.5 mA para la de 10 KOHms y un mA por la de 4.7 KOHms. La colocación del microinterruptor se puede apreciar en la Figura III-36.

Como se sabe las mallas son arreglos de sensores que al cambiar de estado por su apertura o cierre, son detectadas por el módulo de control del sistema que toma la acción adecuada. La mayoría de los sistemas de seguridad para casa habitación que ya existen en el mercado, están equipados con cuatro o seis mallas. El proyecto presente cuenta con ocho mallas. Estas mallas pueden ser de dos tipos; las cuales serán explicadas a continuación.

El funcionamiento de la malla abierta es muy sencillo, se puede ver en el circuito de un timbre casero el cual es una malla abierta, en éste al oprimir el botón se cierra la malla y suena el timbre. Análogamente al ejemplo del timbre, se puede aplicar este mismo principio a un conjunto de sensores en malla abierta, así en su estado normal, los contactos de los sensores están abiertos. Si se cierran, circulará corriente la cual al ser detectada por

el módulo de control del sistema, toma la acción preestablecida. La denominación inglesa a este tipo de estado en la malla es NA (*normally open*: normalmente abierto).

Un circuito en malla cerrada, al contrario de una malla abierta, es su estado normal. Por eso para designarlo los ingleses emplearon NC (*normally closed*: normalmente cerrado). En este tipo de malla todos los contactos de los sensores están cerrados y por la línea circula una corriente. Dichos sensores están contruidos de tal forma que en caso de detección se abren sus contactos. Si así ocurre o se interrumpe la línea con un sabotaje, el módulo de control del sistema reacciona disparando la alarma. Tambien en este tipo de malla se pueden conectar todos los sensores que se deseen, pero se deberán conectar en serie.

#### IV. DISEÑO DEL SOFTWARE

El sistema está constituido por un *software* que ocupa 10 Kbytes, y se almacena en una memoria externa UVEPROM NMC27C128, de 131072 bits (16 K x 8 bits), ya que la memoria EEPROM interna del microcontrolador no es suficiente para contenerlo. Debido a que se utiliza esta memoria externa, el microcontrolador MC68HC11F1 se configuró para trabajar en el modo expandido no multiplexado.

Las memorias internas del microcontrolador, la EEPROM y la RAM, son utilizadas para el manejo de datos temporales.

El *software* del sistema se conforma por tres bloques principales, como se muestra en la Figura IV- 1. Un bloque de configuración de dispositivos, donde son configurados el registro BPROT, los DDR de los puertos A, D y G del microcontrolador; el display AND-491 y el reloj de tiempo real (RTC) MC146818A. Un bloque de operación de modos, en el que el sistema reconoce sus diferentes estados. Y por último, un bloque de programación, donde se programa el sistema, dependiendo de las diferentes necesidades de cada usuario.

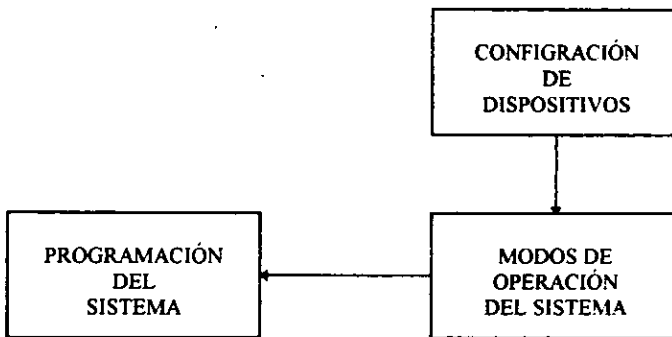


Figura IV-1. Bloques que conforman el *software* del sistema

El bloque de operación de modos y programación del sistema, se basa en un menú de opciones para el usuario, y se representa en un esquema al que se le denomina Diagrama

de Árbol (Manual de usuario), en el que se pueden observar las opciones con que cuenta el sistema para operar y programarse, y las rutas que se pueden utilizar para llegar a éstas.

### · UBICACION EN EL MAPA DE MEMORIA DE LA UVEPROM, LA EEPROM Y LA RAM

Para su funcionamiento el sistema de seguridad requiere manejar diferentes tipos de datos. Según la importancia que tengan estos datos o el tipo de manejo que requieran se deben utilizar diferentes tipos de memorias que hagan posible la buena operación del sistema. En seguida se describirá el mapeo de estas memorias.

#### Mapeo de la UVEPROM

Esta memoria es la que guarda el programa del sistema, así como una tabla de datos que contiene los diferentes letreros que se despliegan en el *display* AND-491. La UVEPROM se ubicó en el mapa de memoria a partir de la dirección \$8000, configurada en el vector de interrupción del *reset*, localizado en las direcciones \$FFFE y \$FFFF del microcontrolador. Esta dirección es la de inicio del *software*, es decir, es el valor que toma el contador de programa (PC), cada vez que se aplica un *reset*, o se arranca el sistema, en el modo expandido.

|        |   |   |   |   |   |   |   |   |      |
|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|------|
| \$FFFE | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | \$80 |
| \$FFFF | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | \$00 |

Figura IV-2. Configuración del vector de interrupción de *reset*.

#### Mapeo de la memoria EEPROM del microcontrolador

El microcontrolador contiene una EEPROM de 512 bytes, que es utilizada en el sistema para guardar los datos que programa el usuario, y que dependen de sus necesidades. Esta EEPROM puede ser mapeada cada cuatro Kbytes de memoria, esto es, puede ir de \$xE00 a \$xFFF, donde x es un número hexadecimal representado por 4 bits (EE3, EE2, EE1, EE0) en el registro

CONFIG del microcontrolador. Como lo muestra el mapa de memoria del sistema, en el capítulo anterior, la EEPROM se dejó ubicada de \$FE00 a \$FFFF.

El registro CONFIG cuenta con un bit llamado EEON que al ser configurado con un valor alto ('1'), es habilitada la memoria EEPROM del microcontrolador.

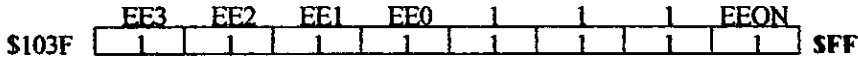


Figura IV-3. Configuración del registro CONFIG

El registro CONFIG se programa y borra igual que las localidades de la EEPROM, que posteriormente en este mismo capítulo se explicará.

### Mapeo de la memoria RAM del microcontrolador

La RAM contenida en el microcontrolador es de un tamaño de un Kbyte, y es utilizada en el sistema para el manejo de datos temporales. Se puede mapear cada cuatro Kbytes de memoria el igual que la EEPROM, a través del registro INIT, sin embargo, el *reset* sitúa a esta RAM en las localidades de \$0000 a \$03FF por *default*, donde se dejó ubicada, sin configurar este registro.

### CONFIGURACION DE DISPOSITIVOS

Es uno de los bloques que componen el *software*, que ejecuta una rutina al inicio o arranque del sistema, o bien, después de aplicar un *reset*. Esta rutina no se vuelve a presentar una vez que lleva a cabo su tarea y realiza la configuración siguiente de dispositivos:

- El registro de bloque protector (BPROT) de la EEPROM del microcontrolador.
- Los registros de dirección de datos (DDR) de los puertos A, D y G del microcontrolador.
- El reloj de tiempo real ( RTC ) MC146818A.

- El *display* de cristal líquido AND-491.

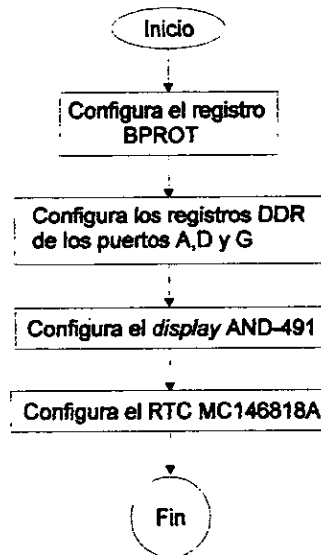


Figura IV-4. Diagrama de flujo de la rutina de configuración de dispositivos

### **Configuración del registro de bloque protector (BPROT) de la EEPROM del microcontrolador**

El registro BPROT protege la EEPROM del microcontrolador y al registro CONFIG de programación o borrado. De acuerdo a la configuración de este registro BPROT, los datos contenidos en la EEPROM del microcontrolador y los del registro CONFIG, pueden ser o no permanentes. Para nuestro propósito, la EEPROM se utiliza para almacenar la información que proviene de la programación de cada usuario, por lo que estos datos no se consideran fijos, manteniendo por esto, siempre desprotegida la EEPROM para poderla programar cuando sea necesario. No así con el registro CONFIG, que es el que habilita y mapea la EEPROM, el cual siempre se mantiene protegido de borrado y programación, para mantener permanentemente su configuración.

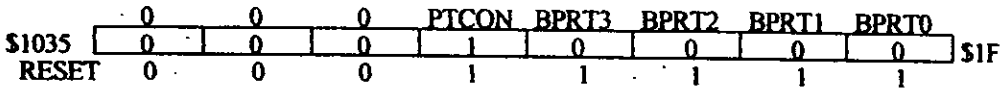


Figura IV- 4. Configuración del registro BPROT.

El bit PTCON protege el registro CONFIG de programación o borrado, cuando tiene un valor alto ('1').

Los bits de BPRT0 a BPRT3 sirven para proteger por bloques la EEPROM de programación o borrado, cuando tienen valores altos ('1'), como se muestra en la siguiente tabla:

| Bit   | Bloque Protegido | Tamaño del Bloque |
|-------|------------------|-------------------|
| BPRT0 | \$FE00 a \$FE1F  | 32 Bytes          |
| BPRT1 | \$FE20 a \$FE5F  | 64 Bytes          |
| BPRT2 | \$FE60 a \$FEDF  | 128 Bytes         |
| BPRT3 | \$FEE0 a \$FFFF  | 288 Bytes         |

Tabla IV-1. Protección por bloques de programación o borrado de la EEPROM.

### Configuración de los registros de dirección de datos (DDR) de los puertos A, D y G del microcontrolador

Los registros DDR definen los bits de los puertos del microcontrolador, como entrada o salida. Si un bit del registro DDR es "0", se considera ese bit en el puerto como entrada; Si es "1", se maneja como salida.

La configuración de los registros DDR, se realizó de acuerdo a la función y distribución de datos en los puertos A, D y G del microcontrolador, la cual se muestra en la Tabla IV- 2.

El puerto E del microcontrolador, que se utiliza para verificar las ocho mallas de sensores con las que puede contar el sistema, no cuenta con registro DDR, ya que cada uno de sus bits actúan como entradas de propósito general.



| Puerto y Bit | Función                                       | Dirección de la Señal | DDR |
|--------------|---|-----------------------|-----|
| A7           | Verifica señal de tono del teléfono           | Entrada               | 0   |
| A6           | Verifica el estado de la línea telefónica     | Entrada               | 0   |
| A5           | Verifica el estado de la línea de 127 V ac    | Entrada               | 0   |
| A4           | Controla el relevador del circuito telefónico | Salida                | 1   |
| A3           | Controla el bit RS del display AND-491        | Salida                | 1   |
| A2           | Verifica el swich interior de la casa         | Entrada               | 0   |
| A1           | Verifica el swich exterior de la casa         | Entrada               | 0   |
| A0           | Verifica el swich que desactiva el teclado    | Entrada               | 0   |
| D7           | No existe                                     | -                     | x   |
| D6           | No existe                                     | -                     | x   |
| D5           | Controla el LED indicador de modo             | Salida                | 1   |
| D4           | Verifica el botón de enter del teclado        | Entrada               | 0   |
| D3           | Verifica el botón de arriba del teclado       | Entrada               | 0   |
| D2           | Verifica el botón de abajo del teclado        | Entrada               | 0   |
| D1           | Verifica el botón derecho del teclado         | Entrada               | 0   |
| D0           | Verifica el botón izquierdo del teclado       | Entrada               | 0   |
| G7           | Bit libre                                     | Salida                | 1   |
| G6           | Controla la alarma de pánico                  | Salida                | 1   |
| G5           | Controla dispositivo de simulación 6          | Salida                | 1   |
| G4           | Controla dispositivo de simulación 5          | Salida                | 1   |
| G3           | Controla dispositivo de simulación 4          | Salida                | 1   |
| G2           | Controla dispositivo de simulación 3          | Salida                | 1   |
| G1           | Controla dispositivo de simulación 2          | Salida                | 1   |
| G0           | Controla dispositivo de simulación 1          | Salida                | 1   |

Tabla IV-2. Función y dirección de los bits de los puertos A, D y G del microcontrolador y configuración de los registros DDR

De la tabla anterior se observa como quedan configurados los registros DDR:

|        |   |   |   |   |   |   |   |   |      |      |
|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|------|------|
| \$1001 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | \$18 | DDRA |
| \$1003 | X | X | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | \$20 | DDRD |
| \$1009 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | \$FF | DDRG |

Figura IV- 5. Configuración de los registros DDRA, DDRD y DDRG.

### Configuración del *display* de cristal líquido AND-491

El AND-491 necesita de una rutina de configuración a su arranque, la cual está compuesta por una serie de comandos, que establecen las características de operación del *display*.

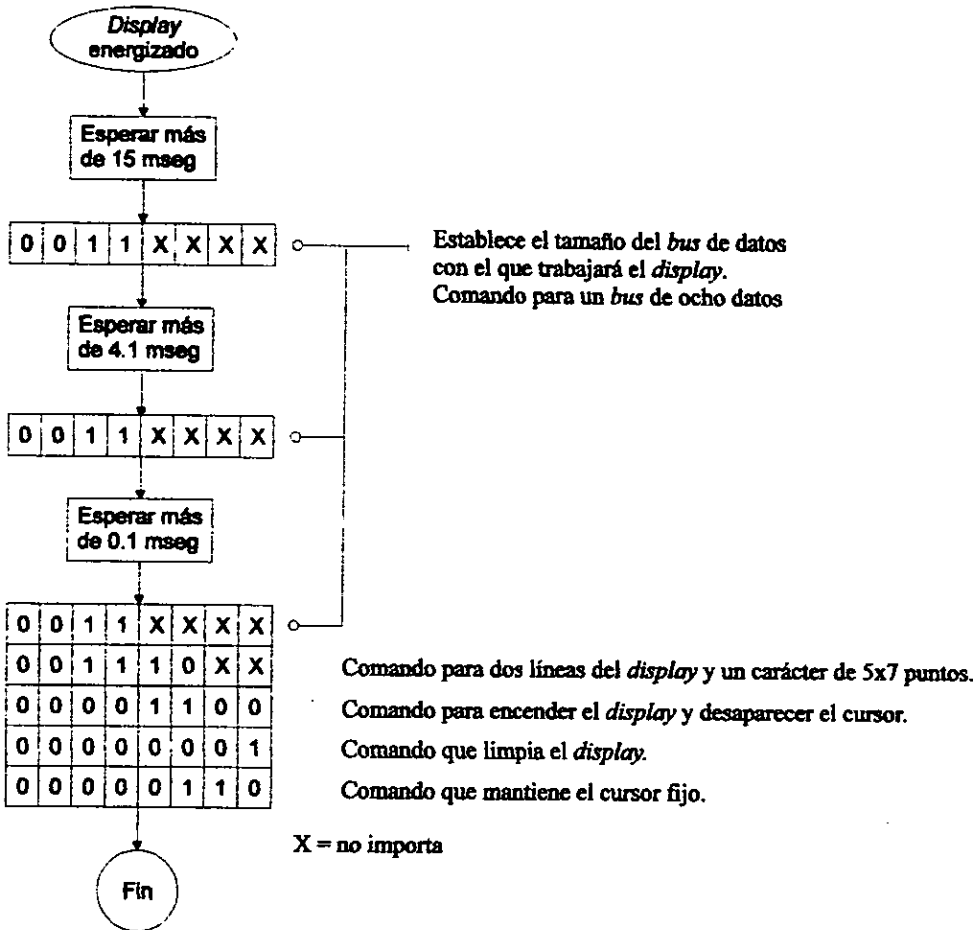


Figura IV-6. Rutina de configuración de arranque del AND-491.

### Configuración del reloj de tiempo real (RTC) MC146818A

El reloj de tiempo real cuenta con dos registros de control y estado, que son configurados para definir su forma de operar: el registro A y el registro B. Estos registros se localizan en las direcciones \$6004 y \$6002 respectivamente, dependiendo su ubicación de la del RTC que es la dirección \$6000 en el mapa de memoria.

A continuación se presentan los bits que conforman estos registros, así como la forma en que quedaron configurados:

|   |     |     |     |     |     |     |     |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| X | DV2 | DV1 | DV0 | RS3 | RS2 | RS1 | RS0 |
| X | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   |

Figura IV-7. Bits y configuración del registro A del RTC

|   |   |   |   |      |    |       |     |
|---|---|---|---|------|----|-------|-----|
| X | X | X | X | SOWE | DM | 24/12 | DSE |
| X | X | X | X | 0    | 0  | 1     | 0   |

X = no importa

Figura IV-8. Bits y configuración del registro B del RTC

- Los bits DV2, DV1, DV0 indican la frecuencia base del cristal con la que trabaja el RTC, los cuales fueron configurados de acuerdo a la tabla siguiente. Como se menciona en el capítulo anterior, la frecuencia del cristal que opera para el RTC es de 4.194304 MHz.

| Frecuencia Base | DV2 | DV1 | DV0 |
|-----------------|-----|-----|-----|
| 4.194304 MHz    | 0   | 0   | 0   |
| 1.048576 MHz    | 0   | 0   | 1   |
| 32.768 KHz      | 0   | 1   | 0   |

Tabla IV-3. Frecuencias de operación del RTC

- Los bits RS3, RS2, RS1, RS0 seleccionan una frecuencia múltiplo de la frecuencia base del cristal, y que se muestra en el pin SQW del RTC cuando es requerida. La frecuencia elegida de la Tabla IV-4, es de 4.096 KHz, y se utiliza para activar la alarma discreta del sistema, habilitando el bit SQWE del registro B del RTC.

| RS3 | RS2 | RS1 | RS0 | Frecuencia de Salida SQW |
|-----|-----|-----|-----|--------------------------|
| 0   | 0   | 0   | 0   | Ninguna                  |
| 0   | 0   | 0   | 1   | 32.768 KHz               |
| 0   | 0   | 1   | 0   | 16.384 KHz               |
| 0   | 0   | 1   | 1   | 8.192 KHz                |
| 0   | 1   | 0   | 0   | 4.096 KHz                |
| 0   | 1   | 0   | 1   | 2.048 KHz                |
| 0   | 1   | 1   | 0   | 1.024 KHz                |
| 0   | 1   | 1   | 1   | 512 Hz                   |
| 1   | 0   | 0   | 0   | 256 Hz                   |
| 1   | 0   | 0   | 1   | 128 Hz                   |
| 1   | 0   | 1   | 0   | 64 Hz                    |
| 1   | 0   | 1   | 1   | 32 Hz                    |
| 1   | 1   | 0   | 0   | 16 Hz                    |
| 1   | 1   | 0   | 1   | 8 Hz                     |
| 1   | 1   | 1   | 0   | 4 Hz                     |
| 1   | 1   | 1   | 1   | 2 Hz                     |

Tabla IV-4. Frecuencias mostradas en el pin SQW del RTC

- El bit SQWE habilita la frecuencia especificada por los bits de RS0 a RS3 del registro A en el pin SQW del RTC, cuando SQWE=1. Si SQWE=0, deshabilita esta frecuencia apareciendo un nivel bajo en este pin. Inicialmente este bit se configura para que esté deshabilitada esta frecuencia, pero posteriormente se podría configurar para habilitarla, ya que con esta frecuencia se produce la alarma discreta del sistema.
- El bit DM sirve para elegir el formato de datos de los registros tiempo-calendario del RTC. Si DM=1, el formato es de datos binarios; Si DM=0, el formato será de datos BCD. Para este caso el formato que se eligió fue el de BCD.
- El bit 24/12 establece el formato de datos de los bytes horas del RTC. Para 24/12=1, opera el modo 24 horas. Para 24/12=0, el modo es 12 horas. El modo con el que se trabaja es el de 24 horas.
- El bit DSE=1, efectúa dos ciclos de actualización de horario en los meses de abril y octubre, incrementando y decrementando una hora respectivamente en estos meses. Por el momento el RTC no efectúa estos ciclos de actualización, por lo que este bit quedó configurado como DSE=0.

## RUTINAS DE USO FRECUENTE

Para un entendimiento más sencillo de los bloques de operación de modos y programación del sistema, se cree conveniente mencionar primero el funcionamiento de rutinas que se presentan constantemente a lo largo de la estructura del *software*.

### Rutina de despliegue de letreros

Como se mencionó anteriormente, el bloque de operación de modos y el de programación del sistema se basan en un Diagrama de árbol, compuesto por pequeños bloques identificados por letreros, que muestran el menú de opciones con las que cuenta el usuario. Estos letreros indican la función que se desempeña en cada bloque y la posición que se tiene en el Diagrama de árbol.

Los letreros son mostrados en el *display* AND-491, y se toman de la tabla de datos contenida en la UVEPROM (Apéndice A), que va de la dirección \$BE00 a \$BF8C. Otros letreros desplegados, son los datos contenidos en la EEPROM del microcontrolador, que guarda la programación realizada por el usuario.

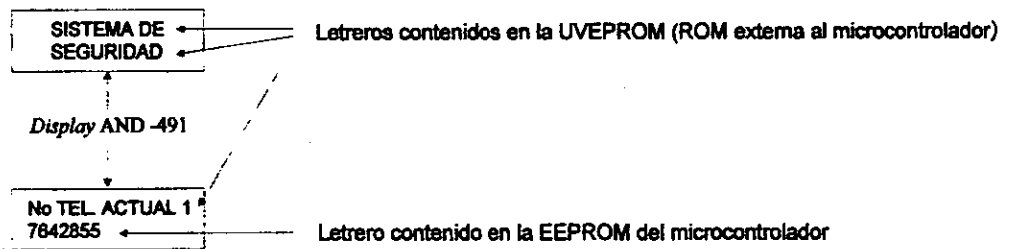


Figura IV-9. Letreros mostrados en el *display* AND-491

Algoritmo y diagrama de flujo de la rutina que escribe letreros en el *display* AND-491.

**Algoritmo**

1. Poner características del letrero: número de caracteres del letrero; dirección en la tabla de letreros contenida en la memoria UVPROM, del primer caracter del letrero; posición del primer caracter del letrero en el *display*.
2. De acuerdo a la posición del primer caracter del letrero, ubicar el cursor en el *display*.
3. Toma caracter de la dirección obtenida de la tabla de letreros.
4. Escribe caracter e incrementa una posición el cursor en el *display*.
5. Decrementa el número de caracteres a escribir del letrero.
6. ¿Existen caracteres a escribir?
  - a) Sí. Sigue paso 7.
  - b) No. Sigue paso 9.
7. Incrementa la dirección de la tabla de letreros del caracter que se escribió.
8. Sigue paso 3.
9. Fin.

- A: Número de caracteres del letrero.
- B: Dirección de la tabla de datos que contiene el carácter a desplegar.
- C: Posición del cursor en el *display*.

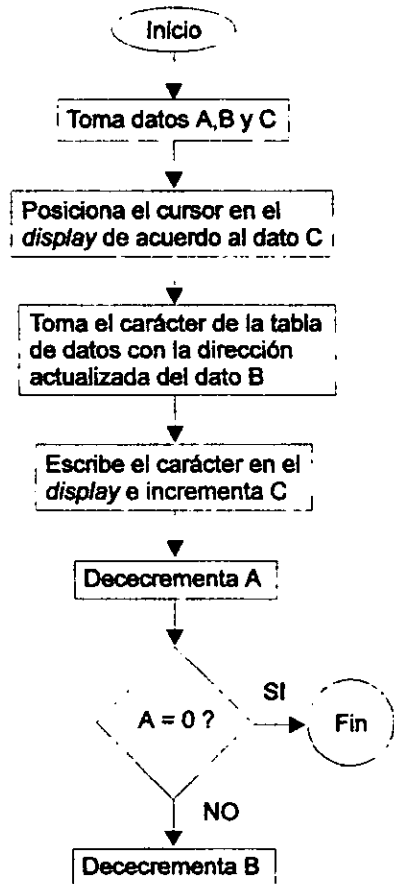


Figura IV-10. Diagrama de flujo de la rutina que escribe letreros en el *display* AND-491.

### Rutina de manejo del teclado

El teclado tiene dos funciones fundamentales, una es elegir caracteres en los bloques que son programables para el usuario, y la otra es, ayudar al desplazamiento de bloque en bloque en el Diagrama de árbol o menú de opciones. Lo componen cinco teclas que realizan funciones específicas.

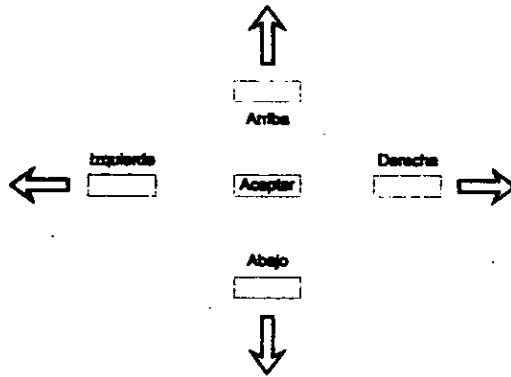


Figura IV-11. Teclado del sistema

- Tecla ← .- Mueve el cursor a la izquierda en la elección de caracteres en los bloques programables, así como también ayuda al desplazamiento hacia la izquierda de bloque en bloque en el Diagrama de árbol.
- Tecla → .- Realiza la misma función que la tecla izquierda, a diferencia que el movimiento del cursor y el desplazamiento en el Diagrama de árbol es hacia la derecha.
- Tecla ↓ .- Despliega caracteres de la tabla de letreros de la UVEPROM, de la dirección \$BE01 a \$BE24, en los bloques programables, de la siguiente forma: A, B, C, ...Z, 0, 1, 2, ...9, A, B, C,.... . Otra de sus funciones es ayudar al desplazamiento hacia abajo de bloque en bloque en el Diagrama de árbol.
- Tecla ↑ .- Despliega caracteres de la tabla de letreros de la UVEPROM, de la dirección \$BE24 a \$BE01, en los bloques programables, como a continuación se muestra: 9,8,7,...0, Z, Y, X,...A, 9, 8, 7,.... Además ayuda al desplazamiento hacia arriba de bloque en bloque en el Diagrama de árbol.
- Tecla E .- La función de esta tecla es guardar en RAM el caracter que se eligió con las teclas ↓ ↑ en los bloques programables. Cuando el cursor se encuentra en la última localidad de una palabra a programar, y se da un Enter, el sistema da como terminada la selección de caracteres y sale del bloque programable.



Algoritmo y diagrama de flujo de la rutina que desde el teclado elige caracteres y los muestra en el display, y guarda en RAM aquellos que son seleccionados.

**Algoritmo**

1. Posiciona y despliega el cursor en el *display* en la localidad donde se empezará a escribir.
2. Poner dirección de RAM a partir de la cual se van a guardar los caracteres seleccionados.
3. Poner dirección menos una localidad, donde empiezan los caracteres que se pueden seleccionar, contenidos en la tabla de letreros que se encuentra en la UVEPROM.
4. Hacer un tiempo de 0.25 segundos, para darle sensibilidad al teclado y evitar los efectos de rebote en las teclas.
5. ¿Se oprimió la tecla ←?
  - a) Sí. Sigue paso 6.
  - b) No. Sigue paso 9.
6. ¿El cursor está en la primera localidad donde se empezará a escribir?
  - a) Sí. Sigue paso 4.
  - b) No. Sigue paso 7.
7. Decrementa dirección RAM y corre el cursor a la izquierda una posición.
8. Sigue paso 4.
9. ¿Se oprimió la tecla →?
  - a) Sí. Sigue paso 10.
  - b) No. Sigue paso 13.
10. ¿El cursor está en la última localidad donde se terminará de escribir?
  - a) Si. Sigue paso 4.
  - b) No. Sigue paso 11.
11. Incrementa dirección de RAM y recorre el cursor a la derecha una posición.
12. Sigue paso 4.
13. ¿Se oprimió la tecla ↓?

- a) Sí. Sigue paso 14.
  - b) No. Sigue paso 19.
14. Incrementa la dirección de la tabla donde se encuentran los caracteres que se pueden seleccionar.
15. ¿En la dirección de la tabla se encuentra caracter que se puede seleccionar?
- a) Sí. Sigue paso 17.
  - b) No. Sigue paso 16.
16. Poner la dirección de la tabla donde se encuentra el primer caracter que se pueden seleccionar.
17. Despliega caracter en el *display* tomado de la dirección de la tabla.
18. Sigue paso 4.
19. ¿Se oprimió la tecla ↑?
- a) Sí. Sigue paso 20.
  - b) No. Sigue paso 25.
20. Decrementa la dirección de la tabla donde se encuentran los caracteres que se pueden seleccionar.
21. ¿En la dirección de la tabla se encuentra caracter que se puede seleccionar?
- a) Sí. Sigue paso 23.
  - b) No. Sigue paso 22.
22. Poner la dirección de la tabla donde se encuentra el último carácter que se puede seleccionar.
23. Despliega caracter en el *display* tomado de la dirección de la tabla.
24. Sigue paso 4.
25. ¿Se oprimió la tecla E?
- a) Sí. Sigue paso 26.
  - b) No. Sigue paso 4.
26. Guarda en la dirección de RAM el carácter desplegado donde se encuentra el cursor.

27. Incrementa dirección de RAM y mueve el cursor una posición a la derecha en el *display*.
28. ¿Es el último carácter que se selecciona?
- a) Sí. Sigue paso 29.
- b) No. Sigue paso 4.
29. Fin.

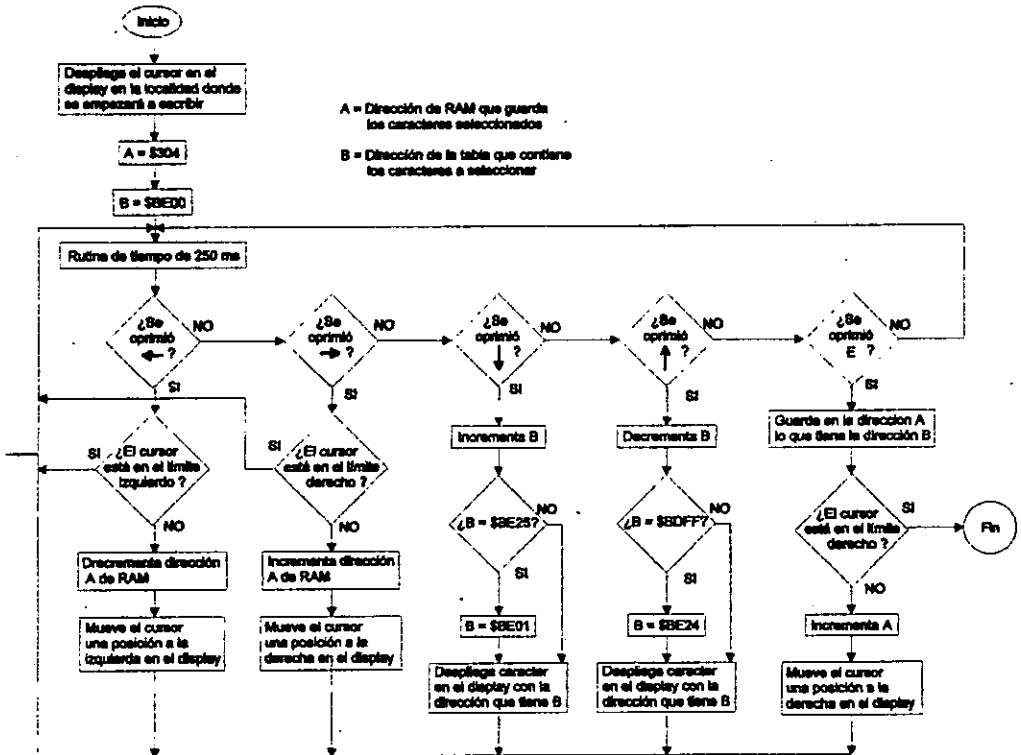


Figura IV-12. Diagrama de flujo de la rutina que desde el teclado elige caracteres y los muestra en el *display* y guarda en RAM aquellos que son seleccionados

### Rutina de programación de datos en la EEPROM del microcontrolador

Los datos que se desean programar quedan almacenados en RAM, una vez terminada la selección de éstos desde el teclado. Posteriormente son tomados de RAM, uno a uno, y

programados en la EEPROM, en las localidades correspondientes como se muestra a continuación:

| Dirección   | No. De Bytes | Tipo de Datos                       |
|-------------|--------------|-------------------------------------|
| FE00 a FE04 | 5            | Clave de acceso                     |
| FE05 a FE12 | 14           | No. telefónico 1                    |
| FE13 a FE20 | 14           | No. telefónico 2                    |
| FE21 a FE2E | 14           | No. telefónico 3                    |
| FE2Fa FE30  | 2            | Tiempo de confirmación              |
| FE31 a FE40 | 16           | Nombre de la zona 1                 |
| FE41 a FE50 | 16           | Nombre de la zona 2                 |
| FE51 a FE60 | 16           | Nombre de la zona 3                 |
| FE61 a FE70 | 16           | Nombre de la zona 4                 |
| FE71 a FE80 | 16           | Nombre de la zona 5                 |
| FE81 a FE90 | 16           | Nombre de la zona 6                 |
| FE91 a FEA0 | 16           | Nombre de la zona 7                 |
| FEA1a FEB0  | 16           | Nombre de la zona 8                 |
| FEB1        | 1            | Edo. de dispositivos para la        |
| FEB2 a FEB5 | 4            | Hora de encendido del dispositivo 1 |
| FEB6 a FEB9 | 4            | Hora de apagado del dispositivo 1   |
| FEBAa FEBD  | 4            | Hora de encendido del dispositivo 2 |
| FEBE a FEC1 | 4            | Hora de apagado del dispositivo 2   |
| FEC2 a FEC5 | 4            | Hora de encendido del dispositivo 3 |
| FEC6 a FEC9 | 4            | Hora de apagado del dispositivo 3   |
| FECAa FECD  | 4            | Hora de encendido del dispositivo 4 |
| FECE a FED1 | 4            | Hora de apagado del dispositivo 4   |
| FED2 a FED5 | 4            | Hora de encendido del dispositivo 5 |
| FED6 a FED9 | 4            | Hora de apagado del dispositivo 5   |
| FEDAa FEDD  | 4            | Fecha de encendido del dispositivo  |
| FEDE a FEE1 | 4            | Hora de encendido del dispositivo 6 |
| FEE2 a FEE5 | 4            | Fecha de apagado del dispositivo 6  |
| FEE6 a FEE9 | 4            | Hora de apagado del dispositivo 6   |
| FEFA        | 1            | Edo. de zonas en el modo Asalto A   |
| FEFB        | 1            | Estado de dispositivos para zona 1  |
| FEFC        | 1            | Estado de dispositivos para zona 2  |
| FEFD        | 1            | Estado de dispositivos para zona 3  |
| FEFE        | 1            | Estado de dispositivos para zona 4  |
| FEFF        | 1            | Estado de dispositivos para zona 5  |
| FEF0        | 1            | Estado de dispositivos para zona 6  |
| FEF1        | 1            | Estado de dispositivos para zona 7  |
| FEF2        | 1            | Estado de dispositivos para zona 8  |

Tabla IV- 5. Ubicación de los datos en la EEPROM, que puede programar el usuario.

Para que se efectúe el almacenamiento de datos en la EEPROM, existe el registro PPROG que controla la programación y el borrado de esta memoria.

|               |   |   |   |      |     |       |       |       |
|---------------|---|---|---|------|-----|-------|-------|-------|
| <b>\$1035</b> | 0 | 0 | 0 | BYTE | ROW | ERASE | EELAT | EEPGM |
| RESET         | 0 | 0 | 0 | 0    | 0   | 0     | 0     | 0     |

Figura IV-13. Registro PPROG

- Los bits **BYTE** y **ROW** determinan el número de bytes que serán borrados, como a continuación se muestra en la siguiente tabla.

| Byte | Row | Bloque de Borrado |
|------|-----|-------------------|
| 0    | 0   | 512 Bytes         |
| 0    | 1   | 16 Bytes          |
| 1    | 0   | 1 Byte            |
| 1    | 1   | 1 Byte            |

Tabla IV-6. Bloques de borrado de los bits **BYTE** y **ROW**

- Los bits **ERASE** y **EELAT**, de acuerdo a su combinación establecen la acción que efectuará la EEPROM con los datos, como se observa en la tabla IV-7.

| ERASE | EELAT | Acción       |
|-------|-------|--------------|
| 0     | 0     | Lectura      |
| 0     | 1     | Programación |
| 1     | 0     | No importa   |
| 1     | 1     | Borrado      |

Tabla IV-7. Acción de los bits **ERASE** y **EELAT**

- El bit **EEPGM** habilita el voltaje para el borrado o la programación de la EEPROM.

#### Pasos para el borrado de datos de la EEPROM

1. Los bits correspondientes del registro **BPROT** deben desproteger el byte o los bytes que se quieran borrar.
2. Poner en "1" los bits de **ERASE** y **EELAT** del registro **PPROG**, indicando la acción de borrado.

3. Configurar los bits BYTE y ROW del registro PPROG como correspondan, según el número de bytes que se deseen borrar
4. Escribir un dato cualquiera en una dirección que pertenezca al bloque de bytes o al byte que se quiere(n) borrar.
5. Poner en "1" el bit EEPGM del registro PPROG para habilitar el voltaje de borrado.
6. Hacer un retardo mayor de 10 ms (milisegundos).
7. Poner en "0" el bit EEPGM del registro PPROG para quitar el voltaje de borrado.

El contenido de un byte de la EEPROM cuando se borra, es \$FF.

#### Pasos para la programación de datos de la EEPROM

1. Antes de programar una localidad de la EEPROM, es necesario que ésta esté borrada, es decir, que su contenido sea \$FF. Si no fuera así, se tendría que realizar una operación de borrado del byte, al que se le quiere programar un dato.
2. Desproteger el byte que se quiere programar, con los correspondientes del registro BPROT.
3. Poner en "1" y en "0" respectivamente, los bits EELAT y ERASE del registro PPROG.
4. Escribir el dato deseado en la dirección de la EEPROM que se quiere programar.
5. Poner en "1" el bit EEPGM del registro PPROG para habilitar el voltaje de programación.
6. Hacer un retardo mayor a 10 ms.
7. Poner en "0" el bit EEPGM del registro PPROG para quitar el voltaje de programación.

Algoritmo y diagrama de flujo de la rutina que programa datos en la EEPROM del microcontrolador

*Algoritmo*

1. Deberá estar desprotegida la EEPROM para programación o borrado, desde el registro BPROT.
2. Poner el número de datos a programar.
3. Poner dirección de la EEPROM, donde se quiere programar el dato.
4. Poner dirección de RAM, donde se encuentra el dato a programar.
5. Poner PPROG = \$16, indicando la acción de borrado de un byte.
6. Poner un dato cualquiera en la dirección de la EEPROM que se quiere programar.
7. Poner PPROG = \$17, para activar el voltaje de borrado.
8. Realizar un retardo de 20 ms.
9. Poner PPROG = \$02, indicando la acción de programación.
10. Escribe el dato de la dirección de RAM, en la localidad de EEPROM que se quiere programar.
11. Poner PPROG = \$03, para activar el voltaje de programación.
12. Realizar un retardo de 20 ms.
13. Decrementa el número de datos a programar.
14. ¿Existen datos para programar?
  - a) Sí. Sigue paso 15.
  - b) No. Sigue paso 17.
15. Incrementa la dirección de RAM de donde se tomó el dato para programar, y la de EEPROM donde se programó el dato.
16. Sigue paso 5.
17. Poner PPROG = \$00, indicando la acción de lectura y desactivando el voltaje de programación.
18. Fin.

A = Dirección en RAM del dato a programar  
 B = Número de datos a programar  
 C = Dirección de EEPROM donde se programará el dato

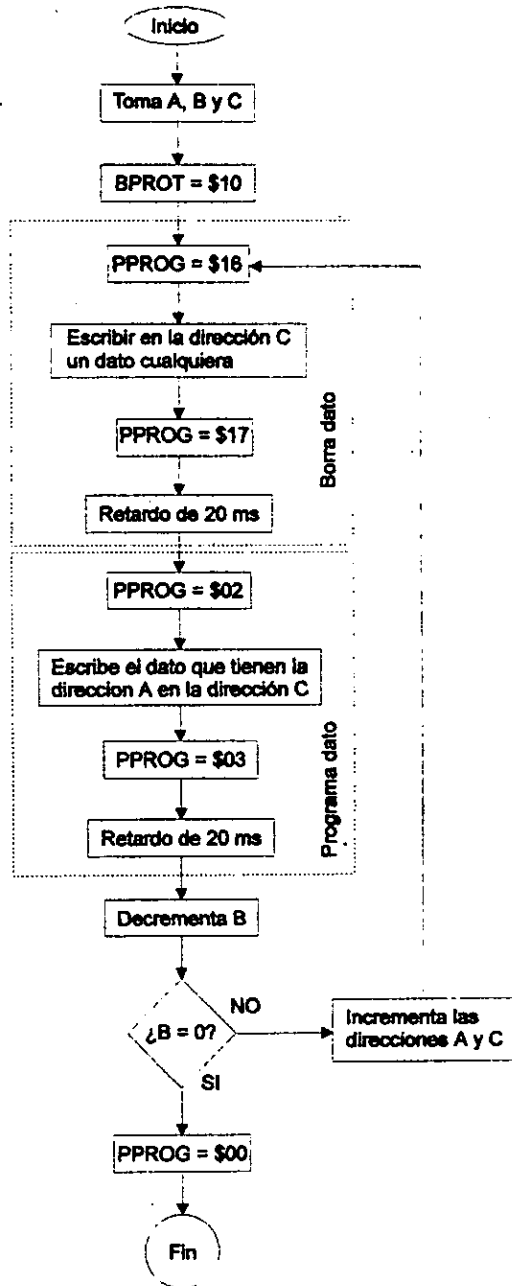


Figura IV-14. Diagrama de flujo de la rutina que programa datos en la EEPROM del microcontrolador



### Rutina que despliega el calendario- hora en el *display* AND - 491

La fecha y hora son leídas de los registros del RTC MC146818A, a través de una rutina de lectura de datos que viene establecida en las hojas de especificaciones del MC146818A, y que a continuación se presenta:

#### Rutina de lectura de datos del RTC

Dirección \$6000, dirección asignada en el mapa de memoria al RTC.

STAA \$6000 Acumulador A contiene la dirección del registro del RTC, de donde leerá el dato.

LDAB \$6001 Acumulador B guardará el dato leído del RTC.

RTS

Esta lectura de datos se realiza a través del *bus* de datos, y la rutina anterior hace activar unos pines de control del RTC para que se lleve a cabo la lectura de datos de los registros del MC146818A.

El formato de datos que maneja el RTC están en código BCD, y para ser mostrados en el *display* se debe realizar una conversión a código ASCII, ya que éste es el formato que maneja el AND-491.

El RTC entrega en un byte con formato BCD un dato de año, mes, día, hora o minutos. El *display* debe expresar cada uno de estos datos en dos dígitos, que se obtienen, uno, de los cuatro bits más significativos del dato leído del RTC, y el otro, de los cuatro bits menos significativos; ambos transformados a código ASCII, antes de ser entregados al *display*, como se observa en el ejemplo la Tabla IV- 8.

Una vez que se ha realizado la conversión de BCD a ASCII, el *display* recibe los datos y los despliega.

|   |          |          |
|---|----------|----------|
| <b>Dato Entregado por el RTC</b>        | 0001     | 0010     |
| <b>Datos Recibidos por el Display</b>   | 00110001 | 00110010 |
| <b>Datos Desplegados por el Display</b> | 1        | 2        |

Tabla IV-8. Dato entregado por el RTC, convertido a ASCII y desplegado por el *display*

Algoritmo y diagrama de flujo de la rutina que lee un dato del RTC en código BCD, se transforma en código ASCII y se despliega en el *display*

#### *Algoritmo*

1. Lee el dato en código BCD de los registros hora-calendario del RTC.
2. Realiza corrimiento de 4 bits a la derecha, introduciendo ceros, al dato.
3. Se le suma al dato obtenido, \$30.
4. Entrega resultado (código ASCII), al *display*.
5. Despliega el primer carácter en el *display*.
6. Lee el mismo dato en código BCD del RTC.
7. Realiza operación: dato and \$0F.
8. Se le suma al dato obtenido, \$30.
9. Entrega el resultado (código ASCII), al *display*.
10. Despliega el segundo carácter en el *display*.
11. Fin.

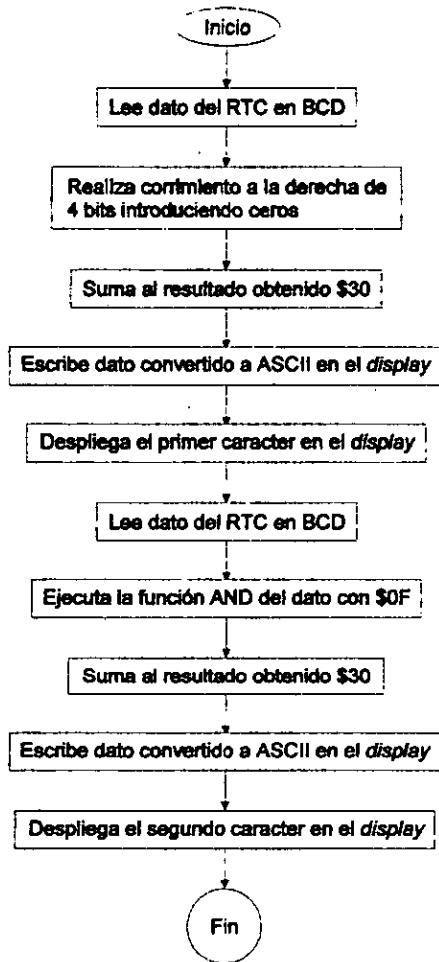


Figura IV-15. Diagrama de flujo de la rutina que lee un dato del RTC en código BCD, se transforma en código ASCII y se despliega en el *display*

### Rutina que envía la alarma a través de la línea telefónica

El sistema debe reconocer todos los estados de la línea telefónica (tono para marcar, tono ocupado, tono llamado y contestación del teléfono destino), para poder realizar la alarma a través de línea telefónica. Toma los tres números telefónicos registrados por el usuario,

almacenados en la EEPROM del microcontrolador, y a cada uno de ellos emite la señal de alarma, a excepción de que algún teléfono destino se encuentre ocupado o no contesten.

Se sigue un orden en la selección de cada uno de los números telefónicos, tomando primero el registrado como número uno, posteriormente el dos y por último el tres.

Algoritmo y diagrama de flujo de la rutina que envía la alarma a través de la línea telefónica

**Algoritmo**

1. ¿Existe línea telefónica?
  - a) Sí. Sigue paso 2.
  - b) No. Sigue paso 21.
2. Limpia el registro que almacenará el número telefónico.
3. Habilitar el relevador del circuito telefónico que hace recibir el tono para marcar el número telefónico.
4. Esperar 20 ms para que se habilite el relevador.
5. ¿Se recibió tono para marcar?
  - a) Sí. Sigue paso 7.
  - b) No. Sigue paso 6.
6. ¿Pasaron 10 segundos después de que se habilitó el relevador?
  - a) Sí. Sigue paso 21
  - b) No. Sigue paso 5.
7. ¿Se mantuvo el tono un segundo?
  - a) Sí. El tono está listo para marcar el número telefónico, sigue paso 9.
  - b) No. Existió un transitorio, sigue paso 8.
8. ¿Pasaron 3 transitorios?
  - a) Sí. Sigue paso 21.
  - b) No. Sigue paso 5.
9. Identifica el número telefónico que se marcará.

10. Escribe en el *display* el número telefónico que se marcará.
11. Marca el número telefónico.
12. ¿Se recibió tono?
  - a) Sí. Sigue paso 14.
  - b) No. Sigue paso 13.
13. ¿Pasaron diez segundos después de que se marcó el número telefónico?
  - a) Sí. Sigue paso 21.
  - b) No. Sigue paso 12.
14. ¿El tono duró más de 0.6 segundos?
  - a) Sí. Existe tono de llamado, sigue paso 16.
  - b) No. Existió un transitorio, sigue paso 15.
15. ¿Pasaron tres transitorios?
  - a) Sí. Posiblemente el tono es de ocupado, sigue paso 21.
  - b) No. Sigue paso 12.
16. ¿Existe tono todavía?
  - a) Sí. Sigue paso 16.
  - b) No. Sigue paso 17.
17. Esperar 4.5 segundos para volver a buscar tono.
18. ¿Existe tono?
  - a) Sí. El teléfono destino no ha contestado, sigue paso 19.
  - b) No. El teléfono destino contestó, sigue paso 20.
19. ¿Existieron diez llamados al teléfono destino?
  - a) Si. Sigue paso 21.
  - b) No. Espera que contesten el teléfono destino, sigue paso 16.
20. Envía señal de alarma a través de la línea telefónica.
21. Toma otro número telefónico.
22. Deshabilita el relevador para desconectar el circuito telefónico.
23. Esperar un segundo para volver a habilitar tono y marcar otro número telefónico.
24. Fin.

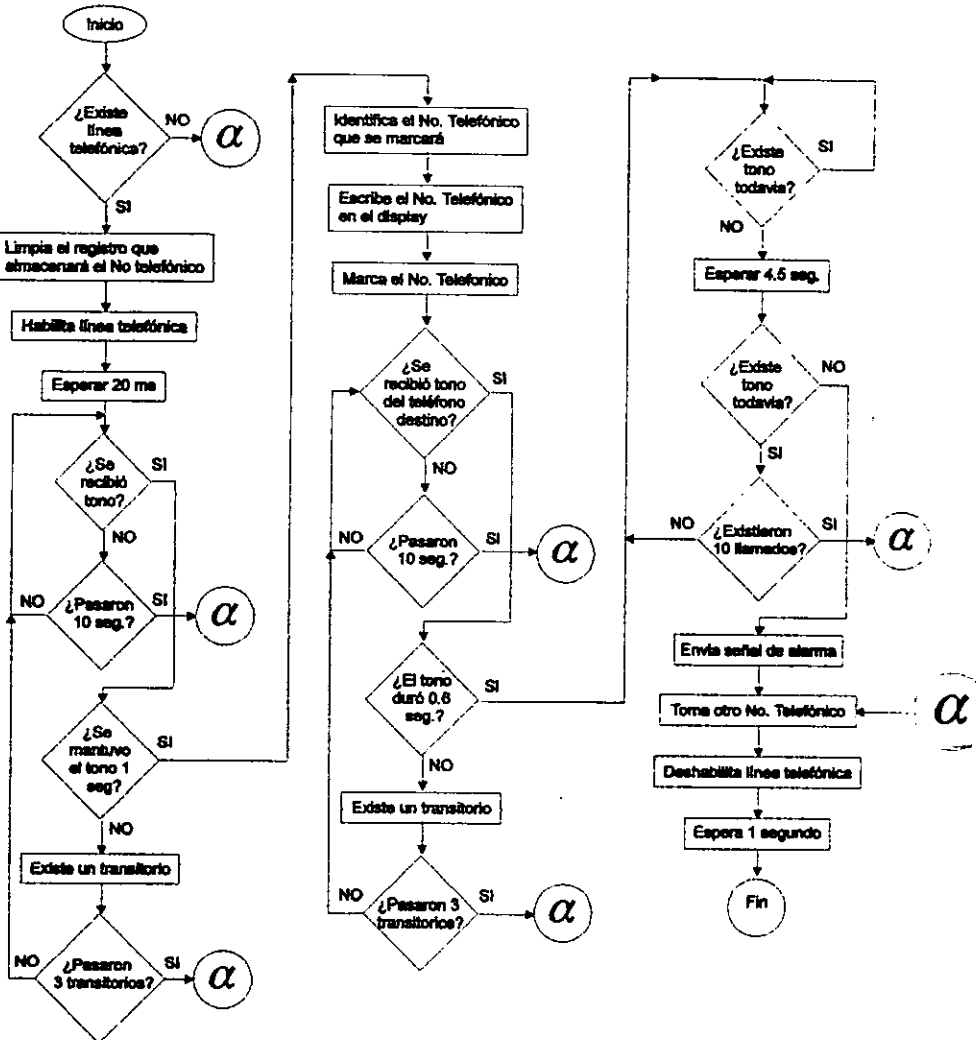


Figura IV-16. Diagrama de flujo de la rutina que realiza la alarma a través de la línea telefónica

### MODOS DE OPERACIÓN DEL SISTEMA

El sistema cuenta con cuatro modos de operación. Tres modos activos: Asalto A, Robo y Simulación de casa habitada; y un modo pasivo: Asalto B. Estos modos de operación son los

diferentes estados que puede tomar el sistema, para realizar el poleo de mallas, la activación de alarmas y dispositivos de simulación. A continuación se muestra en la Figura IV-17, cómo se ubican estos modos de operación en el sistema, a través de un diagrama de bloques.

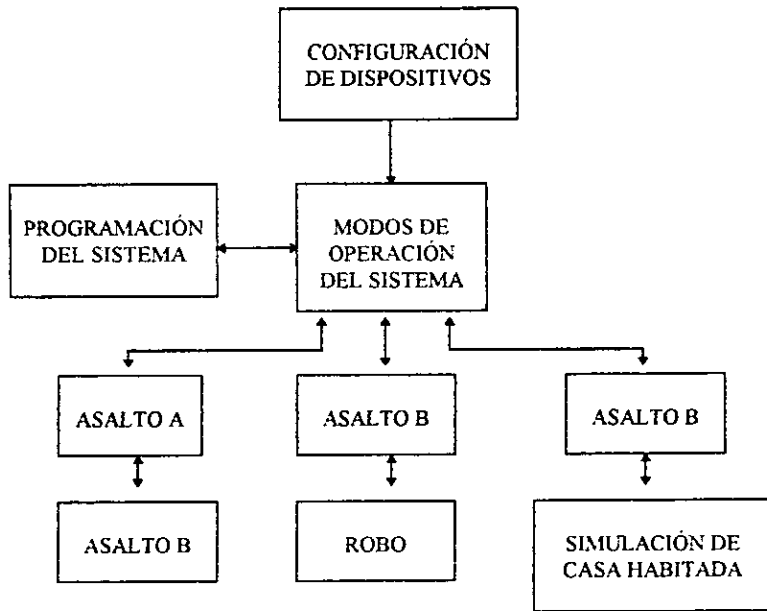


Figura IV-17. Modos de operación del sistema

### Modo Asalto B

En este modo no existe el poleo de mallas, ni la activación de alarmas de pánico o discreta, solamente puede activarse una alarma que se transmite a través de la línea telefónica.

Se caracteriza por hacerse operar en las entradas y salidas de la casa habitación. El sistema espera una verificación de que ocurrió una entrada o salida normal, es decir, que no existió una acometida de asalto contra la casa en el momento de que alguien entraba o salía de ésta. Esta verificación se realiza con sólo cambiar de posición uno de dos interruptores con los que cuenta el sistema, y que se localizan, uno en el exterior de la casa y otro en el interior; otra opción es oprimiendo la tecla de ↑ del teclado. Esta indicación de que la entrada o salida

transcurrió con normalidad se debe realizar cuando se opera en el modo Asalto B, dentro de un tiempo determinado establecido por el usuario (tiempo de confirmación), y que empieza a correr desde el momento en que opera el modo, de no existir esta confirmación al sistema, éste de inmediato realiza una llamada telefónica a los números registrados por el usuario, enviando una señal de alarma a través de la línea del teléfono, quedando posteriormente el sistema en un estado de espera y mostrándose en el *display* la hora-calendario. Para abortar este estado, basta con oprimir el *switch* que activa el teclado y la tecla de ↑ del teclado.

El modo Asalto B interactúa con los modos Asalto A, Robo y Simulación de casa habitada, como se explicará posteriormente en el funcionamiento de los modos activos.

Para salir de este modo de operación, automáticamente se realiza al confirmar la entrada o salida como normal dentro del tiempo de confirmación.

#### Algoritmo y diagrama de flujo del modo Asalto B

##### *Algoritmo*

1. Despliega letrero en el display "ASALTO B OPERANDO".
2. Apaga led indicador de modo activo.
3. ¿Transcurrió el tiempo de confirmación?
  - a) Si. Sigue paso 4.
  - b) No. Sigue paso 7.
4. Ejecuta la alarma telefónica.
5. Despliega en el display el calendario-hora.
6. ¿Se oprimió el botón que activa el teclado?
  - a) Si. Sigue paso 1.
  - b) No. Sigue paso 5.
7. ¿Cambió el estado del interruptor interior o exterior?
  - a) Si. Sigue paso 9.
  - b) No. Sigue paso 8.
8. ¿Se oprimió la tecla ↑?



- a) Sí. Sigue paso 9.
  - b) No. Sigue paso 3.
9. Fin

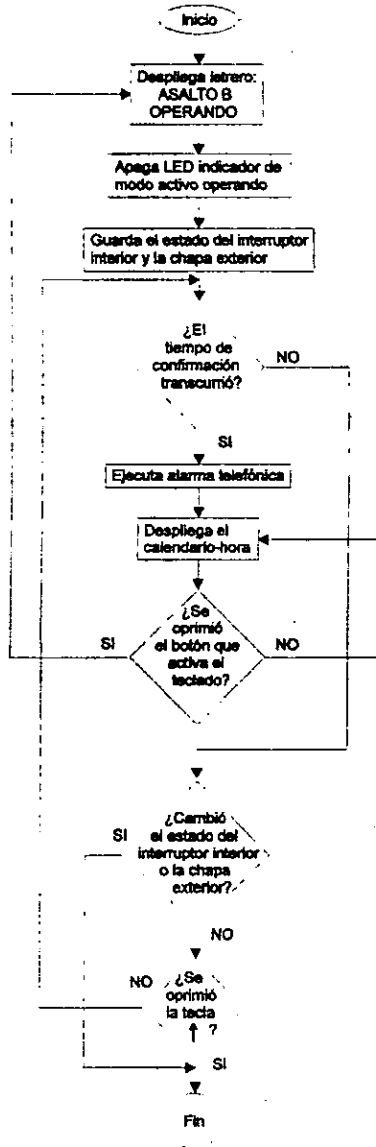


Figura IV-18. Diagrama de flujo del modo Asalto B

## Modo Asalto A

Este modo pone en alerta sólo las mallas de sensores indicadas, de las existentes en la casa, y que pueden ser de uno a ocho. El usuario elige las mallas de poleo, y aquellas que hayan sido seleccionadas verificarán las zonas de detección. Es conveniente mencionar que a cada zona le corresponde una malla de sensores.

Antes de empezar el modo Asalto A, el sistema realiza un autopoleo de las mallas seleccionadas, para verificar que inicialmente no existe alguna zona activada. Si así fuera, se desplegará un mensaje de error en el *display* de la malla activada inicialmente, y el sistema no entrará al modo de operación. Para corregir el problema y volver a intentar la operación del modo, primero se desactiva la malla indicada, y posteriormente se oprime la tecla de ↑ para quitar el mensaje de error del *display* y poder seleccionar el modo.

Una vez en operación el modo se enciende el LED indicador de modo activo operando, localizado uno junto al interruptor exterior y el otro al interruptor interior.

Si alguna de las zonas de detección elegidas fuera violada en el momento que opera el modo, se activará la alarma discreta, los dispositivos de alarma indicados para esta malla, y se desplegará en el *display* el nombre de dicha zona.

Por otro lado, el sistema también puede detectar la no existencia de la línea de voltaje y la línea telefónica, ambas, manteniendo un mensaje de alerta en el *display* y activando la alarma discreta, ya que asume que algo anormal puede estar sucediendo en la casa.

Para pasar al modo Asalto B desde este modo, lo que puede ser útil para entrar o salir de la casa interrumpiendo el poleo de mallas, se puede realizar de una forma manual, cambiando de posición el interruptor interno o externo de la casa, según sea el caso de entrada o salida. Para regresar del modo Asalto B al modo Asalto A, basta con confirmar la entrada o salida como normal con los mismos interruptores o bien con la tecla de ↑ del teclado, siempre y cuando no haya transcurrido el tiempo de confirmación establecido.

El sistema cuenta con un interruptor oculto en el chasis, que al ser oprimido en este modo, desactiva el teclado y despliega la hora-calendario en el *display*, sin interrumpir las funciones de operación del modo Asalto A. Para volver activar el teclado y quitar el calendario-hora del *display*, se oprime de nuevo este interruptor.

El acceso o la salida de este modo, se realiza a través del teclado como se indica en el menú de opciones (Diagrama de árbol).

### Algoritmo y diagrama de flujo del modo Asalto A

#### *Algoritmo*

1. Despliega letrero en el *display* "ASALTO".
2. Apaga dispositivos de alarma activados, y LED indicador de modo activo operando.
3. ¿Se oprimió la tecla de ↑ ?
  - a) Sí. Sigue paso 37.
  - b) No. Sigue paso 4.
4. ¿Se oprimió la tecla E?
  - a) Sí. Sigue paso 5.
  - b) No. Sigue paso 3.
5. ¿Está activada inicialmente alguna malla programada para sensar?
  - a) Si. Sigue paso 6.
  - b) No. Sigue paso 8.
6. Despliega letrero en el *display* "ERROR ZONA X", donde zona x es la zona donde se encuentra activada inicialmente la malla.
7. ¿Se oprimió la tecla ↑ ?
  - a) Sí. Sigue paso 1.
  - b) No. Sigue paso 7.
8. Escribe letrero en el *display* "ASALTO A OPERANDO".
9. Enciende LED indicador de modo activo operando.
10. Guarda el estado del interruptor interior y el exterior.
11. ¿Se oprimió la tecla ↑ ?
  - a) Sí. Sigue paso 1.
  - b) No. Sigue paso 12.
12. ¿Está activada alguna malla de las que se polean?

- a) Sí. Sigue paso 13.
  - b) No. Sigue paso 14.
13. Activa alarma discreta y dispositivos de alarma programados para la malla violada, y despliega en el *display* la zona de detección.
14. ¿Existe línea de voltaje y línea de alimentación, una u otra?
- a) Sí. Sigue paso 16.
  - b) No. Sigue paso 15.
15. Activa alarma discreta, y despliega el letrero en el *display* “PRECAUCION NO EXISTEN LINEAS”.
16. ¿Cambió el estado del interruptor interior o el exterior?
- a) Sí. Sigue paso 17.
  - b) No. Sigue paso 22.
17. Entra al modo Asalto B.
18. ¿Se oprimió la tecla ↑ ?
- a) Sí. Sigue paso 1.
  - b) No. Sigue paso 19.
19. Escribe letrero en el *display* “ASALTO A OPERANDO”.
20. Enciende LED indicador de modo activo operando.
21. Guarda el estado del interruptor interior y el exterior.
22. ¿Se oprimió el interruptor que desactiva el teclado y despliega el calendario-hora?
- a) Sí. Sigue paso 23.
  - b) No. Sigue paso 35.
23. Despliega en el *display* el calendario-hora.
24. ¿Está activada alguna malla de las que se polean?
- a) Sí. Sigue paso 25.
  - b) No. Sigue paso 27.
25. Activa alarma discreta y dispositivos de alarma programados para la malla violada, y despliega en el *display* la zona de detección.
26. Sigue paso 11
27. ¿Existe línea de voltaje y línea de alimentación, una u otra?

- a) Sí. Sigue paso 28.
  - b) No. Sigue paso 30.
28. Activa alarma discreta, y despliega el letrero en el *display* "PRECAUCION NO EXISTEN LINEAS".
29. Sigue paso 11.
30. ¿Cambió el estado del interruptor interior o el interruptor exterior?
- a) Sí. Sigue paso 31.
  - b) No. Sigue paso 34.
31. Entra al modo Asalto B.
32. Enciende el LED indicador de modo activo operando.
33. Guarda el estado del interruptor interior y el exterior
34. ¿Se oprimió el interruptor que activa el teclado?
- a) Sí. Sigue paso 11
  - b) No. Sigue paso 23.
35. Apaga alarma discreta si existe línea de voltaje y línea telefónica, ambas.
36. Sigue paso 11.
37. Fin



aquí se realiza a todas las mallas existentes, y en el modo Asalto A sólo a las mallas para polear.

Una vez pasada esta verificación de que no existen mallas inicialmente activadas, el sistema entra en un estado de espera a que se haga operar al modo Asalto B con el interruptor interior, para darle el tiempo suficiente al usuario de salir de la casa. Una vez fuera de la casa se tiene que confirmar con el interruptor exterior si la salida se realizó como normal dentro del tiempo de confirmación, y con esto hacer pasar al sistema del modo Asalto B, al modo Robo.

El sistema al operar en el modo Robo, pone en alerta todas las mallas existentes en la casa y mantiene encendido el LED indicador de modo activo operando, localizado uno junto al interruptor exterior y el otro al interruptor interior. Al ser violada una de las mallas, se activa la alarma de pánico por lapso de tres minutos (apagada y encendida) mientras alguna malla esté activada, se activan los dispositivos de alarma indicados para la zona violada y se realiza 30 segundos después de la detección una alarma a través de línea telefónica a los diferentes números telefónicos registrados por el usuario.

Para entrar a la casa cuando el sistema opera en el modo Robo, se tendrá que cambiar al modo Asalto B con el interruptor exterior, para deshabilitar el poleo de mallas. Es importante no confirmar la entrada como normal con el interruptor interior una vez dentro de la casa, ya que esto haría volver al modo Robo, y se podrían provocar falsas alarmas, esta confirmación se realiza oprimiendo la tecla de  $\uparrow$  del teclado, lo que automáticamente hace abortar primero al modo Asalto B y posteriormente al modo Robo.

Algoritmo y diagrama de flujo del modo Robo

### *Algoritmo*

1. ¿Está activada alguna malla inicialmente?
  - a) Sí. Sigue paso 2.
  - b) No. Sigue paso 4.
2. Escribe letrero en el *display* "ERROÑ ZONA X", donde zona x es la zona donde se encuentra activada inicialmente la malla.

3. ¿Se oprimió la tecla ↑ ?
  - a) Sí. Sigue paso 26.
  - b) No. Sigue paso 3.
4. Escribe letrero en el *display* “ROBO”.
5. Apaga alarma de pánico, dispositivos de alarma, y LED indicador de modo activo operando.
6. Guarda el estado del interruptor interior y el exterior.
7. ¿Se oprimió la tecla ↑ ?
  - a) Sí. Sigue paso 26.
  - b) No. Sigue paso 8.
8. ¿Cambió el estado del interruptor interior?
  - a) Sí. Sigue paso 9.
  - b) No. Sigue paso 7.
9. Entra al modo Asalto B.
10. ¿Se oprimió la tecla ↑ ?
  - a) Sí. Sigue paso 1.
  - b) No. Sigue paso 11.
11. Escribe letrero en el *display* “ROBO OPERANDO”.
12. Enciende LED indicador de modo activo operando.
13. Guarda el estado del interruptor interior y el exterior.
14. ¿Fue violada alguna malla?
  - a) Sí. Sigue paso 15.
  - b) No. Sigue paso 23.
15. Activa alarma de pánico.
16. Polea mallas y activa dispositivos de alarma indicados para la zona violada.
17. ¿Pasaron 30 segundos después de que fue violada la primera malla?
  - a) Sí. Sigue paso 18.
  - b) No. sigue paso 19.
18. Realiza alarma a través de línea telefónica.
19. ¿Pasaron tres minutos después de que se activo o desactivo la alarma de pánico?



- a) Sí. Sigue paso 20.
  - b) No. Sigue paso 16.
20. Activa o desactiva la alarma de pánico.
21. ¿Sigue violada alguna malla?
- a) Sí. Sigue paso 16.
  - b) No. Sigue paso 22.
22. Desactiva los dispositivos de alarma.
23. ¿Cambió el estado del interruptor interior el exterior?
- a) Sí. Sigue paso 24.
  - b) No. Sigue paso 14.
24. Entra al modo Asalto B.
25. ¿Se oprimió la tecla ↑ ?
- a) Sí. Sigue paso 1.
  - b) No. Sigue paso 11.
26. Fin

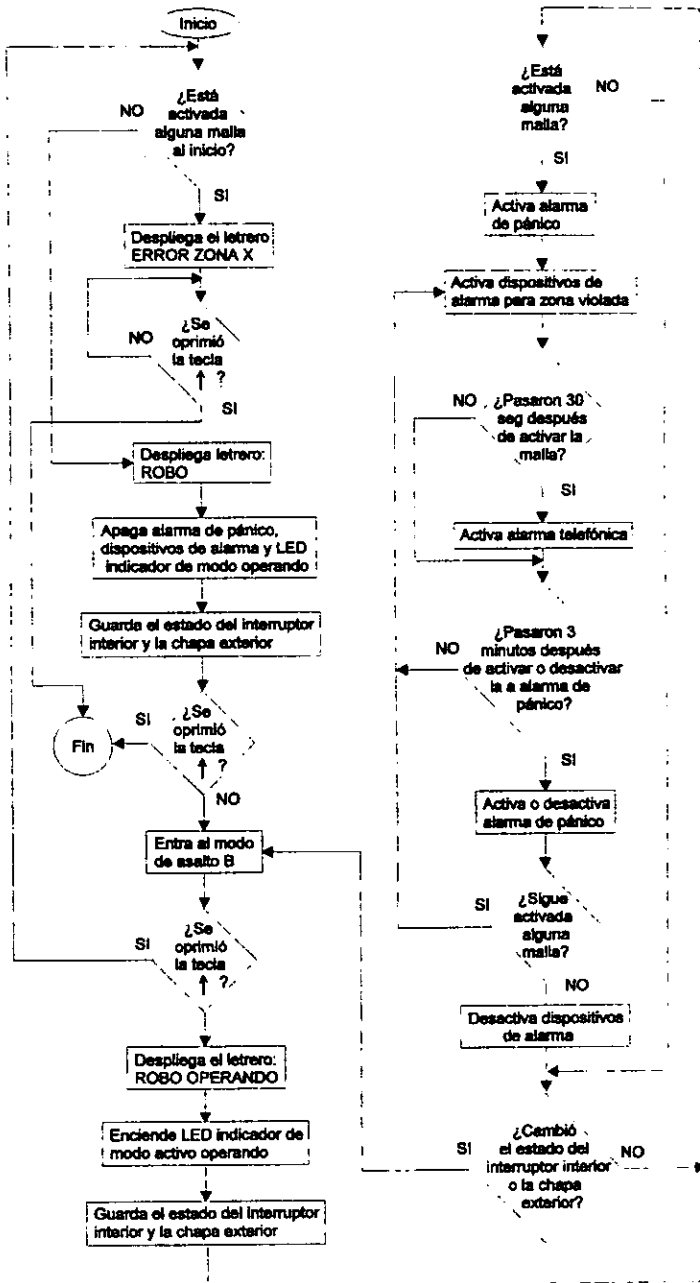


Figura IV-20. Diagrama de flujo del modo Robo.

### Modo Simulación de casa habitada

Este modo de operaciones exactamente igual al modo Robo, pero además cuenta con una rutina de simulación de casa habitada, que se realiza con seis dispositivos actuadores, que se activan y desactivan en horarios programados por el usuario, para el control de otros dispositivos simuladores (lámparas, televisores, etc.). El número de los dispositivos actuadores para realizar la simulación de casa habitada es elegido por el usuario, cinco se programan con hora y minutos, y uno con calendario-hora y minutos; para ser activados y desactivados.

#### Algoritmo y diagrama de flujo del modo Simulación de Casa Habitada

##### *Algoritmo*

1. ¿Está activada alguna malla inicialmente?
  - a) Sí. Sigue paso 2.
  - b) No. Sigue paso 4.
2. Escribe letrero en el *display* "ERROR ZONA X", donde zona x es la zona donde se encuentra activada inicialmente la malla.
3. ¿Se oprimió la tecla ↑?
  - a) Sí. Sigue paso 27.
  - b) No. Sigue paso 3.
4. Escribe letrero en el *display* "SIMULACION DE CASA HABITADA".
5. Apaga alarma de pánico, dispositivos de alarma, y LED indicador de modo activo operando.
6. Guarda el estado del interruptor interior y el exterior.
7. ¿Se oprimió la tecla ↑?
  - a) Sí. Sigue paso 27.
  - b) No. Sigue paso 8.
8. ¿Cambió el estado del interruptor interior?
  - a) Sí. Sigue paso 9.

- b) No. Sigue paso 7.
- 9. Entra al modo Asalto B.
- 10. ¿Se oprimió la tecla ↑ ?
  - a) Sí. Sigue paso 1.
  - b) No. Sigue paso 11.
- 11. Escribe letrero en el *display* "SIMULACION OPERANDO".
- 12. Enciende LED indicador de modo activo operando.
- 13. Guarda el estado del interruptor interior y el exterior.
- 14. ¿Fue violada alguna malla?
  - a) Sí. Sigue paso 15.
  - b) No. Sigue paso 23.
- 15. Activa alarma de pánico.
- 16. Polea mallas y activa dispositivos de alarma indicados para la zona violada.
- 17. ¿Pasaron 30 segundos después de que fue violada la primera malla?
  - a) Sí. Sigue paso 18.
  - b) No. sigue paso 19.
- 18. Realiza alarma a través de línea telefónica.
- 19. ¿Pasaron tres minutos después de que se activo o desactivo la alarma de pánico?
  - a) Sí. Sigue paso 20.
  - b) No. Sigue paso 16.
- 20. Activa o desactiva la alarma de pánico.
- 21. ¿Sigue violada alguna malla?
  - a) Sí. Sigue paso 16.
  - b) No. Sigue paso 22.
- 22. Desactiva dispositivos de alarma.
- 23. Realiza simulación.
- 24. ¿Cambió el estado del interruptor interior el exterior?
  - a) Sí. Sigue paso 25.
  - b) No. Sigue paso 14.
- 25. Entra al modo Asalto B.

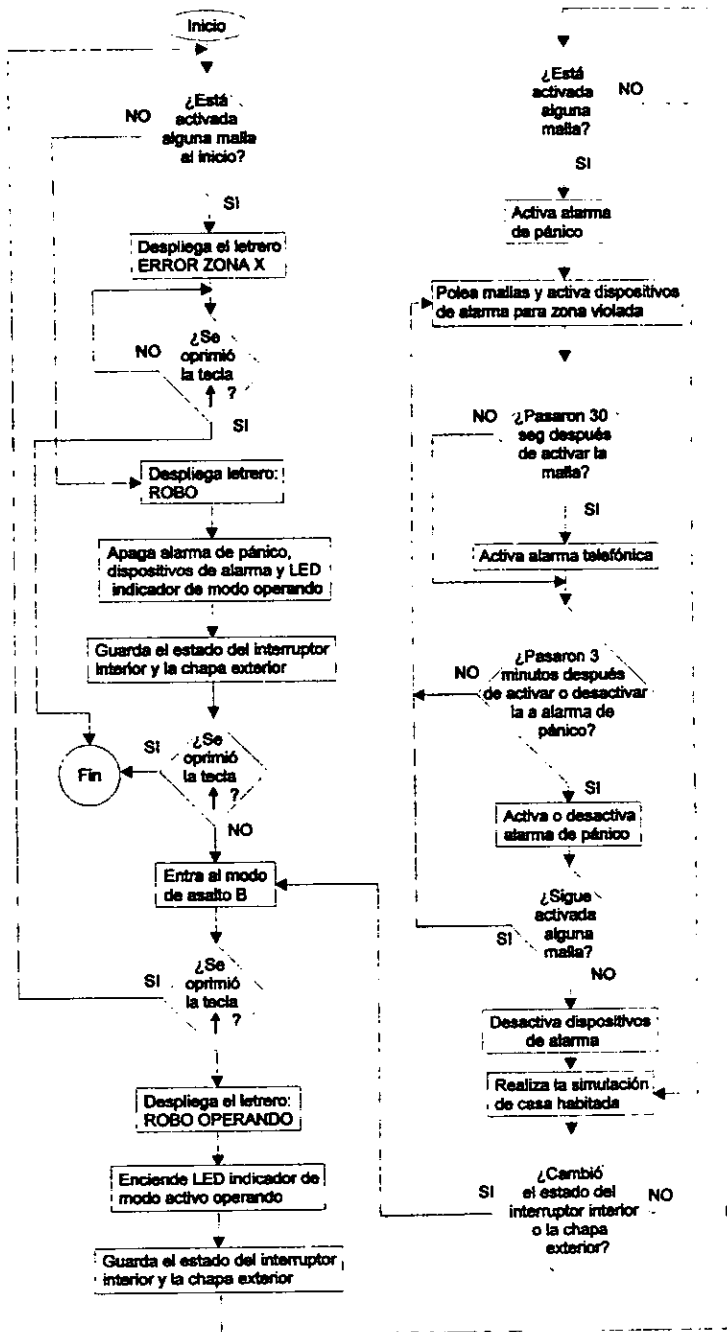


Figura IV-21. Diagrama de flujo del modo Simulación de casa habitada.

PROGRAMACION DEL SISTEMA.

Como se muestra en la Figura IV-22 la programación consta de seis bloques programables, que sirven para configurar el sistema de acuerdo a las necesidades de cada usuario. Para poder acceder todo este bloque de programación, se necesita una clave de acceso de cinco dígitos, que se registra en el *display* desde el teclado.

Todos los datos que aquí se seleccionan se eligen desde el teclado y se muestran en el *display*, guardando en RAM aquellos que se van seleccionando, a través de la rutina correspondiente. Posteriormente al terminar la selección se almacenan en la EEPROM, a excepción de los datos que se programan para el reloj, los cuales son manejados por el RTC MC146818A.

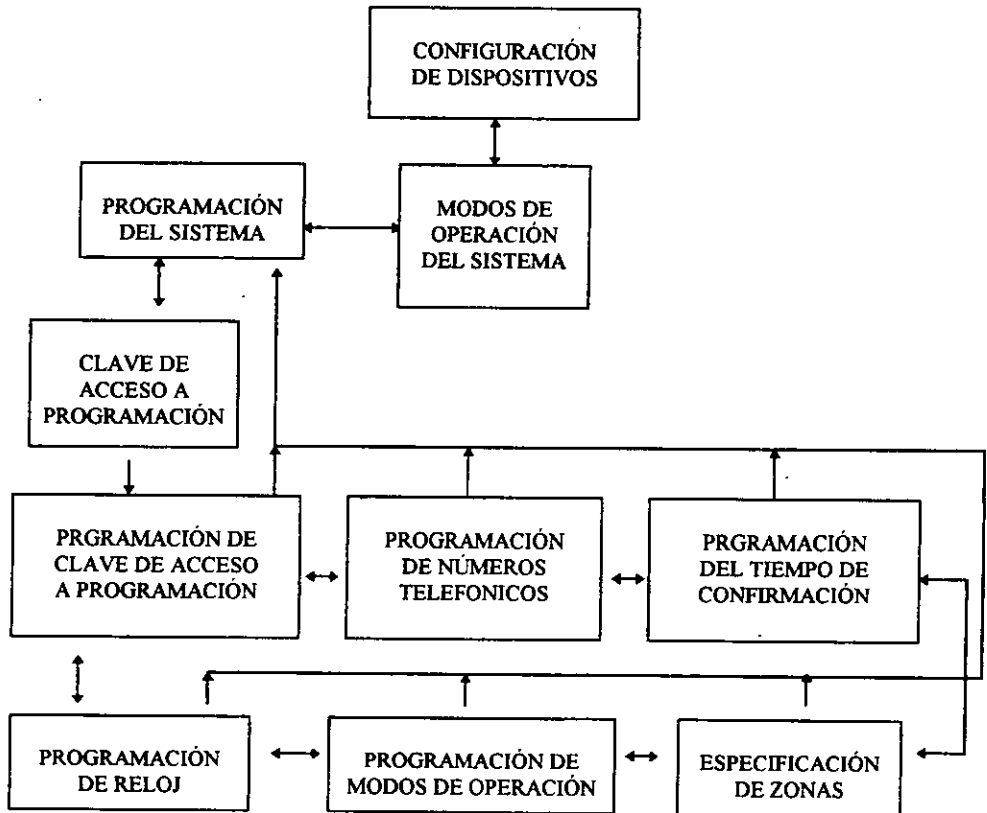


Figura IV-22. Bloques de programación del sistema.

## Clave de acceso a programación

Para introducirse en la programación del sistema se necesita de una clave de acceso de cinco dígitos, escrita desde el teclado y mostrada en el *display*. Esta clave puede ser alfanumérica, y una vez seleccionada es guardada en RAM, y comparada carácter por carácter con la clave registrada en la EEPROM, elegida por el usuario.

Algoritmo y diagrama de flujo de la rutina que accesa a la programación del sistema a través de una clave de acceso

### *Algoritmo*

1. Escribe letrero en el *display* "PROGRAMACION DEL SISTEMA".
2. ¿Se oprimió la tecla → ?
  - a) Sí. Sigue paso 12.
  - b) No. Sigue paso 3.
3. ¿Se oprimió la tecla ↓ ?
  - a) Sí. Sigue paso 4.
  - b) No. Sigue paso 2.
4. Escribe letrero en el *display* "CLAVE \_ \_ \_ \_ \_"
5. Escribir desde el teclado la clave de acceso, a través de la rutina que elige caracteres desde el teclado y los muestra en el *display*, guardando en RAM aquellos que han sido seleccionados.
6. ¿Es correcto el primer caracter ?
  - a) Sí. Sigue paso 7.
  - b) No. Sigue paso 1.
7. ¿Es correcto el segundo caracter?
  - a) Sí. Sigue paso 8.
  - b) No. Sigue paso 1.
8. ¿Es correcto el tercer caracter?

- a) Sí. Sigue paso 9.
  - b) No. Sigue paso 1
9. ¿Es correcto el cuarto caracter?
- a) Sí. Sigue paso 10.
  - b) No. Sigue paso 1.
10. ¿Es correcto el quinto caracter?
- a) Sí. Sigue paso 11.
  - b) No. Sigue paso 1.
11. Accesa a la programación del sistema.
12. Fin



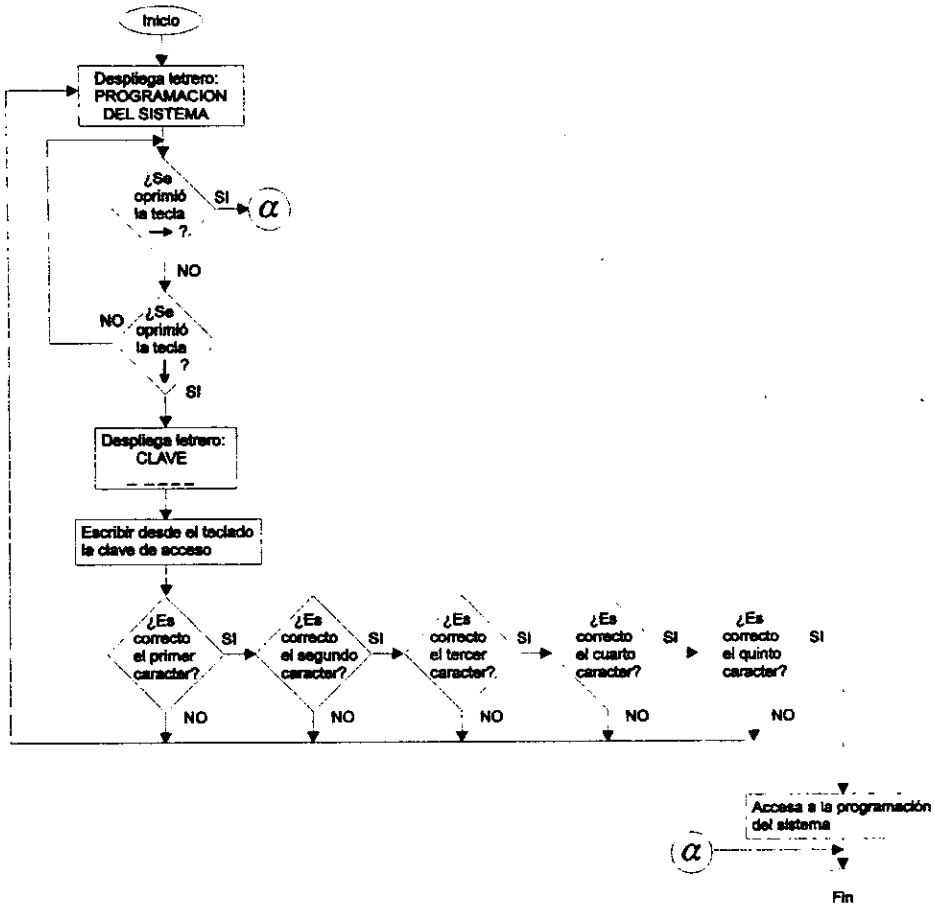


Figura IV-23. Diagrama de flujo de la rutina que accesa a la programación del sistema a través de una clave de acceso

### Programación de la clave de acceso a programación

Es el primer bloque que se presenta una vez que se accesa a la programación del sistema. Aquí se programa la clave de acceso a programación, que consta de cinco caracteres. Esta clave será la que utilice el usuario cada vez que requiera accesar la programación del sistema.

## Algoritmo y diagrama de flujo de la rutina que programa la clave de acceso a programación

### *Algoritmo*

1. Escribe letrero en el *display* "PROGRAMACIÓN DE CLAVE".
- 2- ¿Se oprimió la tecla ← , o la tecla → , o la tecla ↑ ?
  - a) Sí. Sigue paso 11
  - b) No. Sigue paso 3.
3. ¿Se oprimió la tecla ↓ ?
  - a) Sí. Sigue paso 4.
  - b) No. Sigue paso 2.
4. Escribe letrero en el *display* "CLAVE ACTUAL xxxxx", donde xxxxx es la clave actual con que cuenta la EEPROM.
5. ¿Se oprimió la tecla ↑ ?
  - a) Sí. Sigue paso 1.
  - b) No. Sigue paso 6.
6. ¿Se oprimió la tecla ↓ ?
  - a) Sí. Sigue paso 7.
  - b) No. Sigue paso 5.
7. Escribe letrero en el *display* "\_\_\_\_\_".
8. Escribir desde el teclado la clave de acceso, a través de la rutina que elige caracteres desde el teclado y los muestra en el *display*, guardando en RAM aquellos que han sido seleccionados.
9. Programa desde RAM los datos de la nueva clave de acceso en la EEPROM.
10. Sigue paso 4.
11. Fin

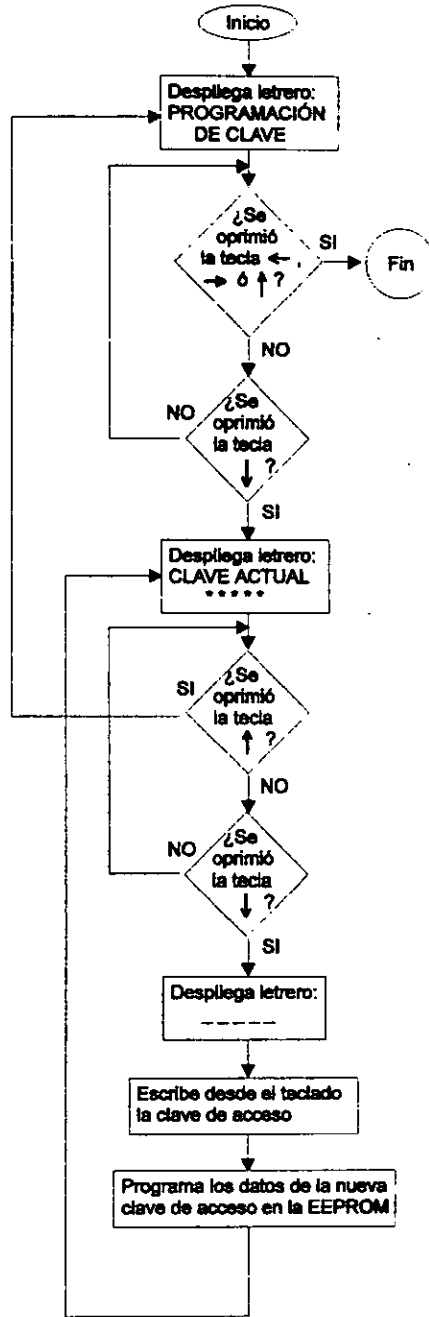


Figura IV-24. Diagrama de flujo de la rutina que programa la clave de acceso a programación

## Programación de los números telefónicos

Son tres los números telefónicos que se pueden programar, cada uno consta de 14 dígitos o menos, y es a éstos a donde se emite la alarma a través de la línea telefónica, desde de los modos de operación cuando se detecta alguna anomalía en una de las mallas de la casa habitación.

Algoritmo y diagrama de flujo de la rutina que programa los números telefónicos

### *Algoritmo*

1. Escribe letrero en el *display* "PROGRAMACIÓN DE NÚMERO TELEFÓNICO".
2. ¿ Se oprimió la tecla ← , o la tecla → , o la tecla ↑ ?
  - a) Sí. Sigue paso 12.
  - b) No. Sigue paso 3.
3. ¿Se oprimió la tecla ↓ ?
  - a) Sí. Sigue paso 4.
  - b) No. Sigue paso 2.
4. Escribe letrero en el *display* "No. TELEFÓNICO ACTUAL n xxxxxxxxxxxxxxxx", donde n es cualquiera de los tres números telefónicos , y xxxxxxxxxxxxxxxx son los dígitos del número telefónico actual n con que cuenta la EEPROM.
5. ¿Se eligió otro número telefónico para programar?
  - a) Sí. Sigue paso 4.
  - b) No. Sigue paso 6.
6. ¿Se oprimió la tecla ↑ ?
  - a) Sí. Sigue paso 1.
  - b) No. Sigue paso 7.
7. ¿Se oprimió la tecla ↓ ?
  - a) Sí. Sigue paso 8.
  - b) No. Sigue paso 6.

8. Escribe letrero en el *display* “-----”.
9. Escribir desde el teclado el número telefónico, a través de la rutina que elige caracteres desde el teclado y los muestra en el *display*, guardando en RAM aquellos que han sido seleccionados.
10. Programa desde RAM los datos del nuevo número telefónico en la EEPROM.
11. Sigue paso 4.
12. Fin.

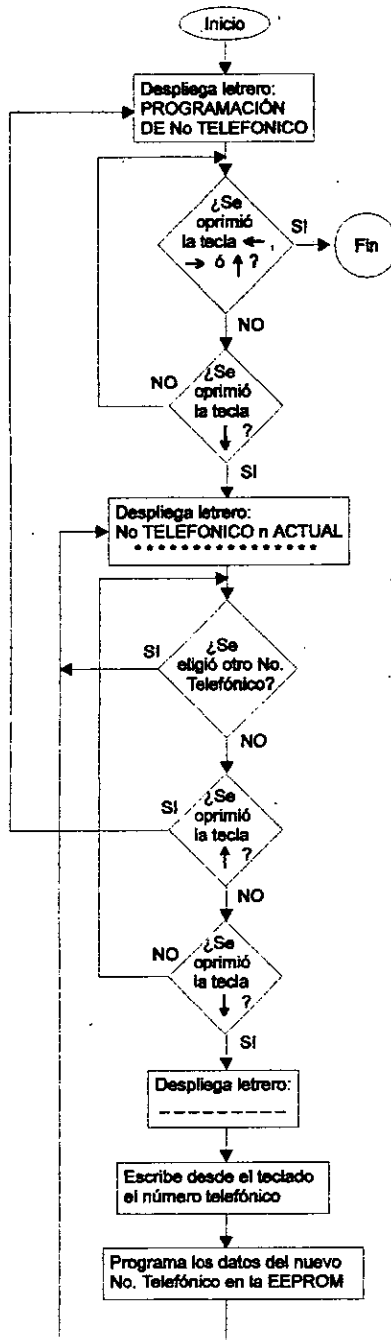


Figura IV-25. Diagrama de flujo de la rutina que programa los números telefónicos

## Programación del tiempo de confirmación

El tiempo de confirmación, es el tiempo que espera el sistema para recibir una confirmación de que existió una entrada o salida normal, cuando opera el sistema en el modo Asalto B. Este tiempo empieza a correr desde el momento que entra en operación el modo, consta de dos dígitos, que van de 01 a 59 min (minutos), no contemplando los segundos.

Algoritmo y diagrama de flujo de la rutina que programa el tiempo de confirmación

### *Algoritmo*

1. Escribe letrero en el *display* "PROGRAMACIÓN DEL TIEMPO DE CONFIRMACIÓN".
2. ¿Se oprimió la tecla ← , o la tecla → , o la tecla ↑ ?
  - a) Sí. Sigue paso 11
  - b) No. Sigue paso 3.
3. ¿Se oprimió la tecla ↓ ?
  - a) Sí. Sigue paso 4.
  - b) No. Sigue paso 2.
4. Escribe letrero en el *display* "TIEMPO DE CONFIRMACIÓN ACTUAL xx", donde xx es el tiempo de confirmación actual con que cuenta la EEPROM.
5. ¿Se oprimió la tecla ↑ ?
  - a) Sí. Sigue paso 1.
  - b) No. Sigue paso 6.
6. ¿Se oprimió la tecla ↓ ?
  - a) Sí. Sigue paso 7.
  - b) No. Sigue paso 5.
7. Escribe letrero en el *display* " \_ \_".

8. Escribir desde el teclado el tiempo de confirmación, a través de la rutina que elige caracteres desde el teclado y los muestra en el *display*, guardando en RAM aquellos que han sido seleccionados.
9. Programa desde RAM los datos del nuevo tiempo de confirmación en la EEPROM.
10. Sigue paso 4.
11. Fin



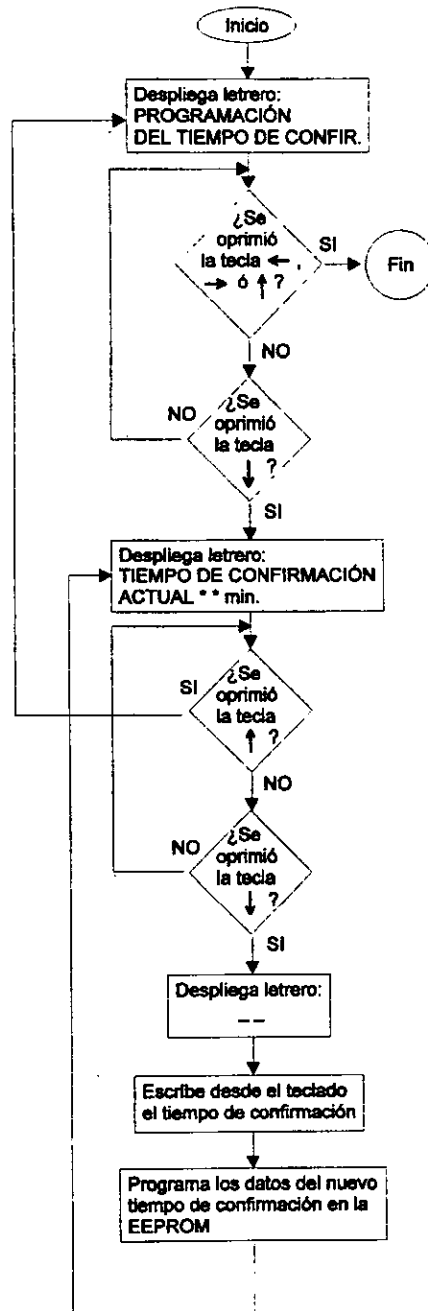


Figura IV-26. Diagrama de flujo de la rutina que programa el tiempo de confirmacion

## Programación de la especificación de zonas.

Una de las características importantes del sistema es que se pueden asumir nombres a cada una de las zonas de detección con el objeto de una mayor ubicación de la zona en el caso de alarma en el modo Asalto A.

El sistema cuenta con ocho mallas de sensores correspondiéndole a cada zona de detección. Para que el usuario identifique cada una de estas zonas, se especifica con un nombre no mayor de 16 caracteres a cada una de éstas. Si llegara a ocurrir una detección de una de las zonas en el modo Asalto A, se mostraría en el *display* el nombre de la zona, como por ejemplo: DETECCION COMEDOR, DETECCION RECAMARA 1, etc.

En esta parte de la programación se dan los nombres a cada una las zonas de detección existentes en la casa.

Algoritmo y diagrama de flujo de la rutina que programa la especificación de zonas

### *Algoritmo*

1. Escribe letrero en el *display* "ESPECIFICACIÓN DE ZONAS".
2. ¿Se oprimió la tecla ← , o la tecla → , o la tecla ↑ ?
  - a) Sí. Sigue paso 12.
  - b) No. Sigue paso 3.
3. ¿Se oprimió la tecla ↓ ?
  - a) Sí. Sigue paso 4.
  - b) No. Sigue paso 2.
4. Escribe letrero en el *display* "ZONA n xxxxxxxxxxxxxxxxx", donde n es cualquiera de la ocho zonas, y xxxxxxxxxxxxxxxxx es el nombre de la zona n actual con que cuenta la EEPROM.
5. ¿Se eligió otra zona para programar?
  - a) Sí. Sigue paso 4.
  - b) No. Sigue paso 6.

6. ¿Se oprimió la tecla  $\uparrow$  ?
  - a) Sí. Sigue paso 1.
  - b) No. Sigue paso 7.
7. ¿Se oprimió la tecla  $\downarrow$  ?
  - a) Sí. Sigue paso 8.
  - b) No. Sigue paso 6.
8. Escribe letrero en el *display* “\_\_\_\_\_”.
- 9.- Escribir desde el teclado el nombre de la zona, a través de la rutina que elige caracteres desde el teclado y los muestra en el *display*, guardando en RAM aquellos que han sido seleccionados.
10. Programa desde RAM los datos del nuevo nombre de la zona en la EEPROM.
11. Sigue paso 4.
12. Fin.

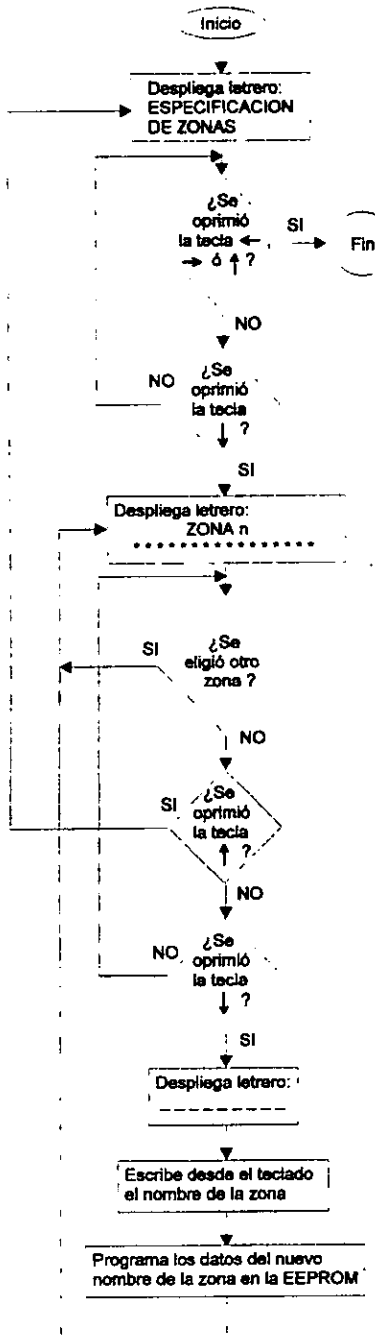


Figura IV-27. Diagrama de flujo de la rutina que programa la especificación de zonas

## Programación del modo operación

Aquí se programan dos modos de operación: Simulación de casa habitada y Asalto A.

En el modo Simulación de casa habitada, se escogen de los seis dispositivos con que se cuenta, aquellos deseados para realizar la simulación de casa habitada. A los dispositivos seleccionados para simular, se les programará su horario de encendido y su horario de apagado a excepción del dispositivo número seis, que se le programa fecha y hora de encendido y apagado.

En el modo Asalto A, se programan las zonas que estarán en alerta al operar este modo, así como los dispositivos de alarma que actuarán para cada una de las zonas programadas, en el dado caso de que alguna de éstas sea violada.

Algoritmo y diagrama de flujo de la rutina que programa los dispositivos de simulación, en el modo Simulación de casa habitada.

### *Algoritmo*

1. Escribe letrero en el *display* "SIMULACIÓN DE CASA HABITADA".
2. ¿Se oprimió la tecla →, o la tecla ←, o la tecla ↑?
  - a) Sí. Sigue paso 32.
  - b) No. Sigue paso 3.
3. ¿Se oprimió la tecla ↓?
  - a) Sí. Sigue paso 4.
  - b) No. Sigue paso 2.
4. ¿Está activado el dispositivo n?
  - a) Sí. Sigue paso 11.
  - b) No. sigue paso 6.
5. Programa dispositivo n como desactivado en la EEPROM.
6. Escribe letrero en el *display* "DISPOSITIVO n DESACTIVADO", donde n puede ser cualquiera de los 6 dispositivos.

7. ¿Se eligió otro dispositivo para programar?
  - a) Sí. Sigue paso 4.
  - b) No. Sigue paso 8.
8. ¿Se oprimió la tecla  $\uparrow$ ?
  - a) Sí. Sigue paso 1.
  - b) No. Sigue paso 9.
9. ¿Se oprimió la tecla E?
  - a) Sí. Sigue paso 10.
  - b) No. Sigue paso 7.
10. Programa dispositivo n como activado en la EEPROM.
11. Escribe letrero en el *display* “DISPOSITIVO n ACTIVADO”, donde n puede ser cualquiera de los 6 dispositivos.
12. ¿Se eligió otro dispositivo para programar?
  - a) Sí. Sigue paso 4
  - b) No. Sigue paso 13.
13. ¿Se oprimió la tecla  $\uparrow$ ?
  - a) Sí. Sigue paso 1.
  - b) No. Sigue paso 14.
14. ¿Se oprimió tecla  $\downarrow$ ?
  - a) Sí. Sigue paso 16.
  - b) No. Sigue paso 15.
15. ¿Se oprimió la tecla E?
  - a) Sí. Sigue paso 5.
  - b) No. Sigue paso 12.
16. Escribe letrero en el *display* “HORARIO DE ENCENDIDO xx:xx”, donde xx:xx es el horario de encendido del dispositivo n registrado en la EEPROM.
17. ¿Se oprimió la tecla  $\rightarrow$ ?
  - a) Sí. Sigue paso 24.
  - b) No. Sigue paso 18.
18. ¿Se oprimió la tecla  $\uparrow$ ?

- a) Sí. Sigue paso 11.
  - b) No. Sigue paso 19.
19. ¿Se oprimió la tecla ↓ ?
- a) Sí. Sigue paso 20.
  - b) No. Sigue paso 17.
20. Escribe letrero en el *display* “\_\_ : \_\_”.
21. Escribe desde el teclado el horario de encendido del dispositivo n.
22. Programa los datos del nuevo horario de encendido del dispositivo n, en la EEPROM.
23. Sigue paso 16.
- 24.- Escribe letrero en el *display* “HORARIO DE APAGADO xx:xx”, donde xx:xx es el horario de apagado del dispositivo n registrado en la EEPROM.
25. ¿Se oprimió la tecla ← ?
- a) Sí. Sigue paso 16.
  - b) No. Sigue paso 26.
26. ¿Se oprimió la tecla ↑ ?
- a) Sí. Sigue paso 11.
  - b) No. Sigue paso 27.
27. ¿Se oprimió la tecla ↓ ?
- a) Sí. Sigue paso 28.
  - b) No. Sigue paso 25.
28. Escribe letrero en el *display* “\_\_ : \_\_”.
29. Escribe desde el teclado el horario de apagado del dispositivo n.
30. Programa los datos del nuevo horario de apagado del dispositivo n, en la EEPROM.
31. Sigue paso 24.
32. Fin

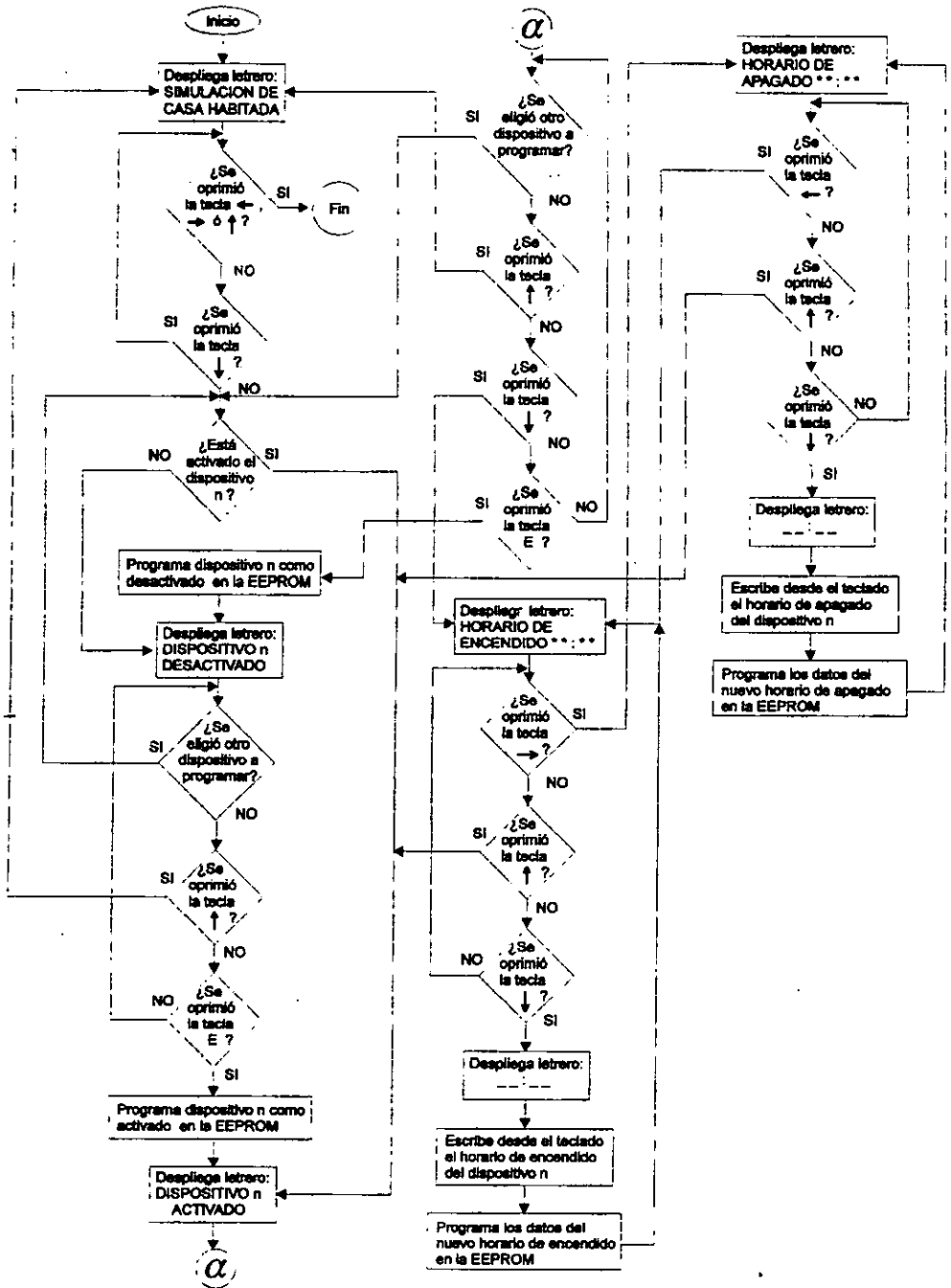


Figura IV-28 Diagrama de flujo de la rutina que programa los dispositivos de simulación, en el modo Simulación de casa habitada



Algoritmo y diagrama de flujo de la rutina que programa las zonas de detección, y los dispositivos de alarma que actuarán para dichas zonas.

**Algoritmo**

1. Escribe letrero en el *display* “ASALTO”
2. ¿Se oprimió tecla ←, o tecla →, o tecla ↑ ?
  - a) Sí. Sigue paso 21.
  - a) No. Sigue paso 3.
3. ¿Se oprimió tecla ↓ ?
  - a) Sí. Sigue paso 4.
  - b) No. Sigue paso 2.
4. ¿Está activada la zona n?
  - a) Sí. Sigue paso 11.
  - b) No. sigue paso 6.
5. Programa zona n como desactivada en la EEPROM.
- 6- Escribe letrero en el *display*: nombre de la zona n “DESACTIVADO”, donde n puede ser cualquiera de las ocho zonas de poleo del sistema.
7. ¿Se eligió otra zona para programar?
  - a) Sí. Sigue paso 4.
  - b) No. Sigue paso 8.
8. ¿Se oprimió la tecla ↑ ?
  - a) Sí. Sigue paso 1.
  - b) No. Sigue paso 9.
9. ¿Se oprimió la tecla E?
  - a) Sí. Sigue paso 10.
  - b) No. Sigue paso 7.
10. Programa zona n como activada en la EEPROM.
11. Escribe letrero en el *display*: nombre de la zona n “ACTIVADO”, donde n puede ser cualquiera de las ocho zonas de poleo del sistema.

12. ¿Se eligió otra zona para programar?
  - a) Sí. Sigue paso 4.
  - b) No. Sigue paso 13.
13. ¿Se oprimió la tecla  $\uparrow$ ?
  - a) Sí. Sigue paso 1.
  - b) No. Sigue paso 14.
14. ¿Se oprimió tecla  $\downarrow$ ?
  - a) Sí. Sigue paso 16.
  - b) No. Sigue paso 15.
15. ¿Se oprimió la tecla E?
  - a) Sí. Sigue paso 5.
  - b) No. Sigue paso 12.
16. Escribe letrero en el *display* “ EDO. DE LOS DISPOSITIVOS 12345 xxxxxx”, donde xxxxx es el estado de cada de los dispositivos de alarma para la zona n, registrados en la EEPROM.
17. ¿Se oprimió la tecla  $\uparrow$ ?
  - a) Sí. Sigue paso 11.
  - b) No. Sigue paso 18.
18. ¿Se oprimió la tecla  $\rightarrow$ ?
  - a) Sí. Sigue paso 19.
  - b) No. Sigue paso 17.
19. Programa el estado de los dispositivos de alarma para la zona n, desde el teclado, en la EEPROM.
20. Sigue paso 16.
21. Fin

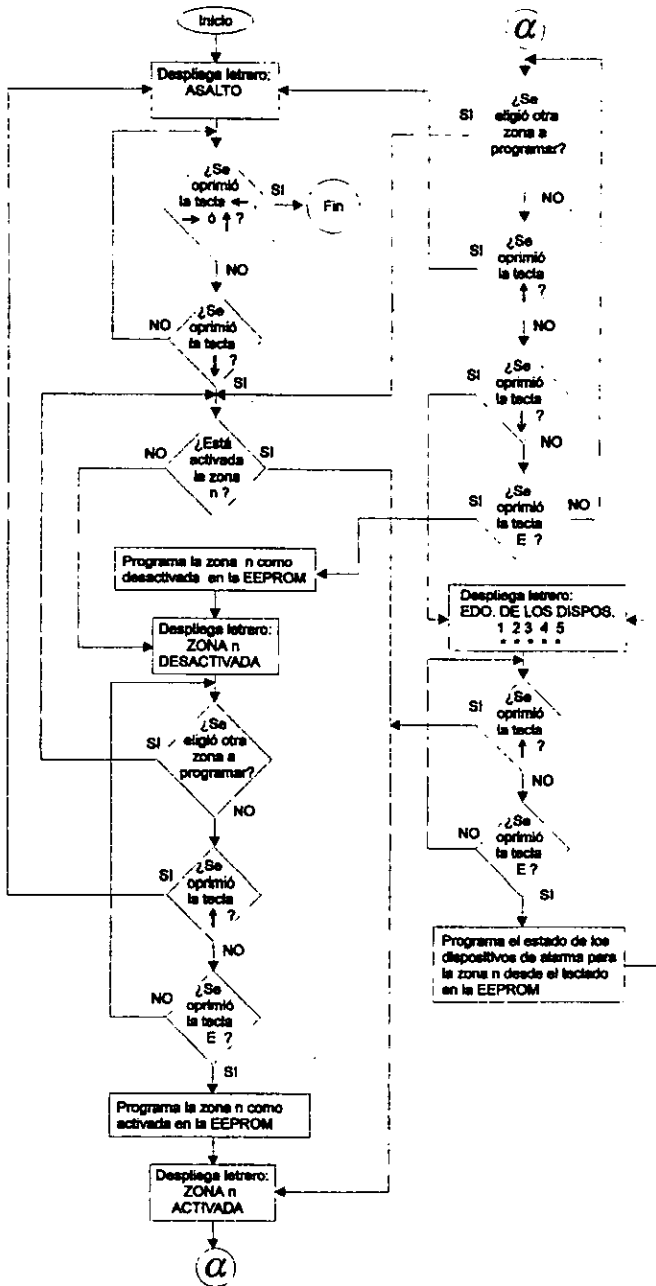


Figura IV-29. Diagrama de flujo de la rutina que programa las zonas de detección, y los dispositivos de alarma que actuarán para dichas zonas.

## Programación del reloj

Los datos que se programan en este bloque son los de calendario-hora, controlados por el RTC MC146818A. Los datos introducidos desde el teclado están en código ASCII, y los datos deben ser leídos por el RTC en código BCD, por lo tanto se debe realizar una conversión de código ASCII a código BCD.

Para programar el RTC primero se escribe el calendario-hora a través de la rutina que elige caracteres desde el teclado y los muestra en el *display*, guardando en RAM en código ASCII aquellos que han sido seleccionados. Posteriormente desde RAM se toman estos datos y se transforman a código BCD, para que en seguida se envíen al RTC a los registros calendario-hora.

La conversión de ASCII a BCD se realiza de la siguiente forma: 2 *bytes* en código ASCII cada uno, deberán ser transformados a un solo *byte* en código BCD que representará un dato en el RTC (año, mes, día, hora o minutos). El primer *byte* en ASCII ya transformado a código BCD ocupará los cuatro bits más significativos del *byte* que leerá el RTC; y así mismo, el segundo *byte* en ASCII, ya transformado a código BCD, ocuparán los cuatro bits menos significativos del mismo *byte* que leerá el RTC, como se muestra en el ejemplo de la Tabla IV-9.

| Datos seleccionados desde el teclado y desplegados en el <i>display</i> . | 1        | 2        |
|---|----------|----------|
| Datos en ASCII  | 00110001 | 00110010 |
| Dato entregado al RTC en código BCD                                       | 0001     | 0010     |

Tabla IV-9. Datos seleccionados desde el teclado y entregados al RTC en código BCD

A continuación se muestra la rutina de escritura de datos en el RTC, que viene establecida en las hojas de especificaciones del MC146818A. La escritura de datos se realiza a través del *bus* de datos y unos *pins* de control que son activados al ejecutarse la rutina de escritura.

### Rutina de escritura de datos en el RTC

Dirección \$6000, dirección asignada en el mapa de memoria al RTC.

STAA \$6000 Acumulador A contiene la dirección del registro del RTC, de donde se quiere escribir el dato.

STAB \$6001 Acumulador B contiene el dato que se escribirá en el RTC.

RTS

Algoritmo y diagrama de flujo de la rutina que transforma de código ASCII (un dato de 2 bytes) a código BCD (un dato de 1 byte)

#### *Algoritmo*

1. Toma el primer byte en ASCII.
2. Realiza con el byte, cuatro corrimientos a la izquierda introduciendo ceros.
3. El resultado anterior súmalo con el segundo byte en ASCII.
4. Al resultado de la suma anterior súmale \$D0.
5. Fin

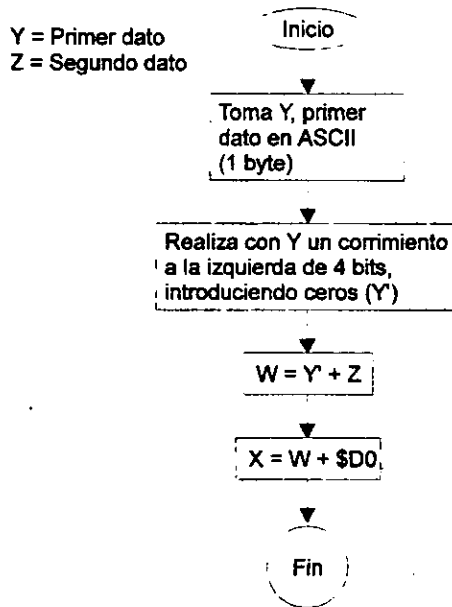


Figura IV-30. Diagrama de flujo de la rutina que transforma de código ASCII (un dato de dos bytes) a códigoBCD (un dato de un byte)

Algoritmo y diagrama de flujo de la rutina que programa el calendario-hora, en el reloj

**Algoritmo**

1. Escribe letrero en el *display* "PROGRAMACION DEL RELOJ".
2. ¿Se oprimió la tecla ←, o la tecla →, o la tecla ↑?
  - a) Sí. Sigue paso 18.
  - b) No. Sigue paso 3.
3. ¿Se oprimió la tecla ↓?
  - a) Sí. Sigue paso 4.
  - b) No. Sigue paso 2.
4. Escribe letrero en el *display* "FECHA Y HORA", y despliega el calendario-hora del RTC.

5. ¿Se oprimió la tecla ↑ ?
  - a) Sí. Sigue paso 1.
  - b) No. Sigue paso 6.
6. ¿Se oprimió la tecla ↓ ?
  - a) Sí. Sigue paso 7.
  - b) No. Sigue paso 5.
7. Escribe letrero en el *display* “\_ \_ - \_ \_ - \_ \_ \_ \_ : \_ \_ ”.
8. Escribir desde el teclado el calendario-hora.
9. Poner en “1” el bit set del registro B del RTC, para deshabilitar el ciclo de actualización.
10. Transforma el dato del día de ASCII a BCD, y lo escribe en el registro correspondiente del RTC.
11. Transforma el dato del mes de ASCII a BCD, y lo escribe en el registro correspondiente del RTC.
- 12- Transforma el dato del año de ASCII a BCD, y lo escribe en el registro correspondiente del RTC.
13. Transforma el dato de la hora de ASCII a BCD, y lo escribe en el registro correspondiente del RTC.
14. Transforma el dato de los minutos de ASCII a BCD, y lo escribe en el registro correspondiente del RTC.
15. Escribe en ceros el dato de los segundos en el registro correspondiente del RTC.
16. Pone en “0” el bit set del registro B del RTC, para habilitar el ciclo de actualización.
17. Sigue paso 4.
18. Fin.

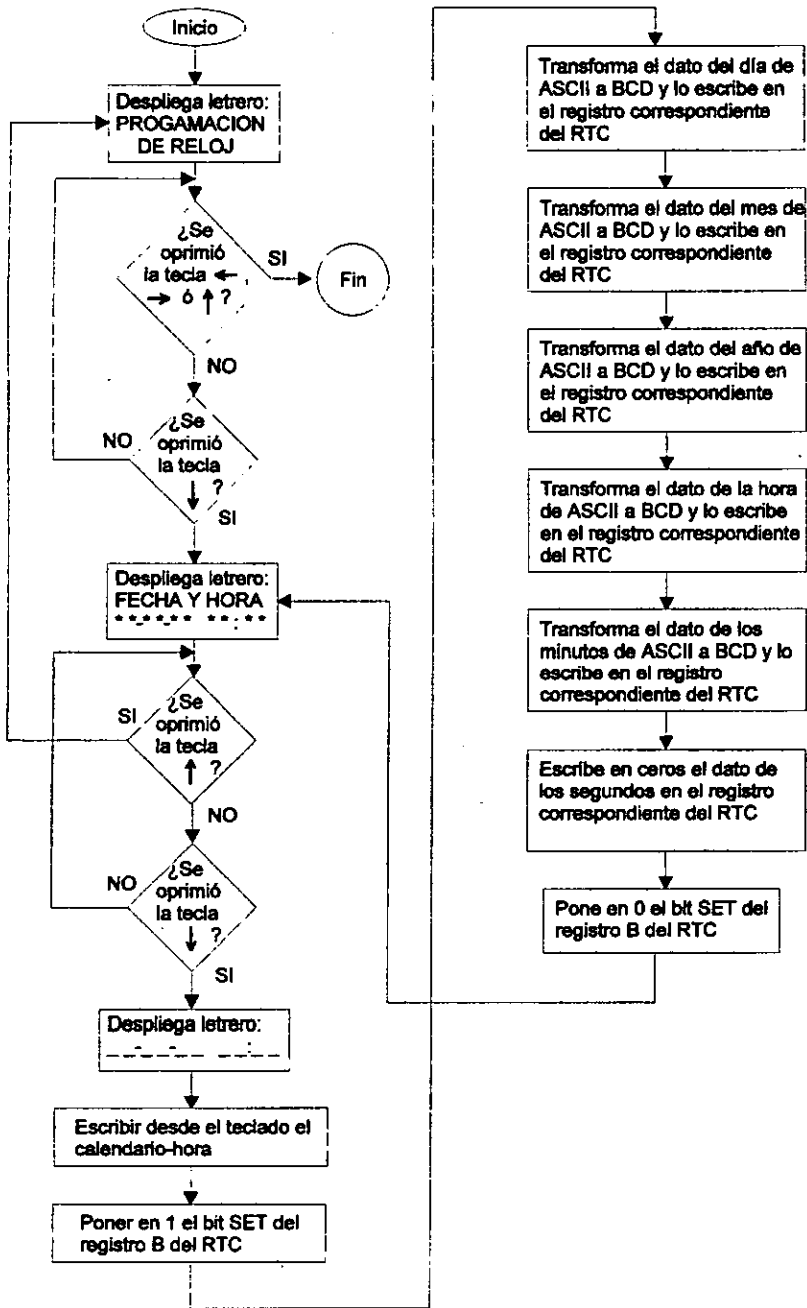


Figura IV-31. Diagrama de flujo de la rutina que programa el calendario-hora en el reloj



## V. CONSTRUCCIÓN, PRUEBAS Y OBSERVACIONES

### CONSTRUCCIÓN

A lo largo de los capítulos anteriores se han mencionado los diferentes módulos de los que está constituido el sistema. Se ha trabajado con ellos en la planeación y principalmente en el diseño. Cada uno de estos módulos está constituido por circuitos o elementos relacionados con las funciones propias del módulo al que pertenece.

#### **Tarjetas**

En el momento de construir cada una de las tarjetas, se trató de incluir todos los circuitos y elementos relacionados con el módulo; pero por razones de funcionalidad principalmente o de espacio en algunos casos, algunos de estos circuitos o elementos quedaron fuera de la tarjeta que le correspondía a cada módulo. En este caso se encuentra el *display*, el teclado, los LEDs monitores, el conmutador de *display* y teclado, la batería y el filtro EMI.

A lo largo del desarrollo del proyecto, las tarjetas sufrieron varias pruebas y modificaciones. Una de las principales modificaciones fue que al inicio, las tarjetas se desarrollaron con varios integrados de tecnología TTL los cuales fueron cambiados por integrados con la misma función en tecnología CMOS. Este cambio se realizó principalmente pensando en el ahorro de energía cuando el sistema no cuente con la alimentación de la línea de 127 Vca y sólo esté funcionando con el respaldo de la batería.

Todas las tarjetas a excepción de la de control; fueron colocadas dentro del gabinete en una placa de acrílico, que impide el contacto de éstas con el fondo metálico del gabinete. Ver Figura V-2.

#### **Gabinete**

El gabinete que se escogió para contener el sistema es grande, teniendo en cuenta que es el desarrollo de un prototipo y que se requería de mucho espacio para poder manipular

libremente las tarjetas, ya que éstas podrían sufrir modificaciones en cualquier momento. Debido a esto el sistema presenta mayor tamaño que los existentes en el mercado, pero debe tenerse en cuenta que éste es sólo un prototipo.

El gabinete original está constituido por dos partes: el cajón y la tapa, que se unieron por medio de una visagra de piano, para dar origen a un gabinete con puerta. Como se aprecia en la Figura V-2.

A continuación en las dos Figuras V-1 y V-2 se muestran los diagramas donde se puede observar la colocación de las tarjetas del sistema y las perforaciones hechas al gabinete.

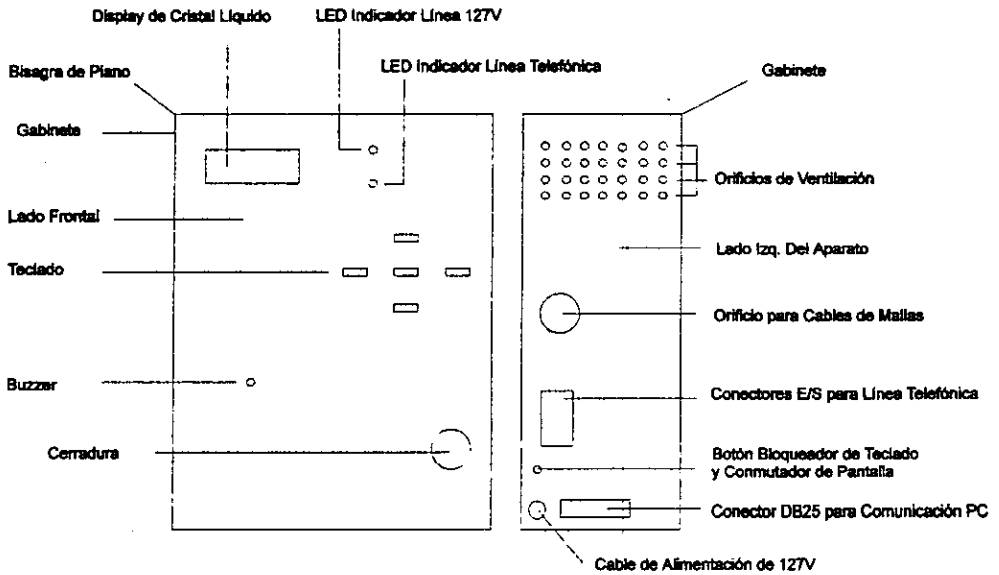


Figura V-1. Vista externa del gabinete.

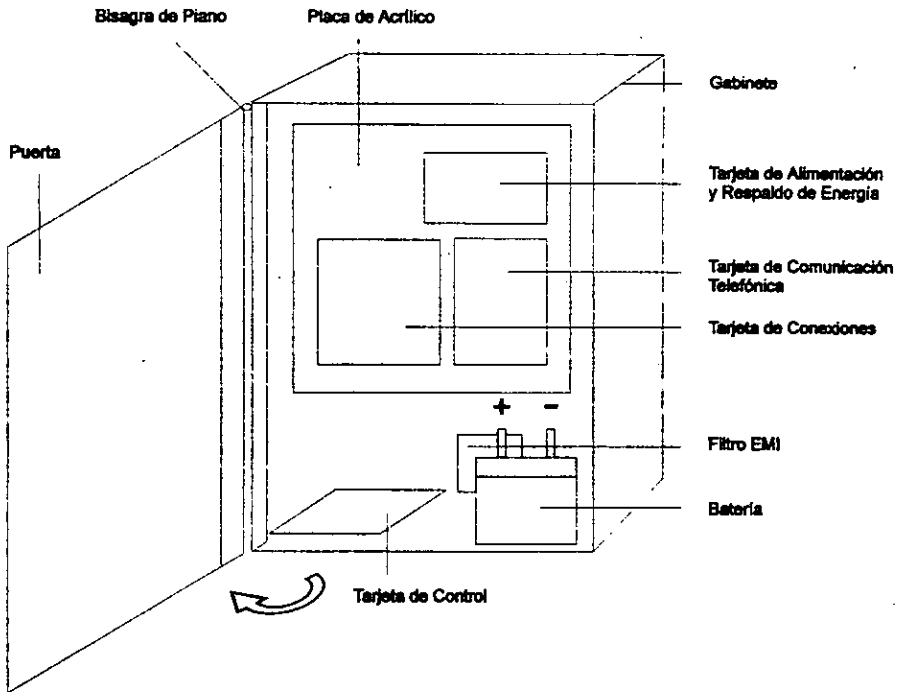


Figura V-2. Vista interna del gabinete.

## PRUEBAS Y OBSERVACIONES

### Fuente de alimentación

Las pruebas realizadas a la fuente de alimentación se enfocaron hacia cuatro aspectos de interés: limitación de corriente, potencia consumida, regulación de voltaje y niveles de polarización.

### Corriente máxima

Para medir la máxima corriente que puede circular a través del sistema, se conectó únicamente el módulo de alimentación y respaldo de energía a la línea de 127 Vca y se puso en cortocircuito la polarización de 12 Vcd. Se midió una corriente de 515 mAcd, muy cercana a la calculada que podía transitar a través del limitador de corriente que es de 500 mAcd; resultando satisfactoria para el funcionamiento del sistema en general.

### Consumo de potencia máxima

El consumo de potencia máxima se produce cuando el sistema requiere la máxima corriente (515 mAcd) para cargar la batería o en la condición de cortocircuito en la alimentación de 12 Vcd. Así se calculó conectando el sistema a la línea de alimentación de 127 Vca, midiendo la demanda de corriente en el primario del transformador, en estas condiciones se midió a la entrada del transformador una corriente de 78 mAca; por lo que el consumo máximo de potencia es de:

$$P = V \times I \dots\dots\dots(F. 5-1)$$

$$P_{ent} = (127 \text{ V}) (0.078 \text{ A}) = 9.9 \text{ W (en el primario del transformador)}$$

Bajo estas condiciones se midió el voltaje pico y de rizo presente en el rectificador de onda completa y se obtuvo un valor de:

$$V_{pico} = 24.5 \text{ V}$$

$$V_{rp-p} = 3 \text{ V} \quad \text{ó} \quad V_r (\text{rms}) = 0.92 \text{ V}$$

Calculando con estos valores el valor de Vcc y el rizo.

$$V_{cc} = V_{pico} - V_{rp-p} / 2 \dots\dots\dots (F. 5-2)$$

$$= 24.5 \text{ V} - (3 \text{ V} / 2) = 23 \text{ V}$$

$$r \% = ((V_r (\text{ rms })) / (V_{cc})) 100 \% \dots\dots\dots (F. 5-3)$$

$$= ((0.92 \text{ V}) / (23 \text{ V})) 100 = 4 \%$$

Siendo el valor de rizo más pequeño que el esperado (4.6 %), por lo que se mejora la regulación de la fuente.

Con el devanado secundario a 18 Vca y la ayuda de fórmula (F. 5-1) la potencia promedio del secundario es de:

$$P_{sal} = ( 18 \text{ V} ) ( 0.515 \text{ A} ) = 9.2 \text{ W (en el secundario del transformador)}$$

Con lo que la eficiencia del transformador es:

$$h = P_{sal} / P_{ent} \dots\dots\dots (F. 5-4)$$

$$= ( 9.2 \text{ W} ) / ( 9.9 \text{ W} ) = 0.93 \text{ o } 93 \%$$

En operación normal del sistema, esto es, estando la batería completamente cargada y funcionando el sistema con una demanda de corriente de (65 mAcd) proporcionada únicamente por la fuente de alimentación. En el primario del transformador la corriente demandada fue de 18 mAac. Por lo que la potencia normal de operación es de:

$$P = ( 127 \text{ V} ) ( 0.018 \text{ A} ) = 2.28 \text{ W}$$

Y la potencia demandada en el secundario es:

$$P_{sal} = ( 18 \text{ V} ) ( 0.065 \text{ A} ) = 1.17 \text{ W}$$

Calculando la eficiencia bajo esta condición.

$$h = (1.17 \text{ W}) / (2.28 \text{ W}) = 0.51 \text{ o } 51 \%$$

Como puede apreciarse el consumo de potencia es realmente muy bajo y podría reducirse aún más si se contara con un transformador mas eficiente para bajo consumo de corriente. Los niveles medidos se pueden observar en la tabla V-1.

| Reguladores | Estimado | Medido  | Desviación |
|-------------|----------|---------|------------|
| 78T12       | 12.6 V   | 12.57 V | 0.2 %      |
| Zener       | 9.0 V    | 8.8 V   | 2.2 %      |
| 78T05       | 5.0 V    | 5.07 V  | 1.4 %      |

Tabla V-1. Niveles de polarización medidos.

Los valores de voltaje medidos, satisfacen ampliamente los requerimientos del sistema.

### Batería de respaldo

Pruebas de descarga.

Puesto que el buen funcionamiento del sistema depende en gran medida de que, la fuente de alimentación y la batería de respaldo operen correctamente. Es necesario conocer cuáles son las condiciones bajo las que el sistema de respaldo de alimentación, podría llevar a todo el sistema de seguridad a un estado crítico de funcionamiento. Con esta finalidad se realizaron pruebas de consumo de corriente bajo diversas circunstancias y se obtuvo que:

- Operando el sistema, el mínimo consumo de energía se produce cuando éste trabaja con mallas normalmente abiertas y estando en modo Asalto. Bajo estas condiciones el sistema tiene una demanda de corriente de 60 mA. Pero el funcionamiento en un estado aún más crítico, tiene lugar cuando el sistema opera con mallas normalmente cerradas y con modo simulación trabajando todos los dispositivos de simulación activados. Demandando bajo estas condiciones una corriente de 110 mA.

Si por algún motivo fallara la alimentación de 127 Vca, entraría en funcionamiento la batería de respaldo, dando al sistema la energía necesaria para su buen funcionamiento durante el tiempo que permanezca la falla. Con la finalidad de conocer durante cuánto tiempo puede estar operando el sistema bajo alguna de las condiciones antes mencionadas; se practicaron a la batería pruebas de descarga y carga, obteniendo los resultados que a continuación se muestran en las tablas y sus gráficas correspondientes. La conexión para estas pruebas es mostrada en la Figura V-3.

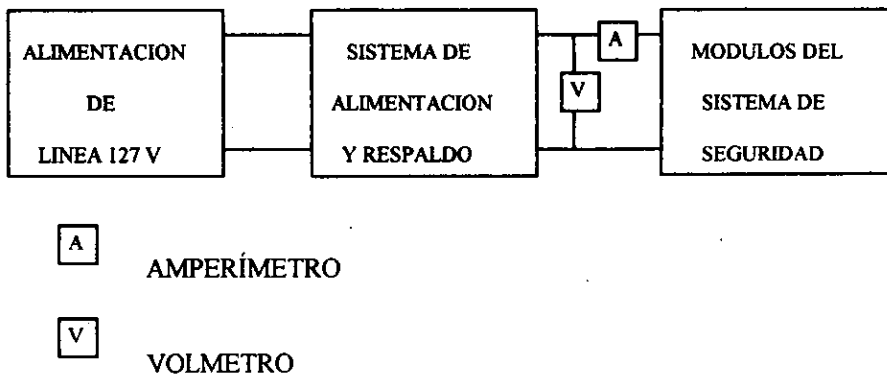


Figura V-3. Diagrama de conexión para pruebas de descarga.

|                        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Tiempo (horas)</b>  | 0     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    |
| <b>Voltaje (volts)</b> | 12.46 | 12.25 | 12.23 | 12.21 | 12.19 | 12.17 | 12.15 | 12.13 | 12.11 | 12.09 | 12.07 | 12.04 |

|                        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Tiempo (horas)</b>  | 12    | 13    | 14    | 15    | 16    | 17    | 18    | 19    | 20    | 21    | 22    | 23    |
| <b>Voltaje (volts)</b> | 12.02 | 12.00 | 11.97 | 11.95 | 11.93 | 11.90 | 11.88 | 11.85 | 11.83 | 11.78 | 11.75 | 11.73 |

|                        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Tiempo (horas)</b>  | 24    | 25    | 26    | 27    | 28    | 29    | 30    | 31    | 32    | 33    | 34    | 35    |
| <b>Voltaje (volts)</b> | 11.71 | 11.68 | 11.65 | 11.62 | 11.59 | 11.56 | 11.53 | 11.49 | 11.45 | 11.43 | 11.39 | 11.43 |

|                        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |      |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| <b>Tiempo (horas)</b>  | 36    | 37    | 38    | 39    | 40    | 41    | 42    | 43    | 44    | 45    | 46   | 47   |
| <b>Voltaje (volts)</b> | 11.29 | 11.26 | 11.24 | 11.19 | 11.10 | 11.01 | 10.92 | 10.73 | 10.52 | 10.22 | 9.78 | 8.68 |

Tabla V-2. Descarga a corriente constante de 60 mA.



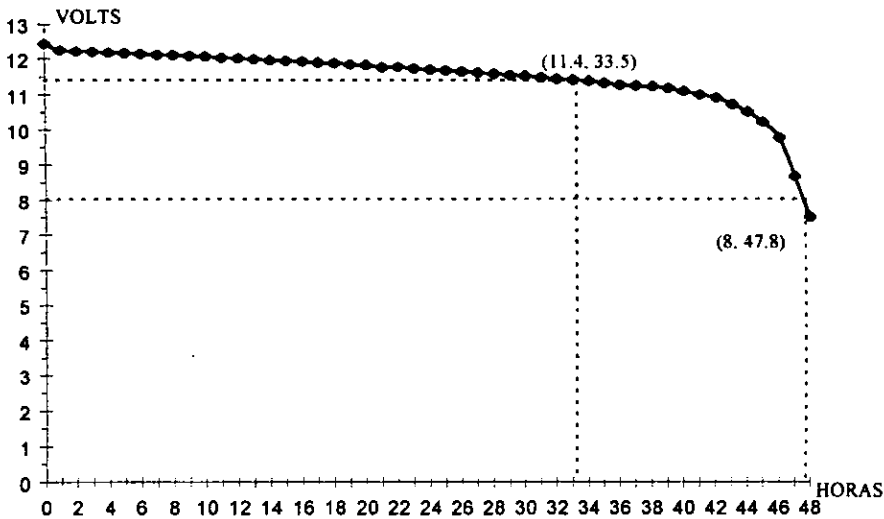


Figura V-4. Gráfica de descarga a demanda mínima.

En esta Figura, se muestra la gráfica se marcaron dos puntos en la curva de especial interés. El primero con coordenadas (11.4, 33.5), indica el tiempo en que la batería (que es de 12 Vcd) ha disminuido en un 5 % su nivel de voltaje, es decir a 11.4 Vcd. Este es un dato importante a considerar dado que el sistema puede tener conectados sensores de movimiento, los cuales en su mayoría operan con 12 Vcd (mas o menos un 5 %), con lo que se garantiza el buen funcionamiento de este tipo de sensores y por supuesto del sistema que sólo necesita de 5 Vcd para su funcionamiento.

La coordenada de 33.5 hrs, indica que el sistema puede estar funcionando únicamente con la batería de respaldo durante todo este tiempo, bajo las condiciones de demanda mínima de corriente, siendo éste uno de los puntos principales a conocer por los cuales se realizaron las pruebas.

Con el valor de corriente constante demandada y el tiempo obtenido de 33.5 hrs se puede generar el producto corriente por tiempo:

$$(0.06 \text{ A}) (33.5 \text{ hrs.}) = 2.01 \text{ AH}$$

Comparando este valor con el de la batería que es de 4 AH, se deduce que durante este periodo de tiempo la batería se ha descargado en un 50 % o dicho en otras palabras a la mitad de su capacidad.

En el segundo punto de la gráfica, marcado con las coordenadas (8, 47.8), se muestra el momento en el que la alimentación de 5 Vcd que necesita el sistema para su funcionamiento puede comenzar a disminuir, dado que el regulador que proporciona dicha alimentación necesita polarizarse por lo menos con 8 Vcd, de lo contrario no se puede garantizar una polarización adecuada. Este es un punto importante de tomarse en consideración puesto que han transcurrido 47.8 hrs casi dos días en que el sistema ha estado trabajando únicamente con la batería de respaldo.

Para la realización de las pruebas de descarga a demanda máxima de corriente en condiciones extremas de operación, además en modo simulación con todos los dispositivos activados y trabajando con mallas normalmente cerradas; se utilizó el mismo esquema de conexiones mostrado en la prueba anterior, obteniéndose los datos y la gráfica respectiva que a continuación se muestra en la Tabla V-3.

|                            |       |      |       |      |      |    |    |      |      |      |      |      |       |
|----------------------------|-------|------|-------|------|------|----|----|------|------|------|------|------|-------|
| <b>Tiempo<br/>(horas)</b>  | 0     | 1    | 2     | 3    | 4    | 5  | 6  | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12    |
| <b>Voltaje<br/>(volts)</b> | 12.25 | 12.2 | 12.15 | 12.1 | 12.1 | 12 | 12 | 11.9 | 11.9 | 11.9 | 11.8 | 11.8 | 11.75 |

|                            |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |
|----------------------------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|
| <b>Tiempo<br/>(horas)</b>  | 13   | 14    | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20   | 21   | 22   | 23   | 24  | 25   |
| <b>Voltaje<br/>(volts)</b> | 11.7 | 11.65 | 11.6 | 11.5 | 11.4 | 11.3 | 11.2 | 11.1 | 10.9 | 10.8 | 10.5 | 9.4 | 7.43 |

Tabla V-3. Descarga a corriente constante de 110 mA

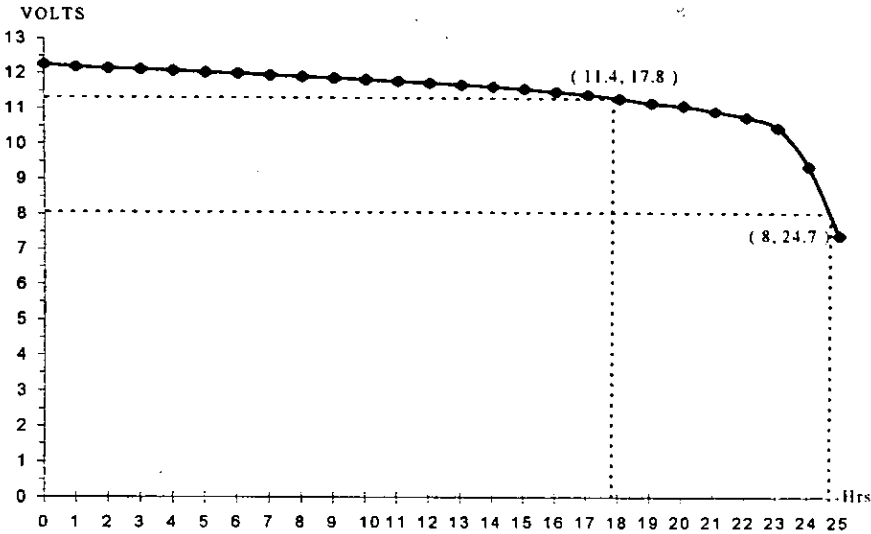


Figura V-5. Gráfica de descarga a demanda máxima.

Al igual que en la gráfica que se muestra en la Figura V-4 anterior, en la gráfica V-5 también se muestran dos puntos marcados por sus correspondientes coordenadas. El primero con coordenadas (11.4, 17.8) señala el punto en el cual la batería ha decremado su valor de voltaje nominal en un 5%. Esta es condición necesaria si el sistema se instala con sensores de movimiento para los cuales éste sería el punto crítico en su funcionamiento, y por lo tanto, limita el tiempo de correcto funcionamiento a todo el sistema siendo este de 17.8 hrs.

Si ahora también calculamos el producto corriente constante por tiempo obtenido de estas coordenadas se obtiene:

$$(0.11)(17.8) = 1.96 \text{ AH}$$

Nuevamente este valor se aproxima al 50% del valor nominal de la batería.

El punto marcado con las coordenadas (8, 24.7) nos indica el momento en el cual el sistema inicia una etapa crítica y puede comenzar a fallar debido a la falta de una adecuada polarización. Esta situación como ya se mencionó, se presenta por que el regulador que suministra el voltaje de alimentación de 5 Vcd necesita uno de polarización de 8 Vcd y de acuerdo a la gráfica, este hecho se da al transcurrir 24.7 hrs de trabajar el sistema bajo las condiciones antes mencionadas.

Vale la pena comentar tres puntos importantes de las dos pruebas que se acaban de mostrar:

- 1.- El punto más crítico, obtenido de estas pruebas, se dio en la prueba de descarga a demanda máxima, en el punto marcado con las coordenadas (11.4, 17.8). Con este dato se garantiza que el sistema puede trabajar con sólo la batería de respaldo; durante el tiempo mínimo obtenido de 17.8 hrs.
- 2.- Dado que las pruebas se realizaron en dos extremos de operación estables, el tiempo en el que puede operar correctamente el sistema en alguna otra condición, caerá dentro de algún rango enmarcado por un tiempo mínimo de 17.8 hrs, y un máximo de 33.5 hrs, en el caso de que se conecten al sistema sensores que requieran polarización. Para el caso en que no se conecten al sistema sensores que requieren polarización entre 24.7 hrs y 47.8 hrs.
- 3.- En las dos pruebas se realizó el cálculo del producto de corriente por tiempo, cuando el voltaje se decremento en un 5 % del valor nominal de la batería y el hecho de haber obtenido un valor que fluctúa alrededor de la misma constante 2 AH, sugiere que la batería responde a su comportamiento hiperbólico dado por  $K = IT$  donde:

$K$  = valor constante de la capacidad en (Amperes Hora).

$I$  = demanda de corriente en (Amperes).

$T$  = tiempo transcurrido para una demanda específica en (Horas).

Como se pudo observar, el valor cercano a 2 AH. se da cuando el voltaje en la batería tiene un valor de 11.4 V, siendo éste necesario si se requiere que el sistema trabaje en toda su capacidad. De esta forma si se desea conocer el tiempo que puede transcurrir para que la batería decremente su valor en un 5% a una determinada demanda de corriente para algún modo de operación específico; este cálculo se puede realizar con bastante aproximación utilizando el comportamiento hiperbólico de la batería, aplicado a los 2 AH de consumo obtenidos en 11.4 V. Quedando la fórmula de la siguiente manera:

$$2 = I \times T \dots\dots\dots(F. 5-5)$$

Despejando  $T = 2 / I$

Por lo que si se desea conocer el tiempo, sólo se necesita saber la demanda de corriente promedio en amperes de la batería, y el tiempo que resulte estará en horas.

Prueba de carga

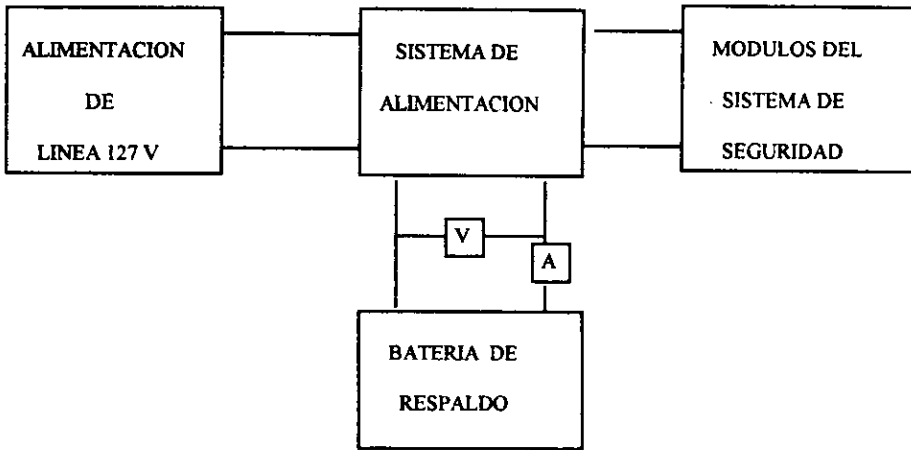
Con la finalidad de corroborar el tiempo estipulado por el fabricante de 14 hrs para que la batería de respaldo recupere su carga de corriente y voltaje, se le practicaron pruebas de carga a corriente controlada a un 10 % de su corriente nominal en el momento que suministra energía al módulo de respaldo y alimentación y, simultáneamente se tomaron mediciones de voltaje.

Puesto que el módulo de respaldo y alimentación tiene una capacidad máxima de corriente de 500 mA, al momento de suministrar la alimentación de 127 Vca, el sistema tomará la corriente necesaria para su funcionamiento y la corriente restante de los 500 mA podrá ser tomada por la batería para recargarse. Siendo así, la batería puede cargarse con una corriente máxima de 440 mA cuando el sistema demande 60 mA en operación a demanda mínima, y de 390 mA si el sistema opera en su demanda máxima de 110 mA.

Para realizar las pruebas de carga, primero se descarga la batería hasta un valor suficientemente bajo pero sin que se encontrara totalmente descargada, este valor fue de

4.3 Vcd determinado así porque en este valor de voltaje el *display* del sistema comenzó a mostrar caracteres y signos desordenados .

Estas pruebas se realizaron instrumentando el diagrama de conexiones que aparece en la Figura V-6 siguiente:



-  AMPERÍMETRO
-  VÓLMETRO

Figura V-6. Diagrama de conexiones para recargar la batería.

|                        |      |      |      |      |     |       |       |       |       |       |       |
|------------------------|------|------|------|------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Tiempo (horas)</b>  | 0    | 1    | 2    | 3    | 4   | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |
| <b>Corriente (mA)</b>  | 450  | 450  | 320  | 230  | 170 | 130   | 100   | 80    | 65    | 50    | 40    |
| <b>Voltaje (volts)</b> | 12.3 | 12.4 | 12.5 | 12.5 | 12. | 12.53 | 12.54 | 12.54 | 12.55 | 12.55 | 12.56 |

|                        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>Tiempo (horas)</b>  | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20   | 21   |
| <b>Corriente (mA)</b>  | 35   | 30   | 26   | 23   | 20   | 18   | 16   | 14   | 12   | 10   | 9    |
| <b>Voltaje (volts)</b> | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.6 |

Tabla V-4. Carga de voltaje y corriente a la batería.

De la Tabla V-4 se generaron las gráficas correspondientes: carga de corriente contra tiempo y carga de voltaje contra tiempo. Se hace una aclaración respecto al primer dato en la Tabla V-4, en el renglón de voltaje, que indica un valor de 12.35 Vcd y que corresponde al momento inicial en que ya se realiza la carga y no al valor del voltaje que tiene la batería antes de iniciar la carga. Dado que un instante antes el voltaje fue de 4.3 Vcd, que corresponde al valor más bajo al que se descargó por la batería, pero al iniciar la carga el voltaje se incrementó rápidamente en los primeros segundos tomando la lectura de un valor más estable en 2 min. con una lectura de 12.35 Vcd. También cabe señalar que esta prueba se realizó trabajando el sistema bajo la condición de mínima demanda de corriente.



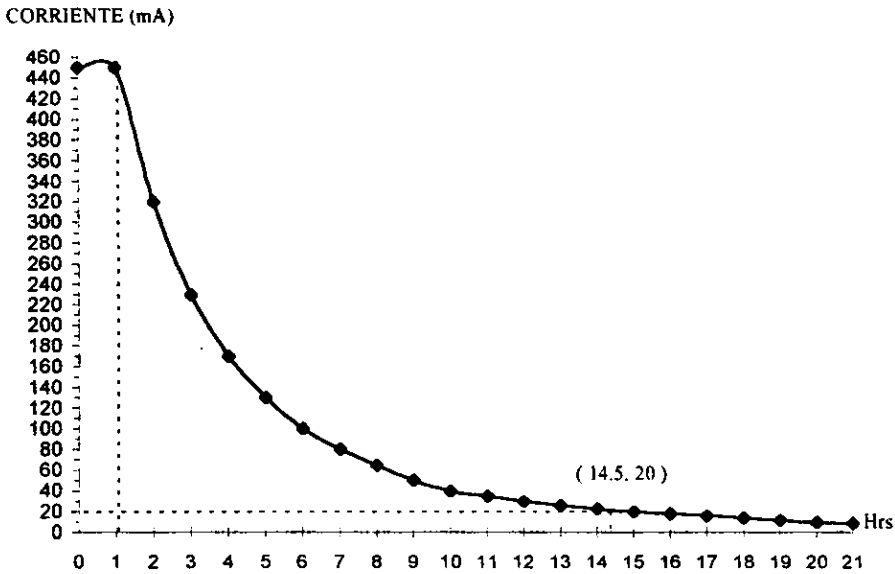


Figura V-7. Gráfica de carga de corriente.

En la Figura V-7 se muestra la gráfica donde se aprecian dos puntos de interés. El primero se da en la primera hora durante la cual se puede observar que la demanda de corriente es máxima a la limitante que impone la fuente de 450 mA, sin embargo, también se observa que la curva tiende a valores aún más grandes si no se tuviera la limitación de corriente. Lo anterior podría ser un problema para la fuente de alimentación de no contar con la capacidad requerida por la batería, y esto a su vez implicaría requerir de una fuente de alimentación más robusta. Después de la primera hora, la demanda de corriente va disminuyendo conforme transcurre el tiempo.

En el punto marcado con las coordenadas (14.5, 20) de la gráfica que aparece en la Figura V-7 muestra que a las 14.5 hrs la batería únicamente demanda el 5 % de los 400 mA recomendados para cargarla en 14 hrs, por lo que la aproximación de tiempo de carga es bastante aceptable.

También en la misma gráfica se puede apreciar que la demanda de corriente para recargarse va decreciendo con un comportamiento de tendencia asintótica despejándose así una duda que se tenía al respecto.

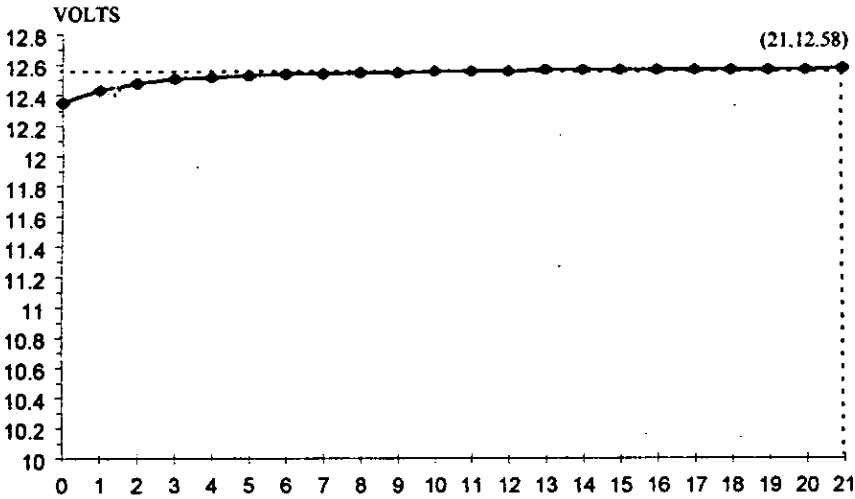


Figura V-8. Gráfica de carga de voltaje.

Comparando la gráfica que aparece en la Figurar V-7 con la de carga de corriente en el tiempo, se puede apreciar que la carga de la batería está determinada por la corriente recuperada, y no por la carga de voltaje; ya que en la gráfica de voltaje que aparece en la Figura V-8, se observa que los niveles de voltaje son recuperados rápidamente sin que esto indique que la batería se ha recargado. El voltaje en la batería tiende al valor de 12.6 Vcd que es el valor suministrado por la fuente de alimentación y que además corresponde al 5 % arriba del valor nominal para la batería.

### Línea telefónica

Las pruebas a la línea telefónica consisten básicamente en verificar los niveles de voltaje y amplitud de las señales que aparecen en los diferentes estados.

En la línea en estado libre o sin descolgar que representa un circuito abierto, se encontraron niveles de voltaje que van desde 42.6 a los 48 Vcd. Este último corresponde al valor estándar y por tanto los 42.6 representan una variación del 11 %, sin que esto afecte de alguna manera la operación y monitoreo del sistema.

Con la tarjeta telefónica activada para llamar, se cierra el circuito de la línea a corriente continua con un valor de 32 mA, suministrados por la central telefónica y para la cual la tarjeta telefónica representa una impedancia aproximada de 350 Ohms. El voltaje baja de 42.6 a 12 Vcd. Apareciendo el tono de invitación a marcar con una amplitud de 400 mVp-p y con una frecuencia de 422 Hz, pero en algunas ocasiones, se dio el caso en que la frecuencia fue de 398 Hz; lo que indica que está fuera del rango estimado por la compañía telefónica que es de 425 más o menos 25 Hz, situación que se prevee en el detector de tonos de la tarjeta telefónica por lo cual no afecta el funcionamiento de la misma.

Se encontró también, que junto con el tono de invitación a marcar aparecen dos señales más de relevancia; una corresponde a un ruido de 60 Hz con amplitud de 800 mVp-p y un ruido de 10 KHz con una amplitud de 100 mVp-p. El ruido de 60 Hz está al doble en la amplitud de la señal de tono. Estos dos ruidos fueron tomados en cuenta en el diseño del detector de tonos, al tener un filtro paso-banda para permitir solamente el paso de la frecuencia de 425 Hz.

La señal en el osciloscopio, a simple vista, parecía sólo ruido, porque una estaba montada sobre la otra, así que la señal de tono de 422 Hz se montaba sobre la de 60 Hz y la de 10 KHz sobre la de 422 Hz.

### Tarjeta telefónica

En la tarjeta telefónica se encuentran cuatro circuitos importantes para la realización de pruebas: el filtro pasobanda, el detector de tonos, el generador de datos binario, y el amplificador clase A de acoplamiento con la línea telefónica.

Al filtro pasobanda se le midió su ganancia y ancho de banda, aplicándole como entrada una señal senoidal de 0.4 V de amplitud pico a pico y se obtuvo una señal de salida de 1.8 V p-p, por lo que la ganancia medida es de:

$$G = V_o/V_i \dots\dots\dots(F. 5-6)$$

$$= (1.8 \text{ V}) / (0.4) = 4.5$$

Esta ganancia es menor que la calculada para el diseño que fue de cinco, pero es aceptable para que el comparador que recibe esta señal, en la siguiente etapa, realice adecuadamente su función.

Para determinar el ancho de banda BW del filtro, se aplicó el criterio de determinar las frecuencias de corte cuando la señal ha decrementado su valor a 0.7071 de su ganancia máxima. Obteniéndose que las frecuencias de corte fueron:

$$F_o = 429 \text{ Hz}$$

$$F_{c1} = 408 \text{ Hz} \quad \text{y} \quad F_{c2} = 445 \text{ Hz}$$

Por lo que calculando el ancho de banda y la calidad Q.

$$BW = F_{c2} - F_{c1} \dots\dots\dots(F. 5-7)$$

$$= 445 - 408 = 37 \text{ Hz}$$

$$Q = F_o / BW \dots\dots\dots(F. 5-8)$$

$$= 429 / 37 = 11.59$$

Comparando el ancho de banda con el propuesto de cálculos de 50 Hz, existe una diferencia de 13 Hz lo cual no afecta en forma sustancial de desempeño del filtro y si mejora la calidad del mismo.

Al detector de tonos se le midió sus rangos de captura y de mantenimiento, que para el caso del comparador usado en el PLL son iguales, obteniéndose las frecuencias mínima y máxima de captura y la frecuencia de captura como  $F_c = ( F_{max} - F_{min} ) / 2$  se obtiene:

| Experimentales                    | Teóricos                          |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| $F_{\text{mín}} = 381 \text{ Hz}$ | $F_{\text{mín}} = 380 \text{ Hz}$ |
| $F_{\text{máx}} = 481 \text{ Hz}$ | $F_{\text{máx}} = 470 \text{ Hz}$ |
| $F_c = 50 \text{ Hz}$             | $F_c = 45 \text{ Hz}$             |

Tabla V-5. Valores teóricos y experimentales del detector de tonos

Por lo que los valores obtenidos que aparecen en la Tabla V-5, tienen la frecuencia de los tonos en la línea telefonica, pudiéndose presentar esta entre 400 y 450 Hz, así que cualquier frecuencia en el intervalo de 381 a 481 Hz podrá ser detectada.

Las pruebas realizadas al generador de datos binario fueron para determinar la amplitud de la señal generada y las ocho frecuencias para calcular qué tanto se desvían de las frecuencias estándar.

Puesto que las ocho frecuencias se dividen en dos grupos, uno de bajas frecuencias y otro de altas, cada grupo se analizó por separado, obteniéndose que para una polarización de 5 Vcd la amplitud pico a pico de cada grupo fue:

Bajas frecuencias      560 mVp-p

Altas frecuencias      738 mVp-p

El conocimiento de estos valores fue necesario, puesto que las hojas de especificaciones no dan los valores de amplitud para una polarización de 5 Vcd y en el diseño estos valores fueron utilizados.

Para medir cada una de las frecuencias generadas se aplicaron al generador los datos binarios adecuados para obtener su frecuencia correspondiente, generándose la siguiente Tabla V-6.

| <b>GRUPO</b>         | <b>FREC. STANDARD</b> | <b>FREC. DE SALIDA</b> | <b>% DESVIACIÓN</b> |
|----------------------|-----------------------|------------------------|---------------------|
| BAJAS<br>FRECUENCIAS | 697                   | 694.9                  | -0.30               |
|                      | 770                   | 770.3                  | +0.03               |
|                      | 852                   | 852.4                  | +0.04               |
|                      | 941                   | 940.0                  | -0.10               |
| ALTAS<br>FRECUENCIAS | 1209                  | 1206.0                 | -0.24               |
|                      | 1336                  | 1332.0                 | -0.29               |
|                      | 1477                  | 1486.5                 | +0.64               |
|                      | 1633                  | 1639.0                 | +0.36               |

Tabla V-6. Frecuencias del generador de datos binarios.

De las frecuencias obtenidas se calculó la desviación existente respecto a las frecuencias estándar y se comparó esta desviación con la recomendada por la norma que no debe ser mayor de 1.8 %. Y en ninguno de los casos nos encontramos fuera de la norma, lo cual indica que los grupos de frecuencias son adecuados para utilizarse.

El amplificador clase A en configuración darlington, está polarizado por divisor de tensión, lo que lo hace ser independiente de las variaciones de beta y la resistencia conectada en el emisor; ayuda a contrarrestar variaciones por temperatura, así como fijar la corriente de la malla de colector simulando una carga para la línea telefónica de 370 Ohms correspondiente a un teléfono digital. Aplicándole a este amplificador una señal senoidal de 740 mVp-p correspondiente a la amplitud de las frecuencias altas, se obtuvo una señal de salida de 2.6 Vp-p, por lo que la ganancia es de.

$$G = V_o/V_i \dots\dots\dots(F. 5-6)$$

$$= ( 2.6 V ) / ( 0.74 V ) = 3.5$$

Esta ganancia es mayor que la calculada de 3.35 por lo que las señales transmitidas a la línea tienen una amplitud mayor al estándar de  $2 V_{p-p}$ , para ajustar las señales a la estándar solo bastará con modificar el valor de  $R_g$  controlando así la ganancia del amplificador.

### **Precisión cronometrica**

Esta prueba consiste, básicamente, en determinar la desviación que sufre el reloj incorporado al sistema en un periodo determinado. Para su realización se tomó como base de tiempo la hora emitida por radio por el observatorio astronómico nacional y se hicieron mediciones de frecuencia en el *pin* CKOUT del RTC (Real Time Clock); con las cuales se pudo comparar si la desviación en la frecuencia correspondía a la desviación en tiempo. Para dar inicio a esta prueba se programó la fecha y hora en el sistema, al mismo tiempo que se escuchaba la señal emitida por el observatorio, tratando de hacer coincidir lo más exacto posible el inicio de la cuenta en el reloj con dicha señal emitida por el observatorio y una vez logrado este fin, se dejó trabajando el sistema. En los días subsecuentes se siguió monitoreando la hora y comparándola con la del observatorio, sin que se lograra apreciar algún cambio significativo y una vez que transcurrieron 30 días se volvió a comparar la hora, obteniéndose un retraso en el reloj de 2 s. Entonces se midió la frecuencia del reloj en el *pin* CKOUT dando un valor de 4194298 Hz que comparada con la frecuencia requerida de 4194304 Hz representa un decremento de 6 Hz.

Realizando algunos cálculos se puede determinar cuál es la desviación en tiempo correspondiente a los 6 Hz.

Dividiendo la frecuencia con la que trabajó el sistema entre las divisiones sucesivas realizadas por el prescaler del reloj, se obtiene la base de tiempo con que trabajó.

$$\text{Relación} = ( 4194298 / 4194304 ) = 0.999999 \text{ Hz o segundos}$$

Obteniendo la diferencia para completar el segundo se obtiene:

$$(1 - 0.999999) = 0.000001$$

Multiplicando esta fracción por los 2592000 segundos de un mes se obtiene:

$$D \text{ mensual} = (0.000001 * 2592000) = 3.7 \text{ s}$$

Aunque la apreciación realizada de 2 s no corresponde al valor calculado de 3.7 s, se encuentra muy próximo y dentro del mismo orden de magnitud, por lo que se considera una buena aproximación, si se toma en cuenta que posiblemente al momento de tomar la medición de frecuencia ésta pudo haber sufrido alguna variación extra, o que el mismo aparato de medición diera un valor ligeramente desviado.

Si ahora con los 3.7 s calculados en un mes extrapolamos a un año, obtenemos que el desvío de tiempo sería de:

$$D \text{ anual} = (3.7 \times 12) = 44.4 \text{ s}$$

Es decir, menos de un minuto de desvío en un año, lo cual se considera bastante aceptable, aunque este problema no es de mucha relevancia puesto que el cristal tiene un capacitor de ajuste para su frecuencia.

### **Módulo de potencia de los dispositivos de simulación**

El módulo de potencia fue sometido a dos pruebas, en cada una se evaluaron dos puntos importantes que interesaba conocer: una de ellas para evaluar el consumo de potencia por el propio dispositivo, y la segunda para probar lo que soportaría al trabajar a carga plena durante un periodo considerable.



La primera prueba consistió en ponerlo a trabajar con una carga resistiva, para ello se conectó el dispositivo a una lámpara de 500 W durante ocho horas por lo que la demanda de corriente fue de:

$$Y = P/V = ( 500 \text{ W} / 125 \text{ V} ) = 4 \text{ A}$$

Con esta carga conectada se midió el voltaje (VT) en las terminales del *triac*, obteniéndose un valor promedio de 1 V, y con los datos obtenidos se puede calcular la potencia disipada por el dispositivo.

$$P = VI = ( 1 \text{ V} ) ( 4 \text{ A} ) = 4 \text{ W}$$

Lo que es aceptable, considerando que tiene un disipador de calor para 9 W.

La segunda prueba se realizó conectando al dispositivo una carga de tipo inductivo por lo que se utilizó un motor de 0.25 HP (horse power) en cuya placa marcaba una corriente nominal de 4.5 A, sin embargo, la corriente medida con un amperímetro de gancho fue de 5.8 A, bajo estas condiciones se dejó trabajando durante ocho horas y se tomó lectura del voltaje (VT) en las terminales del *triac*, obteniéndose un voltaje de 1.1 V por lo tanto la potencia disipada fue de:

$$P = ( 5.8 \text{ A} ) ( 1.1 \text{ V} ) = 6.38 \text{ W}$$

Durante esta prueba el calentamiento del disipador fue considerable sin que esto implicara algún problema en el funcionamiento del dispositivo.

### **Pruebas en conjunto**

Se han realizarón pruebas a cada uno de los módulos que constituyen el sistema. La interacción que hay entre cada uno de estos módulos con los otros módulos, también fue probada y comprobada. Todo el sistema en conjunto fue probado en todas las funciones con las que fue concebido y respondió satisfactoriamente, hasta el momento en que se terminó esta tesis.

Por supuesto que la funcionalidad de cada una de las características con las que cuenta el sistema de seguridad que se explicó en el presente trabajo, se verá modificada en el futuro por los reportes de los usuarios que lo adquieran. Una vez con las estadísticas producidas por estos reportes de los convenientes e inconvenientes en el uso de cada una de las funciones del sistema, se podrá proceder a su mejoramiento o especialización.

## VI. CONCLUSIONES

### CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS

Antes de poder hacer cualquier conclusión, se mostrarán las características con las que cuenta el prototipo del sistema de seguridad que fue desarrollado:

- Protección para ocho zonas que pueden ser nombradas con 16 caracteres.
- Cuenta con tres modos de operación para diferentes situaciones peligro: Asalto, Robo y Simulación.
- Estado de pre-alerta “Asalto B” ; al abrir la puerta principal para entrar o salir.
- Clave de acceso a programación de cinco dígitos.
- Posibilidad de conexión de mallas en malla abierta o malla cerrada.
- Simulación de casa habitada con seis dispositivos programables.
- Cinco de los dispositivos con horario de encendido y apagado.
- Y además un sexto dispositivo programable con fecha.
- Cuenta con un *display* de dos renglones por 16 caracteres.
- Dos tipos de señales sonoras de alarma: De pánico y discreta.
- Teclado de cinco botones para seleccionar opciones en los menús que aparecen en el *display*.
- Interruptor bloqueador de teclado y conmutador de pantalla.
- LED monitor de línea de alimentación de 127 Vca.
- LED monitor de línea telefónica.
- Autoverificación de mallas en orden con la programación.
- Batería de 4 AH, para un respaldo de 18 hrs en operación en cualquiera de los tres modos.
- Alarma telefónica programable para llamar a tres números telefónicos de 14 dígitos.
- Consumo de energía de 3.68 W.

- Medidas 33.1 x 25.5 x 13 cm

Para poder hacer una evaluación de las ventajas o desventajas del sistema de seguridad que se ha desarrollado, se debe hacer una comparación entre el sistema del presente trabajo y el de venta en el mercado, que cuente con las mejores características. El sistema que en el mercado presenta las mejores características es el sistema de seguridad “safe house” distribuido por *Radio Shack*. En seguida se enlistan dichas características.

- Ocho zonas de protección y control de fuego de las cuales:
  - Siete son zonas contra robos
    - Cada una puede ser ajustada para funcionamiento de inmediato o con retardo.
    - Cada una también puede ser activada manualmente.
  - Y la octava está dedicada al monitoreo de fuego.
- Teclado remoto.
- Código de encendido/apagado programable por el usuario.
- Un teléfono de automarcación para llamada de auxilio.
- Medidas 33 x 24 x 9.5 cm.
- Costo del control central, teclado remoto y dos baterías de respaldo \$244 dólares.

Conociendo ya las características del prototipo del sistema de seguridad se puede hacer la comparación de cada una de éstas con las de los sistemas que existen en el mercado.

### **Zonas de protección**

El número de zonas monitoreadas por el sistema que se logró es de ocho; igualando a los mejores sistemas que existen en el mercado nacional. Como una ventaja, en el sistema del presente trabajo, las ocho zonas son nombradas con 16 caracteres para una mejor identificación de las mismas por el usuario.

### **Menor consumo de energía**

El consumo de energía de los sistemas que existen en el mercado nacional es de 20 W de acuerdo con sus propias especificaciones, y el prototipo desarrollado en el presente trabajo es de 3.68 W. Por lo tanto, se puede decir que si se logró obtener un menor consumo.

### **Menor tamaño de gabinete**

Este punto no se alcanzó por el momento, ya que en este trabajo (como ya se ha explicado anteriormente) sólo llega a la etapa de construcción del prototipo y éste tiene un tamaño un poco mayor que los sistemas a los cuales se intentó superar.

### **Diseño accesible al mantenimiento y conexión de los componentes**

El presente proyecto llegó hasta el desarrollo del prototipo del sistema, debido a esto, el prototipo sí cuenta con esta característica. En el momento que se realice el diseño del producto que salga al mercado se deberá tener en cuenta esta característica.

### **Señalización sonora del estado de alarma**

Al igual que los otros sistemas, éste cuenta con alarma sonora de pánico y alarma discreta.

### **Señalización efectiva de la situación de peligro**

El sistema cuenta con un *display* AND-491, que permite al usuario un mejor conocimiento de la situación de peligro y que en consecuencia le permitirá realizar la acción que considere pertinente, apoyado sobre bases más sólidas.

### **Nombramiento de zonas**

Con el fin de brindarle al usuario del sistema una menor posibilidad de error en la identificación de la zona violentada, éste cuenta con la capacidad del nombramiento de las diferentes zonas. Lo anterior es muy importante por que en una situación de peligro cualquier equivocación podría ser de fatales consecuencias. Resulta evidente que el despliegue del nombre de la zona en la pantalla del *display* brinda una mejor identificación que un LED.

### **Diferenciación de las situaciones de peligro**

Cuando se introduce un sujeto sin autorización en una casa habitación pueden suscitarse diferentes situaciones de peligro y en cada una de ellas el sistema actúa de manera diferente:

**Asalto:** esta situación se produce cuando el o los ocupantes se encuentran en casa y la intrusión se realiza en este momento. Dentro de esta definición se encuentra otra situación de mayor riesgo y que permite muy pocas posibilidades de protección, ésta es cuando los ocupantes de la casa habitación abren la puerta principal para entrar o salir y se corre el peligro de ser atacados por un delincuente, a esta situación se le denominará Asalto B.

**Robo:** esta situación se produce cuando los ocupantes de la casa habitación no se encuentran en casa y se produce una intrusión no autorizada.

El sistema de seguridad de este proyecto tiene la capacidad de hacer diferenciación entre las anteriores situaciones de peligro y permite al usuario personalizar el tipo de respuesta del sistema a cada una de las situaciones de peligro. Cabe señalar que los sistemas que existen en el mercado no ofrecen esta capacidad.

### **Protección contra mal funcionamiento o sabotajes**

Al programar el sistema y poniéndolo en cualquier modo de operación, lo primero que el sistema realiza es verificar si las mallas que fueron programadas para actuar, se encuentran conectadas en la forma correcta; si no es así el sistema indica el error por medio de la pantalla, en caso correcto el sistema comienza a operar. Para evitar que la programación elegida por el usuario sea alterada por alguna persona no autorizada, el sistema cuenta con una clave de acceso que debe ser tecleada antes de entrar a la programación. Una vez que se ha dejado operando, el sistema de seguridad cuenta con un botón oculto que bloquea el teclado y hace aparecer en pantalla el horario y la fecha.

De las tres características anteriores, los sistemas que existen hoy en día en el mercado, sólo cuentan con las dos primeras.

### **Simulación de la casa habitada**

Para la prevención de un posible robo o asalto se desarrolló un modo de operación que podría engañar a posibles asaltantes. Este modo de operación simula que la casa está ocupada a través de seis dispositivos que deben ser programados previamente por el usuario. Esta característica solo la presenta el sistema que ocupa el presente trabajo.

### **Monitoreo de línea telefónica activa y la línea de 127 Vca**

Una de las formas más comunes usadas por los delincuentes para neutralizar toda posibilidad de respuesta de los ocupantes de una casa, a la cual se disponen a asaltar; es cortar la línea telefónica y la línea de suministro de 127 Vca. Es por esto que el monitoreo de estas dos líneas constituye una medida más de seguridad, que aumenta la efectividad del sistema. La falla o corte de una estas líneas es común por o cual no constituye un motivo de alarma; pero la falla o corte de las dos en un rango de tiempo corto sí constituye motivo de alarma.

Los otros sistemas no toman en cuenta el monitoreo a la línea telefónica y como consecuencia de esto, no tienen la capacidad de considerar como situación de peligro el corte de ambas líneas en poco tiempo.

### **Programación de dispositivos para reaccionar a la activación de una malla**

En la mayoría de los sistemas de seguridad sólo se toma en cuenta la función de detectar y señalar en el momento en que una zona monitoreada ha sido violada. El sistema que ocupa el presente trabajo, cuenta con esta característica, lo que permite ofrecer, además, la posibilidad de programar dispositivos que reaccionen a la violación de las zonas monitoreadas, haciéndolo más atractivo. Estos dispositivos pueden ser desde luces que dejen en descubierto al delincuente u otro tipo de dispositivos más agresivos (según lo permitan las leyes locales).

### **Dispositivo programable para activación en horario y fecha deseadas**

Cuando por alguna razón la casa habitación está desocupada y el usuario requiere que dentro de la misma se realice alguna tarea a determinada hora y fecha, se requiere de un subsistema que brinde esta posibilidad; desarrollando por esta razón, la función correspondiente en el sistema.

### **Sistema de fácil manejo**

En el diseño de un aparato se busca, que éste sea de fácil manejo. Para lograr esto, la mejor opción es el manejo del sistema por medio de desplazamientos a través de un diagrama de árbol y eligiendo de entre varios menús, esto se realizó por medio de cinco teclas.

Debe mencionarse que los otros sistemas son de un más fácil manejo pero esto es debido a la simplicidad de sus funciones.



### Menor costo

Por ser éste el desarrollo de un prototipo, su costo es elevado ya que los elementos constitutivos se compraron a precio por unidad y que el costo de la hora de diseño es muy cara. Si consideramos que:

El costo de los dispositivos y el material empleado fué de \$125 dólares.

Aun y cuando el sistema desarrollado es un prototipo, el costo de los sistemas existentes en el mercado es mayor. Esto es muy alentador ya que el costo del prototipo se puede reducir en un gran porcentaje; al comprar el material por mayoreo y crear una producción en línea. Para así competir en el mercado a un precio todavía más bajo.

### PERSPECTIVAS DE MEJORAMIENTO

Tomando en cuenta los niveles de seguridad que se mencionaron en el Capitulo I y las características con las que fue desarrollado, este sistema de seguridad del presente trabajo puede constituir por sí sólo, un sistema de seguridad de Nivel medio y completándolo con otros elementos podría ser convertido en un sistema de seguridad de Alto nivel y también puede llegar a formar parte de un sistema de Máximo nivel de seguridad.

Es conveniente hacer notar que este mismo sistema de seguridad que esta ideado desde un principio para funcionar en sólo una casa habitación, puede ser adaptado mediante un cambio en el *software*, para funcionar como una célula para formar parte de un sistema de seguridad neuronal o centralizado.

Por supuesto que ningún sistema de seguridad es infalible al 100 %. Pero tal como se planteó en el objetivo, este sistema cubre las necesidades de seguridad de los ocupantes de una casa habitación. Para hacer esta afirmación se basó en el hecho de que el sistema aquí desarrollado iguala características con las que cuentan los sistemas de seguridad que existen en el mercado y además considera otras funciones que no fueron llevadas a cabo en estos mismos sistemas existentes y que por lo tanto, lo hacen mejor.

## MANUAL DE USUARIO

El sistema de seguridad para casa habitación que a usted le presentamos, es un sistema desarrollado a través de un microcontrolador. Este microcontrolador le permite al sistema contar con funciones que otros sistemas del mismo tipo no tienen.

Con el fin de aprovechar y hacer uso eficiente de todas las características y funciones de esta unidad, asegúrese de leer cuidadosamente este manual y seguir las instrucciones contenidas en él.

### CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE SEGURIDAD

- Cuenta con tres modos de operación para diferentes situaciones de peligro: Asalto, Robo y Simulación.
- Estado de pre-alerta “Asalto B” ; al abrir la puerta principal para entrar o salir.
- Clave de acceso a programación de cinco dígitos.
- Protección para ocho zonas que pueden ser nombradas con 16 caracteres.
- Posibilidad de conexión de mallas en malla abierta o malla cerrada.
- Simulación de casa habitada con seis dispositivos programables.
  - Cinco de los dispositivos con horario de encendido y apagado.
  - Y el sexto además programable con fecha.
- Cuenta con un *display* de dos renglones por 16 caracteres.
- Dos tipos de señales sonoras de alarma: de pánico y discreta.
- Teclado de cinco botones; para seleccionar en los menús.
- Interruptor bloqueador de teclado y conmutador de pantalla.
- LED monitor de línea de alimentación de 127 Vca.
- LED monitor de línea telefónica.
- LEDs indicadores de modo activo operando
- Autoverificación de mallas en orden con la programación.

- Batería de 4 AH, para un respaldo de 18 hrs en operación en cualquiera de los tres modos.
- Alarma telefónica programable para llamar a tres números telefónicos de nueve dígitos.
- Consumo de energía de 3.68 W.
- Los dispositivos de simulación pueden también actuar como dispositivos de alarma.

### RECOMENDACIONES GENERALES

Lea, por favor, todas las instrucciones de seguridad y funcionamiento antes de usar este aparato. Para obtener los mejores resultados, siga todas las instrucciones de funcionamiento y utilización. Estas instrucciones de seguridad y funcionamiento deben guardarse para utilizarse en el futuro.

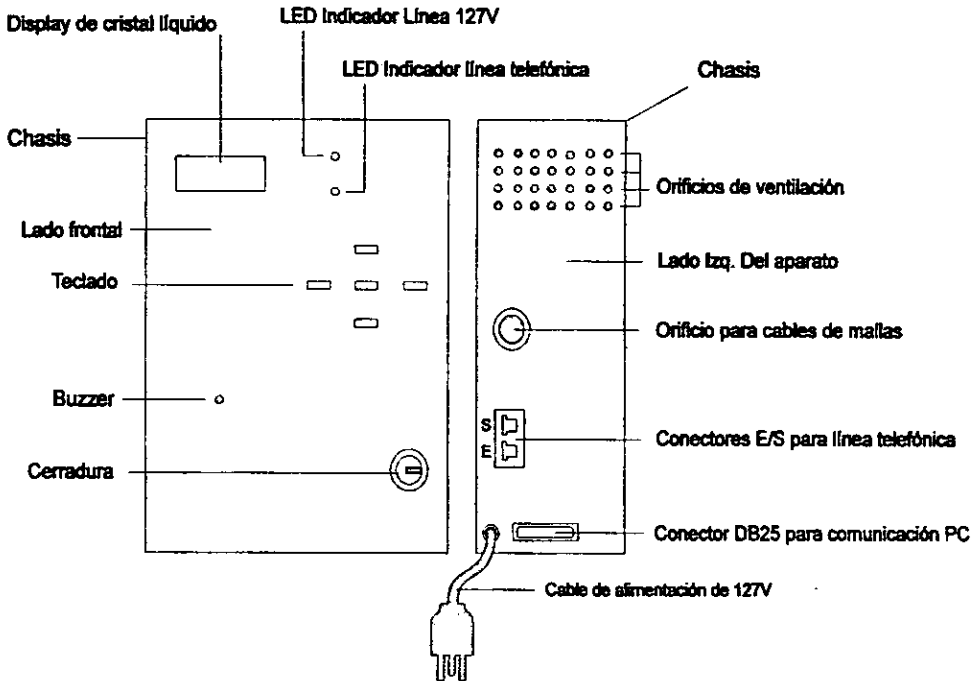
- Para evitar el riesgo de descarga eléctrica y problemas de ruido, conectese a tierra física.
- Precaución. Este aparato fue diseñado para usarse adentro de una casa habitación, por lo tanto el uso del mismo a la intemperie, podría causar severos daños.
- Este aparato debe empotrarse preferentemente en una pared del dormitorio de los jefes de familia o una persona responsable.
- La colocación del aparato debe ser preferentemente fuera del alcance de los niños.

Procure no colocar ningún tipo de objetos encima del aparato.

- Preferentemente la instalación de todos los cables que salgan o entren del aparato debe ser de forma oculta.
- El aparato fue diseñado para ser utilizado a temperatura ambiente.
- La colocación del aparato debe realizarse lejos de lugares húmedos o cosas que contengan agua.
- Para la limpieza del aparato no utilice solventes volátiles, como por ejemplo: alcohol, gasolina etc.
- Mantenga lo más alejado posible el aparato de campos magnéticos producidos por televisores, sistemas de alta voces, radios y motores.
- Si detecta algún olor a humo proveniente del aparato, apague inmediatamente la alimentación y desenchufe el cable de alimentación.
  - El aparato debe ser reparado por personal de servicio calificado cuando:
    - Hayan caído objetos o líquidos al interior del aparato.
    - El aparato haya quedado expuesto a la lluvia.
    - Parezca que el aparato no funciona correctamente.
    - Haya caído el aparato o su caja haya sido estropeada.
- El usuario no debe tratar de reparar el aparato, a excepción de tomar las medidas descritas en las instrucciones de operación. Todas las demás deberá realizarlas el personal de servicio calificado.

## CONOCIMIENTO DE LAS DIFERENTES PARTES

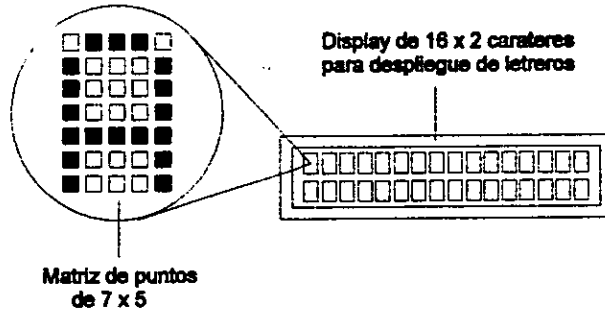
### Vista externa



Para el gabinete del sistema se recomienda instalarlo en la recámara de la casa habitación donde la persona de más alta autoridad y responsabilidad, pueda estar observando el estado del sistema principalmente en la noche, o puede colocarse también en una habitación difícilmente accesible para gente ajena a la casa, pero de fácil acceso para los dueños de la misma casa.

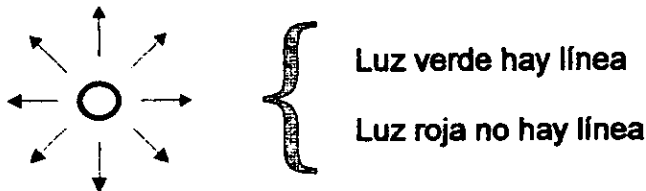
Es muy conveniente que todos los ocupantes de la casa tengan conocimiento del sistema de seguridad. También es recomendable colocar el gabinete fuera del alcance de los niños

## Display



Este es el *display* con el que cuenta el sistema y que le permitirá conocer al momento cuál es el estado del mismo. En caso de peligro a través de él se puede saber cuál ha sido la última zona violentada. Como una medida funcional y de camuflaje se puede ver la fecha y la hora actual. Además facilita la programación del sistema eligiendo las opciones deseadas con ayuda del diagrama de árbol (que será mostrado más adelante). Oprimiendo el interruptor de conmutación de pantalla también se puede ver a través de él la fecha y el horario, todo esto cuando el sistema está operando sin problemas.

## Monitores de línea



Este tipo de visualizador está constituido por un LED que permite monitorear si la línea está operando o no. Como se observó en la vista externa del sistema, existen dos LEDs de este tipo en la parte frontal del gabinete que monitorean la línea telefónica y la línea de 127 Vca.

### **Alarma discreta**

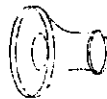
El *buzzer* que está indicado en el diagrama de la vista externa del sistema, constituye la alarma discreta. Este *buzzer* produce una señal sonora de baja intensidad para anunciar una situación de peligro a la o las personas que se encuentren cerca del gabinete del sistema.

### **Alarma por teléfono**



El sistema cuenta con la capacidad de enviar señales de alarma por medio del teléfono a tres números telefónicos que pueden ser programados por usted (ver el tema Inicio de operación) en la prioridad que considere conveniente. Estas llamadas se realizan inmediatamente cuando en la casa se ha efectuado una intrusión, si el sistema está operando en modo Robo y en el caso de que se produzca la intrusión al abrir la puerta principal ya sea para entrar o salir y estando el sistema operando en modo Asalto. Las personas que usted elija para que reciban esta señal, deben ser de su más entera confianza y debe darles a conocer el sonido particular de la señal e instrumentar con ellos los pasos a seguir en el caso de que la reciban.

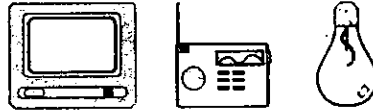
### **Alarma de pánico**



La alarma de pánico es una sirena que produce una señal sonora de muy alta intensidad que tiene el propósito de ahuyentar al intruso y alarmar a los vecinos, transeúntes o policía ya que en ese momento se está cometiendo un ilícito. La entrada a funcionamiento de esta sirena se produce de inmediato cuando el sistema está funcionando en modo Robo o Robo con simulación de casa habitada y en ambas ocasiones después de producirse una intrusión.

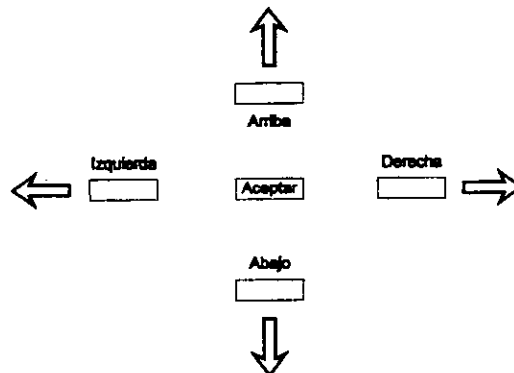
Se evita la utilización de esta sirena en modo Asalto B, y en Asalto A que da a juicio del usuario ya que su función podría poner en riesgo la vida de alguna persona de la casa.

### Dispositivos de simulación



Cualquier aparato eléctrico o electrónico que sea usado en la casa y que use para su alimentación voltaje de 127 Vca, puede ser usado en la simulación. Se recomienda aquellos aparatos cuyo funcionamiento pueda ser detectado desde fuera de la casa (televisión, radio, lámparas, etc.) para que la simulación cumpla su cometido. Estos mismos dispositivos pueden ser usados como respuesta a la intrusión en una zona protegida, para dar la impresión de que los ocupantes de la casa ya se dieron cuenta de la situación.

### Teclado



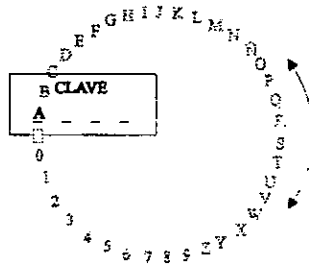
El teclado se encuentra en la parte frontal del gabinete del sistema. La utilización de éste es esencialmente en la programación del sistema. Por medio del *display*, el diagrama de árbol y el teclado se puede personalizar el sistema de seguridad a los gustos y necesidades del caso.



Tecla ←.- Mueve el cursor a la izquierda en la elección de caracteres en los bloques programables, así como también ayuda al desplazamiento hacia la izquierda de bloque en bloque en el Diagrama de árbol.

Tecla →.- Realiza la misma función que la tecla izquierda, a diferencia que el movimiento del cursor y el desplazamiento en el Diagrama de árbol es hacia la derecha.

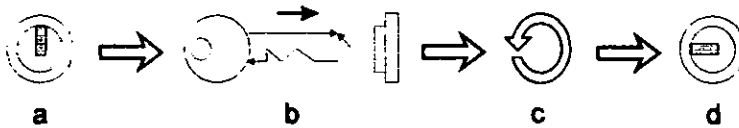
Tecla ↓.- Despliega caracteres en forma circular, en los letreros programables, : A, B, C, ...Z, 0, 1, 2, ...9, A, B, C,... . Otra de sus funciones es ayudar al desplazamiento hacia abajo de bloque en bloque en el Diagrama de árbol.



Tecla ↑.- Despliega caracteres en forma circular pero en sentido contrario al de la flecha anterior en los letreros programables, como a continuación se muestra: 9, 8, 7...0. Z, Y, X,...A, 9, 8, 7,... Además ayuda al desplazamiento hacia arriba de bloque en bloque en el Diagrama de árbol. Es necesario aclarar que entre el carácter "A" y el carácter "9" existe otro que es el espacio en blanco "\_" que también cuenta como carácter.

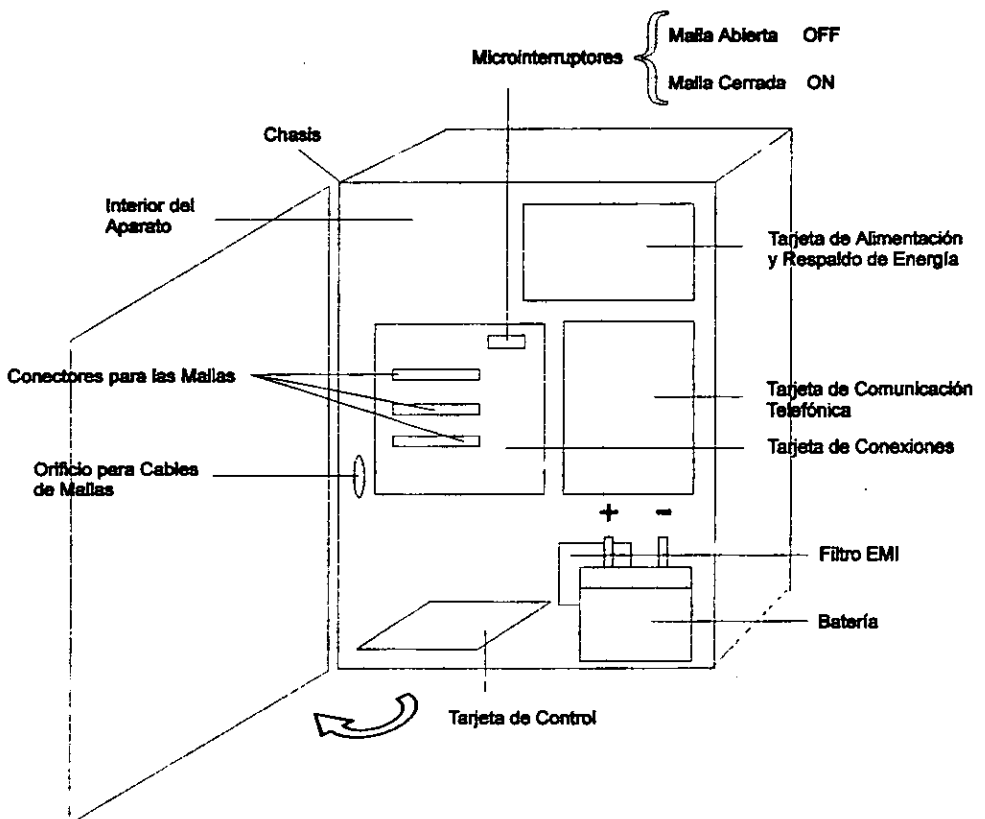
Tecla E.- La función de esta tecla es tomar como válido el carácter que se eligió con las teclas ↑ ↓, en los letreros programables.

### Para abrir la puerta del gabinete



La cerradura se encuentra en el lado frontal del gabinete, en la parte inferior derecha viéndolo de frente. Al introducir la llave en la cerradura y girarla en sentido contrario a las manecillas del reloj, se logrará destrabar la cerradura y se podrá abrir la puerta del gabinete. Para cerrar la puerta se debe realizar inversamente el procedimiento que se acaba de describir.

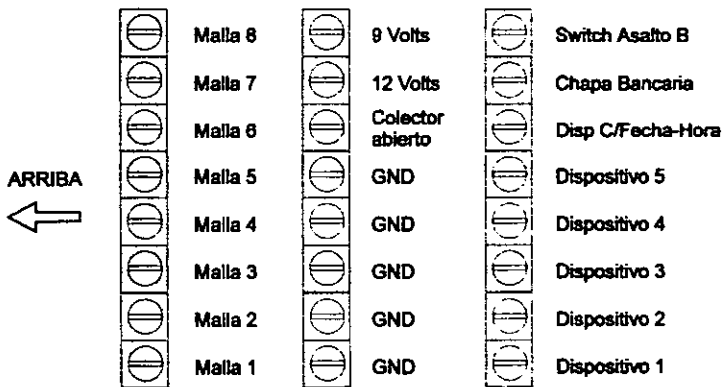
### Vista interna



Sólo debe accersarse esta parte interna del gabinete del sistema para: conectar en la tarjeta de conexión las dos terminales de las mallas que van a proteger cada una de las zonas, seleccionar por medio de los microinterruptores el modo abierto o cerrado en el que van a operar cada una de las mallas y conectar la batería.

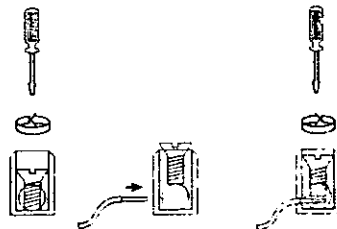
## CONEXIONES DEL SISTEMA

### Conectores



Estos son los conectores y la disposición en que se encuentran en la tarjeta de conexión. Para un correcto funcionamiento del sistema, la correcta conexión debe realizarse como se indica en la figura anterior.

### Conexión de mallas



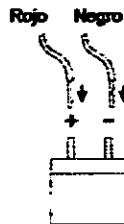
En esta figura se muestra la forma correcta en que se debe asegurar la conexión de las terminales de las mallas, los cables de polarización de los sensores y las líneas de control de los dispositivos de simulación.

### Microinterruptores



Con estos microinterruptores se selecciona el tipo de modo abierto o cerrado en el que van a operar las mallas. Siguiendo la lógica en la posición: OFF para modo abierto y ON para modo cerrado.

### Conexión de la batería



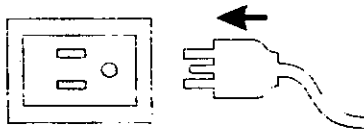
La conexión de la batería es muy simple, tal como se muestra en la figura. Es necesario recordar que al principio la batería se encuentra descargada y que por lo tanto después de haber conectado el sistema, éste podrá funcionar sin ningún problema pero la batería se recargará completamente después de 14 hrs de funcionamiento continuo del mismo sistema.

## Conexión de la línea y extensión telefónica



Ya habiendo cerrado la puerta del gabinete del sistema si se cuenta con línea telefónica, ésta se conectará de la forma que muestra la figura. La llegada de la línea telefónica se conecta al conector de entrada (E) y el cable que va al teléfono de la casa, se conecta al conector de salida (S).

## Conexión a la línea de 127 Vca



Habiendo realizado todas las conexiones anteriores se puede proceder a conectar el sistema a la línea de 127 Vca, no olvidando la conexión a tierra física para evitar problemas de ruido o posibles descargas eléctricas al usuario.

## MODOS DE OPERACIÓN

El sistema de seguridad cuenta con cuatro modos de operación, los cuales pueden entrar en acción según sea la situación de peligro. Estos modos de operación son los siguientes.

- **Modo asalto:** Este modo de operación fue diseñado para operar en la situación que se produce cuando el o los ocupantes se encuentran en casa y la intrusión se realiza en este momento.

**Modo Asalto B:** cuando los ocupantes de la casa abren la puerta principal, ya sea para entrar o salir se produce una situación de mucho riesgo; porque en muchas ocasiones el delincuente espera este momento para entrar a la casa. Para este caso, el sistema cuenta con el modo Asalto B. Si el sistema esta operando en Asalto A, Robo o Robo con Simulación; este modo de operación entra con el cambio de posición de la chapa bancaria externa o el *switch* interno antes de abrir la entrada principal. Entonces el sistema espera durante el tiempo de confirmación, la señal correcta que indique que al abrir y cerrar la puerta no se ha presentado ningún incidente. En caso de que algún delincuente hubiera atacado, los ocupantes de la casa no deben efectuar ningún acto que ponga en riesgo su vida o integridad física, porque transcurrido el tiempo de confirmación el sistema asume que hay problemas, y efectúa las llamadas. Por último, para cuando el sistema se encuentra trabajando en modo Robo el sistema cuenta con una chapa bancaria y un LED que indica el estado de la misma. Estos elementos deberán ser colocados en la parte externa de la entrada principal. Cuando el sistema está operando para modo Robo el LED indica esta situación, por lo cual usted debe cambiar el estado de la chapa bancaria para poder entrar a la casa. Al momento de cambiar el estado de la chapa el LED se apaga y el sistema pasa a modo de operación Asalto B y esperará durante el tiempo de confirmación la señal que indique que no ha ocurrido algún incidente. En caso contrario el sistema iniciará la rutina de alarma predestinada para esta situación.

**Modo Robo:** este modo de operación debe ser elegido, cuando los ocupantes de la casa habitación no se encuentran en casa y se pueda producir una intrusión no autorizada. Para la respuesta en este modo a cualquier intrusión se recomienda utilizar toda la capacidad del sistema. Cuando alguno de los ocupantes regrese a la casa habiendo dejado el sistema operando en modo Robo, el sistema esperará primero a que cambie la posición de la chapa bancaria y posteriormente que el usuario entrante pulse uno el botón de Arriba, indicando con esto, que la entrada se realizó sin problemas. En el caso que no se confirme la entrada dentro del tiempo de confirmación; el sistema tomará esto como una situación de peligro y realizará la

rutina de alarma telefónica programada para este caso, marcando los números telefónicos que el usuario a elegido.

- **Modo Simulación:** este modo de operación del sistema actúa igual que el modo Robo y permite al usuario simular que hay personas en la casa y desalentar a los posibles delincuentes. Para la simulación de la casa el sistema permite activar cinco dispositivos que pueden ser programados cada uno con su horario de encendido y apagado en hora y minutos , y un dispositivo especial que puede ser programado para encenderse y apagarse en un día determinado en la hora y minutos deseados. Los dispositivos a que se hace referencia pueden ser todos aquellos aparatos eléctricos o electrónicos que requieran para su funcionamiento, alimentación de 127 Vca o bien pueden ser aparatos diseñados especialmente para actuar en caso de peligro.

En los modos de Robo, Simulación de casa habtada y Asalto A se pueden programar para que reaccionen los dispositivos que se utilizan para la simulación a la activación de cualquier malla. En modo Asalto A, el sistema cuenta en el gabinete con un micro interruptor oculto en al lado izquierdo que permite desactivar el teclado y cambiar la información de la pantalla por el horario y la fecha actual. Esta función se ideó con el fin de que no se pueda sabotear el sistema de seguridad de una forma accidental o intencional por los niños o personas ajenas a la casa, que probablemente tengan acceso al gabinete.





El Diagrama de árbol del sistema de la hoja anterior será su mejor herramienta para el uso comprensión de la forma de operación del sistema, uselo siempre que sea necesario. Los cuadros al rededor de anillo inferior son las pantallas de entrada para la programación de la función que anuncian. La operación del sistema y la forma de programarlo se explicará en la siguiente sección de "Programación del sistema" de este manual.

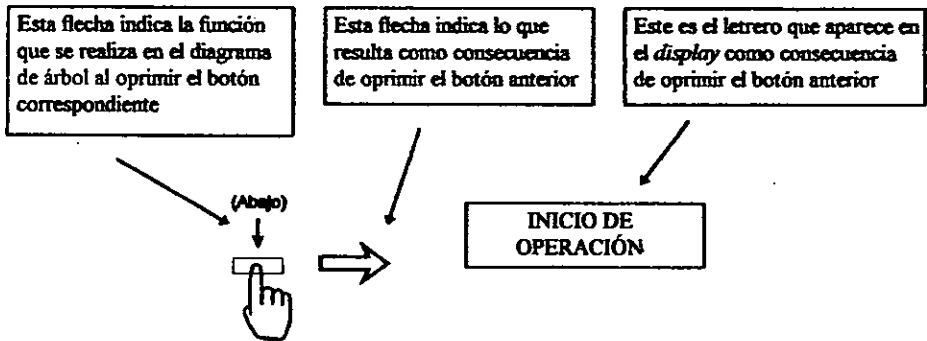
## PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA

El sistema no cuenta con interruptor de encendido/apagado, para evitar la anulación del sistema por medio de éste. Una vez conectado a la línea de 127 Vca; el sistema entra en operación. Y empiezan a aparecer letreros en el *display*. A continuación se muestra el orden en que los letreros aparecen, lo que indica acerca del estado del sistema y la forma en que se pueden cambiar los letreros que programan el mismo.

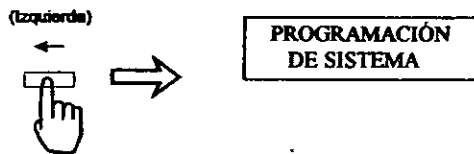
Una vez ocurrido esto, el usuario puede moverse a través del Diagrama de árbol; oprimiendo la tecla correspondiente.

|                         |
|-------------------------|
| SISTEMA DE<br>SEGURIDAD |
|-------------------------|

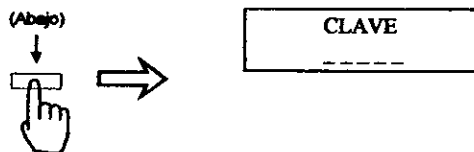
El primer letrero que aparece en pantalla es la presentación del sistema:



Oprimiendo el botón de hacia Abajo las funciones del sistema empiezan.



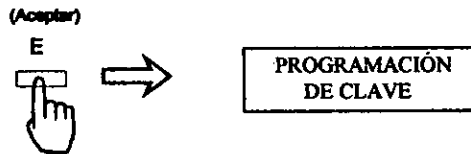
En esta parte del diagrama el sistema puede ser programado de acuerdo con las necesidades y criterios del usuario. En este letrero se tiene la posibilidad de pulsar la tecla de derecha para pasar al "INICIO DE OPERACIÓN". En este caso se proseguirá en orden descendente y se retornará al punto unión para pasar a otra rama.



Al pulsar la tecla de abajo aparece el letrero que pide la clave de acceso a programación. Esta clave consta de cinco dígitos. Cada dígito puede ser elegido de entre

diez números arábigos ( 0, 1,2 ..... 9 ) y veintiséis letras del alfabeto ( A, B,..... Z ). La posibilidad para poder adivinar la clave es de una entre 60466176. Cuando el sistema es nuevo, la clave que debe de ponerse, es ocupando todos los espacios en blanco, simplemente oprimiendo cinco veces la tecla de Aceptar y el sistema permite el paso a programación

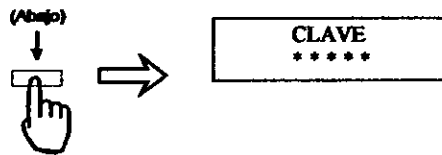
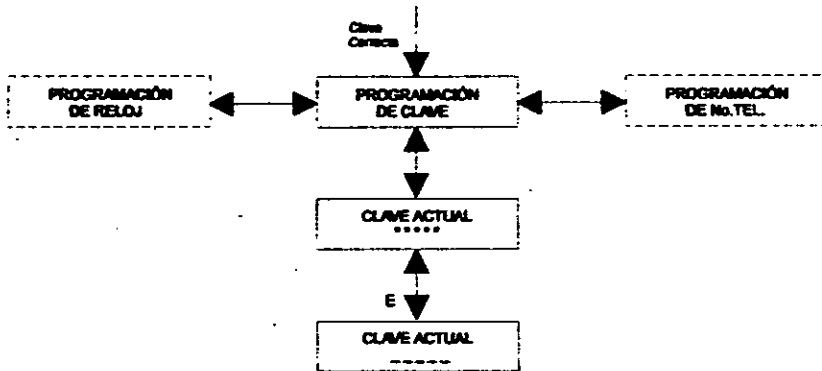
Si la clave no es correcta el *software* del sistema vuelve a desplegar el letrero "PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA" indicando que la clave es incorrecta. Si la clave es correcta; se pasa al siguiente nivel de letreros de programación de varios dispositivos programables del sistema. Este nivel es circular lo que quiere decir que pulsando las teclas de izquierda o derecha se puede pasar por todos los letreros de programación, hasta llegar al letrero del cual partimos.



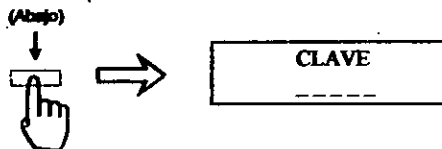
Si la clave es correcta se pasa al primero de los seis letreros de los bloques que forman el anillo de programación que se puede apreciar en el Diagrama de árbol. Si se oprimen las teclas de izquierda o derecha se puede pasar a los bloques laterales de programación. La explicación de los bloques de programación se hará de izquierda a derecha a partir de éste.

Dentro del bloque de programación se puede cambiar la clave que permite el acceso a la programación del sistema

## Diagrama de programación de clave

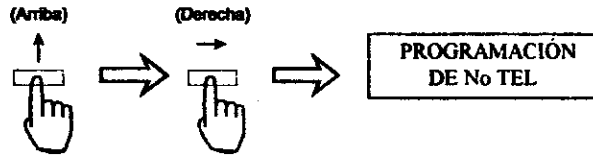


Este letrero indica la clave que en el momento el sistema de seguridad está tomando como válida. Cuando el sistema se acaba de adquirir los espacios asignados a los dígitos de la clave aparecerán en blanco.



Pulsando la tecla de hacia abajo se pasa a este letrero que con la ayuda de las teclas de Arriba, Abajo y Aceptar se puede cambiar la clave de acceso. Para el caso de sistemas recién adquiridos se recomienda personalizar la clave al llegar a este paso, Asegúrese de

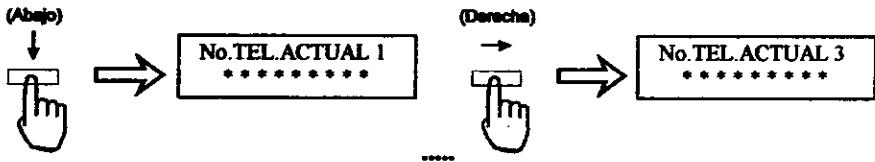
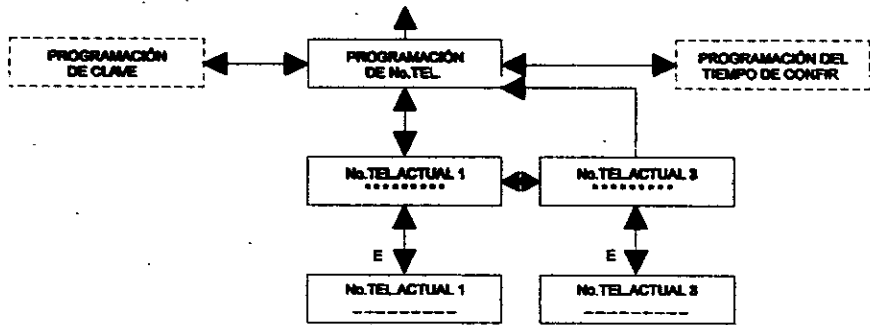
escoger una clave que sea fácil de recordar para Ud. mismo y que solo personas autorizadas la conozcan. Una vez tecleado el último caracter de la nueva clave y oprimir enter, el sistema toma a ésta como la nueva clave y regresa al paso anterior mostrando la como válida. Después de allá uno puede pasar a otros bloques de programación.



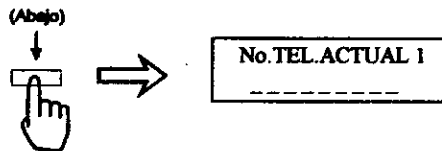
Pulsando hacia arriba y a la derecha del letrero de programación de clave, se entra a la programación de los teléfonos y así, aparece el letrero correspondiente de "PROGRAMACIÓN DE NÚMERO TELEFÓNICO".

Dentro de este bloque se puede programar hasta tres números telefónicos diferentes. Cada número telefónico puede tener hasta 14 dígitos. Cada uno de los números cuenta con un nivel de prioridad, siendo el número uno el de mayor prioridad y el de menor prioridad el número tres. Lo anterior quiere decir que en caso de que el sistema decida hacer llamadas para alertar o pedir auxilio, el primer número que marcará será el uno y el último el tres. En el supuesto caso de que en el primer número telefónico se descuelgue o no el teléfono, el sistema después de un tiempo pasa a marcar el siguiente número.

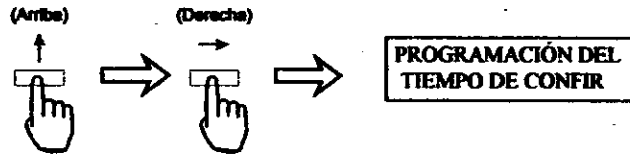
## Diagrama de programación del número telefónico



Si se pulsa la tecla de: hacia la derecha, se pueden ver los otros dos teléfonos programados que son válidos en ese momento para el sistema. El teléfono número dos (no señalado) sigue después del uno y antecede al tres. Desde cualquiera de estos letreros se puede pulsar la tecla de hacia abajo para cambiar el teléfono en cuestión.

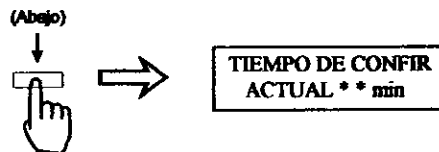
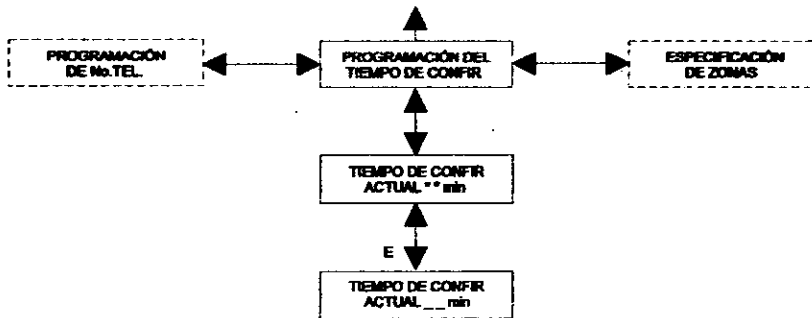


Cuando se llega a este letrero se puede cambiar el número telefónico con las teclas de: Arriba, Abajo y Aceptar. Una vez teclado el nuevo número y pulsar Enter, el sistema regresa al nivel superior tomando el nuevo número como el número actualmente válido.



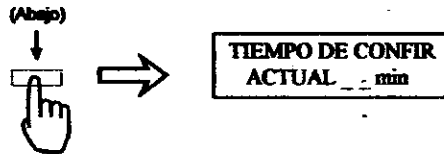
Desde el número telefónico actual, pulsando hacia arriba y a la derecha se entra a la programación del tiempo de confirmación y así aparece el letrero correspondiente.

### Diagrama de programación del tiempo de confirmación

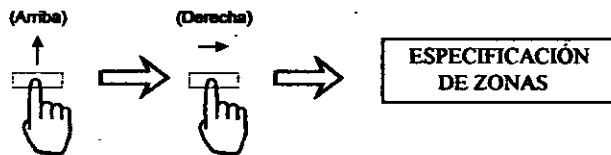


Pulsando la tecla de hacia Abajo aparece el letrero que nos indica el tiempo de confirmación válido hasta ese momento. El tiempo de confirmación es el tiempo que considera el usuario, que le tomaría en salir después de poner al sistema para funcionar en modo Robo; o si el sistema ya está funcionando en modo Robo, el tiempo que le tomaría al usuario en entrar y confirmar su entrada. Cuando el sistema está operando en modo Asalto

tipo A y la malla asignada a la entrada principal es abierta, el sistema pasa automáticamente al estado de Asalto tipo B y toma este tiempo de confirmación para esperar la señal del usuario adecuada que indique que no ha habido ningún problema.



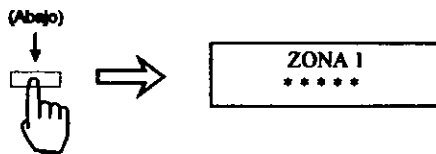
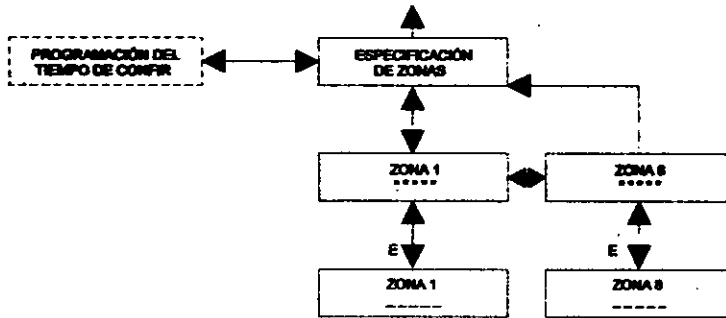
Cuando llegamos a este letrero se puede modificar el tiempo de confirmación con las teclas de: Arriba, Abajo y Aceptar. Como se vio desde el letrero anterior el tiempo de confirmación consta de dos dígitos, los cuales indican el número de minutos que son requeridos por el usuario. Una vez tecleados los minutos y pulsar la tecla de enter el sistema toma este número como válido y pasa al nivel superior donde esto se indica.



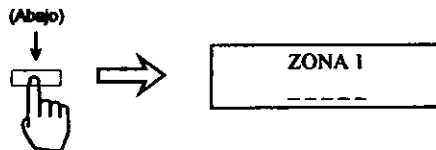
Pulsando hacia arriba y a la derecha se entra a la programación de las zonas y así aparece el letrero correspondiente.



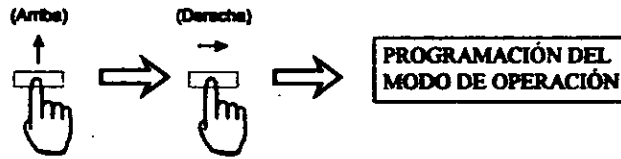
## Diagrama de programación de la especificación de zonas



Pulsando la tecla de abajo aparece el letrero que nos indica el nombre válido para la zona indicada hasta ese momento.

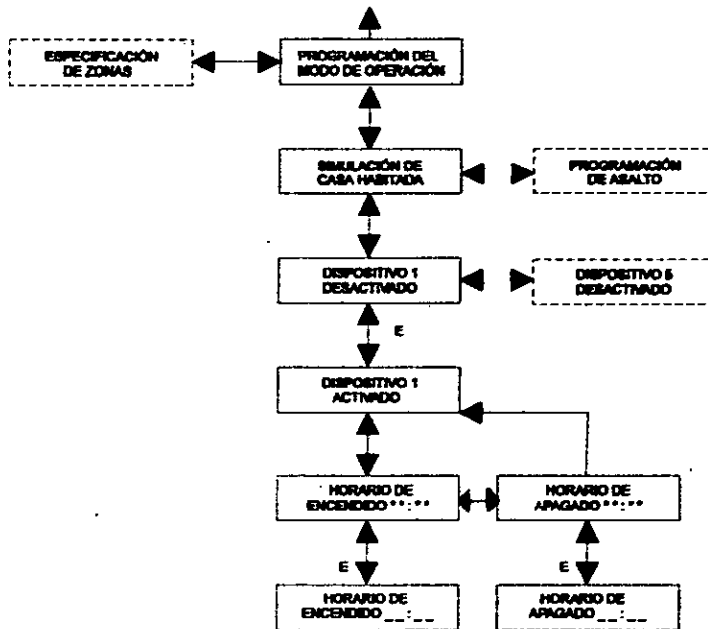


Cuando llegamos a este letrero se puede modificar el nombre de la zona indicada con las teclas de: Arriba, Abajo y Aceptar. Como se vio desde el letrero anterior el nombre de la zona puede ser hasta de 16 caracteres. Existen en total ocho zonas que pueden ser nombradas y renombradas con el mismo procedimiento.



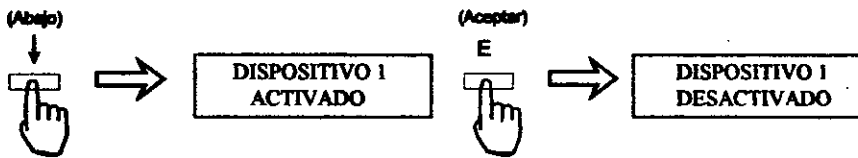
Pulsando hacia arriba y a la derecha se entra a la programación del modo de operación y así aparece el letrero correspondiente.

### Diagrama de la programación del modo de operación

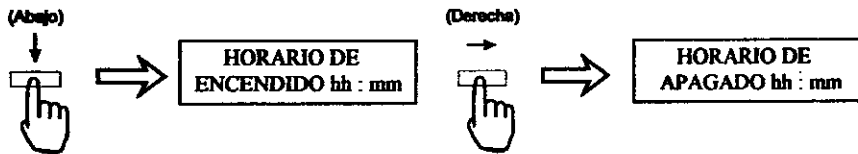




Bajando se encuentran las dos ramas de programación de este bloque de programación.



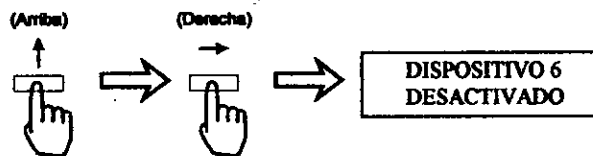
Bajando desde el letrero de "SIMULACIÓN DE CASA HABITADA" se encuentra el letrero del estado del primer dispositivo de simulación. El estado del dispositivo cambia de un estado a otro con solo pulsar la tecla de Aceptar. Si el estado del dispositivo aparece como "ACTIVADO" quiere decir que este dispositivo tomará parte en la simulación.



Si se decide que el dispositivo en cuestión permanezca activado, al bajar del letrero de estado de dispositivo nos encontramos que el *display* nos muestra el horario de encendido del dispositivo correspondiente, válido en ese momento para el sistema. Si pulsamos la tecla de derecha nos encontramos el horario de apagado válido. Redundando, si el dispositivo está en estado "DESACTIVADO" estas dos funciones no son tomadas en cuenta por el sistema.

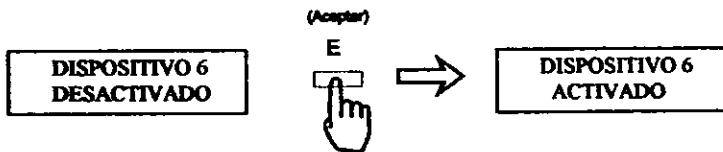
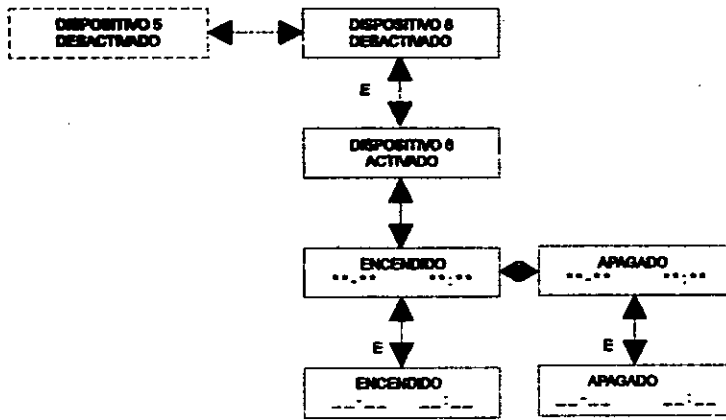


Al bajar se encuentra el letrero en el cual se puede modificar el horario de encendido. Como se puede ver el letrero para modificar el apagado del dispositivo correspondiente está al mismo nivel, pero para poder llegar a él se debe subir, ir a la derecha y bajar por medio de las teclas correspondientes. Tanto el horario de encendido como el de apagado cuentan con dos espacios designados para dos dígitos correspondientes a la hora y otros dos correspondientes a los minutos. Existe en total seis dispositivos para la simulación. A los primeros cinco de estos dispositivos se les cambia el horario de encendido y de apagado de la forma que se acaba de explicar a excepción del sexto, el cual cuenta además con la capacidad de ser programado con fecha. Si el dispositivo está en estado "DESACTIVADO"; estas dos funciones no son tomadas en cuenta por el sistema. Para programar los demás dispositivos 2, 3, 4 y 5, se sigue el mismo procedimiento.

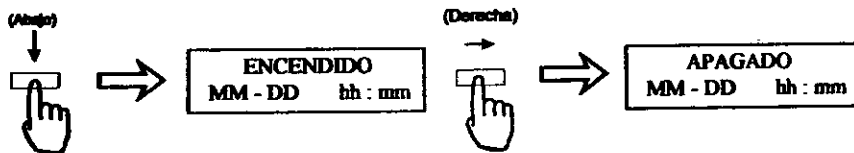


Después de cambiar el horario de encendido y apagado de cada dispositivo y pulsar la tecla Acetar, el sistema toma estos datos como válidos y pasa a los letreros correspondientes en el nivel superior. Ya desde este nuevo nivel y pulsando hacia arriba y a la derecha se entra al estado del siguiente dispositivo y así aparece el letrero correspondiente al dispositivo seis.

## Diagrama del dispositivo seis



Al igual que en los demás dispositivos, el estado del dispositivo seis se cambia con el botón de aceptar.

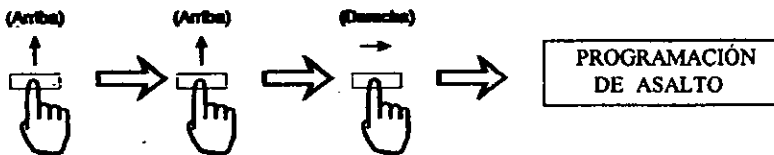


Como se puede ver, el formato para este dispositivo seis es diferente a los anteriores. Al bajar del letrero de estado de dispositivo se encuentran el letrero que nos muestra la

fecha y el horario de encendido del dispositivo correspondiente válido en ese momento para el sistema. Si pulsamos la tecla de derecha se encuentra su fecha y horario de apagado válido. Si el dispositivo esta en estado "DESACTIVADO" estas funciones no son tomadas en cuenta por el sistema de seguridad.

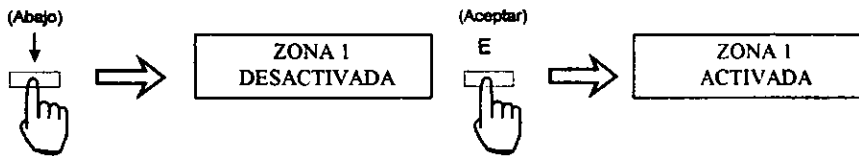
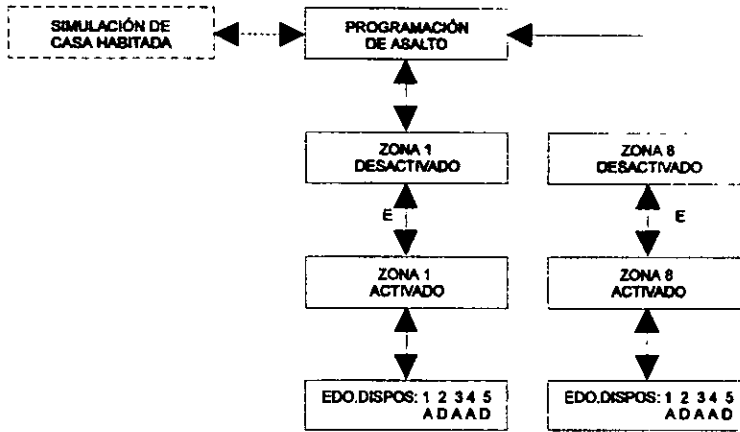


Al bajar se encuentra el letrero en el cual se puede modificar la fecha y el horario de encendido del dispositivo seis. Como se puede ver el letrero para modificar el apagado del dispositivo seis correspondiente está al mismo nivel, pero para poder llegar a él se debe subir, ir a la derecha y bajar por medio de las teclas correspondientes. Si el dispositivo esta en estado "DESACTIVADO" estas funciones no son tomadas en cuenta por el sistema de seguridad.

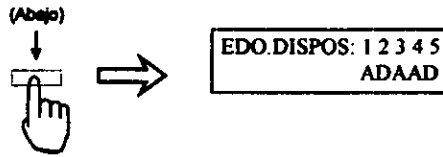


Pulsando desde el estado del dispositivo uno hacia arriba y a la derecha se entra a la programación del siguiente modo de operación y así aparece el letrero correspondiente.

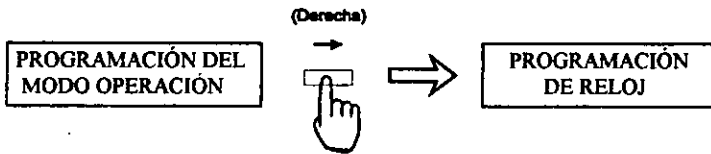
## Diagrama de programación de modo asalto



Bajando desde el letrero de "PROGRAMACIÓN DE ASALTO" se encuentra el letrero del estado de la primera de las ocho zonas de monitoreo. Si oprimimos la tecla de hacia la derecha desde estos letreros se pasa a los letreros de estado de las demás zonas. El estado de cada una de las zonas cambia con solo pulsar la tecla de Aceptar.



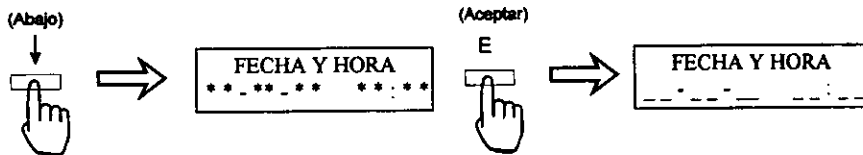
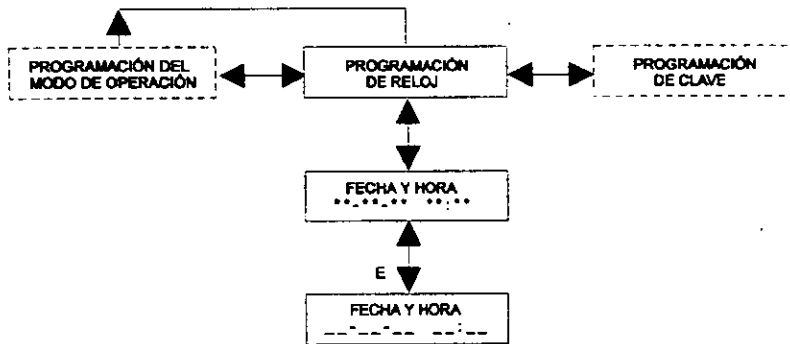
Al bajar del letrero de estado de la zona de monitoreo se encuentra el letrero que nos muestra el estado válido de los dispositivos que van a responder a la activación de la zona correspondiente. En este tipo de letrero se puede activar o desactivar con pulsar la tecla de Aceptar el dispositivo indicado por la posición del cursor. Si el estado de la zona es “DESACTIVADA” estas funciones no son tomadas en cuenta por el sistema.



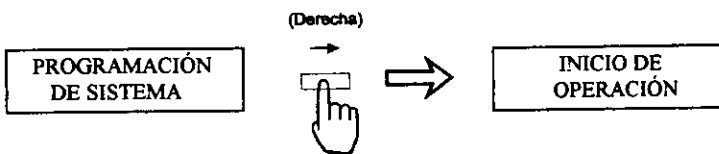
Con ayuda del teclado y del Diagrama de árbol, regresamos al letrero de la rama de programación que anteriormente se explicó ” PROGRAMACIÓN DEL MODO DE OPERACIÓN” y tecleando hacia la derecha se pasa al letrero de “PROGRAMACIÓN DEL RELOJ” y a través de él se entra a la última rama de programación en la secuencia que se inicio desde el letrero “PROGRAMACIÓN DE CLAVE”. El reloj al que se refiere el letrero, es el reloj que el sistema toma como referencia para aquellas funciones que lo requieran (principalmente en las funciones relacionadas con la simulación).



## Diagrama de programación de reloj

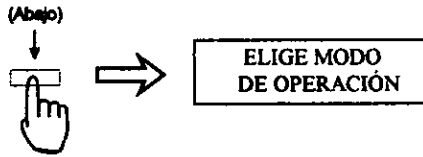


Bajando encontramos el letrero que indica la fecha válida y el letrero donde se puede actualizar. Para el buen funcionamiento del sistema de seguridad es indispensable que el reloj sea programado en la fecha y horario correctos.



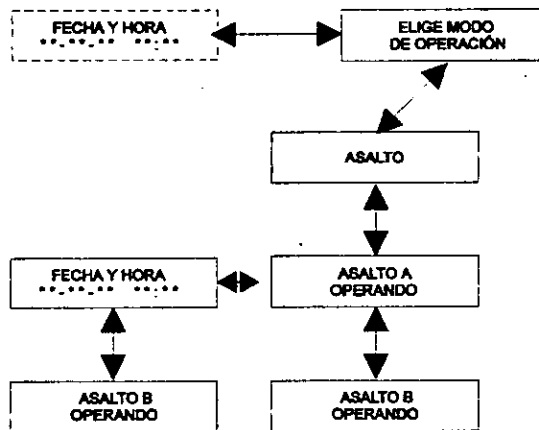
Con ayuda del teclado regresando al letrero de "PROGRAMACIÓN DE SISTEMA". Pulsando la derecha se sale del bloque de programación y se entra al bloque de operación.

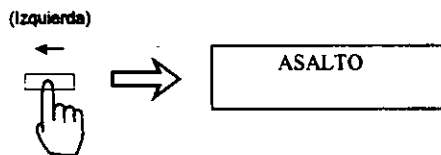
## PROGRAMACIÓN DE LOS MODOS DE OPERACIÓN



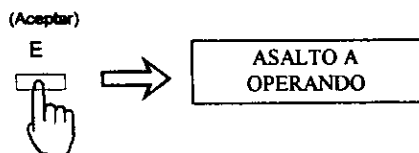
Al bajar se encuentra el siguiente letrero del bloque, desde el cual (según la tecla que se oprima: Derecha, Abajo e Izquierda) se puede elegir el modo de operación que el usuario desea.

## Diagrama del modo de operación Asalto A





Al pasar al este letrero el modo Asalto el sistema puede empezar a operar en este modo. El modo Asalto fue diseñado para emplearse cuando se está ocupando la casa por los dueños de la misma y se requiere que el sistema esté alerta.



Al oprimir la tecla de Aceptar, el sistema empieza a operar en modo Asalto y aparece el letrero que lo indica. Cuando el sistema despliega este letrero el usuario puede oprimir el botón oculto deshabilita el teclado y conmuta este letrero por el que muestra la fecha y el horario. Esta característica se ideó con el fin de disimular la función real del sistema contra niños o personas curiosas ajenas a la casa. Si se vuelve a oprimir el botón cambia de nuevo al letrero de Asalto A.

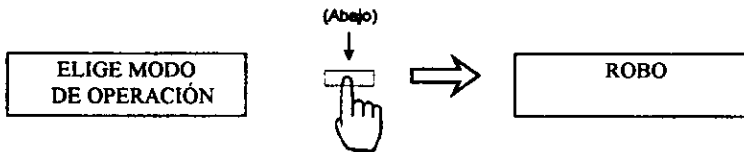
FECHA Y HORA  
DD-MM-AA hh : mm

En el letrero anterior las letras mayúsculas se refieren a los dígitos asignados al número de día mes y año y las letras minúsculas se refieren a los dígitos al número de las horas y los minutos. Estando en cualquiera de estos dos letreros "ASALTO A

OPERANDO” y el de “FECHA Y HORA el sistema pasa al modo Asalto B (cambiando la posición de la chapa bancaria externa y el switch interno) y empieza la rutina correspondiente a este caso. También durante el despliegue de cualquiera de estos dos letreros, el sistema está monitoreando la línea telefónica y la línea de suministro de energía eléctrica. Si alguna de las dos líneas falla, el sistema despliega el letrero “PRECAUCIÓN NO EXISTEN LÍNEAS” y suena la alarma discreta. La función más importante durante el despliegue de estos letreros, es el monitoreo de las mallas, y si alguna de estas es violada el sistema iniciará la rutina programada para el caso por el usuario.

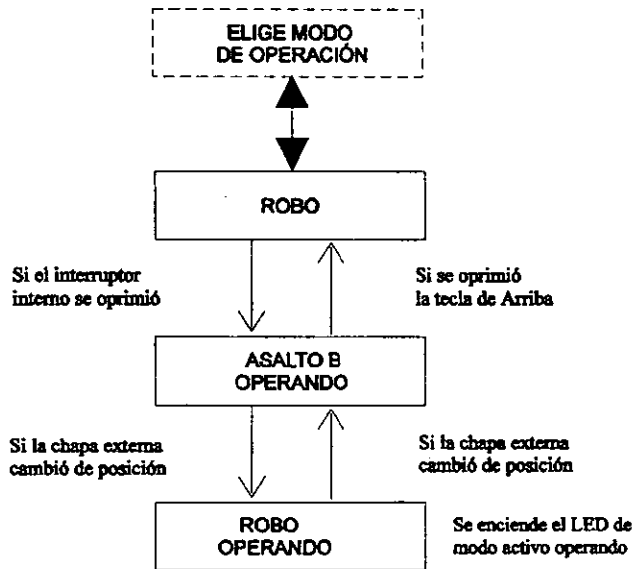
ASALTO B  
OPERANDO

Cuando el sistema entra en este modo (ya sea cambiando el estado inicial del interruptor interno ó la chapa externa) espera en un tiempo determinado (TIEMPO DE CONFIRMACIÓN) por el mismo usuario una señal que compruebe que no ha acontecido algo imprevisto. Si esta señal no se recibe, el sistema ejecuta la rutina de alarma a través de la línea telefónica marcando los números telefónicos deseados. Al oprimir la tecla de Arriba, se sale del modo Asalto B y por lo tanto del modo Asalto A.



Regresando al letrero “ELIGE MODO DE OPERACIÓN” podemos elegir el modo Robo. Que fue ideado para usarse cuando por alguna razón la casa queda sola uno o varios días.

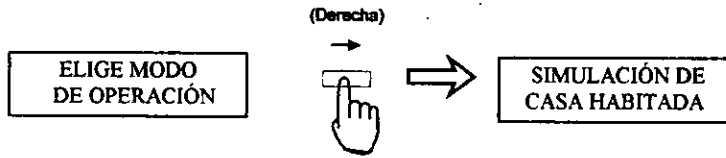
## Diagrama del modo de operación Robo



Después de oprimir la tecla de Abajo el sistema pasa al letrero de Robo, el usuario debe cambiar la posición del switch interno para que el sistema pase al modo Asalto B, con esto el sistema espera un tiempo dentro del cual se debe confirmar la salida al cambiar la posición de la chapa bancaria externa, realizado esto el sistema pasa al modo Robo y despliega el letrero correspondiente.

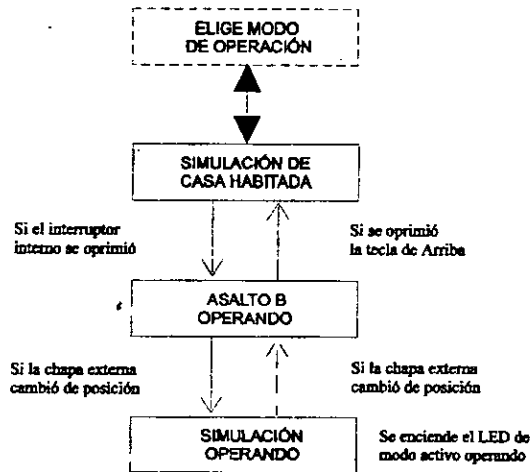


Al entrar al modo Robo el sistema monitorea las mallas para detectar si alguna fue violada o espera que se produzca un cambio en la chapa exterior para empezar la rutina de Asalto tipo B. Si dentro de esta rutina no se satisfacen las acciones que exige el sistema, se activa la rutina de alarma programada para el caso.



Regresando al letrero “ELIGE MODO DE OPERACIÓN” podemos elegir el modo que simula que la casa está habitada y que además monitorea como modo Robo.

### Diagrama del modo de operación Simulación



Cuando se elige el modo de simulación el sistema realiza la misma secuencia de pasos para entrar a modo Robo, de hecho, el sistema realiza la simulación al mismo tiempo que se encuentra monitoreando las mallas para responder en caso de violación; en modo Robo.

## RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD PARA LA CASA HABITACIÓN

Un gran porcentaje de delitos en casa habitación ocurren a través de una puerta o ventana. En la mayoría de los casos la puerta de enfrente, la trasera, la mampara o la puerta el *garage*; no tienen ninguna forma de cerrojo. La puerta del frente y la trasera regularmente tienen cerraduras inadecuadas o están construidas de tal forma que rompiendo el cristal que está al lado o que se encuentra en la misma puerta, requerirán del ladrón una pequeña búsqueda y esfuerzo para abrir la puerta. Las ventanas en el primer nivel de una casa son la siguiente elección de un ladrón o agresor para entrar.

### Medidas defensivas

El primer artículo a instalar son cerraduras en todas las puertas de entrada. Estas podrían ser cerraduras con pernos de por lo menos una pulgada de largo y hecha de acero endurecido. Esta cerradura puede ser usado junto con el pasador de perilla. El uso de mirillas con un amplio rango de visión son convenientes para evitar la entrada de gente indeseable en la casa.

### Puertas

1.- Las puertas con vidrio en ellas. La entrada trasera es uno de los lugares predilectos por los ladrones para entrar. La mayoría de estas puertas estas hechas parcialmente de vidrio y son una invitación a ser violadas. Para este tipo de puertas se recomienda colocarles doble cerradura para protección.

2. Las puertas de vidrio deslizables. Estas entradas deben ser aseguradas de tal forma que no puedan ser descarriladas. Esto se puede lograr poniendo barras de un material resistente, reforzando el marco de la puerta de tal forma que el nivel de las barras no permita esta posibilidad. También se debe prevenir el deslizamiento de la puerta por medio de una barra de madera o acero cuando esta ya no vaya ser usada. Por supuesto debe contar también con una cerradura

## Ventanas

Las ventanas tienen una variedad de formas, tamaños y tipos, algunos de los cuales presentan diferentes tipos de problemas de seguridad. Las ventanas son una invitación para entrar para los ladrones. A estos no les gusta romper los vidrios por que el ruido quizá alerte alguien. En las ventanas de guillotina coloque un perno cuando ésta está en su posición cerrada; barrenando un hoyo a través de una esquina del marco de la hoja deslizante de tal forma que el hoyo llegue hasta el marco de toda la ventana. Cuando el perno de metal es colocado impide que la ventana sea abierta. Es recomendable además poner una pequeña cerradura en este tipo de ventana.

## Entradas

Cualquier abertura a través de la cual un cuerpo humano pueda pasar debe ser considerada como una entrada y deben ser consideradas como uno de los puntos más importantes a cuidar en nuestra cadena de protección.

### Colocando defensas internas

Aún cuando se hayan tomado las medidas antes mencionadas y se cuente con un sistema de alarma. Un ladrón puede introducirse a su casa. Una vez a dentro usted debe tratar de retardarlo en conseguir su cometido. Un método afortunado es el de convertir el *ropero* o *closet* en un baúl con sólo ponerle una cerradura en la puerta. También se puede restringir el acceso a una parte de la casa, poniendo cerraduras en las puertas internas que sean necesarias.

Por supuesto contar con un sistema de seguridad les proporciona a los dueños de la casa una gran confianza. Pero ninguna casa puede estar protegida a un 100 % a prueba de ladrones o agresores. Pero haciéndola extremadamente difícil para entrar, se puede disuadir al ladrón a que por lo menos elija otra casa con menos medidas de seguridad.



## Alumbrado

El alumbrado es una medida de seguridad que provee buenos resultados. Las principales lugares que deben ser alumbrados son: todas las áreas exteriores e interiores que rodean la casa, así como balcones y lugares vulnerables. Una casa bien alumbrada desplaza al ladrón a otra que ofrezca la obscuridad necesaria para su propósito.

## Azoteas

Se debe tener especial cuidado con aquellas casas que tienen azoteas que ofrecen puntos de apoyo para ser escaladas. Estas casas se deben de adaptar con biseles de lámina los cuales harán resbalar cualquier tipo de gancho.

## CARACTERÍSTICAS

Gabinete

Dimensiones ..... Alto: 33 cm  
 Largo: 25.5 cm  
 Ancho: 13.0 cm

Peso..... kg.

Color ..... Negro

Tipo de alimentación .....  $127 \pm 10\% V$

Conexión a línea telefónica .....  $425 \pm 25 Hz$

## Alumbrado

El alumbrado es una medida de seguridad que provee buenos resultados. Las principales lugares que deben ser alumbrados son: todas las áreas exteriores e interiores que rodean la casa, así como balcones y lugares vulnerables. Una casa bien alumbrada desplaza al ladrón a otra que ofrezca la obscuridad necesaria para su propósito.

## Azoteas

Se debe tener especial cuidado con aquellas casas que tienen azoteas que ofrecen puntos de apoyo para ser escaladas. Estas casas se deben de adaptar con biseles de lámina los cuales harán resbalar cualquier tipo de gancho.

## CARACTERÍSTICAS

Gabinete

|                                   |                |
|-----------------------------------|----------------|
| Dimensiones .....                 | Alto: 33 cm    |
|                                   | Largo: 25.5 cm |
|                                   | Ancho: 13.0 cm |
| Peso.....                         | kg.            |
| Color .....                       | Negro          |
| Tipo de alimentación .....        | 127 ± 10 % V   |
| Conexión a línea telefónica ..... | 425 ± 25 Hz    |

APENDICE A

LETREROS CONTENIDOS EN LA TABLA DE DATOS DE LA UVEPROM

| Direc. | Dato | Carctr. | Direc. | Dato | Carctr. | Direc. | Dato | Carctr. |
|--------|------|---------|--------|------|---------|--------|------|---------|
| BE00   | FF   |         | BE2E   | 41   | A       | BE5C   | 4F   | O       |
| BE01   | 41   | A       | BE2F   | FE   |         | BE5D   | 47   | G       |
| BE02   | 42   | B       | BE30   | 44   | D       | BE5E   | 52   | R       |
| BE03   | 43   | C       | BE31   | 45   | E       | BE5F   | 41   | A       |
| BE04   | 44   | D       | BE32   | 53   | S       | BE60   | 4D   | M       |
| BE05   | 45   | E       | BE33   | 45   | E       | BE61   | 41   | A       |
| BE06   | 46   | F       | BE34   | 47   | G       | BE62   | 43   | C       |
| BE07   | 47   | G       | BE35   | 55   | U       | BE63   | 49   | I       |
| BE08   | 48   | H       | BE36   | 52   | R       | BE64   | 4F   | O       |
| BE09   | 49   | I       | BE37   | 49   | I       | BE65   | 4E   | N       |
| BE0A   | 4A   | J       | BE38   | 44   | D       | BE66   | FE   |         |
| BE0B   | 4B   | K       | BE39   | 41   | A       | BE67   | 44   | D       |
| BE0C   | 4C   | L       | BE3A   | 44   | D       | BE68   | 45   | E       |
| BE0D   | 4D   | M       | BE3B   | 44   | D       | BE69   | 4C   | L       |
| BE0E   | 4E   | N       | BE3C   | 45   | E       | BE6A   | 44   | D       |
| BE0F   | 4F   | O       | BE3D   | FE   |         | BE6B   | 45   | E       |
| BE10   | 50   | P       | BE3E   | 43   | C       | BE6C   | FE   |         |
| BE11   | 51   | O       | BE3F   | 4C   | L       | BE6D   | 4E   | N       |
| BE12   | 52   | R       | BE40   | 41   | A       | BE6E   | 6F   | o       |
| BE13   | 53   | S       | BE41   | 56   | V       | BE6F   | FE   |         |
| BE14   | 54   | T       | BE42   | 45   | E       | BE70   | 54   | T       |
| BE15   | 55   | U       | BE43   | FE   |         | BE71   | 45   | E       |
| BE16   | 56   | V       | BE44   | 41   | A       | BE72   | 4C   | L       |
| BE17   | 57   | W       | BE45   | 43   | C       | BE73   | 2E   |         |
| BE18   | 58   | X       | BE46   | 54   | T       | BE74   | FE   |         |
| BE19   | 59   | Y       | BE47   | 55   | U       | BE75   | 41   | A       |
| BE1A   | 5A   | Z       | BE48   | 41   | A       | BE76   | 43   | C       |
| BE1B   | 30   | 0       | BE49   | 4C   | L       | BE77   | 54   | T       |
| BE1C   | 31   | 1       | BE4A   | 5F   | -       | BE78   | 55   | U       |
| BE1D   | 32   | 2       | BE4B   | 5F   | -       | BE79   | 41   | A       |
| BE1E   | 33   | 3       | BE4C   | 5F   | -       | BE7A   | 4C   | L       |
| BE1F   | 34   | 4       | BE4D   | 5F   | -       | BE7B   | FE   |         |
| BE20   | 35   | 5       | BE4E   | 5F   | -       | BE7C   | 5F   | -       |
| BE21   | 36   | 6       | BE4F   | 5F   | -       | BE7D   | 5F   | -       |
| BE22   | 37   | 7       | BE50   | 5F   | -       | BE7E   | FE   |         |
| BE23   | 38   | 8       | BE51   | 5F   | -       | BE7F   | 6D   | m       |
| BE24   | 39   | 9       | BE52   | 5F   | -       | BE80   | 69   | i       |
| BE25   | 44   | D       | BE53   | 5F   | -       | BE81   | 6E   | n       |
| BE26   | 45   | E       | BE54   | 5F   | -       | BE82   | 2E   |         |
| BE27   | FE   |         | BE55   | 5F   | -       | BE83   | 54   | T       |
| BE28   | 53   | S       | BE56   | 5F   | -       | BE84   | 49   | I       |
| BE29   | 49   | I       | BE57   | 5F   | -       | BE85   | 45   | E       |
| BE2A   | 53   | S       | BE58   | 5F   | -       | BE86   | 4D   | M       |
| BE2B   | 54   | T       | BE59   | 5F   | -       | BE87   | 50   | P       |
| BE2C   | 45   | E       | BE5A   | 50   | P       | BE88   | 4F   | O       |
| BE2D   | 4D   | M       | BE5B   | 52   | R       | BE89   | FE   |         |



| Direc. | Dato | Carctr. | Direc. | Dato | Carctr. | Direc. | Dato | Carctr. |
|--------|------|---------|--------|------|---------|--------|------|---------|
| BF20   | 4F   | O       | BF45   | 4F   | O       | BF6A   | 5F   |         |
| BF21   | FE   |         | BF46   | 52   | R       | BF6B   | 5F   |         |
| BF22   | 44   | D       | BF47   | 44   | D       | BF6C   | 4E   | O       |
| BF23   | 45   | E       | BF48   | 45   | E       | BF6D   | 50   | P       |
| BF24   | FE   |         | BF49   | 54   | T       | BF6E   | 45   | E       |
| BF25   | 4F   | O       | BF4A   | 45   | E       | BF6F   | 52   | R       |
| BF26   | 50   | P       | BF4B   | 43   | C       | BF70   | 41   | A       |
| BF27   | 45   | E       | BF4C   | 43   | C       | BF71   | 4E   | N       |
| BF28   | 52   | R       | BF4D   | 49   | I       | BF72   | 44   | D       |
| BF29   | 41   | A       | BF4E   | 4F   | O       | BF73   | 4F   | O       |
| BF2A   | 43   | C       | BF4F   | 4E   | N       | BF74   | 50   | P       |
| BF2B   | 49   | I       | BF50   | 44   | D       | BF75   | 52   | R       |
| BF2C   | 4F   | O       | BF51   | 45   | E       | BF76   | 45   | E       |
| BF2D   | 4E   | N       | BF52   | FE   |         | BF77   | 43   | C       |
| BF2E   | 52   | R       | BF53   | 52   | R       | BF78   | 41   | A       |
| BF2F   | 4F   | O       | BF54   | 45   | E       | BF79   | 55   | U       |
| BF30   | 42   | B       | BF55   | 4C   | L       | BF7A   | 43   | C       |
| BF31   | 4F   | O       | BF56   | 4F   | O       | BF7B   | 49   | I       |
| BF32   | 45   | E       | BF57   | 4A   | J       | BF7C   | 4F   | O       |
| BF33   | 44   | D       | BF58   | 46   | F       | BF7D   | 4E   | N       |
| BF34   | 4F   | O       | BF59   | 45   | E       | BF7E   | 4E   | N       |
| BF35   | 2E   |         | BF5A   | 43   | C       | BF7F   | 4F   | O       |
| BF36   | 44   | D       | BF5B   | 48   | H       | BF80   | FE   |         |
| BF37   | 49   | I       | BF5C   | 41   | A       | BF81   | 53   | S       |
| BF38   | 53   | S       | BF5D   | FE   |         | BF82   | 45   | E       |
| BF39   | 50   | P       | BF5E   | 59   | Y       | BF83   | 4E   | N       |
| BF3A   | 4F   | O       | BF5F   | FE   |         | BF84   | 53   | S       |
| BF3B   | 53   | S       | BF60   | 48   | H       | BF85   | 41   | A       |
| BF3C   | 2E   |         | BF61   | 4F   | O       | BF86   | FE   |         |
| BF3D   | 31   | 1       | BF62   | 52   | R       | BF87   | 4C   | L       |
| BF3E   | 32   | 2       | BF63   | 41   | A       | BF88   | 49   | I       |
| BF3F   | 33   | 3       | BF64   | 5F   | -       | BF89   | 4E   | N       |
| BF40   | 34   | 4       | BF65   | 5F   | -       | BF8A   | 45   | E       |
| BF41   | 35   | 5       | BF66   | 2D   | (-)     | BF8B   | 41   | A       |
| BF42   | 45   | E       | BF67   | 5F   | -       | BF8C   | 53   | S       |
| BF43   | 52   | R       | BF68   | 5F   | -       |        |      |         |
| BF44   | 52   | R       | BF69   | 2D   | (-)     |        |      |         |

**BIBLIOGRAFÍA**

- Reforma de Barandilla / Intervención de la Policía Judicial en el Delito de Robo a Casa Habitación(RB-PJ-06)/ 1990/ Metodología de la Investigación Policiaca / (Anexo)
- Effective Physical Security: Design, Equipment, and Operations / Lawrence J. Fennelly / Butterworth-Heinemann / (USA) / 1992.
- Electrónica, Teoría de circuitos / Boilestad, Nashelski / Prentice Hall / México / 1988.
- Análisis básico de circuitos eléctricos / Tercera edición / David E. Johnson, John L. Hilburn, Johnny R. Johnson / México / 1986.
- HC11, M68HC11 Reference manual / Motorola Inc. / USA / 1991.
- MC68HC11F1 Reference manual / Motorola Inc. / USA / 1991.
- M68HC11, PCbug11 User's manual / Motorola Inc. / USA / 1991.
- Motorola freeware PC-compatible 8-bit cross assemblers user's manual / Motorola Inc. USA / 1990.
- NTE Keep You and Runing / NTE Electronics INC.
- Technical Guide & Across Reference / 1990 - 1991 / 5th Edtion.
- Proyecctos de Seguridad Electronicos y por Microprocesador / Vaughn Martin, Dean Davis / CEAC.
- Alarmas y Protección, Sistemas Electrónicos, Instal.y Mant. / H. Swarer / Paraninfo.

- Motorola Semi-conductor Technical Data / Motorola Inc./ USA / 1993
- Motorola Thyristor Data / TRIACs & SCRs / Motorola Inc./ USA / 1995.
- National Semi-conductor Data / National Semiconductor Corp.
- Manual del *Display* AND-491 / AND Inc. / USA / 1993.
- Motorola Analog ICs Device Data Vol. 1 & 2 / Motorola Inc.
- Motorola Optoelectronics Device Data / Motorola Inc / 1993.
- National Operational Amplifiers Data Book / National Semiconductor Corp / USA / 1995.
- EGC Semiconductor / Master Replacement Guide / Phillips / USA.