



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

“SISTEMA TELEFÓNICO MULTIFUNCIONAL APLICADO A LA
COMUNICACIÓN DE PERSONAS HIPOACUSICAS”

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA

PRESENTA:

DAVID ELIEZER LESCAS VASQUEZ

ASESOR:

M.C. RAMÓN G. MALDONADO BASILIO

HUAJUAPAN DE LEÓN, OAXACA

NOVIEMBRE DEL 2002

CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Breve Historia del Teléfono	1
1.2	Problemática que enfrentan las personas con deficiencias auditivas	5
1.3	La comunicación telefónica de personas sordomudas	6
1.4	Formas de comunicación a distancia de personas hipoacusias	7
1.5	Justificación y Objetivos del documento	9
II.	LA COMUNICACIÓN TELEFÓNICA	12
2.1	Introducción	12
2.2	Red telefónica publica conmutada (RTPC)	14
2.2.1	Centrales de Conmutación	14
2.2.2	Tipos de señales	17
2.2.3	Niveles de Señalización	18
2.3	El teléfono	19
2.3.1	Interruptor de colgado/descolgado	19
2.3.2	Circuito de timbrado	21
2.3.3	Auricular	22
2.3.4	Señalización DTMF	22
2.4	Establecimiento de la Comunicación Telefónica	26
2.5	Resumen	30
III.	DESCRIPCIÓN DEL HARDWARE	32
3.1	Introducción	32
3.2	Funcionamiento del Sistema	34
3.3	Subsistemas que utilizan la línea telefónica	35

3.3.1	Detector de colgado/descolgado	36
3.3.2	Detector de timbrado	37
3.3.3	Detector de Tonos de Ring Back	38
3.4	Circuitos periféricos que ayudan al control del sistema	40
3.4.1	Decodificador de doble tono multifrecuencia (DTMF)	40
3.4.2	Reloj de Tiempo Real	42
3.4.3	Memoria Eeprom	43
3.4.4	Display LCD	44
3.4.5	Interfaz serial	45
3.4.6	Microcontrolador	46
3.5	Salidas del sistema	52
3.5.1	Circuito que simula el descolgado del teléfono	52
3.5.2	Buzzer que avisa la llegada de una llamada telefónica	53
3.5.3	Generador de Timbrado luminoso	54
3.6	Resumen	55
IV.	DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE	56
4.1	Introducción	56
4.2	Funcionamiento del software del microcontrolador	57
4.2.1	Función “configura puertos”	62
4.2.2	Función “configura display”	64
4.2.3	Función “configura USART”	67
4.2.4	Función “configuración del Reloj de tiempo real”	69
4.2.5	Función que captura el código, lo compara y realiza la función	72
4.2.6	Función que almacena en memoria Ram el número telefónico marcado	75
4.2.7	Función que checa si descolgó el usuario destino y almacena los datos en la memoria Eeprom externa	76
4.3	Función que analiza la señal de timbrado	78

4.4	Función de interrupción del puerto serial	79
4.5	Software para la comunicación de la PC con el sistema	81
4.6	Resumen	83
V.	RESULTADOS	84
VI.	CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS	110
	APÉNDICE A. Hojas de especificación de los dispositivos utilizados	113
	APENDICE B. Diagrama esquemático del sistema	122
	APENDICE C. Protocolo de comunicación RS-232	124
	REFERENCIAS	129

LISTA DE FIGURAS

I. INTRODUCCIÓN

1.	Primer teléfono realizado por Alexander Graham Bell	2
2.	Primer aparato telefónico comercial	2
3.	Central telefónica operada manualmente	3
4.	Primer teléfono de disco	4
5.	Prototipo de teléfono equipado con botones para marcado por tonos	4
6.	Teléfono para la comunicación de personas sordas	7
7.	Sistema de Comunicación de Video INFO-VIEW	8
8.	Ejemplo de enlace de video del sistema INFO-VIEW	9

II. LA COMUNICACIÓN TELEFÓNICA

9.	Nivel jerárquico de la red telefónica	15
10.	Tipos de señales dependiendo del tipo de información que se transmite	17
11.	Señal de colgado	20
12.	Señal de Descolgado y tono de invitación a marcar	20
13.	Señal de Timbrado	21
14.	Ejemplo de pulsos al marcar el número seis	23
15.	Frecuencia de 1209 Hz., 697Hz y la suma de ellas	24

III. DESCRIPCIÓN DEL HARDWARE

16.	Diagrama que muestra las entradas del sistema telefónico multifuncional	35
17.	Circuito detector de colgado/descolgado	36
18.	Circuito detector de timbrado	38
19.	Detector de tonos Ring Back	39
20.	Diagrama que muestra los periféricos del sistema de control	40
21.	Decodificador de tonos DTMF	41
22.	Especificación de la conexión de los pines del reloj	42
23.	Eeprom serial utilizada para almacenar los datos de las llamadas	44
24.	Conexión de los pines del display	45
25.	Diagrama de conexión de la interfaz serial	46

26. El microcontrolador y los subsistemas que lo integran	47
27. Circuito que muestra el descolgado de la línea	53
28. Transformador de acoplo de la línea telefónica	53
29. Buzzer que simula el circuito de timbrado del teléfono	54
30. Circuito de Timbrado Luminoso	54
IV. DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE	56
31. Diagrama de flujo del software del microcontrolador	61
32. Los bancos de la memoria de datos y los registros especiales	62
33. Diagrama de flujo de la función “configurar puertos”	63
34. Diagrama de flujo de inicialización del display	62
35. Registros utilizados en la configuración del USART	68
36. Bits del Registro PIEL	68
37. Diagrama de flujo que realiza la configuración del USART	68
38. Mapa de la memoria Ram y los registros especiales	71
39. Diagrama de flujo de la configuración del Reloj	72
40. Diagrama de flujo del código que realiza las funciones principales del sistema	73
41. Diagrama de flujo de la función “almacena número y nombre en la memoria”	74
42. Diagrama de flujo de la función “mostrar número y nombre guardado en la memoria”	75
43. Diagrama de flujo del almacenamiento del número telefónico	75
44. Diagrama de flujo de la rutina que checa el descolgado del usuario al que se llamó y almacenamiento de los datos de la llamada	76
45. Set de instrucciones de la memoria Eeprom serial	77
46. Función que analiza la señal de timbrado	79
47. Función que atiende la interrupción por recepción del USART	80
48. Diagrama de flujo del programa en Visual Basic de la PC	82
V. RESULTADOS	
49. Equipo utilizado para monitorear las señales de la línea telefónica	84
50. Circuitos que forman al sistema telefónico multifuncional	85
51. Colocación de las puntas del osciloscopio para medir el voltaje en la línea telefónica y el teléfono colgado	86
52. Señal de cd. de Colgado	86

53. Colocación de las puntas del osciloscopio para mostrar la señal de colgado a la salida del circuito que detecta el colgado/descolgado	87
54. Señal de colgado vista a la salida del circuito detector de colgado/descolgado y que llega al microcontrolador	87
55. Señal de cd. del descolgado	88
56. Señal de descolgado vista a la salida del circuito detector de colgado/descolgado y que llega al microcontrolador	88
57. Tono de invitación a marcar	89
58. Colocación de las puntas del osciloscopio para ver la señal de timbrado	90
59. Cadencia de presencia de la señal de timbrado	90
60. Señal de timbrado mostrada en el osciloscopio	91
61. Colocación de las puntas del osciloscopio para mostrar la señal de timbrado a la salida del circuito que detecta esta señal	91
62. Señal vista a la salida del circuito detector de timbrado y que llega al microcontrolador	92
63. Colocación de las puntas del osciloscopio para mostrar la señal de Ring Back	92
64. Cadencia de presencia del tono de Ring Back	93
65. Colocación de las puntas del osciloscopio para mostrar la señal de Ring Back a la salida del circuito que detecta estos tonos	93
66. Señal de Ring Back vista a la salida del circuito detector de tonos de Ring Back y que llega al microcontrolador	94
67. Señal de Ring Back mostrada en el osciloscopio	94
68. Cadencia de presencia del tono de ocupado	95
69. Señal de ocupado vista a la salida del circuito detector de tono de Ring Back y que llega al microcontrolador	95
70. Señal de ocupado mostrada en el osciloscopio	96
71. Señales mostradas en el osciloscopio al marcar un 1 y un 2 en el teclado del teléfono	96
72. Señales mostradas en el osciloscopio al marcar un 3 y un 4 en el teclado del teléfono	97
73. Señales mostradas en el osciloscopio al marcar un 5 y un 6 en el teclado del teléfono	97
74. Señales mostradas en el osciloscopio al marcar un 7 y un 8 en el teclado del teléfono	98
75. Señales mostradas en el osciloscopio al marcar un 9 y un 0 en el teclado del teléfono	98
76. Señales mostradas en el osciloscopio al marcar un * y un # en el	98

teclado del teléfono	
77. Descolgar el teléfono cuando se activa alguna clave	100
78. Mensaje mostrado al activar el protector lada	100
79. Mensaje mostrado al desactivar el protector lada	101
80. Mensaje mostrado al activar el protector nocturno	102
81. Mensaje mostrado al desactivar el protector nocturno	102
82. Foco que se prende al detectarse la señal de timbrado	103
83. Mensaje mostrado cuando se va a guardar un número telefónico en la agenda	103
84. Mensaje mostrado al almacenar un número telefónico en la memoria del sistema	104
85. Mensaje mostrado al activar la función de mostrar un número telefónico de la memoria del sistema	104
86. Nombre y número telefónico desplegado	105
87. Mensaje mostrado al activar el protector nocturno	105
88. Mensaje mostrado al desactivar el protector celular	106
89. Mensajes de saludo mostrados en el display al ser reconocidos por el sistema	106
90. Mensajes de despedida mostrados en el display al ser reconocidos por el sistema	107
91. Mensajes de auxilio mostrados en el display al ser reconocidos por el sistema	107
92. Mensajes de retraso mostrados en el display al ser reconocidos por el sistema	108
93. Pantalla principal que muestra el programa en Visual Basic	108
94. Ventana del programa con los datos de las llamadas	109
95. Documento listo para imprimirse	109

V. APÉNDICE B

96. Diagrama esquemático del “sistema telefónico multifuncional”	123
--	-----

V. APÉNDICE C

97. Niveles de voltaje validos para la comunicación serial	127
98. Byte enviado con niveles RS-232	127
99. Byte enviado con niveles RS-TTL	128
100. Diagrama externo e interno del circuito MAX232	128

LISTA DE TABLAS

II. LA COMUNICACIÓN TELEFÓNICA

1.	Frecuencias altas y bajas y utilizadas para generar los tonos	23
2.	Niveles de transmisión propuestos	25
3.	Parámetros de las frecuencias que componen un dígito	26
4.	Parámetros que las frecuencias deberán tener	26
5.	Principales tipos de señales presentadas en las terminales Tip y Ring	27
6.	Códigos para realizar una llamada de larga distancia	29
7.	Números de Servicios	29
8.	Números de Servicios Especiales	30

III. DESCRIPCIÓN DEL HARDWARE

9.	Función de los pines del puerto A	48
10.	Conexión de los pines del puerto A	48
11.	Función de los pines del puerto B	49
12.	Conexión de los pines del puerto B	49
13.	Función de los pines del puerto C	50
14.	Conexión de los pines del puerto C	50
15.	Función de los pines del puerto D	51
16.	Conexión de los pines del puerto D	51
17.	Función de los pines del puerto E	52

IV. DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE

18.	Ejecución del programa cuando la primera tecla es un 0	58
19.	Funciones con las que cuenta el sistema	59
20.	Bits que seleccionan los bancos en la memoria de datos del microcontrolador	62
21.	Configuración de pines de los puertos del microcontrolador	64
22.	Lista de comandos para configurar el display AND741	64
23.	Posibles valores que se deben cargar al registro SPBRG dependiendo de la frecuencia de baudios elegida	69

V. RESULTADOS

24. Claves para cada una de las funciones que realiza el sistema	99
--	----

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Breve Historia del Teléfono

Por naturaleza el hombre siempre ha tenido el deseo de comunicarse a distancias lejanas con otros y para lograrlo la gente ha utilizado señales de humo, los espejos, los tambores de la selva y las palomas de portador. Algunos dicen que Francis Bacon predijo el teléfono en 1627, sin embargo, en su libro Nueva Utopía describió solamente un tubo largo donde se podía hablar, por lo que un teléfono verdadero no podría ser inventado hasta que la edad eléctrica comenzara^[1]. Los principios eléctricos necesarios para construir un teléfono eran ya conocidos en el año de 1831 pero no fue hasta 1854 que Bourseul sugirió transmitir voz por medio de la electricidad, y fue hasta 22 años más tarde en 1876 que la idea se convirtió en una realidad.

En 1870, dos inventores Stephen Gray y Alexander Graham Bell ambos diseñaron independientemente dispositivos que podrían transmitir voz por medio de la electricidad (el teléfono)^[2]. Ambos hombres registraron sus respectivos diseños en la oficina de patentes con diferencias de solo horas, a Alexander Graham Bell le patentaron su teléfono primero. Entonces Stephen Gray y Alexander Graham Bell entraron en una batalla legal sobre la invención del teléfono, la que Bell ganó.

Cuando Bell comenzó a experimentar con las señales eléctricas, el telégrafo había sido el medio de comunicación establecido por unos 30 años. Aunque el telégrafo era un sistema altamente utilizado, con su código Morse de puntos y líneas, era limitado a recibir y a enviar un mensaje a la vez. El conocimiento extenso de Bell sobre la naturaleza del sonido y de su comprensión de la música le permitió inferir la posibilidad de transmitir múltiples mensajes sobre el mismo alambre al mismo tiempo. Aunque la idea de un telégrafo múltiple había existido por algún tiempo, Bell ofreció su propio acercamiento musical o armónico como solución práctica posible. Años más tarde Bell y Thomas Watson, un joven electricista que le ayudaba, exploraban la idea de desarrollar un dispositivo que pudiera transmitir voz por medio de la electricidad^[3].

En junio de 1875 la meta de crear un dispositivo que transmitiera voz por medio de la electricidad estaba a punto de ser terminada. Se había probado que diversos tonos variarían la corriente eléctrica en un alambre. Para alcanzar

el éxito necesitaban solamente construir un transmisor con una membrana capaz de variar corrientes y un receptor que lograra reproducir estas variaciones en frecuencias audibles.

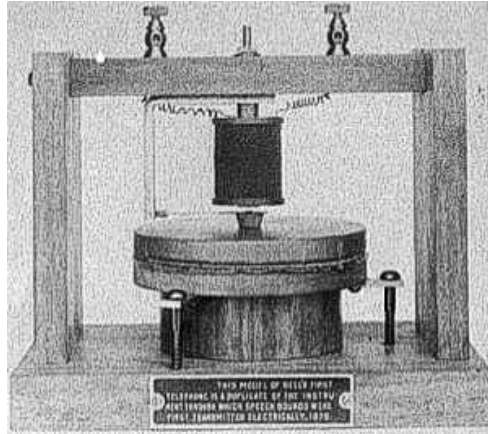


Figura 1. Primer teléfono realizado por Alexander Graham Bell

El éxito más grande de Bell fue alcanzado el 10 marzo de 1876 (figura 1), marcando no solamente el nacimiento del teléfono sino además la muerte del telégrafo.

El aparato mostrado en la siguiente figura fue el primer modelo comercial con el cual Bell salió al mercado. En Abril de 1877 se conectaron (en serie) dos o mas de estos aparatos a una línea común^[4].

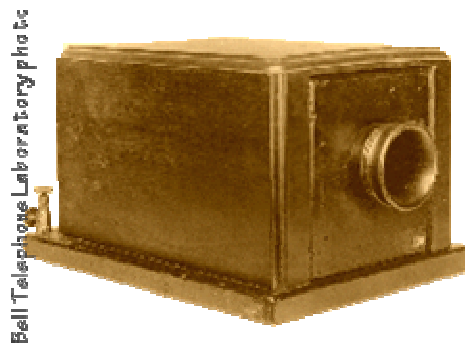


Figura 2. Primer aparato telefónico comercial

Los servicios telefónicos comenzaron a desarrollarse rápidamente, cientos de abonados se conectaban a la red telefónica. Con la incorporación vertiginosa de estos abonados, fueron creciendo los sistemas hasta volverse

enormes. En la siguiente figura se muestra una central importante de Nueva York a principios de 1900, hacia solo unos 15 años que existía el teléfono, pero ya todos querían estar conectados (las conexiones entre abonados eran aun exclusivamente manuales, a través de las centrales).



Figura 3. Central telefónica operada manualmente

Las operaciones se distribuyeron no solo en los diferentes estados de los EEUU, sino también en todo el mundo, las grandes ciudades no querían estar atrasados y las pequeñas tampoco, así se creó una atmósfera de febril actividad que ocupaba continentes enteros. No importaba cuán pequeña era la región, todos querían estar conectados al nuevo invento, todos querían beneficiarse de la facilidad de las comunicaciones. Incluso en el medio rural con las grandes distancias entre comunidad y comunidad, todos querían que los hilos telefónicos llegaran a sus casas. Ahora ya no hacía falta tener baterías en cada aparato, los modernos aparatos se servían de una batería en la central telefónica local.

Una de las grandes desventajas de los teléfonos era la dependencia del usuario con las operadoras en las centrales. Ya hacia 1879 hubo intentos de desarrollar un sistema que permitiese al usuario, sin la intervención de operadoras, el comunicarse directamente con el usuario al otro lado de la línea. En 1888 Almon B. Strowger patentó un sistema de aparatos y centrales telefónicas automáticas, que no requerían la presencia de operadoras para efectuar la conexión entre 2 usuarios. El invento de Strowger revolucionó la telefonía, liberando al usuario de la férula de las centrales manuales, permitiéndole el marcado directo, entre ciudades, naciones y continentes. La

siguiente figura muestra el primer teléfono de disco desarrollado por Strowger.



Figura 4. Primer Teléfono de disco

A pesar que ya Strowger había utilizado botones pulsadores para elegir el abonado con el cual querían comunicarse, la idea de utilizar botones para esa función fracasó. Con el desarrollo de sistemas electrónicos digitales en las centrales telefónicas, volvieron a pensar en la posibilidad del marcado con ayuda de un tablero de pulsadores. Así llegaron los expertos a la conclusión que es mejor marcar utilizando un sistema de tonos de varias frecuencias, es decir cada tecla emitirá un tono de frecuencia fija para esa tecla y diferente de las frecuencias de las demás teclas. Entonces la central telefónica digital podrá reconocer esa frecuencia y "entender" que el usuario pulsó una tecla determinada y no otra.



Figura 5. Prototipo de teléfono equipado con botones para marcado por tonos

Con la inserción de centrales computarizadas y teléfonos de marcado por tonos (figura 5) cambió el aspecto del servicio telefónico. Este se convirtió en algo dinámico, ágil y adaptado a las necesidades del nuevo mundo a fines del siglo XX. Los teléfonos se convirtieron en indispensables, ya nadie pensaba siquiera en estar lejos del teléfono, todos querían estar al alcance de sus clientes, amigos y familiares. Los aparatos fueron cambiando de aspecto de acuerdo a la moda y al capricho del diseñador y a fines de los 80 existían en la mayor parte de las compañías telefónicas como servicio usual.

Y así fueron desarrollándose aparatos digitales, que funcionan dentro de las empresas y en los hogares, como el fax que también utiliza las líneas telefónicas para comunicarse y las líneas digitales que permiten pasar datos entre las computadoras por medio de internet. Todo basado en la infraestructura de cables de cobre, para que hoy podamos gozar de un mundo interconectado, todo esta al alcance de nuestro teléfono, de nuestro fax, de nuestro email e internet.

A pesar de que la comunicación telefónica ha ido avanzando de diferentes maneras, no todas las personas se han beneficiado con el desarrollo de esta tecnología. Existe un grupo de personas las cuales han tenido que detener su incorporación a las actividades de esta sociedad, debido a que no cuentan con medios de comunicación propios para ellos. Es por esto que a continuación se hará un análisis mas detallado acerca de los problemas que enfrentan las personas con problemas de audición al intentar comunicarse a distancia.

1.2 Problemática que enfrentan las personas con deficiencias auditivas

Todos los seres humanos reciben desde pequeños, información permanente que se transmite por lo general a través de los sonidos, gracias al sentido de la audición que poseemos.

Esta información transmitida auditivamente nos permite situarnos en nuestro entorno, desarrollar las actividades cotidianas que forman parte de nuestras vidas y lograr un desenvolvimiento normal e independiente. Sin embargo esto no les sucede a aquellas personas que tienen discapacidad auditiva, ya que enfrentan a diario situaciones problemáticas en actividades sumamente simples para otros (los que oyen), como por ejemplo: **hablar por teléfono**, ver programas de televisión, escuchar mensajes por altoparlantes en

lugares públicos, realizar trámites necesarios, **oír el timbre de la puerta o del teléfono** o escuchar el llanto de un bebé.

Este tipo de dificultades que cotidianamente tienen estas personas se denominan **Barreras de la Comunicación** y pueden suprimirse a través de **Recursos Tecnológicos** que ayudan enormemente a subsanar estos problemas y a facilitar la integración educativa, social, familiar y laboral.

Sin embargo, no es suficiente contar solamente con la ayuda de la tecnología para apuntar a mejorar la calidad de vida del sordo e hipoacúsico; también es sumamente indispensable que la sociedad tome conciencia de estas necesidades y asuma un compromiso real para ayudar a cumplir con el objetivo de la inserción plena de la persona sorda e hipoacúsica al mundo que lo rodea.

Con una toma de conciencia por parte de la sociedad y con la ayuda de los recursos tecnológicos utilizados para mejorar la calidad de vida de ellos, es indudable que los logros obtenidos serían altamente beneficiosos para todos aquellos que necesitan realmente tener una vida independiente y productiva en esta sociedad en que les toca vivir.

1.3 La comunicación telefónica de personas sordomudas

Para poder comprender la magnitud de los problemas que cotidianamente enfrentan las personas con deficiencias auditivas al verse privadas del uso del teléfono en determinadas situaciones, se exponen como ejemplos las siguientes experiencias:

Caso 1: Juan, que es sordo profundo, tiene a su hijo enfermo, con alta temperatura y debe llamar urgentemente al médico para consultarlo. En su casa no tiene a quién recurrir para realizar una llamada telefónica y ante esa imposibilidad de no poder hablar por teléfono debe pensar en dos opciones: pedir a su vecino que llame al médico o llevar a su hijo al hospital.

Caso 2: Susana, también sorda, necesita llamar desde la calle a su madre para avisar que llegará tarde a su casa porque se demoró haciendo unos trámites en el centro. Al no poder hacerlo por su problema auditivo, recurre a la ayuda de un peatón para que le haga el favor de transmitirle el mensaje telefónico a su madre.

Caso 3: Manuel, quien es un adolescente sordo que concurre a un colegio común, desea invitar a una chica que le gusta pero no puede hacerlo por su imposibilidad para hablar por teléfono. Por lo tanto recurre a algún familiar para hacerlo.

Estas tres situaciones, que para cualquier persona oyente son simples de manejarse con sólo hablar por teléfono, suelen ser sumamente problemáticas y hasta se podría decir traumáticas para los que no oyen. No solamente están en juego los sentimientos de impotencia al no poder solucionar hechos tan simples como el que debe avisar a su madre que llegará tarde o de quien debe consultar telefónicamente al médico sobre su hijo, sino que también se generan actitudes de dependencia hacia los demás, provocando sentimientos de desvalorización frente al otro en cuanto a no poder manejarse independientemente, o de intromisión a la privacidad como en el caso de Manuel.

Estas situaciones presentadas suelen traer de por sí efectos psicológicos que hacen que los sordos e hipoacúsicos se sientan dependientes de los demás, les moleste inspirar lástima a través del pedido de un favor al otro y por sobre todas las cosas, que por esta importante barrera de la comunicación no se sientan capaces de desenvolverse en su vida diaria.

1.4 Formas de comunicación a distancia de personas hipoacusicas

Existen 3 sistemas que son lo mas cercano a lo que pudiera utilizarse para que se comunicaran personas sordomudas, el primero es el teléfono que se muestra en la siguiente figura.



Figura 6. Teléfono para la comunicación de personas sordas.

Este teléfono para sordos, se le denomina como PORTATEL, este aparato es un equipo el cual le permite a las personas con deficiencia auditiva, comunicarse a través de la misma línea telefónica como el resto de la comunidad oyente. Para establecer una conversación telefónica a través del teléfono para sordos, es necesario que el interlocutor posea otro aparato igual.

Los PORTATEL consisten en un teclado, una pantalla donde se visualiza el texto del mensaje y un modem en el cual es instalado un teléfono. Los aparatos PORTATEL fueron inventados en Estados Unidos, en el año 1963 por el Dr. Robert Weitbrecht, quien era un aficionado al empleo de teletipos. Gracias al invento del Dr. Weitbrecht, estos aparatos fueron implementados en gran cantidad en compañías telefónicas, escuelas, lugares públicos, casas de familia ,etc., siendo ampliamente disponibles para todos los sordos norteamericanos^[5].

Otro sistema que pudiera utilizarse para la comunicación telefónica de personas con problemas de audición es el sistema INFO-VIEW que se muestra en la figura 7.



Figura 7. Sistema de Comunicación de Video INFO-VIEW

Este sistema realiza un enlace de video utilizando como medio de comunicación de la red telefónica normal, tal como lo muestra la figura 8.

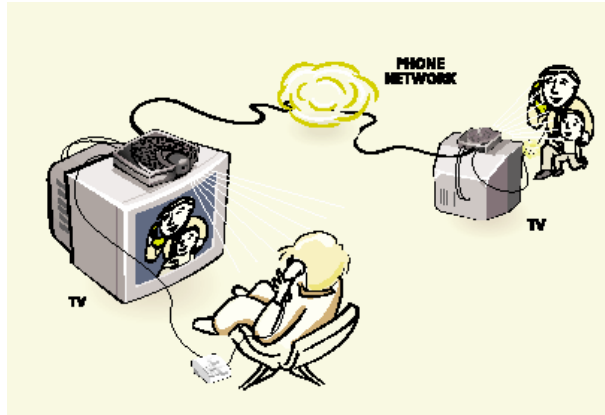


Figura 8. Ejemplo de enlace de video del sistema INFO-VIEW

Por ultimo se tienen los videófonos, teléfonos que transmiten imágenes por medio de la línea telefónica. Ya que la transmisión de una imagen requiere mucho mayor ancho de banda que el requerido para transmitir voz, el alto costo de la forma de transmisión ha limitado el uso de los videotelefonos. Este problema se ha ido resolviendo lentamente por las tecnologías que comprimen el video y también por minimizar del costo de transmisión y del equipamiento del videoteléfono. Actualmente estos videotelefonos son utilizados para teleconferencias entre grupos distantes utilizando medios especiales de transmisión de alta capacidad con gran ancho de banda.

Estos sistemas no parecen mala opción, pero tiene el inconveniente que solo se adquieren en Estados Unidos y tienen un costo elevado. Por lo que seria mejor utilizar un aparato mucho mas barato que muestre mensajes en pantalla que las personas sordomudas puedan entender.

1.5 Justificación y Objetivos del documento

Después de haber descrito desde sus inicios hasta nuestros días el desarrollo del teléfono, se ha notado que es un sistema no muy complejo, que requiere de terminales para alimentarse y así poder establecer la comunicación telefónica con otras personas a distancias lejanas. Además de darse cuenta que este sistema se encuentra distribuido por todo el mundo.

También en los puntos anteriores se describió una realidad actual, que mucha gente con deficiencias auditivas tiene problemas para comunicarse por medio de los teléfonos, ya que no existen en nuestro país los aparatos ni la infraestructura para que estas personas puedan realizar dicha comunicación.

Haciendo un análisis de lo descrito se ha llegado a la motivación de desarrollar un sistema que pueda controlar el uso del teléfono, que lleve un registro de las llamadas que se realicen y que además tenga la posibilidad de enviar mensajes a través de la línea telefónica, para que pueda ser utilizado por personas con problemas de audición.

Esta idea surge partiendo de que la mayoría de las personas cuentan con un teléfono en su casa y de que la compañía que proporciona el servicio es la que tiene el registro de las llamadas realizadas y no ofrece al usuario un control en las llamadas que realiza, también la idea surge para poder dar la posibilidad a personas hipoacusicas comunicarse con otras.

Por lo que el presente trabajo describe el desarrollo del sistema nombrado “Sistema telefónico multifuncional aplicado a la comunicación de personas hipoacusicas”, el cual consta de las siguientes funciones:

- Un protector de llamadas a teléfono celular
- Un protector de llamadas de larga distancia
- Un protector de llamadas en la noche
- Una agenda telefónica
- Almacenamiento de las llamadas realizadas.
- Envío de mensajes por medio de la línea telefónica

En el capítulo 2 se describe la teoría de la red telefónica, las señales que se encuentran en la línea telefónica, el teléfono, el proceso al establecer una comunicación telefónica y la manera en que se puede establecer.

En el capítulo 3 se describe el circuito diseñado para realizar las funciones mencionadas anteriormente, las características principales de sus componentes y como fueron implementados para el desarrollo del sistema.

El capítulo 4 trata acerca del programa que controla al sistema, de la configuración de los dispositivos, de los diagramas de flujos y del programa desarrollado para interpretar los datos en la PC.

El capítulo 5 muestra los resultados que se obtuvieron con el desarrollo del sistema.

El último capítulo es de conclusiones y las posibles perspectivas futuras del sistema.

Al final del documento se encuentran el apéndice A con las hojas de especificación de los dispositivos, el apéndice B con el diagrama esquemático del sistema y el apéndice C con la descripción de la comunicación serial.

II. LA COMUNICACIÓN TELEFÓNICA

2.1 Introducción

Que difícil es imaginarnos hoy el mundo sin teléfonos. Para la mayoría de nosotros es algo tan natural como la energía eléctrica, o el automóvil. Pero no siempre ha existido el teléfono, en realidad la interesante historia de este aparato, que cambió el modo de comunicarse de la gente, comenzó hace ya cerca de 120 años.

Como la mayoría de los inventos, este también fue un proceso de desarrollo de pasos anteriores. Es decir: gracias a los descubrimientos e inventos en el campo de la física, la electricidad y el magnetismo fue posible el llegar a transmitir sonidos a distancias.

En realidad el primer aparato telefónico útil fue inventado y patentado por Alexander Graham Bell, en los Estados Unidos, el 7 de Marzo de 1876. Hubo varios científicos e inventores que, buscando la misma meta, inventaron aparatos parecidos, pero solo Bell logro patentarlo y convertirlo en algo útil y de uso diario.

Tres días después de patentar su teléfono, probaba Bell el transmisor telefónico descrito en la patente junto a su talentoso colaborador Watson. Este último se encontraba en otra habitación del edificio. Bell sin darse cuenta volcó parte del ácido (de una de las baterías que usaban) sobre sus ropas, en ese momento dijo:

"Mr. Watson, come here. I want you" (Señor Watson venga aquí, le necesito)

Watson, en la otra habitación, escuchó claramente en el receptor lo que le decía Bell y bajo corriendo las escaleras, entró en la habitación y le pregunto a Bell que necesitaba... Bell estaba tan emocionado por el éxito del experimento que olvidó por completo el incidente con el ácido de las baterías. Desde ese momento en adelante empezó el desarrollo comercial del invento. La primera compañía telefónica "Bell Telephone Company" fue fundada el 9 de Julio de 1877

Una de las grandes desventajas de los antiguos teléfonos era la dependencia del usuario con las operadoras en las centrales. En 1988 Almon B. Strowger patentó un sistema de aparatos y centrales telefónicas automáticas, que no requerían la presencia de operadoras para efectuar la conexión entre 2 usuarios.

Varios años después de patentar su invento, Strowger fundó la compañía "Automatic Electric Co.", que se convirtió en uno de los líderes de la industria telefónica. Esta compañía que luego de fusiones se llamo GTE, existe aún en nuestros días bajo el nombre de "AG Communication Systems". El invento de Strowger revolucionó la telefonía, liberando al usuario de la férula de las centrales manuales, permitiéndole el marcado directo, entre ciudades, naciones y continentes. Hoy, a través del marcado directo, es posible conectarse con cualquier país del mundo, con lugares distantes, intrigantes y exóticos de nuestra "Aldea Global".

Así, con el desarrollo de las tecnologías afines a la electrónica y las telecomunicaciones, fue desarrollándose también el campo de la telefonía móvil. Los sistemas de transmisión y recepción centrales fueron modificándose, los aparatos de los usuarios y las baterías fueron miniaturizándose. Ya no los pesadísimos aparatos "móviles" de principios de los '80, sino verdaderos teléfonos portátiles que se podían llevar en el bolsillo. La tecnología celular comenzó a expandirse y volverse popular. Diversas redes con diferentes sistemas de comunicación fueron expandiéndose por toda la orbe. Al principio los aparatos eran caros, engorrosos de usar. Las redes no cubrían bien las zonas de uso, lo que no permitía un uso seguro y constante, pero con el tiempo los sistemas mejoraron, las redes celulares se volvieron mas seguras y la calidad de la voz transmitida por ellas era mejor.

A partir de 1982 se hicieron posibles llamadas telefónicas por satélite, donde podían transmitirse comunicaciones simultaneas desde Estados Unidos a Europa. Finalmente, con tantos avances en el campo de la telefonía, se puede afirmar que en nuestros días, casi todas las formas de comunicación pasan a través de las redes telefónicas.

2.2 Red telefónica publica conmutada (RTPC)

Para comprender los procesos de transmisión y recepción de un teléfono electrónico, es necesario conocer primero la operación del sistema convencional del teléfono alámbrico, el cuál se basa en principios electromecánicos. Al respecto, se describirán en forma breve los elementos involucrados en el establecimiento de una comunicación telefónica, así como los procesos de marcación y recepción de llamadas realizadas por los suscriptores a una red telefónica.

El corazón de un sistema de comunicación telefónica es la RTPC que está constituida por un conjunto de componentes organizados jerárquicamente, en forma parecida a un conjunto de árboles (denominados centrales, que se describirán mas adelante), cuyas raíces están interconectadas.

El gran número de usuarios y el alto trafico que una red telefónica ha de poder soportar, hace que sea necesario el agruparlos por áreas geográficas y hacerlos depender de varias centrales de conmutación que tengan acceso entre sí o a través de otras.

En una red jerárquica se pueden dar varios niveles, pero cada central de un nivel depende solamente de otra de nivel superior, aunque la tendencia es a conectar a más de una por razones de seguridad, asegurándose así el establecimiento de rutas entre usuarios del servicio telefónico.

Ya que el diseño de una red pretende conseguir el máximo ahorro en equipos y medios de transmisión, éste se realiza teniendo en cuenta que el número de llamadas simultaneas es menor que el de usuarios, existiendo la probabilidad, de que al querer establecer una comunicación el sistema este ocupado y haya que esperar cierto tiempo hasta que ello sea posible.

2.2.1 Centrales de Conmutación

Las centrales de conmutación son los elementos funcionales encargados de proporcionar la selectividad necesaria, de forma automática, para poder establecer el circuito de enlace entre dos usuarios que desean comunicarse. En ellas reside además todo el control y señalización propios de la red.

La función de una central consiste en identificar en el número seleccionado, la central a la cual está conectado el usuario destino y enrutar la

llamada hacia dicha central, con el objeto que ésta le indique al usuario destino, por medio de una señal de timbre, que tiene una llamada. Al identificar la ubicación del destino reserva una trayectoria entre ambos usuarios para poder iniciar la conversación. La trayectoria o ruta no siempre es la misma en llamadas consecutivas, ya que ésta depende de la disponibilidad instantánea de canales entre las distintas centrales, sin embargo como regla general, la trayectoria mas corta es la que posee la mayor prioridad.

Existe una jerarquía entre las diferentes centrales que les permite a cada una de ellas enrutar las llamadas de acuerdo con los tráficos que se presenten. De esta manera, la RTPC esta integrada por un conjunto de centrales de conmutación organizadas de forma jerárquica ^[7], tal como se ilustra en la figura 9.

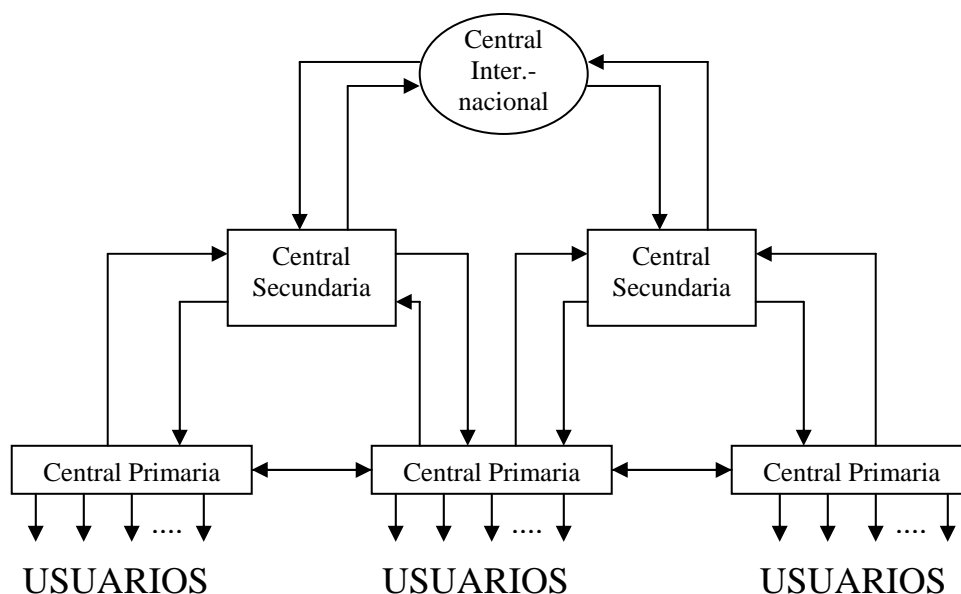


Figura 9. Nivel jerárquico de la red telefónica

El nivel más bajo (las centrales primarias) está formado por el conjunto de nodos a los cuales están conectados los usuarios. Le siguen nodos o centrales en niveles superiores, enlazados de manera tal que entre mayor sea la jerarquía, de igual manera será la capacidad que los enlaza. De acuerdo a la figura 9 este nivel esta ilustrado por las centrales secundarias. Con esta arquitectura se proporcionan a los usuarios diferentes rutas para colocar sus llamadas, que son seleccionadas por los mismos nodos, de acuerdo con criterios preestablecidos, tratando de que una llamada no sea enrutada más que por aquellos nodos y canales estrictamente indispensables para completarla ^[8].

Así mismo existen nodos (centrales) que permiten enrutar una llamada hacia otra localidad, ya sea dentro o fuera del país. Este tipo de centrales se denominan centrales automáticas de larga distancia o terciarias. De acuerdo a la figura 9, este nivel esta ilustrado por las centrales internacionales.

En forma mas detallada cada central primaria realiza las siguientes funciones:

1. En principio, el teléfono del abonado se encuentra en estado de colgado, por lo tanto, la central primaria se encuentra en alerta, ya sea para iniciar una llamada generada por el abonado o bien para indicar a dicho abonado la presencia de una llamada.

2. Cuando un abonado levanta el auricular de su aparato telefónico, la central lo identifica y le envía una "invitación a marcar".

3. La central espera a recibir el número seleccionado, para, a su vez, escoger una ruta del usuario fuente al destino. Esta ruta puede ser tan grande o pequeña como sea necesaria ya que el destino puede estar conectado a una central primaria diferente. En este ultimo caso, dicha central esta obligada a conectarse con centrales de niveles superiores hasta conectarse con la central primaria que proporciona el servicio al abonado destino

4. Si la línea de abonado del usuario destino está ocupada, la central lo detecta y le envía al usuario fuente una señal ("tono de ocupado").

5. Si la línea del usuario destino no está ocupada, la central a la cual está conectado genera una señal para indicarle al destino la presencia de una llamada.

6. Al contestar la llamada el usuario destino, se suspende la generación de dichas señales y se establece propiamente la llamada.

7. Al concluir la conversación, las centrales deben desconectar el enlace y poner los canales a la disposición de otro usuario, a partir de ese momento.

8. Al concluir la llamada se debe contabilizar su costo para su facturación, para ser cobrado al usuario que la inició.

2.2.2 Tipos de señales

En este punto es preciso mencionar que todas las funciones que realizan las centrales telefónicas tanto para la comunicación de una central con el aparato del abonado como para la comunicación entre centrales, son implementadas a través del intercambio de señales eléctricas. Por lo tanto, existen un conjunto de señales diferentes, mostradas en la figura 10, que permiten el intercambio de información en el sistema telefónico y dependiendo del tipo de función que se vaya a realizar, las señales se clasifican en^[9]:

- Señales Acústicas
- Señales Numéricas
- Señales de Línea

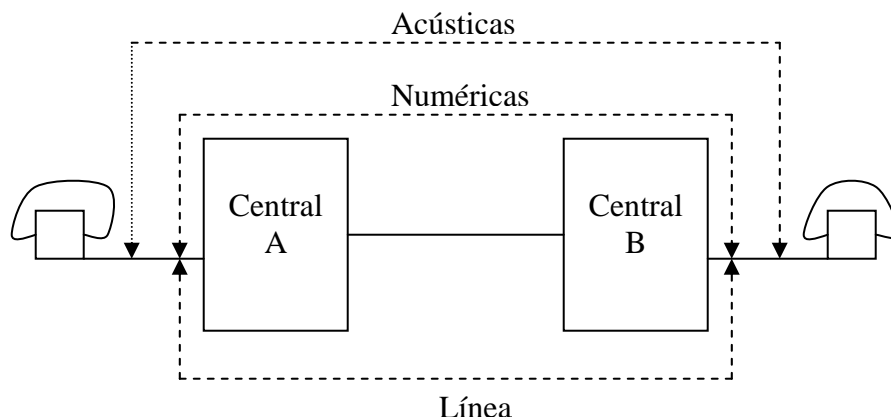


Figura 10. Tipos de señales dependiendo del tipo de información que se transmite

a. Señales acústicas

Las señales acústicas permiten al abonado detectar las condiciones y/o los cambios de estado de la red telefónica, tales como el tono de invitación a marcar y el tono de timbrado en el usuario destino (tono de Ring Back), entre otros.

b. Señales Numéricas

Las señales numéricas permiten al abonado y a los equipos efectuar la identificación y localización de las facilidades de la red telefónica. Las señales

numéricas están constituidas por los tonos DTMF generados por el teclado del teléfono del suscriptor.

c. Señales de Línea

Las señales de línea permiten al abonado y a los equipos, ocupar, supervisar y liberar las facilidades de la red telefónica. Generalmente este tipo de señales se establece entre las centrales telefónicas y por lo tanto son transparentes al usuario.

El sistema de señalizaciones debe satisfacer los requisitos de seguridad de servicio, velocidad de señalización y rentabilidad, requeridos por la administración a lo largo de toda la red. Es por ello que los sistemas de señalización normalizados por el CCITT (Comité consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico) han sido desarrollados según las necesidades y la tecnología de las telecomunicaciones.

2.2.3 Niveles de Señalización

Por otro lado dependiendo de quien genera la señal y hacia quien va dirigida, la señalización se clasifica a nivel de abonado, a nivel de línea y a nivel de registro.

a. Nivel de abonado

Las señales en este nivel permiten el intercambio de información entre abonado y central. Su realización se efectúa mediante el uso de señales tipo numéricas y acústicas entre el abonado y la parte de control de la central.

Las señales numéricas se transmiten desde el aparato telefónico hacia la central, mediante la acción conocida como marcación.

Las señales acústicas se transmiten desde la central hacia el aparato telefónico, por medio de tonos o mensajes grabados.

b. Nivel de línea

En el nivel de línea se encuentran las señales que permiten la ocupación, supervisión y liberación de la red telefónica. Su realización se efectúa mediante el uso de señales tipo línea, entre el abonado y la parte de la conexión de la central, así como entre centrales a través de sus repetidores.

c. Nivel de Registro

En el nivel de registro las señales permiten el intercambio de información de origen y destino entre centrales. Su realización se efectúa mediante el uso de señales tipo numéricas entre los registros ubicados en la parte de control de las centrales.

2.3 El teléfono

En la sección anterior se describió de forma general a la red telefónica enfocando la atención hacia las centrales de conmutación. Sin embargo como es de suponerse, el otro elemento fundamental de la red telefónica es el teléfono. Este constituye los puntos inicial y final de la RTPC y permite la interconexión con esta vasta red. Aunque los teléfonos electrónicos actuales ofrecen muchas más funciones que incluso los de hace una década, todo teléfono debe realizar al menos seis funciones que son las siguientes:

1. Solicitar a la Central local el uso de la red.
2. Dar información sobre el estado de la red. Esto es, le va notificando el progreso de la llamada, por ejemplo el tono de invitación a marcar, tono de rellamado, tono de ocupado, le dan una idea al usuario del estado que guarda su comunicación.
3. Indicarle a la central mediante tonos DTMF con que usuario desea comunicarse.
4. Informar cuando una llamada esté entrando.
5. Transmitir su voz hacia la red y recibir la voz de quien llama desde un punto distante de la red.
6. Dejar de usar la red cuando la llamada haya terminado.

Por medio del teléfono se pueden hacer y recibir llamadas telefónicas, pero se requiere de señales enviadas por la central telefónica que indiquen en que momento se puede hacer una llamada (tono de invitación a marcar), o estarla recibiendo (tono de timbrado) por lo que a continuación se describirán estas señales.

2.3.1 Interruptor de colgado/descolgado

El interruptor de colgado/descolgado es un conjunto de contactos eléctricos que conectan (o desconectan) el circuito de conversación del teléfono de la RTPC. Los teléfonos antiguos cuentan con un mecanismo

interruptor de colgado/descolgado con múltiples conjuntos de contactos accionados por el peso del auricular que descansa sobre el teléfono. Cuando el auricular está colocado sobre su base de descanso o “gancho”, los contactos del interruptor de colgado/descolgado están abiertos y el teléfono queda efectivamente imposibilitado para generar una llamada pero está en estado de alerta para recibir una llamada. Cuando se levanta el auricular de su base de descanso, la tensión de resortes cierra los contactos del interruptor de colgado/descolgado, conectando el teléfono a la RTPC.

Analizando con un osciloscopio la señal proveniente de la compañía telefónica, se puede observar que cuando el teléfono esta colgado aparece un voltaje diferencial (sin referencia a tierra) de alrededor de 48 Volts, con un pequeño rizo de menos de 1 volt a una frecuencia de 60 Hz (figura 11). La oficina central suministra este voltaje de alimentación de 48Vcd para producir la corriente del circuito y utilizarla para transmitir la voz. Este se conoce como voltaje de batería.

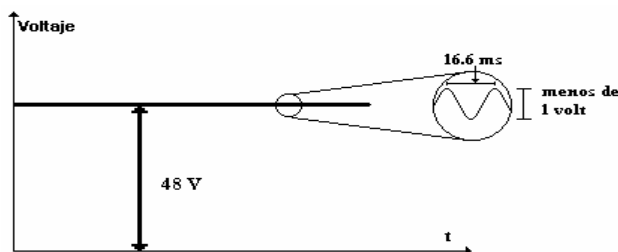


Figura 11. Señal de colgado

Al momento en que se descuelga el auricular, este nivel baja súbitamente hasta aproximadamente 6.5 V, “montándose” el tono de invitación a marcar sobre ese voltaje (figura 12). Este tono en nuestro país corresponde a una señal senoidal de 425 Hz cuya amplitud es de 700 a 800mVolts mV.

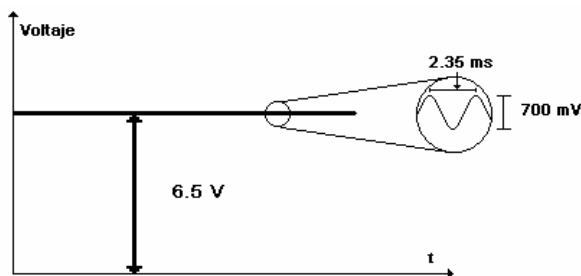


Figura 12. Señal de Descolgado y tono de invitación a marcar

En los teléfonos electrónicos actuales, estos contactos mecánicos han sido reemplazados en su mayor parte por un interruptor discreto de conexión/desconexión que activa un relevador sellado. El relevador contiene contactos similares a los contactos mecánicos, pero puede ser controlado digitalmente. En los teléfonos celulares e inalámbricos generalmente se utiliza la técnica del relevador.

Se debe mencionar que cada teléfono se conecta a la central telefónica a través de un par de alambres, llamados T (tip) y R (ring). Los nombres de los alambres de conexión se deben al nombre de las partes tip y ring del plug (conector) empleado en los tableros de las primeras centrales telefónicas.

Cuando el teléfono se encuentra colgado sobre su base, se mantiene la condición de “On-Hook”. En esta condición, el circuito entre el teléfono y la central telefónica se encuentra abierto, sin embargo se mantiene activo el circuito de timbrado.

2.3.2 Circuito de timbrado

Un circuito de timbrado es un dispositivo que se usa para avisar al usuario destino que se está recibiendo una llamada. Técnicamente, un indicador de llamada puede ser cualquier dispositivo (audible o visual) que atraiga su atención.

Para dar aviso a un teléfono colgado de la solicitud de llamada entrante, la oficina central manda ráfagas breves de entre 90 y 120 Vca a una frecuencia de aproximadamente 60 Hz. Esta es llamada “señal de timbrado” que se muestra en la siguiente figura.

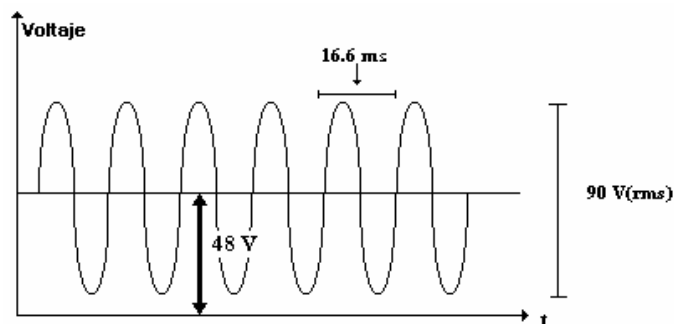


Figura 13. Señal de Timbrado

Actualmente, los indicadores de llamada electromecánicos han sido reemplazados por indicadores de llamada electrónicos basados en circuitos integrados.

2.3.3 Auricular

El sistema del auricular en su forma tradicional incluye el transmisor y el receptor del teléfono, los cuales se conectan a la red de conversación del teléfono a través de un cable en espiral largo.

El transmisor convierte las vibraciones sonoras de la voz en una corriente eléctrica variable que se aplica a la red. Los teléfonos clásicos usan un micrófono de carbón para convertir la voz en energía eléctrica. El micrófono de carbón esencialmente es un diafragma metálico rígido montado sobre una cápsula sellada que contiene gránulos de carbón comprimidos. Se hace pasar una corriente eléctrica a través de la cápsula de carbón, la cuál funciona como resistor. Cuando incide energía sonora sobre el diafragma metálico, la cápsula se expande y se comprime. Esto cambia la densidad del contenido de carbón comprimido y da como resultado una resistencia que varía con la energía sonora. Estas variaciones de resistencia hacen que varíe la corriente, dependiendo de la intensidad de la voz, de tal forma que la señal eléctrica resultante represente voz. Sin embargo la mayoría de los teléfonos electrónicos actuales utilizan un micrófono de electret ó electrodinámico en lugar del micrófono de carbón tradicional.

El receptor invierte el proceso convirtiendo la corriente en ondas sonoras que pueden oírse. Un receptor básico consiste en un diafragma metálico rígido colocado cerca de un imán permanente rodeado por una bobina de alambre. Cuando circula corriente de señal de voz a través de la bobina, el campo electromagnético resultante interactúa con el imán permanente y hace que el diafragma vibre. Esta vibración crea sonido que recrea la voz de quien habla. Aunque el principio en que se basan los receptores ha cambiado poco desde su invención original, mejores materiales y diseños han dado como resultado elementos receptores más pequeños y confiables.

2.3.4 Señalización DTMF

Tradicionalmente la manera de indicar a la central telefónica la intención de realizar una llamada era mediante la marcación de pulsos. Este

sistema consistía en enviar hacia la central telefónica un cierto número de pulsos correspondientes a cierto número marcado. Por ejemplo para marcar el número seis, desde el teléfono origen se enviaban 6 pulsos consecutivos hacia la central telefónica tal como se muestra en la siguiente figura.

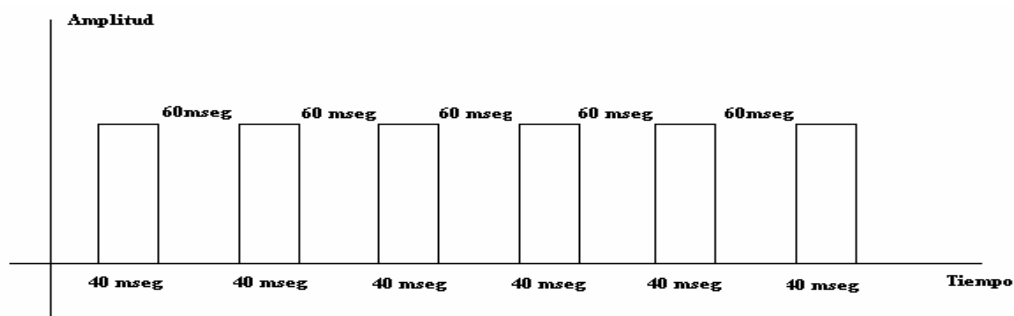


Figura 14. Ejemplo de pulsos al marcar el número seis

Sin embargo desde la década de los 70's, se empezaron a utilizar señales diferentes cuyas frecuencias estuvieran dentro de la banda telefónica, de 300 a 3400 Hz. De esta forma se dió origen a la marcación por tonos, es decir, señales audibles bien definidas que se pueden enviar y detectar en forma inconfundible.

Siendo mas específicos, la marcación por tonos se caracteriza por la generación de dos tonos únicos por cada tecla presionada, es decir, un doble tono multifrecuencial o DTMF (Dual Tone Multi Frequency)

Se eligió un conjunto de frecuencias bajas y un conjunto de frecuencias altas o tonos bajos y tonos altos, y para cada dígito del 0 al 9, se enviará la suma algebraica de dos señales senoidales, una del conjunto de tonos bajos y otra del conjunto de tonos altos, de acuerdo a la tabla siguiente:

Tecla	Frec. Bajas		Frec. Altas
1	697	+	1209 Hz.
2	697	+	1336 Hz.
3	697	+	1477 Hz.
A	697	+	1633 Hz.
4	770	+	1209 Hz.

Tecla	Frec. Bajas		Frec. Altas
5	770	+	1336 Hz.
6	770	+	1477 Hz.
B	770	+	1633 Hz.
7	852	+	1209 Hz.
8	852	+	1336 Hz.
9	852	+	1477 Hz.
C	852	+	1633 Hz.
*	941	+	1209 Hz.
0	941	+	1336 Hz.
#	941	+	1477 Hz.
D	941	+	1633 Hz.

Tabla 1. Frecuencias altas y bajas y utilizadas para generar los tonos

Así por ejemplo cuando la tecla 1 se pulsa se envía la señal que es la suma de dos senoidales, como se muestra en la siguiente figura, una de frecuencia 1209 Hz. y la otra de 697 Hz, y la central telefónica podrá decodificar esta señal como el dígito 1.

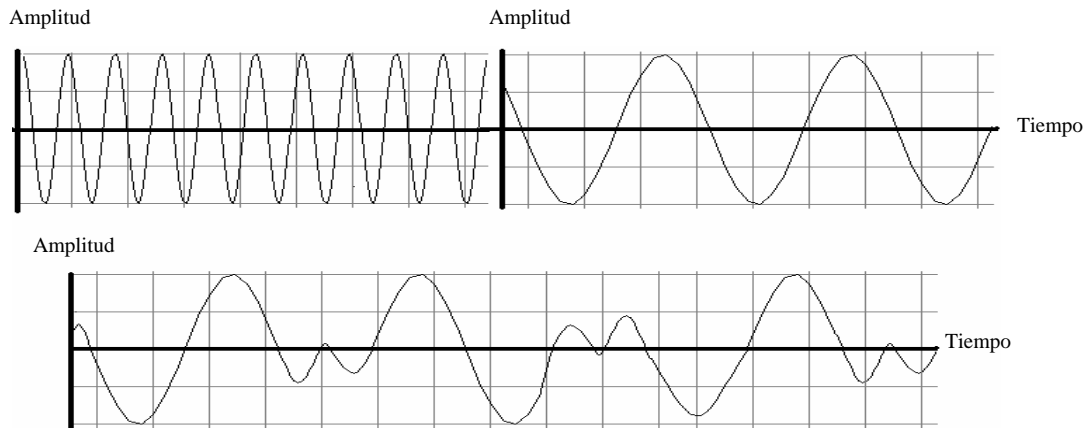


Figura 15. Frecuencia de 1209 Hz, 697Hz y la suma de ellas

En este caso al pulsar alguna tecla del teléfono, se ordena al circuito generador de señalización DTMF que sume las frecuencias y las envíe por la línea telefónica.

Los teléfonos normales utilizan el teclado comercial y los teléfonos o aparatos especiales utilizan además las teclas A, B, C y D, que junto con el teclado convencional constituyen el teclado extendido.

Los tonos de las señales de multifrecuencias fueron diseñados de forma que no sean armónicos de frecuencias muy usadas como de 60 Hz. de modo que si los tonos son enviados con exactitud y así también son decodificados, la señalización DTMF supera a la de pulsos al ser más rápida, tener más dígitos (16 en lugar de 10), ser más inmune al ruido, estar en la banda audible y permitir sobremarcación. Además suenan melódicos al oído y para aquellas personas con oído musical podrán recordar un número telefónico por como suena la melodía al marcarlos.

Las frecuencias emitidas por el aparato telefónico tienen las siguientes características:

- a) La desviación entre cada frecuencia emitida, con la frecuencia nominal debe ser menor al 1.8%.
- b) Los productos de distorsión (resultantes de una intermodulación o de armónicas) deben estar a un nivel cuando menos 20 dB debajo de las frecuencias fundamentales.
- c) El nivel de transmisión de cada frecuencia deberá ajustarse a las condiciones establecidas en el “Plan de Transmisión” para las líneas de abonado. De acuerdo a esto, la siguiente tabla muestra los niveles de transmisión propuestos para el grupo de frecuencias inferiores y para el grupo de frecuencias superiores.

Parámetro	Valor	Tolerancia
- Nivel de Transmisión (Grupo Inferior)	-8 dBm	+ - 2 dB
- Nivel de Transmisión (Grupo Superior)	-6 dBm	+ - 2 dB
- Diferencia de Niveles Nivel grupo superior > Nivel grupo inferior	2 dBm	+ - 1 dB

Tabla 2. Niveles de transmisión propuestos.

Los tonos solo pueden tener variaciones de $\pm 1.5\%$ de su frecuencia fundamental, y normalmente la señal de tono alto es 3 a 4 dB más fuerte que la de tono bajo. Actualmente existen una gran variedad de circuitos integrados, tanto generadores, como detectores DTMF, así mismo ya

empiezan a aparecer en el mercado circuitos microcontroladores que incluyen el detector y generador de DTMF como parte interna de los mismos y con capacidad de control del programa. La duración de la emisión de las dos frecuencias que componen un dígito y de la pausa interdigital, es como lo muestra la siguiente tabla:

Parámetro	Valor
Dígito	> 40 mseg
Pausa Interdigital	> = 40 mseg

Tabla 3. Parámetros de las frecuencias que componen un dígito

Las frecuencias recibidas por la central, deberán tener los valores de duración y de nivel de transmisión que se muestran en la siguiente tabla. Estos valores difieren del punto anterior, ya que se ven afectados por las condiciones eléctricas y mecánicas de la línea de abonado.

	Parámetro	Valor
▪ Dígito	Reconocimiento	> 40 mseg
	Puede o no ser reconocido	$20 \leq T \leq 40$ mseg < 20 mseg
	Rechazo	> 40 mseg
▪ Pausa	Reconocimiento	$20 \leq T \leq 40$ mseg
	Puede o no ser reconocido	< 20 mseg
	Rechazo	

Tabla 4. Parámetros que las frecuencias deberán tener

2.4 Establecimiento de la Comunicación Telefónica

Cuando se descuelga el teléfono, la central envía un tono de invitación a marcar, advirtiéndole que se encuentra lista para recibir un número telefónico. Ahora bien, cuando la central telefónica reconoce la marcación de un número telefónico esta envía una señal de timbrado al teléfono destino. Si el teléfono

destino pasa al estado de Off-Hook (es decir se descuelga), entonces la central elimina la señal de timbrado del teléfono destino y la señal de ring back del teléfono origen. De esta manera se cierra el lazo de unión entre los dos suscriptores, permitiéndose así la comunicación entre ambos.

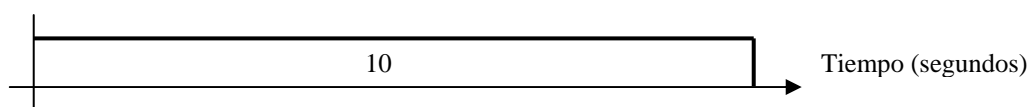
En la tabla siguiente (tabla 5) se resumen los principales tipos de señales, algunas de ellas mencionadas anteriormente, presentadas entre las terminales tip y ring de un teléfono dependiendo del estado en que se encuentre.

Estado del teléfono	Función
Colgado	Indica que el teléfono esta disponible para iniciar o contestar una llamada.
Descolgado	Indica que el teléfono esta disponible para contestar o para iniciar una nueva llamada.
Tono de Timbrado	Indica al teléfono destino la petición de llamada de otro suscriptor.
Tono de Ocupado	Indica que se ha establecido la conexión con el teléfono destino pero esta ocupado.
Tono de Ring Back	Indica que se ha establecido la conexión con el teléfono destino y ha empezado a timbrar.
Tono de invitación a marcar	Informa al suscriptor que puede empezar a marcar.

Tabla 5. Principales tipos de señales presentadas en las terminales Tip y Ring

A continuación se muestran las cadencias de presencia de algunas señales, esto es, la duración de los tonos de diversas frecuencias (la mayoría de 425Hz) que escuchamos en el auricular del teléfono y que están presentes en la línea telefónica.

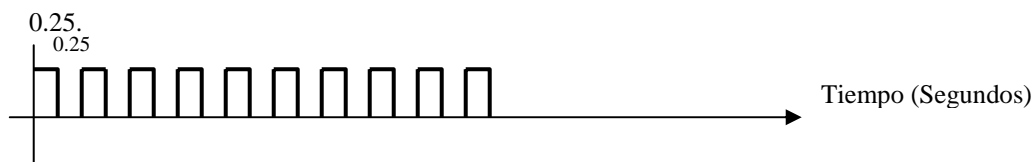
El Tono de invitación a marcar tiene una frecuencia de 425 Hz. y una presencia continua durante 10 segundos después de descolar el teléfono .



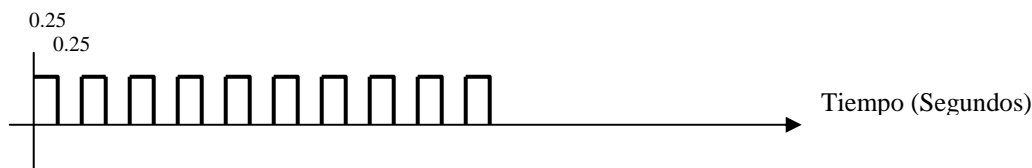
El tono de Ring Back tiene una frecuencia de 425 Hz. y presencia de 1 segundo y 4 segundos sin señal por lo que su ciclo es de 5 segundos.



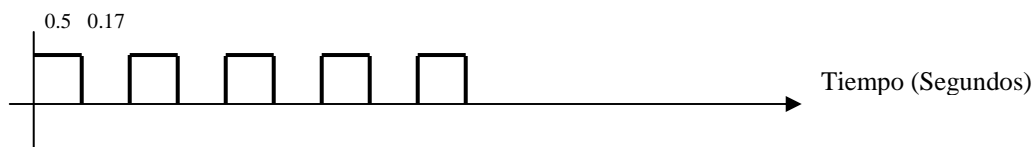
El tono de Ocupado tiene una frecuencia de 425 Hz y esta presente durante 0.25 segundos y 0.25 de ausencia, teniendo un ciclo de 0.5 segundos.



El tono de Congestión tiene frecuencia 425 Hz. y al igual que la señal de ocupado la señal se presenta 0.25 segundos y se ausenta 0.25, por lo que tiene un ciclo de 0.5 segundos.



Al igual que los tonos anteriores el tono de Intervención tiene una frecuencia de 425 Hz. y una presencia de la señal de 0.5 segundos, 0.17 segundos de ausencia, 0.17 segundos de presencia y por ultimo 0.17 segundos de ausencia para tener un ciclo de 1.03 segundos.



El tono de llamada en espera es de 425 Hz. y tiene una presencia de 0.2 segundos, 0.6 segundos de ausencia, 0.2 segundos de presencia y 10 segundos de ausencia para completar un ciclo de 11 segundos.



Para que un usuario establezca la comunicación telefónica con otro, existen ciertos números que deben ser marcados al inicio de la llamada, dependiendo si se trata de una llamada local, Nacional o Internacional. Las llamadas locales se realizan marcando primero el número de código del área

que le corresponda, que en el centro de Oaxaca es 51, posteriormente el número telefónico asignado al usuario al que se desea llamar. En la siguiente tabla se muestran los códigos para realizar una llamada de larga distancia dependiendo en que forma se desee.

Tipo de llamada	Nacional	Estados Unidos y Canadá	Internacional
Larga distancia automática (marcación directa)	01	001	00
Larga distancia con asistencia de operadora	02	09	09
Larga distancia vía operadora (asistencia personal)	020	090	090

Tabla 6. Códigos para realizar una llamada de larga distancia

Para que un usuario establezca una llamada a un teléfono celular desde un teléfono conectado a la central y en donde ambos se encuentran en la misma área se deberá marcar 044 y el número asignado al teléfono celular. En caso de no estar ambos en la misma área se deberá marcar 01 y el número del teléfono celular.

Existen números de servicios, los cuales proporcionan desde la hora hasta poder reportar una emergencia, estos números se muestran en la siguiente tabla.

Descripción	Número de Servicio
Larga distancia vía operadora	020
Hora exacta	030
Despertador	031
Asistencia de directorio nacional	040
Atención a clientes sobre reparación de líneas telefónicas y cambio de aparatos	050
Atención a clientes sobre servicios de larga distancia	055
Emergencias	060
Larga distancia internacional vía operadora	090

Tabla 7. Números de Servicios

Hay otros códigos que sirven para activar o desactivar servicios especiales, esto dependiendo si han sido contratados a la empresa y si ya han

sido activados. En la siguiente tabla se muestran los códigos con la función que realiza.

Descripción	Código
Activar el servicio de llamada en espera	* 4 3 #
Desactivar llamada en espera	# 4 3 #
Tomar una segunda llamada sin perder la primera	R 2
Transferir llamadas a otro teléfono	* 2 1 * No. de Teléfono #
Cancelar transferencia	# 2 1 #
Incluir a una tercera persona en la conversación	R No. de Teléfono R 3
Ingresar al buzón de voz	* 2 0 # Clave personal

Tabla 8. Números de Servicios Especiales

2.5 Resumen

La red publica telefónica esta constituida por varias centrales de conmutación distribuidas jerárquicamente, las cuales son las encargadas de enrutar las llamadas a sus destinos y de enviar la señalización correspondiente a la red. Estas señales varían dependiendo del tipo de la señal y de la dirección.

El teléfono es la parte inicial y final de la red telefónica, este aparato interpreta las señales e indica por medio de tonos audibles que esta ocurriendo en la línea telefónica. Para realizar el proceso del establecimiento de la comunicación telefónica entre dos usuarios de la red, la central envía tonos que son frecuencias audibles con diferentes cadencias para que puedan ser identificados por los usuarios, y son precisamente estos tonos los que serán detectados y servirán mas adelante para determinar que acción efectuará el sistema.

Este capitulo es de gran importancia ya que permite conocer el origen de las señales, hacia quien van dirigidas y las características eléctricas de cada una de ellas, esto servirá para diseñar y tener una mejor comprensión de los circuitos que se utilizarán en el desarrollo del sistema.

También se explico en este capitulo el teléfono y las partes principales que lo componen, que circuitos participan cuando hay un enlace telefónico entre dos usuarios y que tonos son enviados a través de la línea telefónica

cuando se oprime un caracter del teclado del teléfono, esto último para que el sistema pueda reconocer los tonos y pueda interpretarlos.

Por último en este capitulo se explicó la forma en que se establece una comunicación telefónica, cuales son las señales y sus cadencias que participan en ella. Así mismo se mencionaron algunos servicios especiales y cuales son la secuencia de caracteres que utilizan, ya que en el sistema se utilizaran la entrada de diferentes códigos para realizar las funciones y no deben interferir con los códigos de los servicios especiales.

III. DESCRIPCIÓN DEL HARDWARE

3.1 Introducción

En el presente capítulo se describe el hardware del sistema llamado “Sistema telefónico multifuncional aplicado a la comunicación de personas hipoacúsicas”, cuyo objetivo es llevar un control y el registro de las llamadas realizadas con el teléfono. Para realizar esto el sistema cuenta con un protector de llamadas de larga distancia (*protector lada*), un protector de llamadas a teléfono celular (*protector celular*) y cuenta con un protector que no permite pasar llamadas a altas horas de la noche (*protector nocturno*). El sistema cuenta también con una memoria disponible para almacenar el nombre y número de teléfono de algún conocido (*agenda*).

Debido a que el sistema se desarrolló pensando en la comunicación telefónica de personas con problemas de audición se implementó un *circuito que se ilumina* cuando el teléfono está timbrando, además por medio del sistema se podrán *enviar y mostrar mensajes* que servirían para la comunicación telefónica de personas sordas e hipoacúsicas.

El envío de mensajes se realiza enviando tonos DTMF por la línea telefónica y que son decodificados por un *circuito decodificador de tonos*. Posteriormente son analizados por el sistema y son mostrados mensajes en un *display*.

Para cuando se desee que no se realicen llamadas a un teléfono celular o de larga distancia, se implementaron las funciones de *protector celular* y *protector lada*, que son ejecutadas activando un relevador que desconecta el teléfono de las terminales Tip y Ring y con ello no seguir generando tonos originados al marcar.

Cuando no se deseen recibir llamadas en la noche, el sistema cuenta con un *protector nocturno* que no permitirá que el teléfono timbre en un horario de 22:00 P.M a 7:00 A.M.

Para poder registrar en el sistema las llamadas telefónicas realizadas, el sistema cuenta con un *detector de tonos de Ring Back*, este detecta los tonos que envía la central telefónica, y cuando se detecte que se dejen de enviar los tonos, tomar como una llamada realizada y así almacenar en una *memoria*

eprom la hora y fecha tomada de un *reloj de tiempo real*. Posteriormente estos datos almacenados podrán ser enviados a una PC por medio del puerto serial para ser interpretados por un software en Visual Basic y poder llevar un registro de las llamadas realizadas.

El sistema cuenta también con una *agenda*, donde se pueden almacenar el nombre y número telefónico de algún conocido o número de emergencia. Este sistema será controlado por un *microcontrolador* el cual determinara que acción se debe ejecutar en un momento dado.

Por lo que el sistema básicamente esta compuesto por un microcontrolador Pic16F874, un reloj de tiempo real DS128877A, una memoria Eeprom AT28C64B, un display TM162AAC6, un decodificador de tonos DTMF CM8870, un detector de frecuencia LM567, un circuito de comunicación serial MAX232, un circuito detector de timbrado MC34012, un circuito con transistores darlington ULN2803, un transformador de audio, relevadores, resistencias y capacitores, todos ellos se encuentra en el diagrama esquemático del apéndice B . Así las partes que componen el sistema son:

- Detector de Timbrado
- Detector de Colgado/Descolgado
- Detector de Tonos de Ring Back
- Decodificador de Tonos
- Reloj de tiempo real
- Memoria Eeprom
- Microcontrolador
- Descolgado de línea
- Interfaz de comunicación serial
- Generador de timbrado

Con este sistema se pretende tener un control sobre nuestro teléfono ya que hasta el momento ningún sistema telefónico cuenta con todas estas características en un solo dispositivo. Además de darle la posibilidad a personas con problemas de audición de comunicarse con otras personas, así como de enviar mensajes de auxilio en situaciones apremiantes.

3.2 Funcionamiento del Sistema

Una vez que se alimenta al sistema con un voltaje de 4.5 a 5 volts de c.d. el sistema mostrará en el display la hora y fecha actual que es tomada de un *reloj de tiempo real*. Después de esto, el sistema permanecerá monitoreando la señal del *circuito detector de colgado/descolgado* y así mismo la señal del *circuito detector de timbrado*. Primero se describirá lo que sucede cuando se detecta la señal de descolgado del teléfono y posteriormente se describirá lo que ocurre cuando se detecta la señal de timbrado.

Cuando el microcontrolador detecta en su pin conectado al circuito detector de descolgado, un nivel alto (5 volts) indicando que se ha descolgado el teléfono, el micro esperara la llegada de la señal StD proveniente del *circuito decodificador de tonos DTMF*, cuando se presente esta señal el microcontrolador podrá leer el puerto que tiene conectado a las salidas binarias del *decodificador de tonos* para analizar este dato y determinar si se trata de un código o si se trata de realizar una llamada local, a teléfono celular o de larga distancia. En caso de ser una llamada a teléfono celular o larga distancia y están activadas sus protecciones, para no permitir que se realicen cualquiera de ellas, el microcontrolador enviara un pulso alto a un pin del circuito con transistores darlington para obtener mayor corriente y habilitar un relevador que desconecta las terminales Tip y Ring del teléfono, con esta acción el teléfono no tendrá voltaje para seguir generando tonos DTMF.

En caso de no estar activadas las protecciones o si se trata de establecer una llamada local, el microcontrolador debe monitorear el pin de entrada del *circuito detector de tonos de Ring Back*, una vez que se ha marcado el número del usuario destino y esperar a que la central telefónica envíe estos tonos para entonces determinar si se trata de un tono de ocupado o de ring back, en caso de ser un tono de ring back el micro esperará a que la central telefónica deje de enviar estos tonos y tomar como una llamada realizada, para así almacenar en una *memoria eeprom* la fecha, hora de inicio y de fin de la llamada. Estos datos podrán ser enviados a una PC por medio de un *circuito de comunicación serial* y ser interpretados por un software en Visual Basic.

Cuando el microcontrolador detecta en su pin conectado al *circuito detector de timbrado*, un nivel bajo (0 volts) el micro revisará si se encuentra activado el protector nocturno, si no se encuentra activado el teléfono timbrará normalmente, además el micro enviara un nivel alto a un pin del circuito con transistores darlington para habilitar un relevador que permite que se *ilumine*

un circuito y así anunciar la presencia de una llamada telefónica. En caso de estar activado el protector nocturno el micro enviará un nivel alto al pin del circuito que controla un relevador y así activar el *circuito que simula el descolgado del teléfono*, para que espere una clave que deberá validar el microcontrolador. En caso de ser válida, el micro habilitará un relevador que activa un buzzer simulando el timbrado del teléfono, además se iluminará el circuito indicando la presencia de una llamada.

Lo que se acaba de mencionar es la forma general como opera el sistema, y la primera parte consiste en detectar los tonos provenientes de la línea telefónica, que será lo que a continuación se describirá.

3.3 Subsistemas que utilizan la línea telefónica (terminales Tip y Ring)

La primera parte del sistema consiste en detectar las señales de colgado/descolgado y la señal de timbrado, que se encuentran en la línea telefónica, para ello se deben analizar las señales en las terminales tip y ring por medio de subsistemas o circuitos diseñados para esta tarea. Estas señales deben indicar al control principal (microcontrolador) que acción debe realizar.

Para tener un panorama sobre los subsistemas o circuitos que utilizan la línea telefónica, se muestra el siguiente diagrama a bloques general y mas adelante se explicará la forma en que opera cada uno de estos subsistemas.

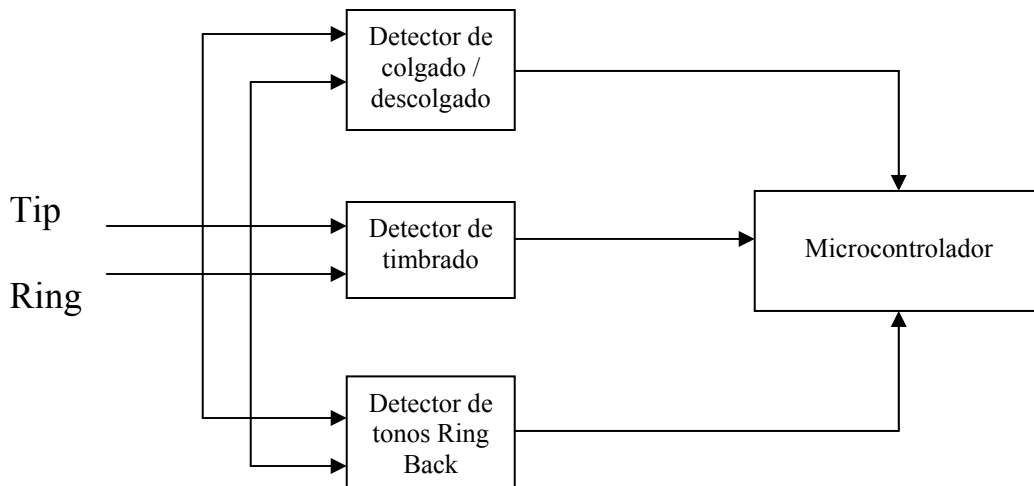


Figura 16. Diagrama que muestra las entradas del sistema telefónico multifuncional

3.3.1 Detector de colgado/descolgado

Para detectar los cambios de voltaje en la línea telefónica cuando se cuelga o descuelga el teléfono y al mismo tiempo obtener la salida en niveles de voltajes TTL, se diseñó un circuito mostrado en la figura 17. Cuando el circuito detector le indique al control principal que el teléfono esta descolgado, este se pondrá en alerta para recibir la señal StD del decodificador de tonos y posteriormente el caracter oprimido en el teclado del teléfono y determinar si se trata de un código de activación/desactivación de alguna función o si se trata de realizar una llamada telefónica.

En la línea telefónica se encuentra un nivel de voltaje de 48 Volts de Cd., pero como es un voltaje diferencial, se requiere un puente de diodos para obtener un voltaje de referencia fija (figura 17). Este voltaje permitirá polarizar el transistor BC548 ($\beta_{cd} = 110$), cuyas características se encuentran en el apéndice A, que hace la función de un interruptor proporcionándonos como salida voltajes TTL. El transistor se encuentra en corte y saturación, para así obtener a la salida un uno lógico (5volts) cuando el teléfono se encuentra descolgado y un cero lógico (0 lógico) cuando esta colgado.

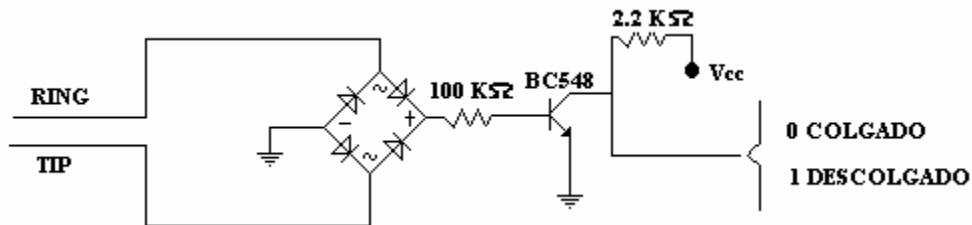


Figura 17. Circuito detector de colgado/descolgado

En la figura anterior se muestran los cables de la línea telefónica (Tip y Ring) conectados a la entrada del puente de diodos en los cuales se encuentra el voltaje diferencial de 48 Volts, a la salida del puente se obtiene un voltaje con referencia a tierra, este voltaje es conectado a la base del transistor por medio de una resistencia de 100 KΩ y es el voltaje que debe variar para realizar los cambios de estados del transistor. Por lo que, para que se den las condiciones de saturación se tiene que cumplir con la siguiente condición:

$$I_B > \frac{I_{C\text{ saturación}}}{\beta_{dc}} \quad \text{y se tiene que}$$

$$I_{C\text{ saturación}} = \frac{V_{cc}}{R_C} = \frac{4.8}{2200} = 2.18\text{mA}$$

$$I_B = \frac{V_i - 0.7}{R_B} = \frac{48 - 0.7}{100000} = 0.4\text{mA}$$

$$I_B > \frac{0.00218}{110} \quad \text{por lo que se cumple que}$$

$$0.4\text{mA} > 0.00001981$$

Para que el transistor permanezca en estado de corte se debe cumplir:

$$I_B = 0\text{Amperes}$$

$$\text{así tenemos que } I_B = \frac{6.8}{100000} = 0.00006\text{Amperes}$$

Es por eso que para tener el transistor en estado de saturación se debe tener una corriente en la base del transistor de 0.4mA o mayor, y así el voltaje de salida en el colector será de 0 Volts y cuando se descuelgue el teléfono la corriente en la base en el transistor será cerca de 0 Amperes, así se polarizara el transistor dejándolo en estado de corte y el voltaje de salida en el colector será de 4.8 Volts.

3.3.2 Detector de timbrado

La función del detector de timbrado consiste en indicar al control principal la llegada de una llamada telefónica, y este pueda avisar al usuario la existencia de una llamada telefónica activando un relevador que enciende un circuito luminoso para que pueda ser visto por las personas con problemas de audición. También sirve cuando esta activado el protector nocturno para que el control principal active el circuito que simula el descolgado del teléfono y esperar la clave que debe introducir el usuario que se desea comunicarse.

Cuando un usuario intenta realizar una comunicación telefónica, la central manda la señal de timbrado (90 volts rms) al usuario destino para hacer sonar la campanilla del teléfono, esta señal debe detectarla el circuito MC34012 (apéndice A) e indicar al control principal que existe señal de timbrado en la línea telefónica y realizar la acción adecuada (figura 18).

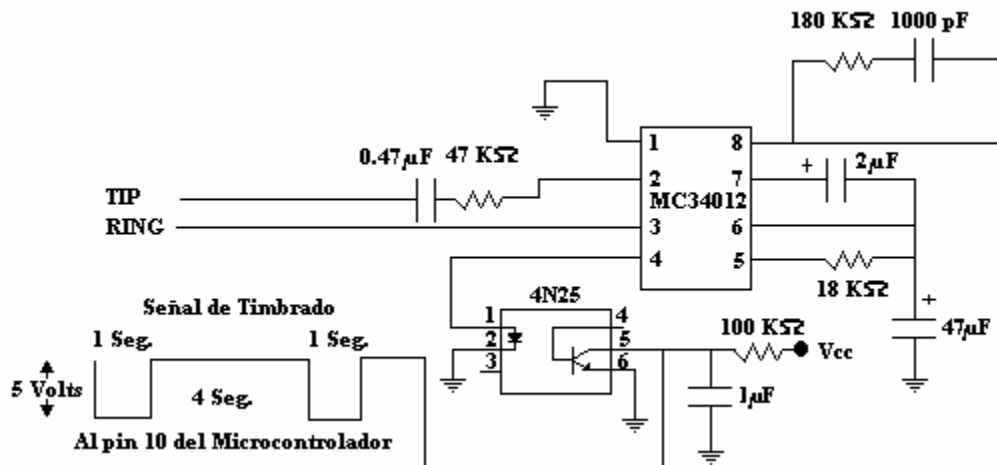


Figura 18. Circuito detector de timbrado

En el detector de timbrado se utilizó el circuito MC34012, la función del circuito es básicamente detectar la presencia de la señal de C.A. en la línea telefónica, la rectifica por medio de un puente de diodos y así mismo produce una salida lógica para el sistema. Esto es cuando el tono de ring está presente este se muestra como un alto (5 volts) a la salida del circuito y un bajo (0 volts) cuando existe ausencia del ring.

En la figura anterior están conectados los cables de la línea telefónica a los pines 2 y 3 (entradas a un puente de diodos) del circuito MC34012 el cual es el encargado de rectificar y detectar la señal de C.A. cuando se encuentre presente en la línea telefónica. La salida del circuito MC34012 (pin 4) está conectada al pin 1 del optoacoplador 4N25 (Apéndice A). Este optoacoplador se utilizó con el fin de aislar cualquier señal de C.A. o un voltaje de C.D. muy grande que pudiera llegar al control principal y dañarlo. El optoacoplador tiene en su interior un diodo, que polarizándolo en forma directa emitirá luz, y un fototransistor que al detectar la luz pasará de un estado de saturación a un estado de corte, teniendo a la salida del circuito (pin 5) 0 Volts cuando se presente la señal de timbrado en la línea telefónica (figura 18).

3.3.3 Detector de Tonos de Ring Back

Este detector también utiliza la línea telefónica como entrada para detectar los tonos de Ring Back y es útil para saber si la llamada fue contestada. Cuando un usuario intenta realizar una llamada, una vez marcados los números del usuario destino, la central envía tonos audibles al usuario que

origina la llamada indicando que se le esta avisando al usuario destino que tiene una llamada, al contestar la llamada la central eliminara los tonos y establecerá la comunicación. Si la línea del usuario destino esta ocupada se escucharan los tonos de ocupado. Por lo que este detector tiene una función muy importante, ya que consiste en detectar los tonos que lleguen de la central telefónica.

Con este detector (figura 19) el control principal se da cuenta que es lo que ocurre en la línea telefónica, ya que detecta los tonos de rellamado, de ocupado, de congestión y todos aquellos tonos que se encuentren en la frecuencia de 425 Hz. Esto se realizó utilizando un decodificador de tonos LM567 (apéndice A), el cual tiene la función de detectar cualquier señal que esté en el rango de 410 a 460 Hz. Con esta señal el microcontrolador se dará cuenta en que momento la central deja de enviar los tonos de Ring Back y tomar como válida la llamada para guardar el número telefónico marcado, la hora y fecha en una memoria Eeprom.

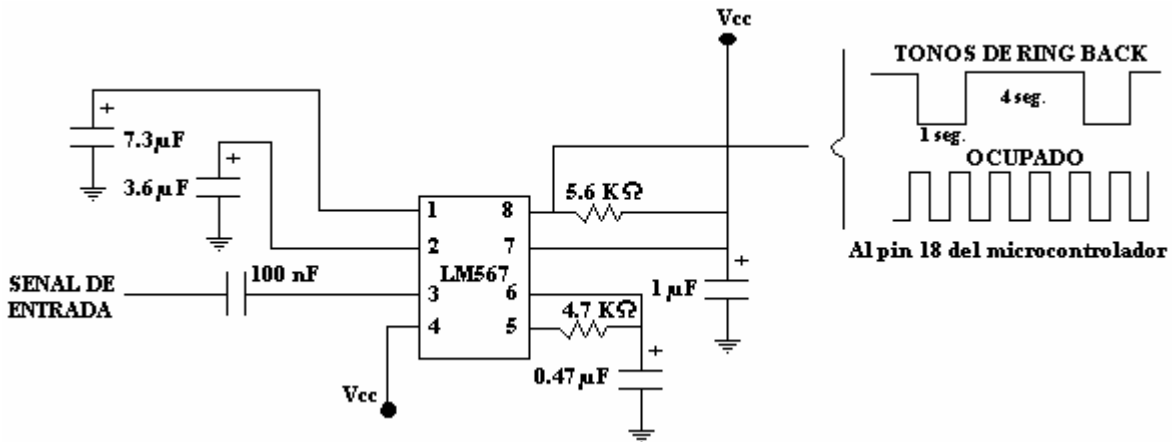


Figura 19. Detector de tonos Ring Back

En la figura 19 se muestra la señal de entrada, conectada al pin 3 del circuito LM567. La salida de este circuito es en el pin 8 y es baja (0 Volts) cuando la frecuencia de entrada es igual a la frecuencia central del circuito. Esta frecuencia central se ajusta mediante el resistor y capacitor de sincronía, pines 5 y 6 respectivamente. El resistor de sincronía debe oscilar entre 2 y 20 KOhms. El circuito LM567 puede ajustarse para detectar cualquier señal de entrada entre 0.01 Hz y 500 Khz. También será necesario por lo menos 1 segundo de presencia de señal de entrada para ser detectada, esto cuando la frecuencia es muy baja. La alimentación del circuito es de 5 Volts en el pin 4 y tierra en el pin 7.

3.4 Circuitos periféricos que ayudan al control del sistema

De acuerdo a los requerimientos del sistema, el bloque de control (microcontrolador) tiene como entradas la señal de colgado/descolgado, de timbrado y los tonos de Ring Back, pero además requiere de circuitos periféricos que le serán útiles para realizar las funciones al sistema (figura 20). Estos periféricos son: un decodificador de DTMF (CM8870), un reloj de tiempo real (DS12887A), una memoria Eeprom (AT28C64B), un display LCD (TM162AAC6) y un circuito de comunicación serial (MAX232). Por lo que a continuación realizaremos una descripción breve de estos circuitos electrónicos involucrados en el sistema.

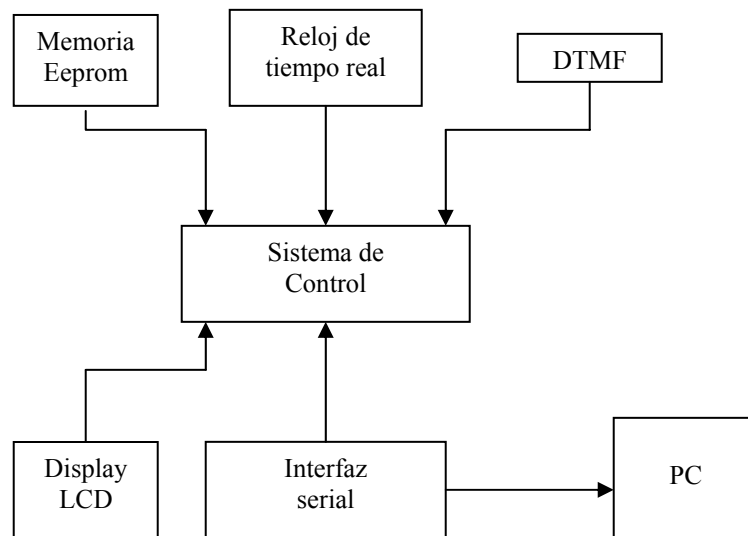


Figura 20. Diagrama que muestra los periféricos del sistema de control

3.4.1 Decodificador de doble tono multifrecuencia (DTMF)

La decodificación de los tonos enviados por el teléfono es sumamente importante ya que por medio de ellos el control principal analizará el dato de entrada y lograr así identificar de que código se trata y realizar la función correspondiente. Además este circuito ayuda a saber si se trata de una llamada de larga distancia o llamada local.

Para poder decodificar los dobles tonos multifrecuenciales generados por el teclado del teléfono al oprimir un dígito o carácter, se utilizó el circuito CM8870, que es un decodificador de tonos de DTMF (apéndice A). Su arquitectura consiste de filtros pasabandas y funciones de decodificación digital integradas. Su funcionamiento consiste en separar los grupos de tonos altos y bajos, en seguida un contador digital verifica la frecuencia y duración de los tonos recibidos y después, pasa el correspondiente código al bus de salida, cuando termina la conversión de los tonos en un código pone en alto la señal StD. Con estas especificaciones se puede notar que como entrada necesita la señal DTMF y como salidas el código convertido y la señal StD (figura 21).

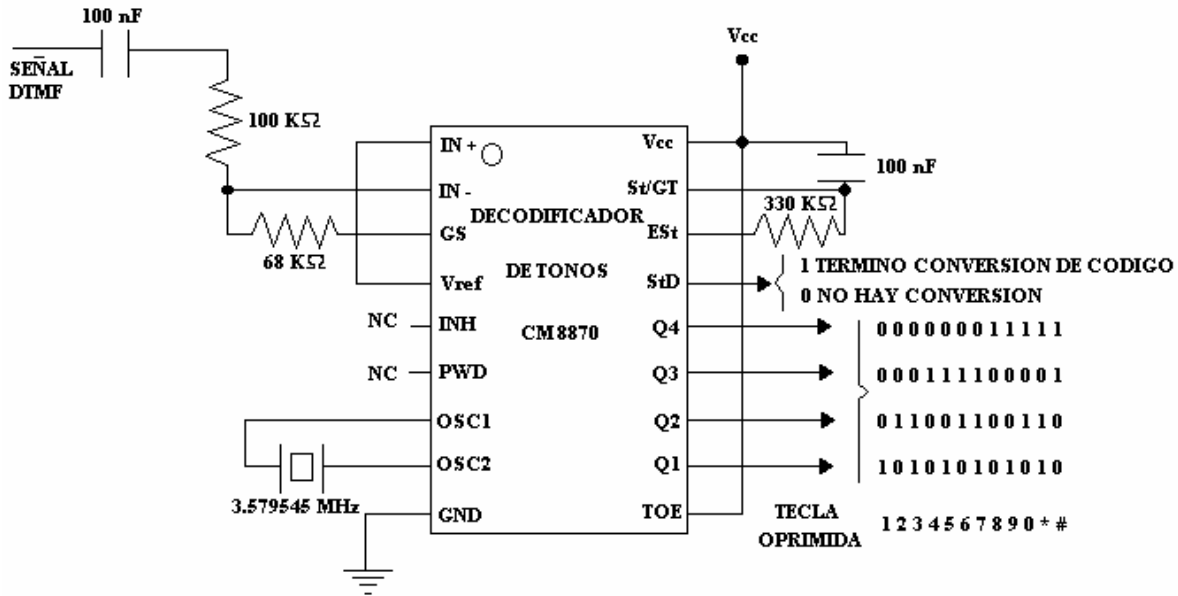


Figura 21. Decodificador de tonos DTMF

La señal de entrada DTMF al circuito CM8870 es en el pin 2 (entrada inversora del amplificador interno del circuito). Los pines Q1, Q2, Q3 y Q4 representan la salida binaria del tono DTMF introducido y permanecen en ese nivel hasta que sea convertido otro tono DTMF. El pin StD es un pin de salida, cuando se pone en alto indica que un tono DTMF ha sido convertido adecuadamente y se encuentra disponible en las salidas. El pin TOE se habilita en alto y esto permite que funcionen las salidas Q1, Q2, Q3 y Q4. El pin ES se pone en alto cada vez que el algoritmo digital del circuito ha detectado un tono válido. Por último, para completar el circuito de reloj interno es necesario

colocar un oscilador de cristal de 3.579545 MHz tal como se muestra en la figura anterior.

3.4.2 Reloj de Tiempo Real

En primer lugar por medio del reloj de tiempo real, se puede conocer la hora y fecha y mostrarla en el display, mientras el sistema se encuentra en estado de espera de que ocurra algún evento. En segundo lugar ayudará a guardar en la memoria eeprom la fecha, hora de inicio y final en que se haya realizado alguna llamada telefónica, esto con el fin de tener un registro de llamadas realizadas.

El Reloj de tiempo real es el DS12887A (apéndice A), algunas de las características del reloj son:

- Tiene una memoria no volátil con mas de 10 años de operación en ausencia de voltaje.
- Cuenta segundos, minutos, horas, días, día de la semana, mes y año.
- El formato de los datos puede ser en binario o BCD.
- Multiplexación de los datos y direcciones para una mayor eficiencia.
- Puede ser compatible con otros periféricos de Intel o Motorola.

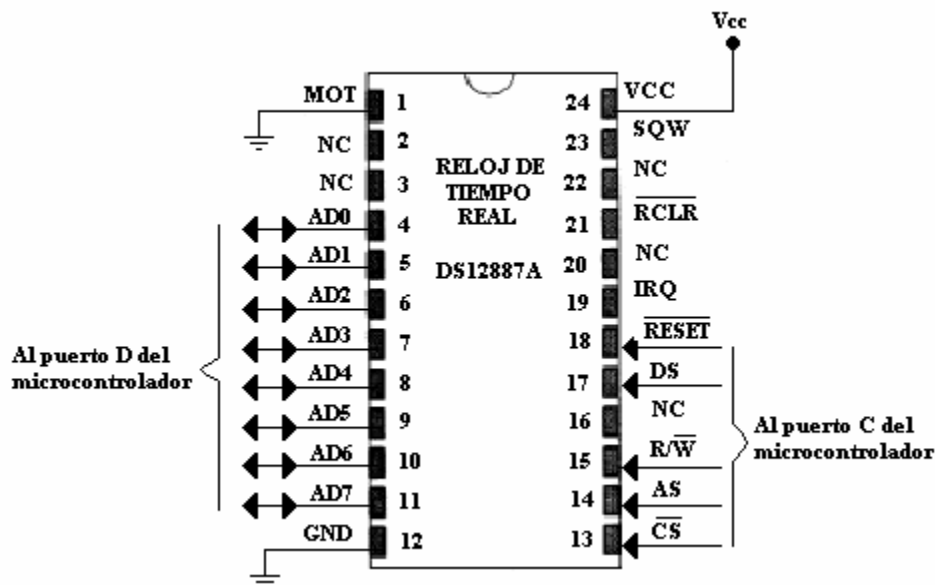


Figura 22. Especificación de la conexión de los pines del reloj

En la figura anterior se muestran los pines del reloj y hacia donde están conectados, por lo que a continuación se mencionara la función que desempeñan. El pin MOT (Mode Select) permite seleccionar entre 2 tipos diferentes del bus de comunicaciones, esto es, cuando está conectado a alto (5 volts) se escoge el bus de comunicación Motorola, cuando está conectado en bajo (0 volts) se escoge el bus de INTEL. Los pines del 4 al 11 se utilizan para los datos y las direcciones. Cuando se realice una escritura al reloj, la dirección debe estar presente durante la primera parte del ciclo del reloj y en la segunda parte son para los datos. La dirección debe ser valida antes de la caída de la señal AS (adress strobe input). El pin 13 es el CS (Chip Select), y se activa en bajo para poder acceder al reloj.

El pin 14 es la señal AS (adress strobe input), cuando es puesto a un nivel alto las direcciones deben ser puestas en el bus de datos, cuando se pone a un nivel bajo las direcciones son atrapadas internamente. El pin 15 es R/W (read write) tiene dos formas de operar dependiendo de la configuración del bus que se haya elegido. Para este caso en el sistema se utiliza el pin R/W como señal de write y se habilita en bajo cuando se quiera escribir en la memoria del circuito. El pin 16 es DS (data Strobe o read input) funciona como la señal de Read y se activa en bajo cuando se quiere leer de la memoria del Reloj. El pin 18 es el RESET y se activa en bajo, esto con el fin de estabilizar el Voltaje de alimentación cuando se inicie el sistema, con ello no afecta los datos internos del reloj. El pin 24 es de alimentación y es de 4.8 Volts, si llegara a ser menor a 4.25 Volts el circuito inhibe el acceso, deshabilitando el pin CS internamente. El pin 14 está conectado a tierra.

3.4.3 Memoria Eeprom

La memoria que se utiliza para almacenar la fecha, hora inicial y final en que se realiza una llamada, es la memoria Eeprom AT28C64B de la compañía ATMEL. Esta memoria fue seleccionada ya que tiene capacidad para almacenar los datos de 400 llamadas, además de ser una memoria que no necesita alimentación constante. Otras de sus características son:

- 64 k de Memoria
- Bajo consumo de corriente (40 mA.)
- 100 000 ciclos de escritura
- Detención de los datos de 10 años
- Circuito de protección de datos durante el encendido y apagado del sistema

- Software para la habilitar y deshabilitar la protección de los datos

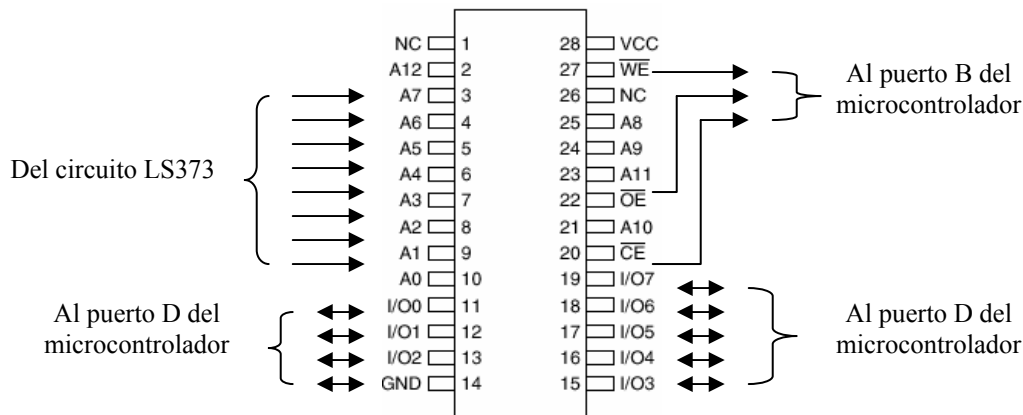


Figura 23. Eeprom utilizada para almacenar los datos de las llamadas

Los pines que entregan y reciben los datos a la memoria están conectados al puerto D del microcontrolador, tal como se muestra en la figura anterior. El pin CS (chip select) cuando se activa en nivel bajo (0 volts) se puede acceder a la memoria y cuando esta en un nivel alto (5 volts) permanece en estado de inhibida. El pin de habilitación de escritura (WR) debe permanecer bajo durante 100 nseg. al igual que el CS para poder escribir algún dato en la memoria, habiéndole especificado la dirección anteriormente. El pin que habilita la lectura (RD) debe permanecer 100 nseg. al igual que el CS para que los datos estén disponibles en los pines de salida. Las direcciones son introducidas a la memoria por medio de los pines de direcciones y están conectados a un circuito que detiene los datos (LS373). Con esta memoria se podrán almacenar aproximadamente 400 números telefónicos con fecha, hora de inicio y final de la llamada.

3.4.4 Display LCD

El display es parte fundamental de este sistema, la primera parte de su función es la de mostrar la hora y fecha, esto mientras el sistema esta en estado de espera de un suceso. Posteriormente en el display se visualizaran los números oprimidos en el teléfono ya sea que se esté realizando una llamada o se esté activando una función.

Por medio del display se visualizará que código se ha ejecutado, se podrán ver los números que se han almacenado en la agenda telefónica,

también se mostrará un mensaje donde se señalará el timbrado y cuando el teléfono se encuentra colgado o descolgado. Pero la parte mas importante de este display es la de mostrar los mensajes de saludo y auxilio cuando se comuniquen personas con problemas de audición.

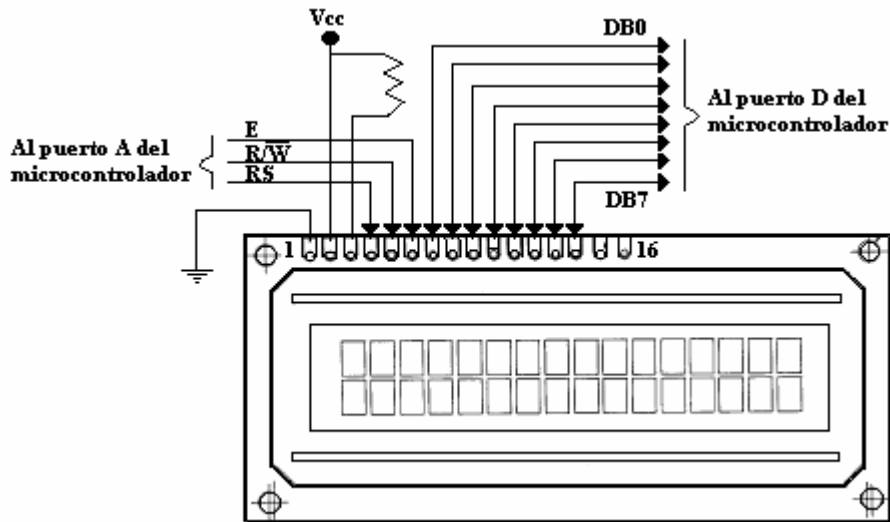


Figura 24. Conexión de los pines del display

Como se muestra en la figura anterior el pin 1 va conectado a tierra, el pin 2 es de alimentación (4.8 volts) y el pin 3 sirve para iluminar los datos desplegados en la pantalla. El pin 4 (RS) sirve para indicarle al control del display que el dato enviado se trata de un dato si es puesto a un nivel alto (5 volts) y que trata de un comando cuando es puesto a un nivel bajo (0 volts). El pin 5 (R/W) cuando es puesto a un nivel alto indica que se va a realizar una lectura a la memoria del display y cuando es puesto a un nivel bajo se realizara una escritura. El pin 6 (E) es el de habilitación del display.

Para que el display funcione no basta con la alimentación del circuito, requiere que se le envíen comandos para su inicialización. Por lo tanto en el siguiente capitulo se dará una descripción detallada de la forma de inicialización y la forma de operación.

3.4.5 Interfaz serial

Por medio de esta interfaz se le solicita al sistema que envíe los datos de los teléfonos, fecha y hora en que hayan sido realizadas las llamadas, para que

por medio de un software en la PC sean interpretados de tal manera que puedan ser comparados con el recibo de la compañía de teléfonos.

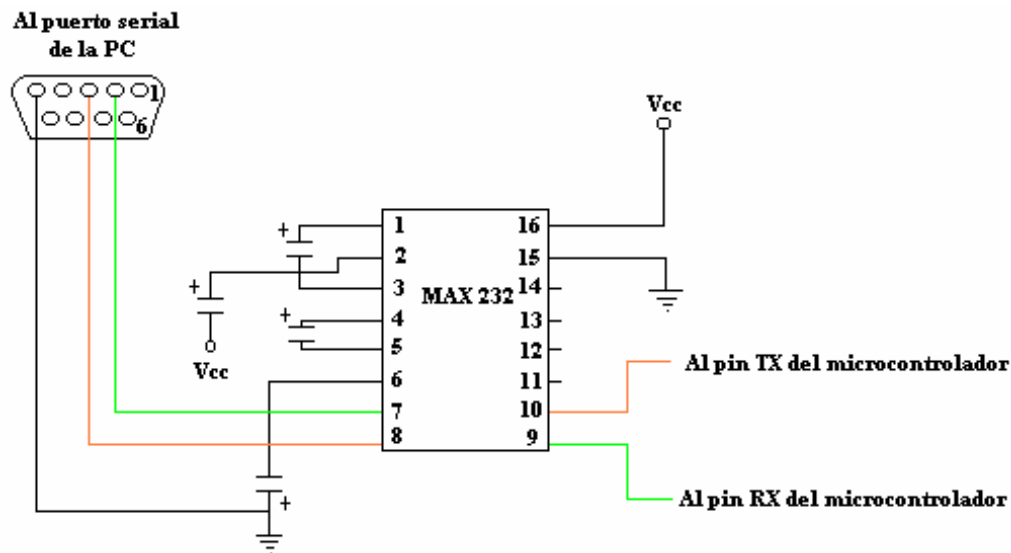


Figura 25. Diagrama de conexión de la interfaz serial

Esta interfaz se realizó con el circuito MAX232 (apéndice A), el cual tiene la función de cambiar los niveles de voltaje que salen de la PC (niveles RS232) a niveles TTL que puedan ser entendidos por el microcontrolador. Para una mejor comprensión de esto se puede ver el apéndice C en donde se detalla la comunicación serial.

3.4.6 Microcontrolador

La parte fundamental o corazón del sistema es el microcontrolador PIC16F874 (apéndice A). El cual tiene las características que se adaptan a las necesidades del sistema, por mencionar las más importantes que fueron utilizadas, son:

- Tiene un conjunto de 35 instrucciones
- 4 KBytes de memoria flash
- 192 bytes de memoria ram
- 128 bytes de Eeprom interna
- Direccionamiento directo e indirecto
- Voltaje de funcionamiento de 2 a 5 Volts
- USART
- Puertos A, B, C y D

▪ Interrupción externa

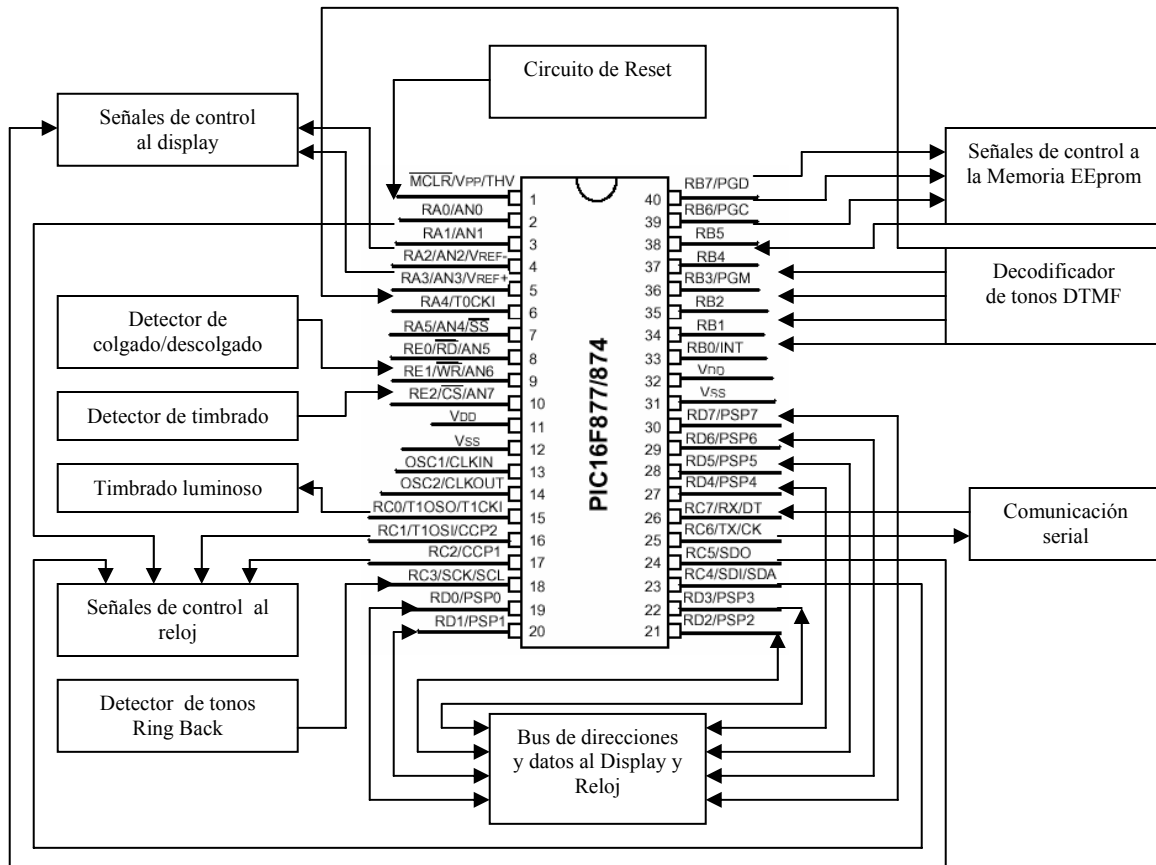


Figura 26. El microcontrolador y los subsistemas que lo integran

En la figura anterior se puede observar al microcontrolador conectado con los subsistemas de entradas y salidas (representados en diagramas a bloques) y que a continuación serán descritos.

El pin 1 del microcontrolador es el reset y se habilita en bajo. Los pines del puerto A del microcontrolador son bidireccionales (pueden ser entradas o salidas) y consta de 6 pines y el registro PORTA consta de 6 bits . Al leer el registro PORTA se lee el estado de los pines del puerto, y al escribirle algo, se escribe al puerto para que los datos se queden atrapados. En la siguiente tabla se muestran las funciones posibles de los pines del puerto A.

Registro A

Nombre	No. de Bit	Función
RA0/AN0	Bit 0	Entrada/Salida o entrada Analógica
RA1/AN1	Bit 1	Entrada/Salida o entrada Analógica
RA2/AN2	Bit 2	Entrada/Salida o entrada Analógica
RA3/AN3/V _{REF}	Bit 3	Entrada/Salida o entrada Analógica
RA4/T0CKI	Bit 4	Entrada/Salida o entrada externa para el Timer0
RA5/SS/AN4	Bit 5	Entrada/Salida o entrada para la comunicación serial sincrona o entrada Analógica

Tabla 9. Función de los pines del puerto A

A continuación se muestra la tabla 10 donde se menciona con que circuito periférico están conectados los pines del puerto A y que fueron mostrados en la figura 26.

Puerto A

No. de Pin	Conectado
2	Al pin AS del Reloj de Tiempo Real
3	Al pin R/W del Display
4	Al pin E del Display
5	Al Relevador que conmuta la línea telefónica
6	Al pin StD del Decodificador DTMF
7	Al Relevador que activa un mensaje luminoso

Tabla 10. Conexión de los pines del puerto A

El puerto B consta de 8 pines bidireccionales y su registro PORTB es de 8 bits. Tres de los pines del puerto B están multiplexados con funciones de programación, 4 de los pines del puerto (RB4 a RB7) pueden generar una interrupción al realizar algún cambio de flanco. Además el pin RB0 puede funcionar como entrada de una interrupción externa. En la siguiente tabla se mostraran las funciones de los bits del registro PORTB.

Registro B

Nombre	No. de Bit	Funcion
RB0/INT	Bit 0	Entrada/Salida o entrada de interrupción externa
RB1	Bit 1	Entrada/Salida
RB2	Bit 2	Entrada/Salida
RB3/PGM	Bit 3	Entrada/Salida o modo de programación
RB4	Bit 4	Entrada/Salida (con interrupción)
RB5	Bit 5	Entrada/Salida (con interrupción)
RB6/PGC	Bit 6	Entrada/Salida (con interrupción) o reloj de la programación
RB7/PGD	Bit 7	Entrada/Salida (con interrupción) o dato de programación

Tabla 11. Función de los pines del puerto B

A continuación se muestra la tabla 12 donde se describe la conexión de los pines del puerto B mostrados en la figura 27.

Puerto B

No. de Pin	Conectado
33	Al pin Q1 del Decodificador DTMF
34	Al pin Q2 del Decodificador DTMF
35	Al pin Q3 del Decodificador DTMF
36	Al pin Q4 del Decodificador DTMF
37	Al Relevador que desconecta el teléfono de la línea
38	Al pin ALE del circuito LS373
39	Al pin CS de la Memoria Eeprom
40	Al pin WR de la Memoria Eeprom

Tabla 12. Conexión de los pines del puerto B

El puerto C consta de 8 pines bidireccionales y el registro PORTC es de 8 bits. El registro C es multiplexado con diferentes funciones para controlar circuitos periféricos, como se muestra en la siguiente tabla.

Registro C

Nombre	No. de Bit	Función
RC0/TIOSO /TICKI	Bit 0	Entrada/Salida o salida del oscilador del timer 1 o entrada del reloj del timer 1
RC1/TIOSI/CC P2	Bit 1	Entrada/Salida o entrada del oscilador del timer 1 o salida del modulo que mide al ancho del pulso 2
RC2/CCP1	Bit 2	Entrada/Salida o salida del modulo que mide el ancho del pulso 1
RC3/SCK/SCL	Bit 3	Entrada/Salida o reloj sincrono
RC4/SDI/SDA	Bit 4	Entrada/Salida o dato de entrada en la comunicación serial
RC5/SDO	Bit 5	Entrada/Salida o dato de salida en la comunicación serial
RC6/TX/CK	Bit 6	Entrada/Salida o transmisión en la comunicación asíncrona
RC7/RX/DT	Bit 7	Entrada/Salida o recepción en la comunicación asíncrona

Tabla 13. Función de los pines del puerto C

A continuación se muestra la tabla 13 en donde se describe la conexión de los pines del puerto C.

Puerto C

No. de Pin	Conectado
15	Al pin que activa al rele que controla el buzer
16	Al pin DS del Reloj de tiempo real
17	Al pin R/W del Reloj de tiempo real
18	Al pin de salida del Decodificador de frecuencia
23	Al pin CS del Reloj de tiempo real
24	Al pin RS del Display
25	Al pin TX del circuito de Comunicación serial
26	Al pin RX del circuito de Comunicación serial

Tabla 14. Conexión de los pines del puerto C

El puerto D consta de 8 pines bidireccionales y el registro PORTD es de 8 bits. El registro D puede ser configurado como un puerto paralelo, y la función de sus pines se muestra en la siguiente tabla.

Registro D

Nombre	No. de Bit	Función
RC0/TIOSO/TICKI	Bit 0	Entrada/Salida o bit 0 del puerto paralelo
RC1/TIOSI/CCP2	Bit 1	Entrada/Salida o bit 1 del puerto paralelo
RC2/CCP1	Bit 2	Entrada/Salida o bit 2 del puerto paralelo
RC3/SCK/SCL	Bit 3	Entrada/Salida o bit 3 del puerto paralelo
RC4/SDI/SDA	Bit 4	Entrada/Salida o bit 4 del puerto paralelo
RC5/SDO	Bit 5	Entrada/Salida o bit 5 del puerto paralelo
RC6/TX/CK	Bit 6	Entrada/Salida o bit 6 del puerto paralelo
RC7/RX/DT	Bit 7	Entrada/Salida o bit 7 del puerto paralelo

Tabla 15. Función de los pines del puerto D

El puerto D consta de 8 pines y es utilizado para enviar los datos y direcciones tanto al reloj como al display, tal como lo muestra la siguiente tabla.

Puerto D

No. de Pin	Conectado
19	Al pin D0 del display, del Reloj y la memoria
20	Al pin D1 del display, del Reloj y la memoria
21	Al pin D2 del display, del Reloj y la memoria
22	Al pin D3 del display, del Reloj y la memoria
27	Al pin D4 del display, del Reloj y la memoria
28	Al pin D5 del display, del Reloj y la memoria
29	Al pin D6 del display, del Reloj y la memoria
30	Al pin D7 del display, del Reloj y la memoria

Tabla 16. Conexión de los pines del puerto D

El puerto E solo consta de 3 pines los cuales pueden ser configurados como entradas o salidas, además este puerto puede realizar el control del puerto paralelo, como lo muestra la siguiente tabla.

Registro E

Nombre	No. de Bit	Función
RE0/RD/AN5	Bit 0	Entrada/Salida o señal de lectura del puerto paralelo o entrada analógica
RE1/WR/AN6	Bit 1	Entrada/Salida o señal de escritura del puerto paralelo o entrada analógica
RE2/CS/AN7	Bit 2	Entrada/Salida o señal de habilitación del puerto paralelo o entrada analógica

Tabla 17. Función de los pines del puerto E

El puerto E consta de 3 pines y es utilizado para la recepción de la señal de timbrado (pin 8), de la señal de colgado/descolgado (pin 9) y para habilitar el relevador que controla el circuito que simula el descolgado de la línea (pin 10).

Se utilizó un oscilador de cristal de 4.0 MHz para el microcontrolador con el fin de que cada ciclo de reloj fuera de 1 μ seg. La alimentación del circuito están en los pines 11 y 32, y deben tener un voltaje de 4.8 volts para mantener el microcontrolador activado. Los pines 12 y 31 están conectados a tierra.

3.5 Salidas del sistema

A continuación se hará una breve descripción acerca de las salidas o respuestas del sistema. Estas salidas son: un descolgado de línea, un buzzer que simula el timbrado del teléfono y un circuito que se ilumina cuando se presenta la señal de timbrado, esto último como parte de la atención a personas hipoacúsicas.

3.5.1 Circuito que simula el descolgado del teléfono

Esta etapa se utilizará cuando esté activado el protector nocturno y consiste en simular el descolgado del teléfono (figura 28), para esperar una clave que servirá para identificar si es alguien conocido, si la clave es correcta se activará un relevador que controla un circuito de timbrado, en otro caso se colgará la línea telefónica.

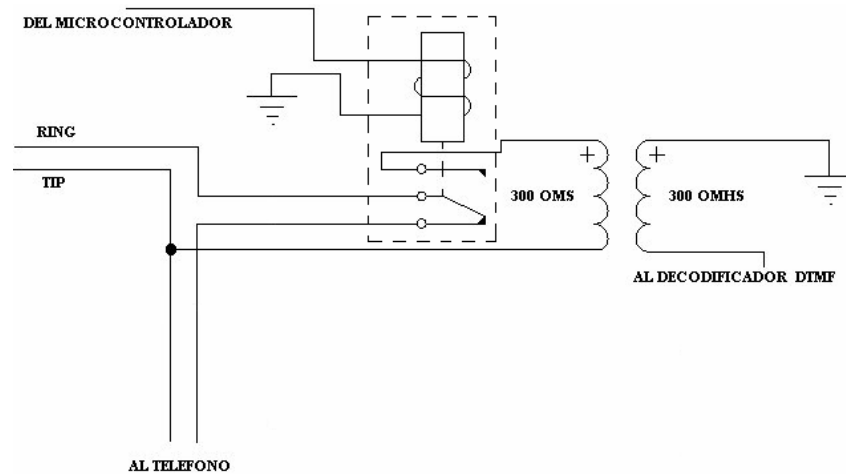


Figura 27. Circuito que muestra el descolgado de la línea

Como se muestra en la figura anterior el transformador simulará la impedancia del teléfono que es de 300 Ohms, con ello se pretende simular el descolgado del teléfono y el usuario que está llamando pueda introducir la clave para poder restablecer la línea y avisar de la llegada de la llamada.



Figura 28. Transformador de acoplo de la línea telefónica

En esta parte del sistema donde se simula el descolgado del teléfono se utilizó un transformador de audio con una impedancia de 300 Ohms mostrado en la figura 28.

3.5.2 Buzzer que avisa la llegada de una llamada telefónica

Este buzzer (figura 29) hará la función de simular el timbrado del teléfono para indicar una llamada telefónica, esto una vez que se haya introducido la clave valida cuando el protector nocturno está activado.



Figura 29. Buzzer que simula el circuito de timbrado del teléfono

El buzzer funciona con 5 Volts y es controlado por un relevador. Las características principales de este buzzer se encuentran en el apéndice A.

3.5.3 Generador de Timbrado luminoso

La función de este circuito es que al detectarse la señal de timbrado en la línea telefónica, activar un circuito luminoso que pueda ver una persona con problemas de audición, es decir un “timbrado luminoso”. Este circuito (figura 30) se activa con un relevador por parte de control principal. El relevador deja pasar un voltaje de 12 volts para activar una lámpara y así indicar que esta timbrando el teléfono.

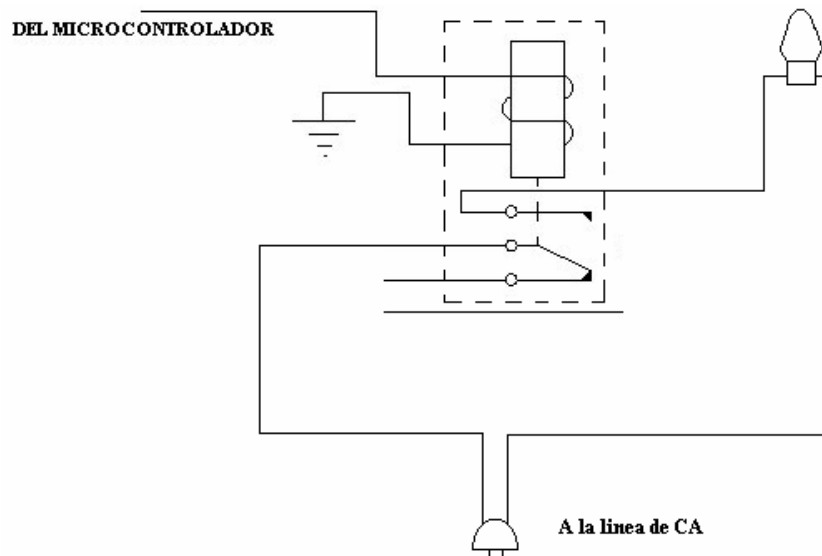


Figura 30. Circuito de Timbrado Luminoso

3.6 Resumen

Las partes que componen al sistema y que fueron descritas en este capítulo son las que hacen posible el control y registro de las llamadas realizadas, además de dar la posibilidad a personas hipoacúsicas de comunicarse por teléfono con otras personas.

La mayoría de los circuitos utilizados son componentes de alta tecnología y que se encuentran disponibles en el país.

Existen muchos microcontroladores de empresas como Intel, Motorola y Atmel que se encuentran disponibles en el mercado pero al compararlos con los microcontroladores de Microchip, que comienzan a ser muy conocidos, se encuentra una mayor variedad, dependiendo del uso y se adaptan mejor a los requerimientos del sistema.

El reloj y la memoria son también componentes con capacidades que cubren las necesidades del sistema. Se encuentran disponibles en el mercado y tienen un bajo costo.

En resumen, en el sistema se utilizaron componentes electrónicos que fueran fáciles de conseguir, de alta tecnología y que juntos lograran realizar algo nuevo e innovador y lo más importante que aportaran algo útil a la comunicación telefónica de personas con deficiencias auditivas.

IV DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE

4.1 Introducción

En el presente capítulo se describe el programa del microcontrolador del sistema llamado “Sistema telefónico multifuncional aplicado a la comunicación de personas hipoacúsicas”, este programa tiene como objetivo el manejo y control de los recursos del sistema, así mismo tiene la función de asegurar el máximo aprovechamiento de los circuitos que integran el sistema.

Para poder manejar los diferentes recursos se implementaron varias funciones dedicadas a trabajos específicos, por lo que se comenzará por mencionar las funciones que se utilizan para configurar la forma en que operará el microcontrolador.

La primera función que se ejecuta en el programa del microcontrolador es la de “*configurar puertos*”, esta función tiene como objetivo el de designar que pines del microcontrolador funcionaran como salida y cuales como entrada. La función que le sigue es la de “*configurar display*”, esta función envía algunos comandos que son necesarios para inicializar el display, también para designarle la forma en que deberá operar y como debe mostrar los caracteres en la pantalla. Otra función es la de “*configurar USART*”, esta función sirve para indicar la forma en que debe darse la comunicación serial entre la PC y el sistema, esta comunicación se realiza por medio del puerto serie del microcontrolador a una velocidad de 9600 baudios, con un bit de inicio, ocho bits de datos y un bit de stop. La función de “*configurar reloj*”, realiza la configuración de un reloj de tiempo real, esta función sirve para indicarle al reloj que los datos que debe manejar son en formato BCD y con un horario de 24 hrs, entre otros. Posterior a la configuración de los diferentes dispositivos se cargan algunas variables con los valores contenidos en la memoria Eeprom interna del microcontrolador, estos valores corresponden a las diferentes banderas que controlan las funciones del sistema, por si llegara a faltarle energía eléctrica al sistema estas banderas estarán guardadas y serán cargadas al iniciar el sistema nuevamente, después el programa mostrara la hora y fecha tomada del reloj de tiempo real y lo desplegara en el display LCD.

Después de esto el programa monitoreará la señal de colgado/descolgado y la señal de timbrado, al detectar algún cambio de estas

señales el sistema reaccionará y ejecutará alguna de las funciones que a continuación se describirán.

4.2 Funcionamiento del software del microcontrolador

El programa del microcontrolador tiene 3 partes principales:

1) **Inicialización del sistema.** Cada vez que se inicie el programa, después de encender la fuente de alimentación o después de realizar un reset al sistema, se lleva a cabo lo siguiente:

- Declarar las variables a utilizar
- Limpiar las variables a utilizar
- Definir los puertos como entrada o salida
- Configurar y habilitar el display
- Configurar y habilitar el Reloj de tiempo real
- Configurar el Puerto de comunicación serial USART
- Mostrar hora y fecha en el display
- Censar la señal de colgado/descolgado y timbrado

Por otra parte, al inicio del programa el teléfono debe estar funcionando normalmente, como si el sistema no estuviera presente. **Todas las funciones que tiene el sistema al iniciarse por primera vez están desactivadas**, además la agenda de números telefónicos estará vacía.

2) **Procesamiento de los datos de entrada y salidas del sistema.** De acuerdo a la estructura del sistema, el programa requiere de entradas externas, las cuales son generadas de acuerdo al estado en que se encuentra el teléfono. Las entradas externas al sistema son:

- Señal de colgado/descolgado
- Señal de timbrado
- Señales de salida del decodificador de DTMF
- Señal StD
- Señal de Ring Back

Así mismo las salidas entregadas por el sistema son:

- Señal de simulación de descolgado del teléfono
- Señal de simulación de timbrado

- Señal que habilita un circuito luminoso

Después de su inicialización, el programa estará censando permanentemente la señal en el circuito detector de timbrado (que será explicada mas adelante en este capítulo) y la señal del circuito de colgado/descolgado. Cuando esta cambie de estado (teléfono descolgado) el programa permanecerá esperando la señal StD del decodificador de tonos DTMF para posteriormente analizar los datos a la salida del decodificador.

Al oprimir una tecla del teléfono, el programa determinará si ésta corresponde al caracter inicial de una clave (#) o corresponde a un número del cero al nueve. En caso de que el caracter ingresado se trate del inicio de una clave, el programa enviará al display el símbolo de interrogación “?” por cada caracter que se introduzca. Esto con el fin de que no se conozca la clave, además el programa almacenara el equivalente en binario de la tecla oprimida, así se deberán introducir los siguientes 3 caracteres del teclado del teléfono hasta completar 4. Todos ellos son almacenados y sumados para poder compararlos con alguna de las claves de las funciones y así activarla o desactivarla según sea el caso. Si no es una clave valida, se limpiarán las variables que contienen el equivalente en binario del caracter almacenado y el programa volverá a censar el colgado/descolgado del teléfono.

Si la primera tecla es un número, el programa debe determinar si se trata de un 0, si así es, determinar si la segunda tecla es un 1, un 0 o un 4 y entonces ocurrirá lo que se muestra en la siguiente tabla.

Primera tecla oprimida	Segunda tecla oprimida	Protector lada activado	Protector lada desactivado	Protector celular activado	Protector celular desactivado
0	0	Desconectar el teléfono de la línea telefónica	Desplegar en el display el número marcado	X	X
0	1	Desconectar el teléfono de la línea telefónica	Desplegar en el display el número marcado	X	X
0	4	X	X	Desconectar el teléfono de la línea telefónica	Desplegar en el display el número marcado

Tabla 18. Ejecución del programa cuando la primera tecla es un 0
 “X” significa que esa función no es tomada en cuenta.

En caso de no estar activada ninguna de las dos protecciones o se trata de un número telefónico local se mostrara en el display el número marcado y el programa permanecerá en espera de que el usuario destino descuelgue el teléfono y así guardar en la memoria Eeprom externa la fecha, el número telefónico, la hora de inicio y de terminación de la llamada.

Mensaje	Función	Clave
APN	Activa Protector Nocturno	# * # 1
DPN	Desactiva Protector Nocturno	# * # 2
INM	Introduce número a agenda	# * # 3
DNM	Muestra número de agenda	# * # 4
APC	Activa protector celular	# * # 5
DPC	Desactiva protector celular	# * # 6
APL	Activa protector lada	# * # 7
DPL	Desactiva protector lada	# * # 8
COMO ESTAS? BIEN SALUDOS NOS VEMOS NECESITO AYUDA!! VEN AQUI VOY RETRASADO NO PODRE LLEGAR	Envío de mensajes para personas hipoacusicas	## 1 1 ## 1 2 ## 1 3 ## 1 4 ## 1 5 ## 1 6 ## 1 7 ## 1 8

Tabla 19. Funciones con las que cuenta el sistema

Si la clave introducida corresponde a la activación o desactivación de alguna función del sistema (estas funciones son mostradas en la tabla 19) el programa realizara lo siguiente:

Para las funciones APN, APC y APL el programa pondrá a 1 la bandera que le corresponda a la función, quedando habilitada la función a partir de ese momento, para que cuando el programa pregunte si se encuentra activada la función únicamente verifique el valor de la bandera correspondiente.

Para las funciones DPN, DPC y DPL el programa pondrá el valor de 0 a la bandera correspondiente a la función, quedando deshabilitada.

Si la clave corresponde a alguno de los 8 mensajes posibles, el programa determinara de que mensaje se trata y lo mostrara en el display.

Cuando la clave corresponda a la función INM, el programa esperará a que se el usuario le indique por medio del teclado del teléfono la posición, el número telefónico y el nombre para guardarlo en la memoria Eeprom interna del microcontrolador.

Cuando la clave corresponda a la función DNM el programa esperará a que el usuario le indique el número de la posición en que se encuentra el número telefónico que desea ver, posteriormente el programa extraerá el nombre y número telefónico y lo mostrara en el display.

En resumen el programa principal realiza lo siguiente cuando el teléfono es descolgado y mas adelante en este capitulo se analizará lo que ocurre cuando se detecta el timbrado:

- a) Mantiene el estado de espera mientras esté colgado el teléfono
- b) Al descolgar el teléfono, analiza la primera tecla y determinar si se trata de una clave o un número telefónico
- c) En caso de ser clave, realizar la función de la clave marcada
- d) En caso de ser número, detectar si se trata de larga distancia o a celular. Si esta activada su protección, interrumpir la comunicación. En otro caso desplegar el número en el display
- e) Detectar la señal del descolgado del usuario destino para así almacenar el número hora y fecha de inicio y terminación de la llamada
- f) Esperar que se cuelgue el teléfono, limpiar variables utilizadas y esperar otra operación.

Estas funciones que realiza el sistema son mostradas en el diagrama de flujo de la figura 31, y serán analizadas cada una de las funciones a continuación.

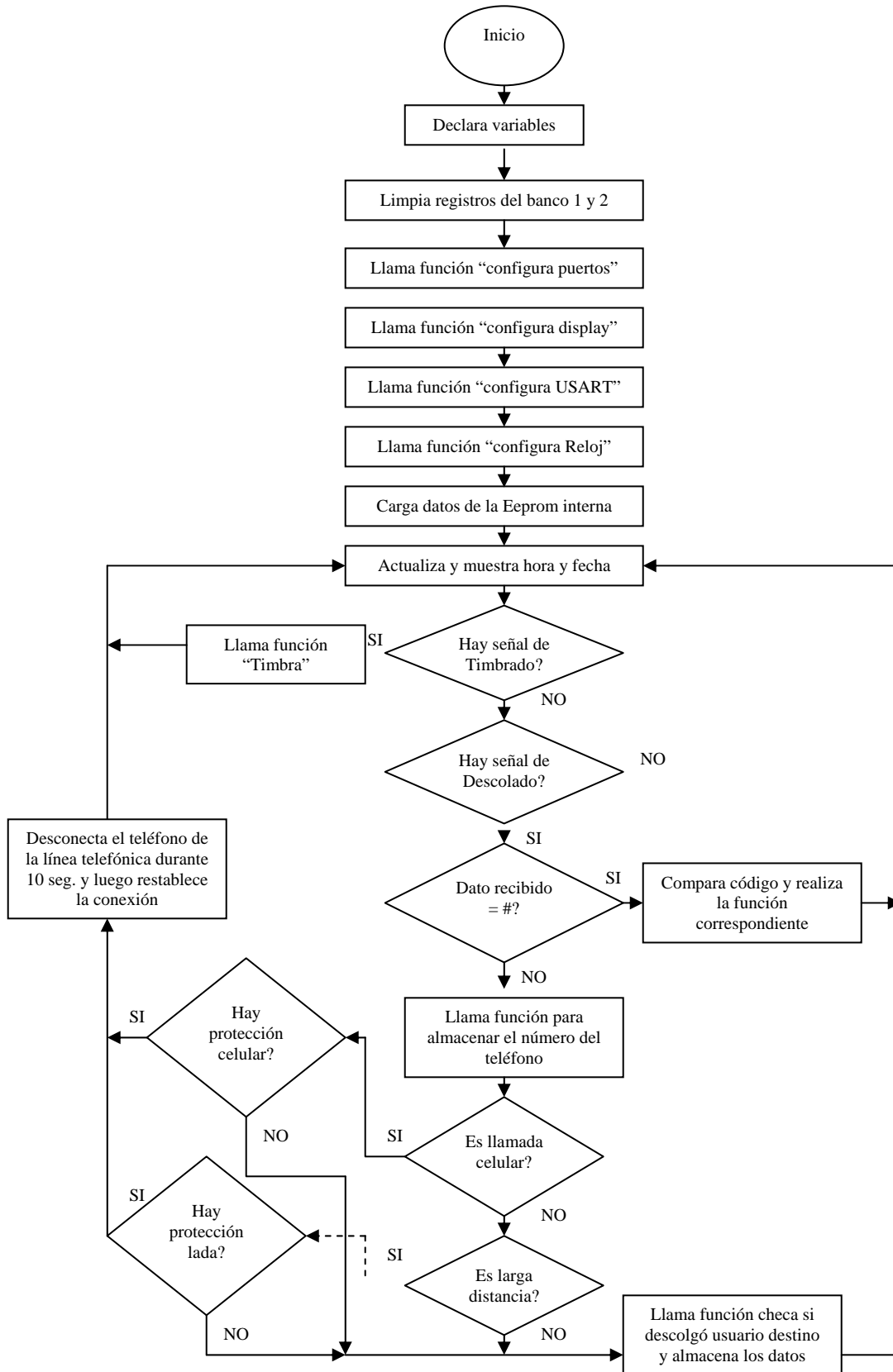


Figura 31. Diagrama de flujo del software del microcontrolador

4.2.1 Función “configura puertos”

Esta función se encargara de definir que pines del microcontrolador van a ser utilizados como entrada y cuales de salida. El microcontrolador cuenta con tres bloques de memoria, la memoria del programa, la memoria de datos y la memoria Eeprom. La **memoria de datos** esta dividida en 4 bancos, en los cuales se encuentran los registros de propósito general y los registros de funciones especiales. Los bits RP1 y RP0 del registro STATUS son los encargados de seleccionar el banco de memoria deseado como se muestra en la tabla 20. Cada banco consta de 128 bytes y los primeros bytes son utilizados por los registros especiales y los últimos por los registros de propósito general.

RP1	RP0	Banco
0	0	0
0	1	1
1	0	2
1	1	3

Tabla 20. Bits que seleccionan los bancos en la memoria de datos del microcontrolador

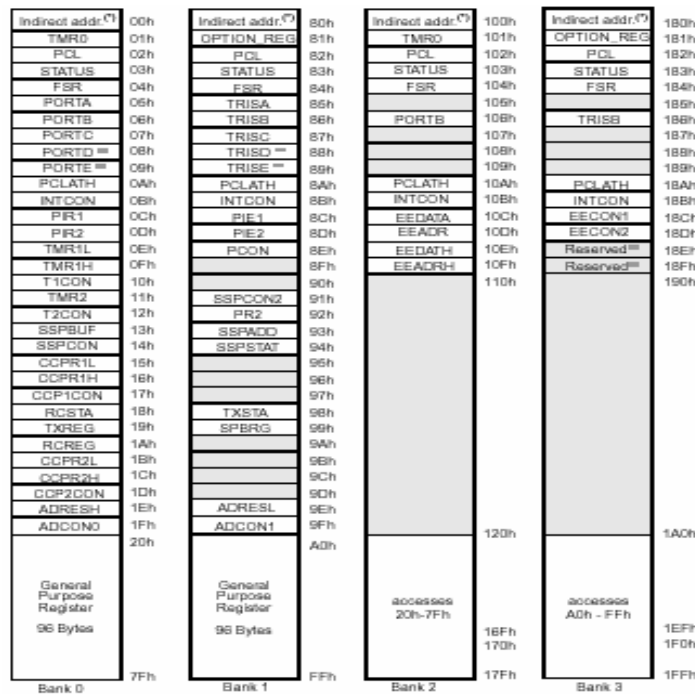


Figura 32. Los bancos de la memoria de datos y los registros especiales

En la figura anterior se muestra el banco 1 donde se encuentran los registros TRISA, TRISB, TRISC, TRISD Y TRISE, en cada uno de los bits de estos registros se debe colocar un 1 si se quiere que el pin del puerto sea de entrada o un 0 si se desea que el pin sea configurado como salida. Los registros de funciones especiales son utilizados por el CPU y los módulos periféricos para controlar la operación del dispositivo.

Para configurar el puerto A como digital se debe escribir 0x6 en el registro ADCON, debido a que los pines de este puerto están previstos para trabajar como entradas analógicas de los convertidores ADC del microcontrolador. El siguiente diagrama de flujo corresponde a la configuración de los puertos.

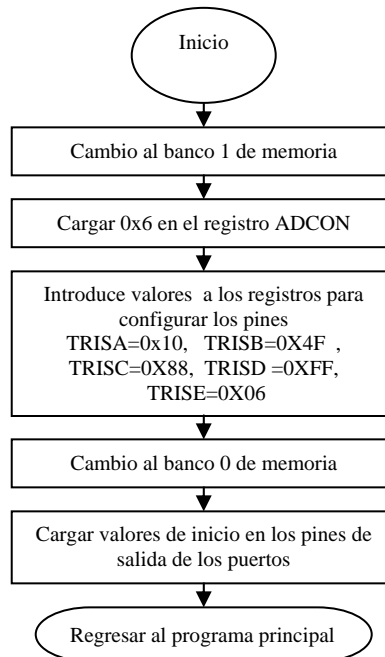


Figura 33. Diagrama de flujo de la función “configurar puertos”

En la figura anterior se muestra que se debe cambiar al banco 1 para acceder a los registros especiales TRISA, TRISB, TRISC, TRISD y TRISE e introducir el valor que le corresponda, tomando en cuenta que cuando el bit se pone a 1 el pin de ese puerto funcionará como entrada y si es 0 será salida. Posteriormente se regresa al banco 0, de la memoria de datos, para poner en alto o bajo (1 o 0) los pines del puerto A, B, C, D y E dependiendo de su configuración y cuales pines controlen a otros periféricos. La forma en que quedan configurados los pines se muestra en la siguiente tabla.

Puerto	Pin 0	Pin 1	Pin 2	Pin 3	Pin 4	Pin 5	Pin 6	Pin 7
A	Salida	Salida	Salida	Salida	Entrada	Salida	X	X
B	Entrada	Entrada	Entrada	Entrada	Salida	Salida	Entrada	Salida
C	Salida	Salida	Salida	Entrada	Salida	Salida	Salida	Entrada
D	Salida	Salida	Salida	Salida	Salida	Salida	Salida	Salida
E	Salida	Entrada	Entrada	X	X	X	X	X

Tabla 21. Configuración de pines de los puertos del microcontrolador

En la tabla anterior X significa que el puerto no cuenta con esos pines.

4.2.2 Función “configura display”

El display es utilizado para desplegar los datos en el sistema. Es de 2 líneas x 16 caracteres y es el TM162AAC6 de la empresa TIANMA Microelectronics. Este display utiliza la misma forma de configuración que el display AND741, así que para su configuración se utilizaron las hojas de especificación de este último. El display AND741 tiene una lista de comandos mostrada en la siguiente tabla.

Comando	Código de Comando										Descripción
	Rs	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0	
Limpia Display	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Limpia el display y regresa el cursor a la posición inicial
Regreso al principio	0	0	0	0	0	0	0	0	1	X	Regresa el cursor a la posición inicial pero no se borra lo que este en pantalla
Inicializa el cursor	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S	Indica el movimiento que realizara el cursor
Control de encendido apagado	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	Enciende o apaga el display
Parpadeo del cursor	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	X	X	Define el movimiento y parpadeo del cursor
Inicializa el funcionamiento del display	0	0	0	0	1	DL	N	F	X	X	Elige la longitud de los datos, el número de líneas y el número de puntos o píxeles que debe tener cada carácter Desplegado en el display

Inicializa el direccionamiento de la CG Ram	0	0	0	1	ACG	Inicializa la dirección de RAM generadora de caracteres
Inicializa el direccionamiento de la DD Ram	0	1	1		ADD	Inicializa la dirección de RAM de desplgado de datos
Bandera de ocupado	0	1	BF		AC	Bandera que indica una operación interna
Escribe dato a DD Ram	1	0			Dato a escribir	Escribe Dato
Lee dato de DD Ram	1	1			Dato leído	Lee Dato
	I/D= 1 Incrementa I/D= 0 Decrementa S=1 Acompaña parpadeo con el cursor S/C=1 Parpadea Cursor S/C=0 Mueve el cursor R/L=1 Parpadea a la derecha R/L=0 Parpadea a la izquierda DL=1 Longitud de datos 8 Bits DL=0 4 bits N=1 2 Líneas N=0 1 línea F=1 5x10 puntos F=0 5x7 puntos BF=1 operando internamente BF=0 no puede aceptar instrucción					

Tabla 22. Lista de comandos para configurar el display AND741

Como se muestra en la tabla 22, se describe el nombre del comando, el código y la descripción de la función que realiza.

A continuación se describirán los comandos que se utilizan para la rutina de inicialización del display.

Función Set

	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
Código	0	0	0	0	1	DL	N	F	X	X

El bit DL se debe poner a 1 cuando la longitud de los datos enviados y recibidos es de 8 bits. Cuando es puesto a 0 la longitud de los datos es de 4 bits. El bit N debe ponerse a 1 cuando se utiliza el display de 2 líneas y a 0 cuando es de 1 línea. El bit F debe ser 1 cuando se quiera que el display tenga 5x10 puntos en cada caracter desplegado en pantalla. Mientras que cuando es 0 es de 5x7 puntos en cada caracter.

Función Display ON/OFF Control

	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
Código	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B

Con esta instrucción se enciende el display y parpadea el cursor. El bit D se debe poner a 1 cuando se desee encender el display y 0 cuando se desee apagar. El bit C se pone a 1 cuando se quiera que aparezca el cursor y 0 cuando no se quiera ver. El bit B se pone a 1 cuando se desee que el cursor parpadee en intervalos de 0.4 segundos.

Función Display Clear

	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
Código	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Esta instrucción lo que realiza es regresar a la posición 1 el cursor del display, es decir después de ejecutar esta instrucción el cursor se desplazará a la primera columna de la primera línea y borra todo los demás caracteres.

Función Entry Mode Set

	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
Código	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S

Con esta instrucción se inicializa el movimiento que realizará el cursor y si debe aparecer el cursor delante o atrás del caracter. El bit I/D se debe poner a 1 cuando se desee que se incremente la dirección en donde se posiciona el caracter, y 0 cuando se decrementa la dirección. El bit S cuando se pone a 1 el cursor parpadeará a la derecha del caracter desplegado y cuando es 0 parpadeará a la izquierda. Para mayor información de las demás instrucciones se debe revisar el apéndice A.

En la siguiente figura se muestra el diagrama de flujo de la función que inicializa el display.

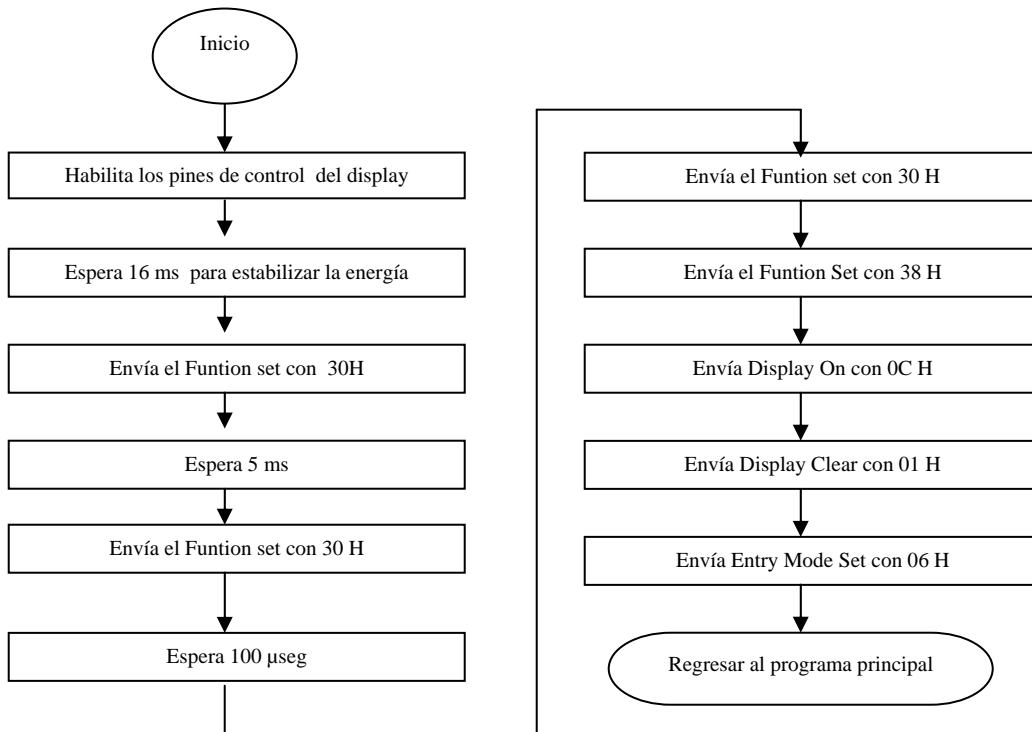


Figura 34. Diagrama de flujo de inicialización del display

El display fue configurado para que la longitud de los datos enviados y recibidos sea de 8 bits. En la primera parte de la figura 34 el display no muestra el cursor, hasta que se envía la instrucción Display On hace que encienda el display. Posteriormente el display estará listo para posicionar un caracter en la dirección adecuada, ya sea en la primera línea o la segunda. Así mismo estará listo para recibir cualquier caracter y mostrarlo en el display, además cada caracter que reciba se colocará delante del ultimo caracter desplegado y no parpadeará ni aparecerá el cursor.

4.2.3 Función “configura USART”

La comunicación serial que se implementará al configurar el USART del microcontrolador, servirá para que cuando la PC le solicite los datos almacenados en la memoria del sistema, éste los envíe por medio de la comunicación serial. Para la configuración del USART del microcontrolador se utilizan los registros que se muestran en la siguiente figura.

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
98h	TXSTA	CSRC	TX9	TXEN	SYNC	—	BRGH	TRMT	TX9D
18h	RCSTA	SPEN	RX9	SREN	CREN	ADDEN	FERR	OERR	RX9D
99h	SPBRG	Baud Rate Generator Register							

Figura 35. Registros utilizados en la configuración del USART

Los bits SPEN y TRISC 6:7 de los registros RCSTA y TRISC respectivamente son puestos a 1 para poder configurar los pines RC6/TX/CK y RC7/RX/DT como Transmisor y Receptor Universal Síncrono Asíncrono. El USART utiliza un estándar de comunicación de no retorno a cero (NRZ) esto es, 1 bit de inicio, 8 bits de datos y 1 bit de parada. Se configura un generador de baudios de 8 bits por medio del registro BRGH. El USART recibe y transmite el bit menos significativo primero. El bit de paridad no es soportado por el hardware pero puede ser implementado por software. Además se configura a 1 el bit RCIE (USART Receive Interrupt Enable bit) del registro PIE1 (figura 36) esto con el fin de habilitar la interrupción por la recepción de los datos de la comunicación serial.

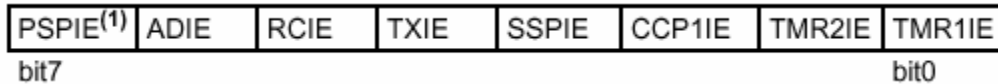


Figura 36. Bits del Registro PIE1

A continuación se muestra el diagrama de flujo que realiza la configuración del USART del microcontrolador, este USART es configurado a 9600 baudios con transmisión half duplex.

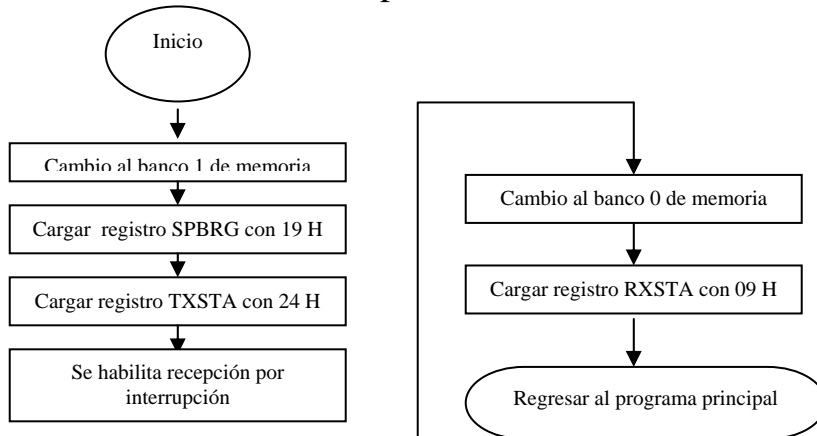


Figura 37. Diagrama de flujo que realiza la configuración del USART

En la rutina de configuración mostrada en la figura 37 primero se carga el registro SPBRG con un valor para generar los 9600 baudios (tabla 23), para la transmisión y recepción de los datos seriales. Luego se programa el generador de baudios a baja velocidad y transmisión continua. Se habilita la recepción de los datos por interrupción y por último se habilita el puerto serial y la recepción continúa.

BAUD RATE (K)	Fosc = 4 MHz		
	KBAUD	% ERROR	SPBRG value (decimal)
0.3	0.300	0	207
1.2	1.202	0.17	51
2.4	2.404	0.17	25
9.6	8.929	6.99	6
19.2	20.833	8.51	2
28.8	31.250	8.51	1
33.6	-	-	-
57.6	62.500	8.51	0
HIGH	0.244	-	255
LOW	62.500	-	0

Tabla 23. Posibles valores que se deben cargar al registro SPBRG dependiendo de la frecuencia de baudios elegida

4.2.4 Función “configuración del Reloj de tiempo real”

El reloj que se utilizó en el sistema es el DS12887 de Dallas y sirve para tomar la fecha y hora y mostrarla en el display, además de poder almacenar la hora y fecha cuando se realiza una llamada. Este reloj cuenta con 114 bytes de memoria NVRam (Memoria Ram No Volátil) de propósito general. Cuenta con una fuente de energía de una batería de litio, cristal de cuarzo y protección de escritura. Algunas de las funciones del reloj son: tiene la hora, alarma, cien años para el calendario, interrupción programable y generador de onda cuadrada. Además no pierde los datos de su memoria en ausencia de energía. El reloj cuenta con 4 registros especiales (Registro A, B, C y D), los cuales son accesibles en cualquier momento, durante el ciclo de actualización y son los que a continuación se analizan para poder configurar el reloj.

A continuación se muestra el registro A el cual consta de 8 bits.

REGISTRO A

MSB						LSB	
BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0
UIP	DV2	DV1	DV0	RS3	RS2	RS1	RS0

Este registro sirve para activar o desactivar el oscilador interno del reloj, además de poder elegir alguna frecuencia de salida en el pin SQW. El bit UIP es una bandera de estado que indica que una actualización del reloj ocurrirá cuando es 1 y cuando es 0 no ocurrirá una actualización en los próximos 244ms, se puede acceder a los datos de la memoria del reloj mientras este el bit UIP en 0. Los bits DV0, DV1 y DV2 sirven para encender o apagar el oscilador interno del reloj. Los Bits RS3, RS2, RS1 y RS0 seleccionan la frecuencia de salida de la onda cuadrada en el pin SQW.

El registro B como se muestra a continuación también consta de 8 bits.

REGISTRO B

MSB						LSB	
BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0
SET	PIE	AIE	UIE	SQWE	DM	24/12	DSE

Este registro permite configurar la forma en que operara el reloj y habilita algunos pines de salida. El bit SET cuando es 0 indica que los ciclos de actualización del reloj se realizan normalmente. Cuando es 1 cualquier actualización es inhibida y se puede inicializar la hora y la fecha, además se pueden realizar lecturas de la memoria del reloj. El bit PIE habilita el pin de salida de la interrupción periódica, cuando es 1 la interrupción periódica es mostrada en el pin IRQ, cuando es 0 bloquea la salida en el pin IRQ. El bit AIE es de habilitación de interrupción de la alarma. El bit SQWE cuando es 1, la frecuencia seleccionada en los bits RS3- RS0 del registro A es señalizada en el pin SQW, cuando es 0 el pin SQW permanece en bajo (0 volts). El bit MD cuando es 1 el formato de los datos es binaria y si es 0 los datos son en formato BCD. El bit 24/12 cuando es 1 el ciclo del horario es de 24 hrs., y cuando es 0 es de 12 hrs. El bit DSE cuando es 1 se actualizará la hora en el horario de verano y cuando es 0 no se actualiza la hora en el horario de verano.

En el registro C solo pueden ser accesados los últimos 4 bits.

REGISTRO C

MSB						LSB	
BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0
IRQF	PF	AF	UF	0	0	0	0

El registro C está conformado de banderas que indican algún suceso interno del reloj. El bit IRQF es una bandera que se pone a 1 cuando alguno de los siguientes bits es 1 : PIE, AIE y UIE. El bit PF es de solo lectura y se pone

a 1 cuando un flanco es detectado dependiendo de la frecuencia elegida. El bit AF se pone a 1 cuando es tiempo de indicar una alarma. El bit UF es puesto en 1 cada ciclo que se actualiza. Los primeros 4 bits solo son de lectura, pero no tienen ninguna función, siempre se leen como 0.

El registro D solo cuenta con 1 bit al cual se puede acceder.

REGISTRO D

MSB						LSB	
BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0
VTR	0	0	0	0	0	0	0

El bit VTR es un bit que indica cuando es 1 que los datos en la RAM son válidos. Cuando es 0 indica una falla en la batería interna y los datos pueden no ser seguros. Los demás bits no se pueden escribir y no tienen ninguna función y siempre se leen como 0.

En la siguiente figura se muestra la memoria Ram y la localización de los registros especiales mencionados.

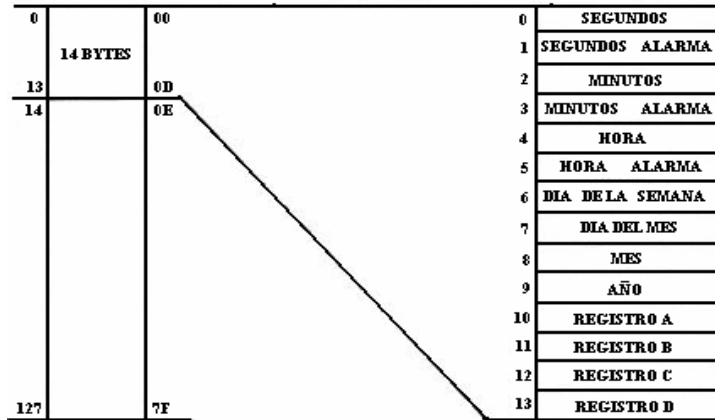


Figura 38. Mapa de la memoria Ram y los registros especiales

Para obtener la información de la hora y fecha es necesario leer los bytes apropiados en la memoria, así como para inicializarlos. Se debe poner a 1 el bit SET del registro B para no permitir cualquier actualización durante la escritura o lectura de los registros. En el siguiente diagrama de flujo se muestra como se configura el reloj de tiempo real. Con ello se podrá estar seguro de que el reloj será inicializado y al ser leído proporcionará la hora correctamente.

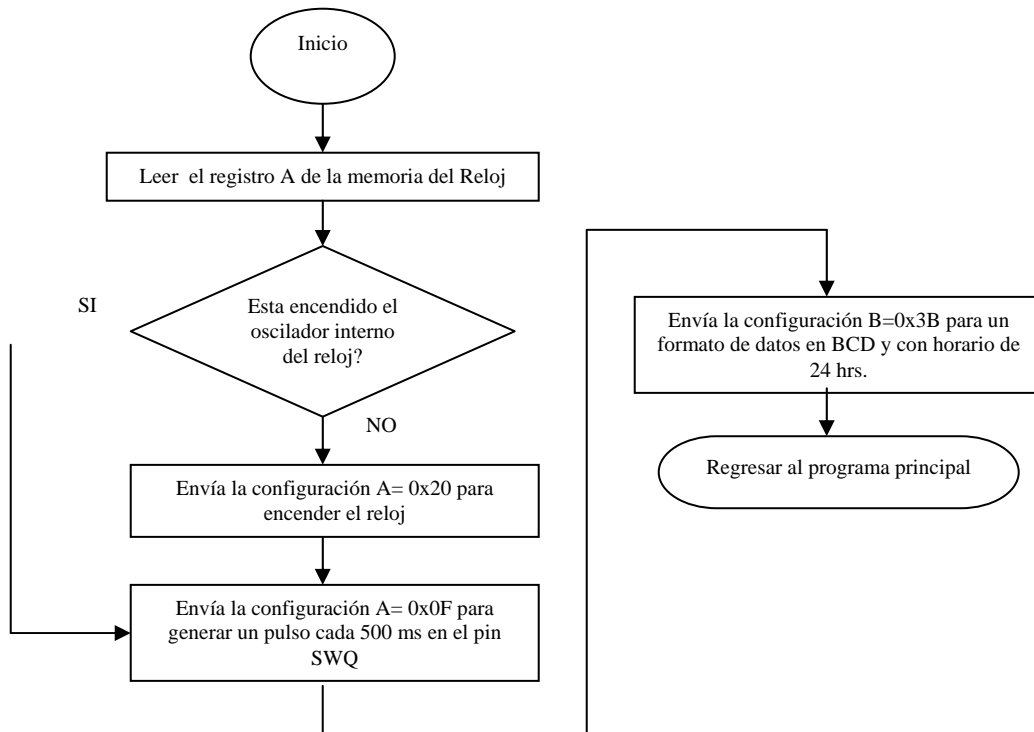


Figura 39. Diagrama de flujo de la configuración del Reloj

4.2.5 Función que captura el código, lo compara y realiza la función

Esta rutina, como se muestra en el siguiente diagrama de flujo realiza las funciones de:

- Activar protector nocturno
- Desactivar protector nocturno
- Activa protector lada
- Desactivar protector lada
- Introduce número y nombre a memoria
- Muestra número y nombre de memoria
- Activar protector celular
- Desactivar protector celular

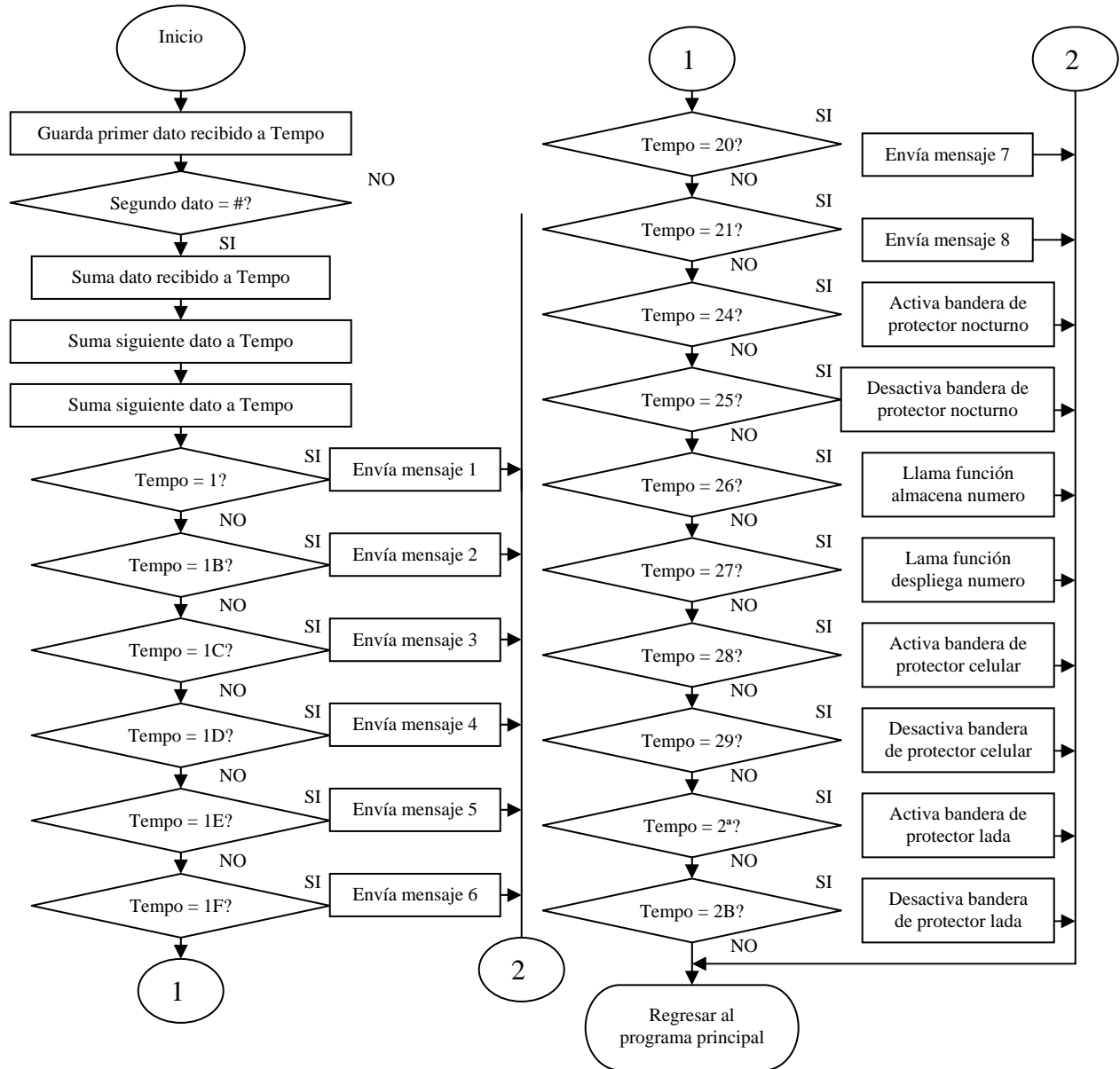


Figura 40. Diagrama de flujo del código que realiza las funciones principales del sistema

En el diagrama anterior se muestra que se activan las banderas de las funciones principales que realiza el sistema. Cuando se pretende realizar una función el sistema preguntará al control principal si está disponible para ejecutarse o si está activada su bandera para no realizarse.

También en la figura 40 se encuentran 2 funciones (almacena número y despliega número) que sirven para almacenar y desplegar el nombre y número telefónico que se quiera guardar en la memoria. Por lo que a continuación se presenta el diagrama de flujo de la función que almacena el nombre y número telefónico en la memoria Eeprom interna del microcontrolador.

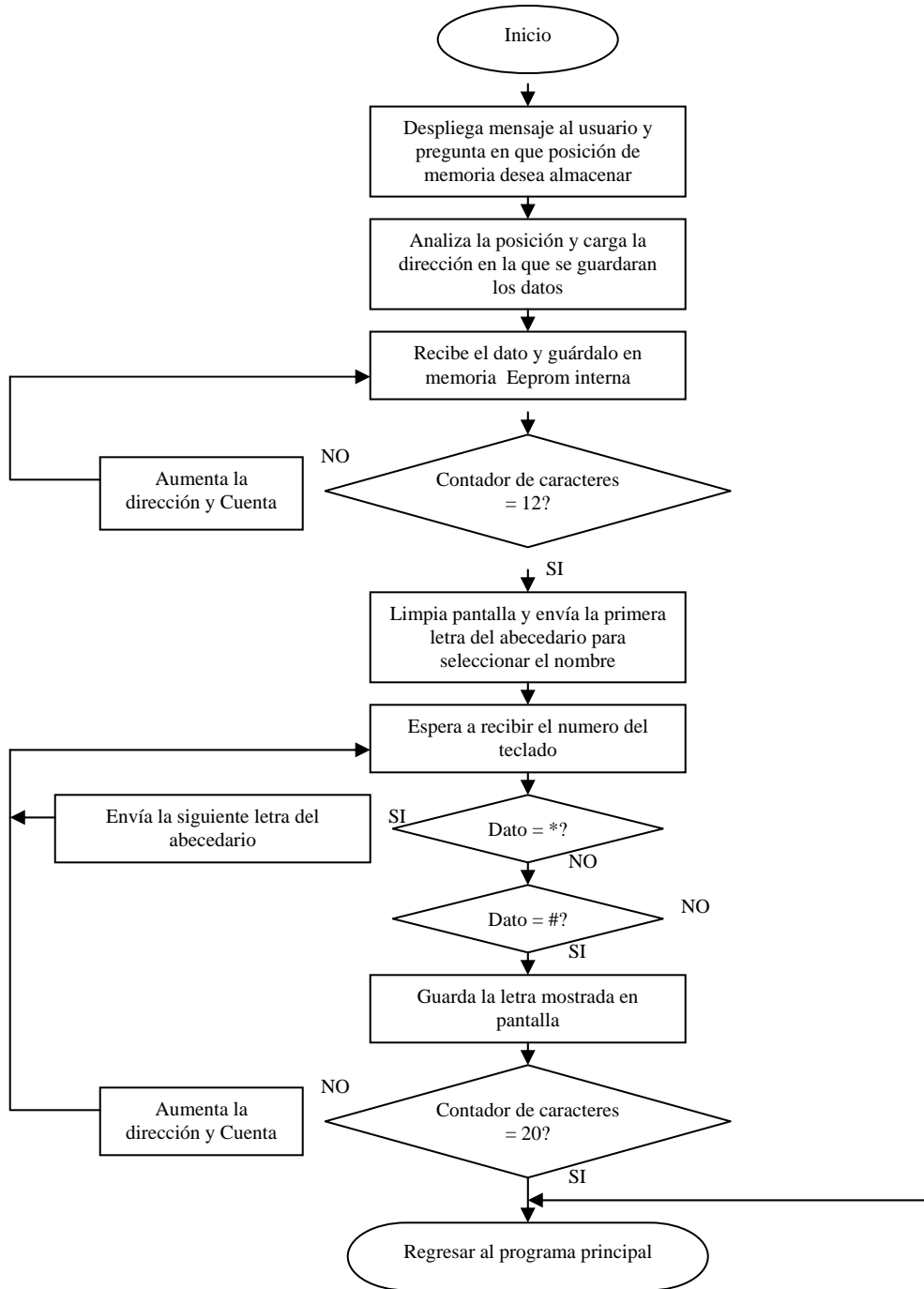


Figura 41. Diagrama de flujo de la función “almacena número y nombre en la memoria”

En el siguiente diagrama de flujo se muestra como se realiza la función de mostrar en el display el número y nombre almacenado en la memoria Eeprom del microcontrolador.

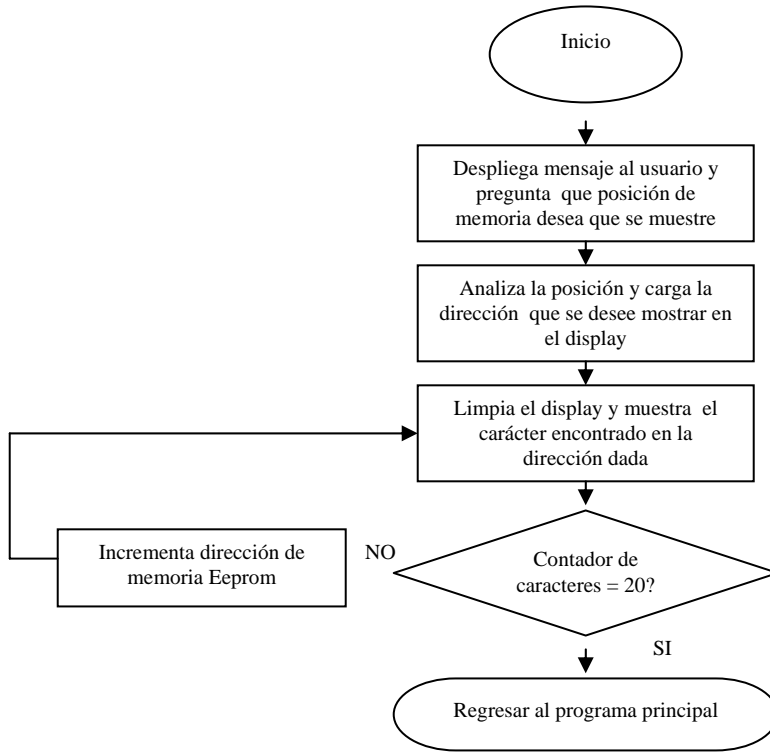


Figura 42. Diagrama de flujo de la función “mostrar número y nombre guardado en la memoria”

4.2.6 Función que almacena en memoria Ram el número telefónico marcado

A continuación se muestra el diagrama de flujo de la función que almacena en RAM el número telefónico al que se desea llamar, para posteriormente checar si se contestó la llamada, guardar esos datos en la memoria Eeprom.

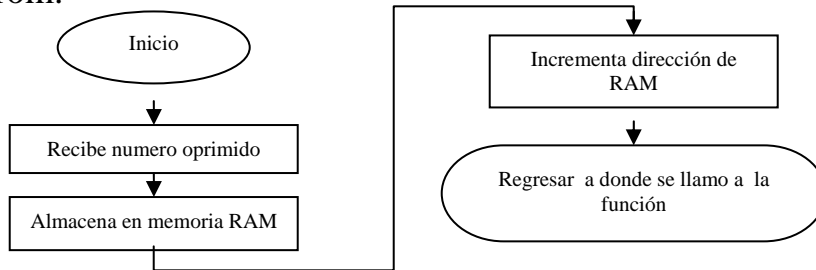


Figura 43. Diagrama de flujo del almacenamiento del número telefónico

4.2.7 Función que checa si descolgó el usuario destino y almacena los datos en la memoria Eeprom externa

En el siguiente diagrama de flujo se muestra la función que checa la señal de los tonos de Ring Back para saber si el usuario al que se le llamó contestó la llamada y de esta forma almacenar en una Eeprom externa, el número telefónico, la hora de inicio de la llamada, la fecha y la hora final en la que se realizó. En caso de no ser contestada o estar ocupado el teléfono del usuario se borrarán los datos del teléfono almacenado en la memoria Ram.

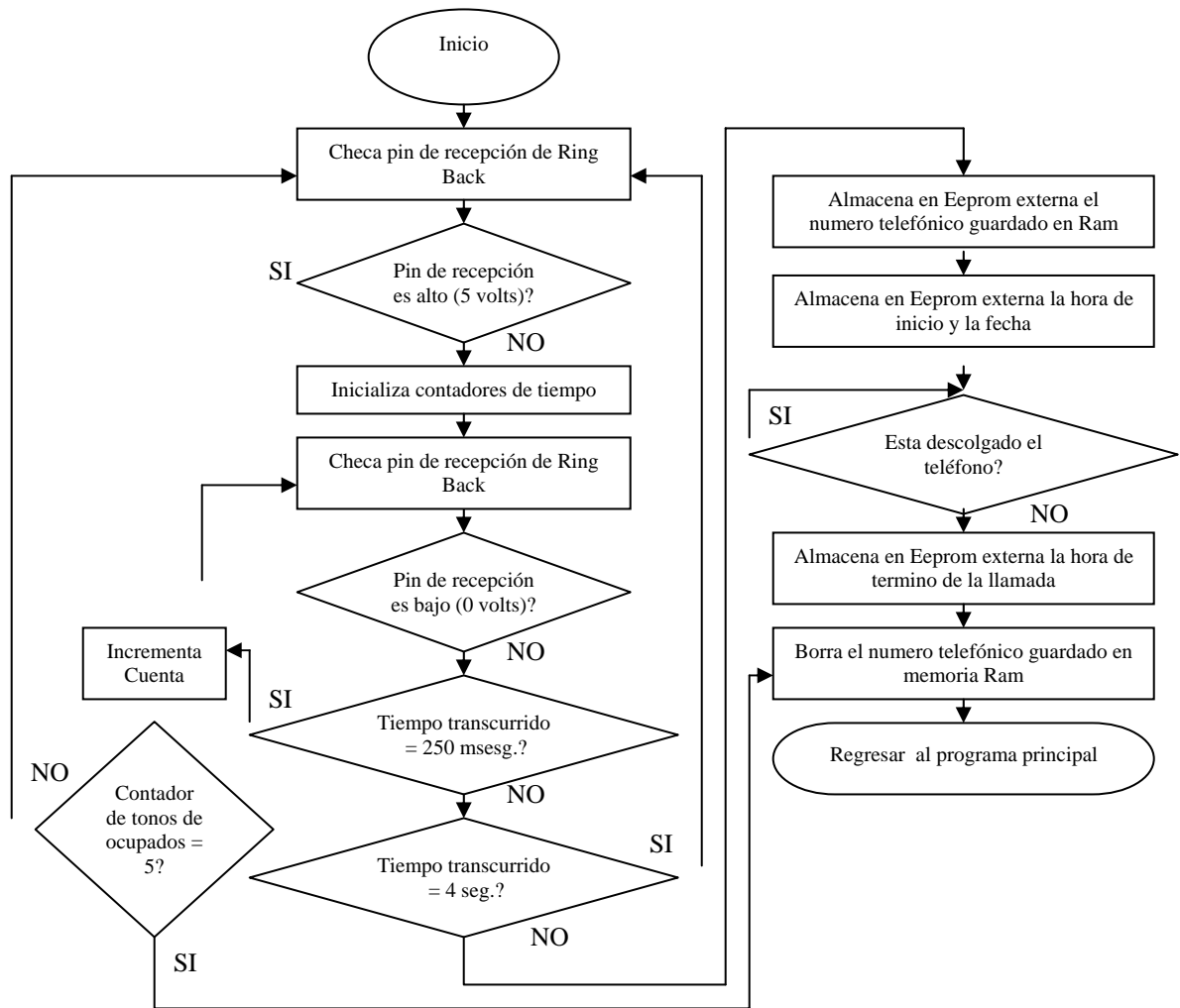


Figura 44. Diagrama de flujo de la rutina que checa el descolgado del usuario al que se llamó y almacenamiento de los datos de la llamada

En el diagrama de flujo de la figura anterior se muestra que se realiza el monitoreo de la señal de ocupado y de Ring Back. Cuando se detecta esta señal en un nivel bajo (0 volts) se cuenta el tiempo que dura en ese nivel, si

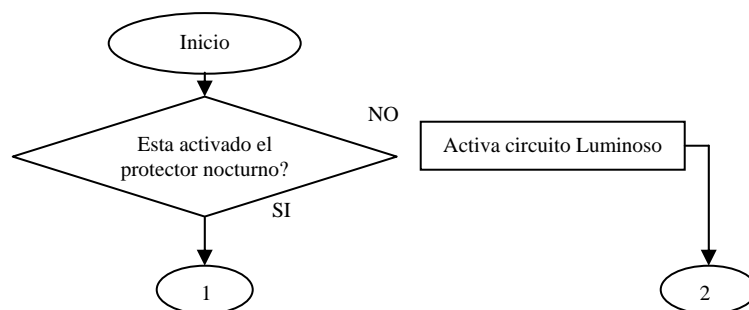
este tiempo es de 250 mseg. se vuelve a censar la señal y su tiempo de duración, así cada vez que sea igual se irá incrementado un contador que al llegar a la cuenta de 5 se enviará un mensaje de “ocupado” al display. Cuando el tiempo en nivel bajo sea de 4 seg. se volverá a censar el tiempo de la señal, si el tiempo de la señal permanece mas de 4 seg. en nivel bajo se tomará como una llamada contestada y se almacenarán los datos en la memoria Eeprom.

4.3 Función que analiza la señal de timbrado

Las funciones analizadas anteriormente son las que se realizan cuando se detecta la señal de descolgado del teléfono. A continuación se analizará lo que sucede cuando está presente la señal de timbrado.

Como se mencionó anteriormente el control principal está censando la señal de colgado/descolgado y de timbrado, cuando se presenta la señal de timbrado y está activada la función de protector nocturno, el sistema activa la señal que controla al circuito de simulación de descolgado del teléfono, con ello el teléfono no timbrará y el sistema permanecerá en un estado de espera para verificar los tonos de DTMF que lleguen y determinar si estos corresponden a la clave de acceso (*13). Si esta clave es válida el sistema genera una alarma audible y visual indicando la presencia de una llamada. El sistema solo espera 20 segundos la clave, si no es correcta o no es introducida el sistema restablece la línea y todo queda normal.

Se debe mencionar que la función de protector nocturno solo funciona en un horario de 22:00 PM a 7:00 AM., si la función de protector nocturno no esta activada el teléfono sonará y funcionará normalmente. Esta función analiza la señal de timbrado, y checa si esta activado el protector nocturno para realizar la espera del código que permitirá dar aviso de la llamada a altas horas de la noche y realiza la señalización visual para las personas hipoacusicas



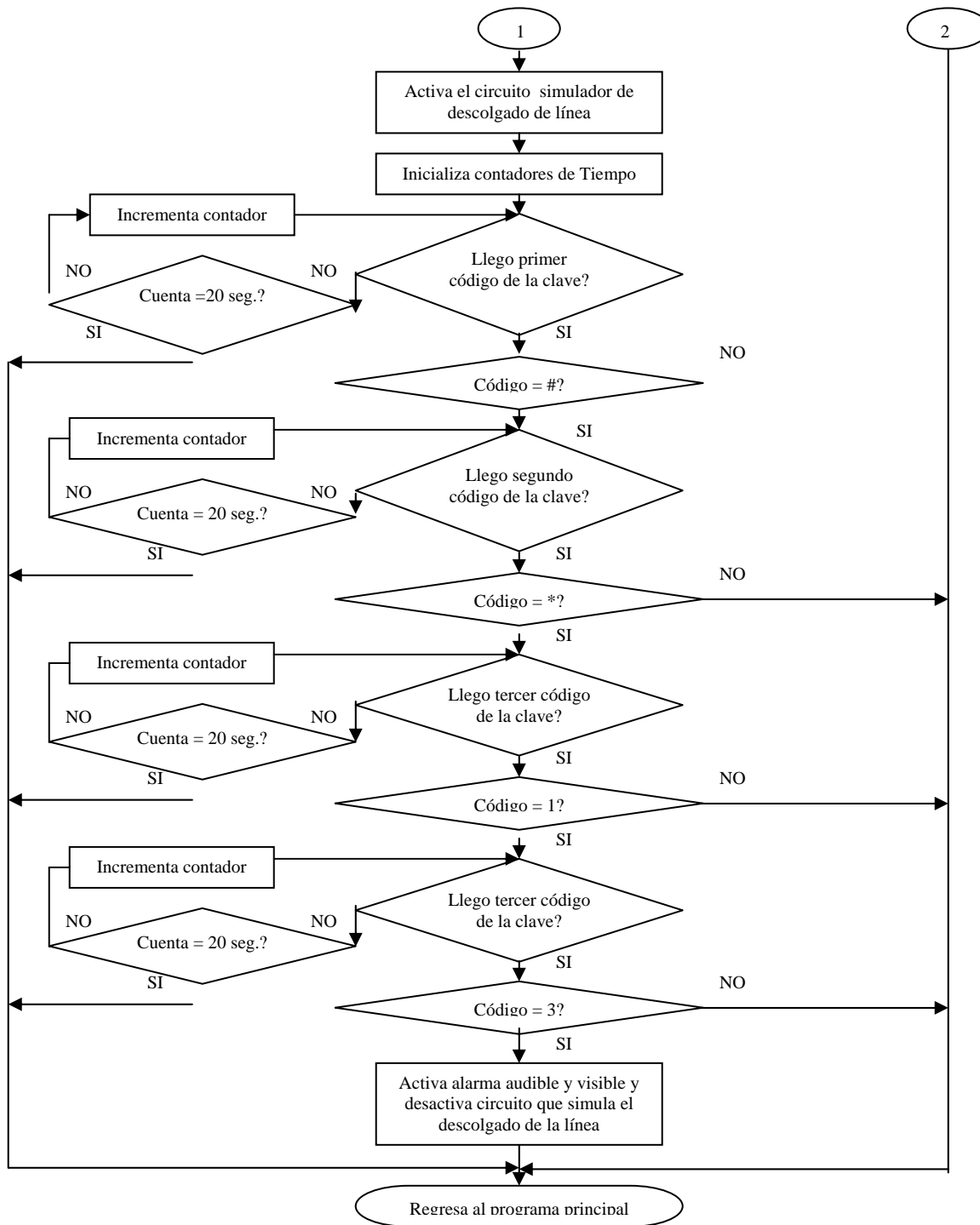


Figura 46. Función que analiza la señal de timbrado

4.4 Función de interrupción del puerto serial

Una de las primeras funciones que se ejecuta al iniciar el sistema es la configuración del puerto USART del microcontrolador, y en esta función se configura la recepción de los datos por interrupción. Es decir cuando el puerto USART detecte un cambio de nivel en el pin de recepción, el programa guardará la dirección contenida en el contador de programa (PCL) y se trasladará a la dirección 0004 de la memoria del programa para atender la interrupción y después regresar a la dirección que tenía el contador del programa.

Dentro de la función de interrupción se encuentran diversas opciones que analiza el programa y son mostradas en el siguiente diagrama de flujo.

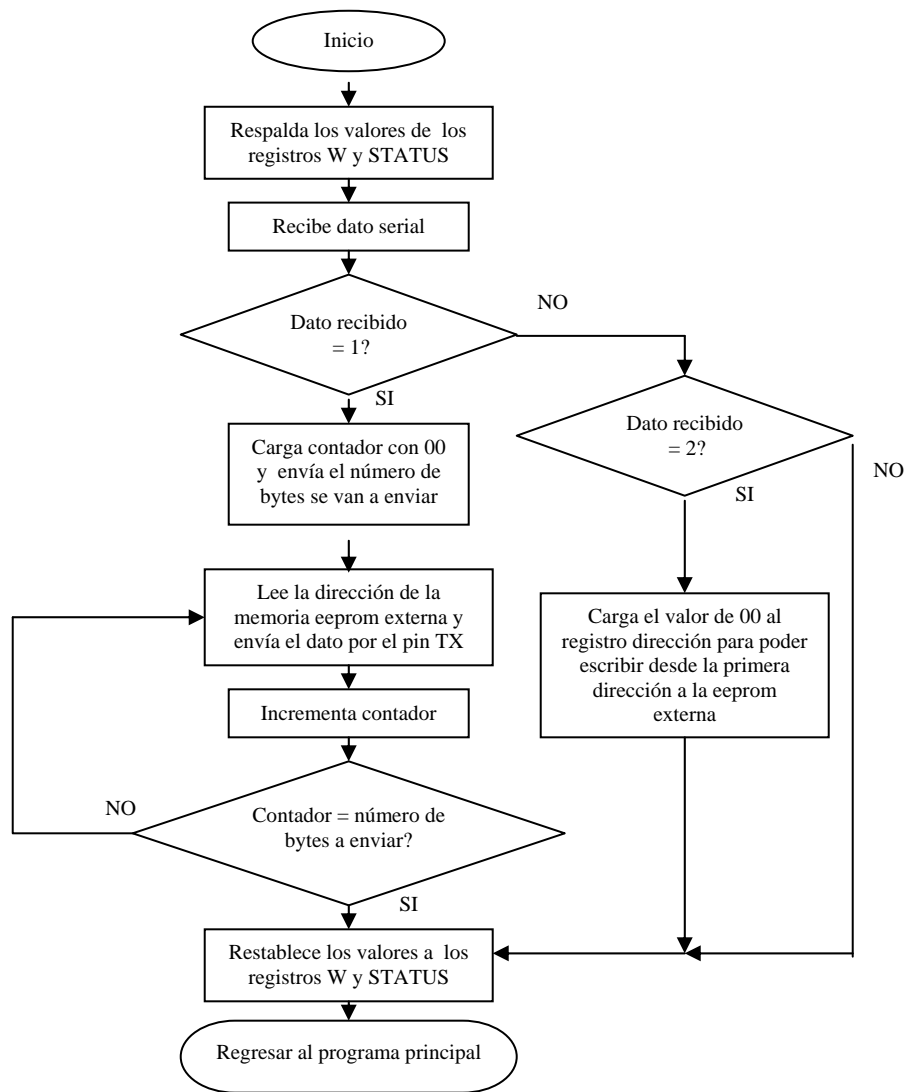


Figura 47. Función que atiende la interrupción por recepción del USART

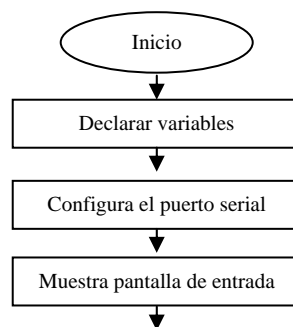
Tal como se muestra en el diagrama de flujo anterior, lo que realiza la función de interrupción es respaldar los registros W y STATUS, ya que en el set de instrucciones no se cuenta con las funciones push y pop. Después se analiza el dato serial recibido, si este corresponde a un 1 se inicia un contador a 00, se envía un registro con el número de bytes que se van a enviar y se comienza a leer la Eeprom externa hasta el último byte que contenga algún dato, así mismo se carga este dato al registro TX del USART para enviarlo a la PC. Una vez que se han enviado todos los bytes que contenga algún dato se restablece el valor de los registros W y STATUS y se finaliza la rutina de interrupción. Si el dato serial que se recibió en el pin RX corresponde a un 2 se cargará el registro dirección con el valor 00 para poder utilizar la Eeprom externa desde el primer byte. En caso de que sea otro número el que se recibió únicamente se restablecerá el contenido de los registros W y STATUS y se regresara al programa principal.

4.5 Software para la comunicación de la PC con el sistema

Este software fue desarrollado en Visual Basic y tiene como objetivo principal el enviar un código y recibir los números telefónicos de las llamadas, así como la hora y fecha en que se realizaron, para que puedan ser almacenados en un archivo o bien poderse imprimir.

Este software es de importancia para los usuarios que quieran llevar un control estricto en las llamadas que se realicen con el teléfono, ya que en el momento en que desee el usuario podrá conectar un cable serial de la PC al sistema y ejecutar el software de la PC para solicitar los datos con solo oprimir un botón y poder verlos o imprimirlos si así lo desea. Además cada que se adquieran los datos del sistema se irán almacenando en un archivo para tener un historial de las llamadas.

Por lo que a continuación se muestra el diagrama de flujo del programa realizado en Visual Basic.



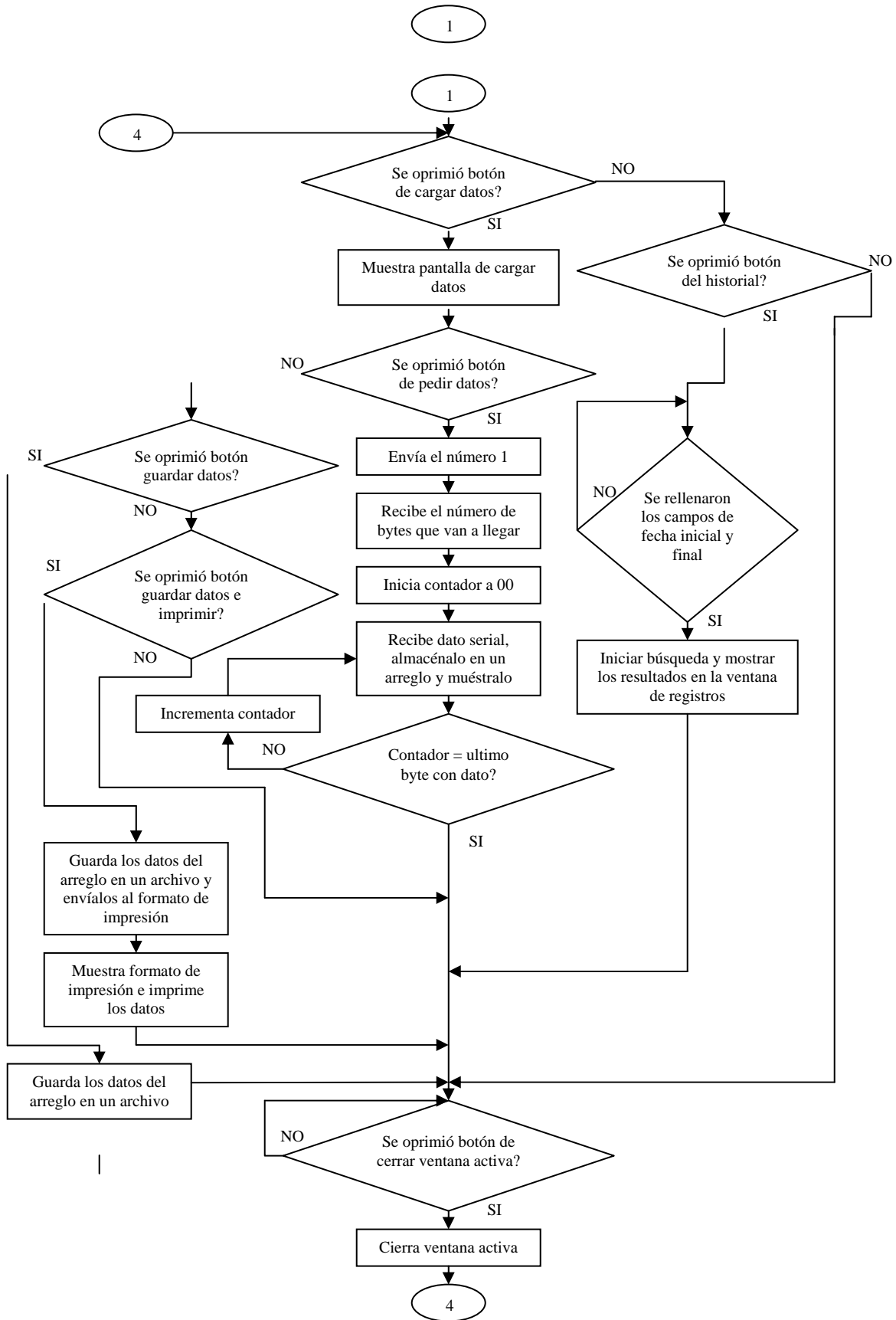


Figura 48. Diagrama de flujo del programa en Visual Basic de la PC

En el diagrama de flujo anterior se muestran las funciones que realiza el programa en Visual Basic, en primer lugar se declaran las variables a utilizar, después se configura el puerto serial a una velocidad de 9600 baudios, 1 bit de inicio, 8 bits de datos y un bit de parada, esto es para que sea compatible con el USART del microcontrolador. Posteriormente se muestra una pantalla con diversos botones dependiendo de la función que se quiera realizar, ya sea cargar los datos del sistema a la PC o buscar en el archivo del historial almacenado.

Para poder guardar o imprimir, se deben tener datos en la ventana de descarga de datos, de lo contrario se enviara un mensaje que no hay datos en el arreglo. Después de descargar los datos del “sistema telefónico multifuncional” se podrán imprimir o guardar en un archivo para tener un historial.

En la ventana que maneja los datos del historial se debe introducir el rango de las fechas que se requieran los datos, posteriormente el programa buscará en su archivo de historial y lo mostrara en la ventana.

4.6 Resumen

Como se mencionó en el capítulo anterior el microcontrolador cuenta con un set de 35 instrucciones, esto hace que al pasar del diagrama de flujo a escribir el programa no sea tan complicado al manejar pocas instrucciones.

La mayoría de las funciones con las que cuenta el sistema son señalizadas con unas banderas dentro del programa y son almacenadas en un registro, para que cuando se pretenda ejecutar alguna función y este activada su bandera no se podrá ejecutar esa función, por el contrario si no esta activada la bandera se podrá ejecutar la función normalmente.

La forma en la que el programa checa las señales de colgado/descolgado y la señal de timbrado es por poleo de los pines conectados a estas señales, ya que después de detectar estas señales se debe seguir una secuencia de comparación de los datos de llegada y definir cual

debe ser el curso del programa, por lo que no se utilizaron interrupciones en estas funciones.

El programa desarrollado en Visual Basic no presenta mayor complicación, ya que es un sistema basado en ventanas (objetos) fácil de programar. Además ofrece una variedad al realizar llamadas a funciones de otros programas como el Word, Excel, Power Point, Macromedia Flash, etc. Este programa de la PC ofrece una ventana con los datos almacenados en la Eeprom externa y son ordenados por fecha o número telefónico, además se pueden imprimir.

V. RESULTADOS

Una parte importante en el funcionamiento del sistema es detectar las señales que se encuentran en la línea telefónica (terminales Tip y Ring), estas señales son la señal de colgado/descolgado, la señal de timbrado, la señal de ring back y los tonos de ocupado. Por lo que para iniciar este capítulo de resultados se verán figuras que muestran las señales que se encuentran en la línea telefónica. El equipo que se dispuso para monitorear dichas señales son: el sistema telefónico multifuncional, el teléfono, el osciloscopio, una línea telefónica y la fuente de alimentación de 12 y 5 volts tal como lo muestra la siguiente figura.



Figura 49. Equipo utilizado para monitorear las señales de la línea telefónica

En la figura anterior se muestra el “sistema telefónico multifuncional” en protoboard, el teléfono de la marca panasonic con teclado para generar tonos DTMF, una fuente de voltaje que tiene salidas de 12 y 5 volts requeridas para alimentar al sistema, la línea telefónica y el osciloscopio portátil marca Tektronic, que será el dispositivo que mostrara en su pantalla las señales que se encuentran en la línea telefónica.

El “sistema telefónico multifuncional” esta compuesto por varios circuitos o subsistemas que ayudan al control principal a un funcionamiento correcto. Por lo que en la siguiente figura se muestra el sistema completo y en los recuadros se muestran los subsistemas que lo conforman.

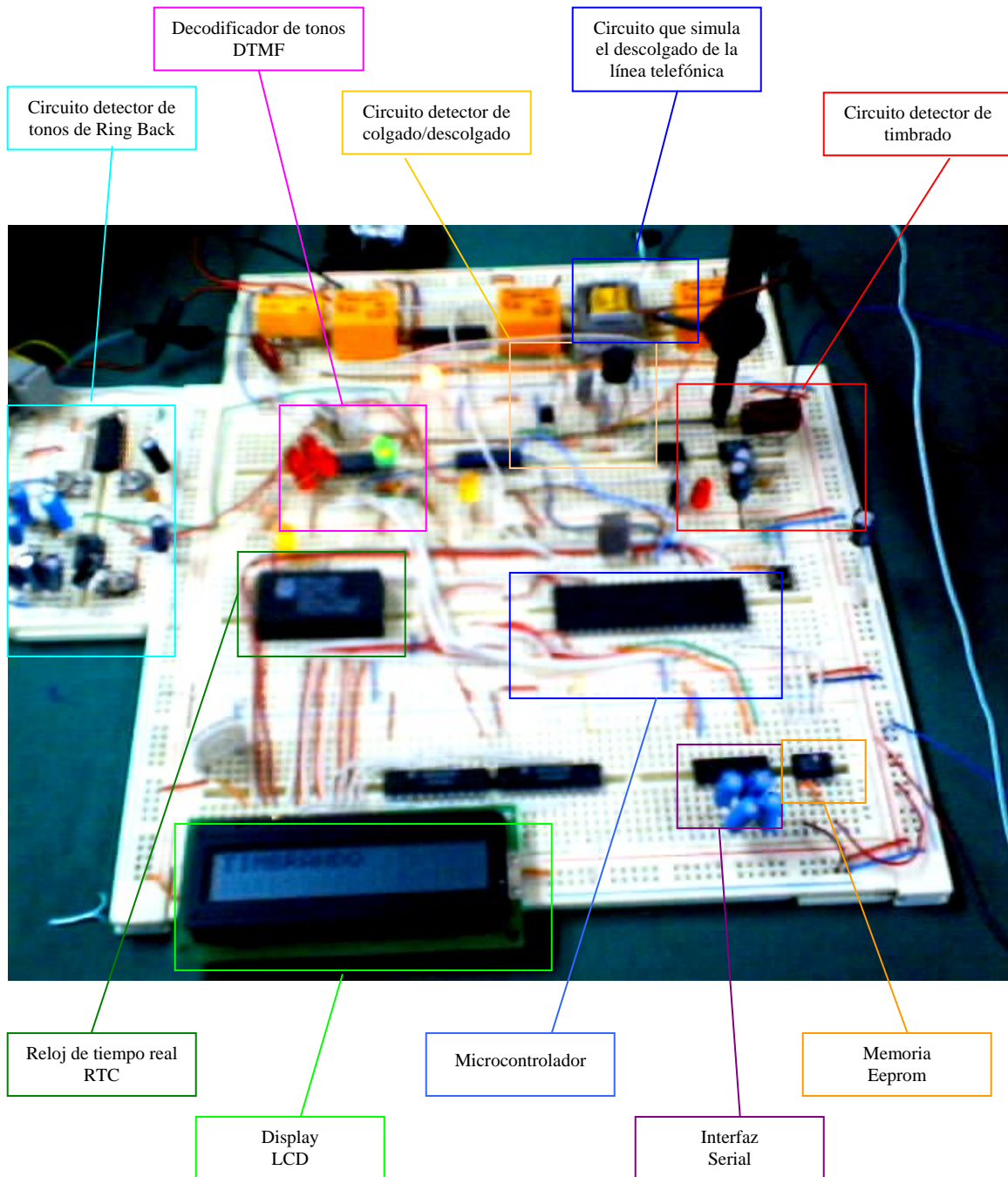


Figura 50. Circuitos que forman al sistema telefónico multifuncional

Para medir y observar el voltaje que se tiene en la línea telefónica con el teléfono colgado, se colocaron las puntas del osciloscopio en paralelo con el plug de entrada de la línea telefónica al sistema, tal como se muestra en la siguiente figura.

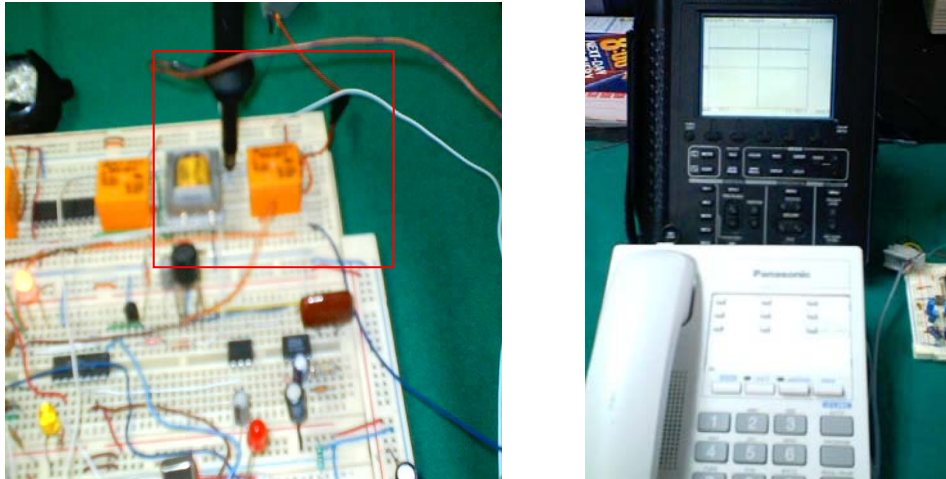


Figura 51. Colocación de las puntas del osciloscopio para medir el voltaje en la línea telefónica y el teléfono colgado

Teniendo una configuración en el osciloscopio de 20 volts por cuadro y un tiempo de muestreo de la señal de 1seg. se muestra en la siguiente figura una pantalla con la señal de cd. con alrededor de 45.2 volts.

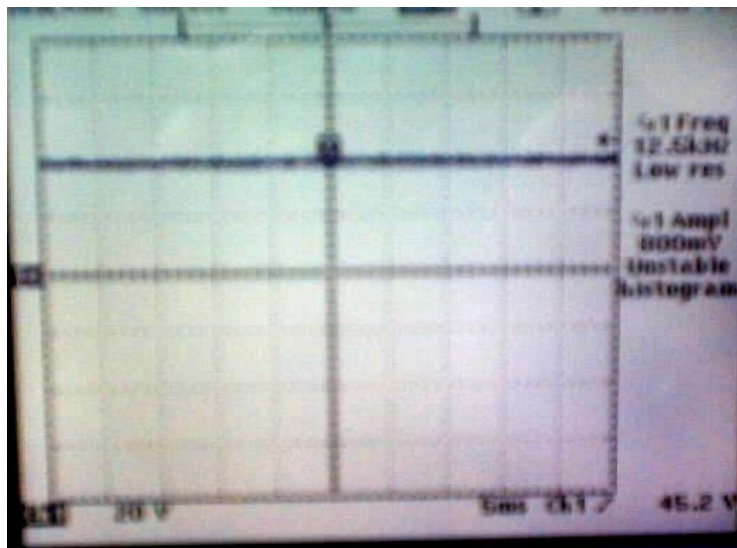


Figura 52. Señal de cd. de Colgado

La figura anterior muestra la señal de colgado con 45 volts de cd. pero para que el microcontrolador reconozca esta señal, es reducida a niveles TTL e invertida por medio del circuito detector de colgado/descolgado.

Se colocaron las puntas del osciloscopio a la salida del circuito detector de colgado/descolgado como se muestra en la siguiente figura para obtener la señal de salida del circuito.

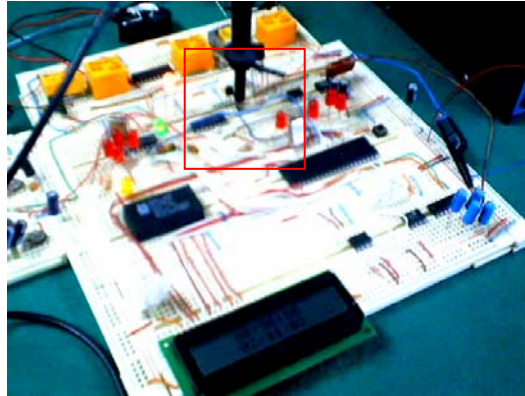


Figura 53. Colocación de las puntas del osciloscopio para mostrar la señal de colgado a la salida del circuito que detecta el colgado/descolgado

Para adquirir la señal que se muestra en la siguiente figura se configuro el osciloscopio con 200 mvolts por cuadro y 5 mseg. de muestreo de la señal, y se observa que esta señal es de solo 600 mvolts, esto es debido a que el circuito detector de colgado/descolgado actúa como un inversor. Este voltaje es enviado al pin del microcontrolador que detecta el descolgado del teléfono, por lo que el microcontrolador no ejecuta alguna función cuando se mantiene en este nivel de voltaje.

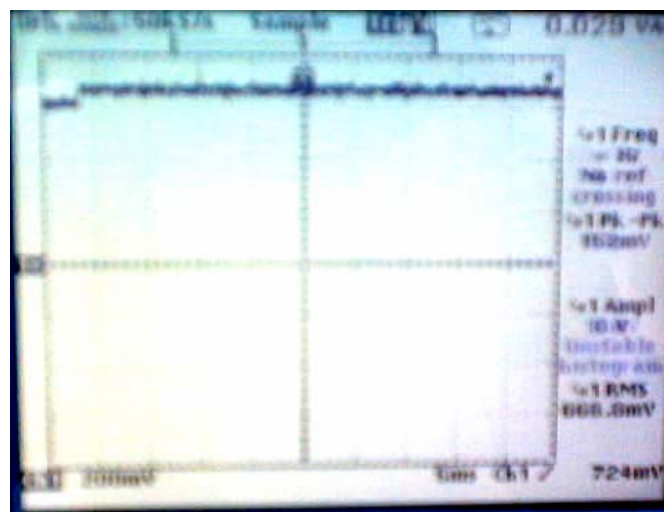


Figura 54. Señal de colgado vista a la salida del circuito detector de colgado/descolgado y que llega al microcontrolador

Para observar la señal de descolgado en la línea telefónica se debe descolgar el teléfono y dejar las puntas del osciloscopio en la posición como se muestra en la figura 51 y teniendo la configuración en 5 volts por cuadro y el muestreo de la señal en 1 seg. del osciloscopio, se obtuvo en la pantalla 6.8 volts de cd. como se muestra en la siguiente figura.

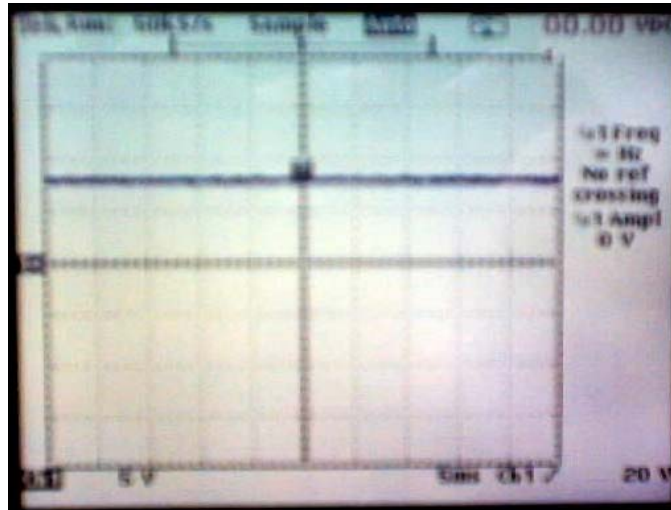


Figura 55. Señal de cd. del descolgado

A continuación se presenta la figura que muestra la señal de descolgado a la salida del circuito detector de colgado/descolgado, esta señal fue adquirida colocando las puntas del osciloscopio como se mostró en la figura 53.

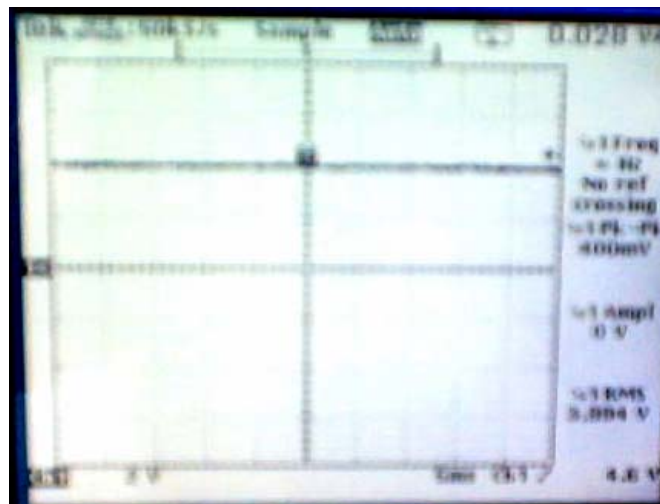


Figura 56. Señal de descolgado vista a la salida del circuito detector de colgado/descolgado y que llega al microcontrolador

La señal que se muestra en la figura anterior es de 4.8 volts de cd. y es proporcionada por el circuito detector de colgado/descolgado y que está conectada al pin del microcontrolador que detecta el descolgado. Cuando se encuentra en este nivel de voltaje el microcontrolador debe estar alerta para ejecutar alguna función que le sea indicada por el teclado del teléfono.

Ahora cambiando la configuración del osciloscopio a 2 mseg. el tiempo de muestreo de la señal y 50 mvolts por cuadro, para poder observar el tono de “invitación a marcar” que se encuentra montado sobre la señal de cd., este tono es de 426.7 Hz con aproximadamente 906 mv de amplitud y esta señal se muestra en la siguiente figura.

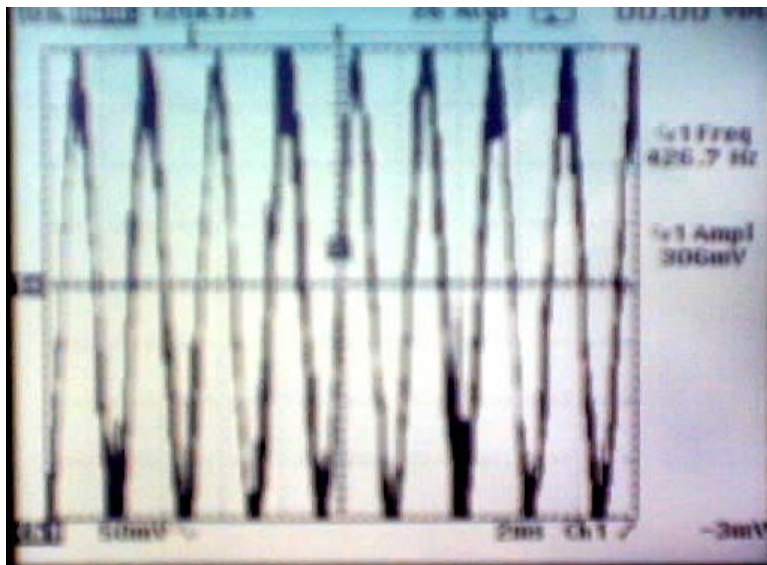


Figura 57. Tono de invitación a marcar

Para observar la señal de timbrado es necesario que la central la envíe, para indicar la presencia de una llamada telefónica, además se colocaron las puntas del osciloscopio en paralelo con la entrada del circuito detector de timbrado como se ve en la siguiente figura.

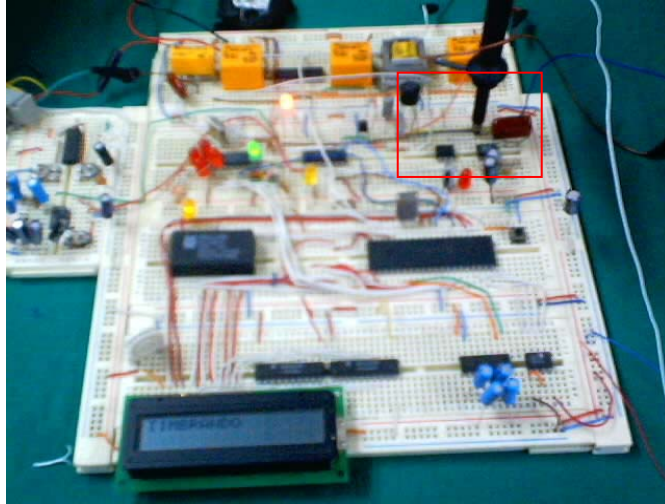


Figura 58. Colocación de las puntas del osciloscopio para ver la señal de timbrado

Una vez que la central ha enviado la señal de timbrado y con una configuración en el osciloscopio de 50 volts por cuadro y 1 seg. de muestreo de la señal, se observo la siguiente imagen.

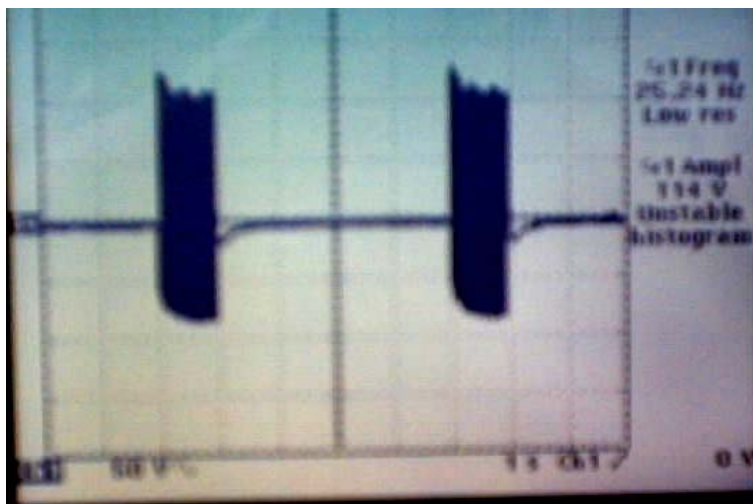


Figura 59. Cadencia de presencia de la señal de timbrado

La figura anterior muestra la cadencia de presencia de la señal de timbrado (1 seg. de presencia y 4 seg. de ausencia). Ahora, disminuyendo la señal de muestreo a 20 mseg. se observo la señal de timbrado con una frecuencia de 55.28 Hz. con amplitud de 190 Volts, como se muestra en la siguiente figura.

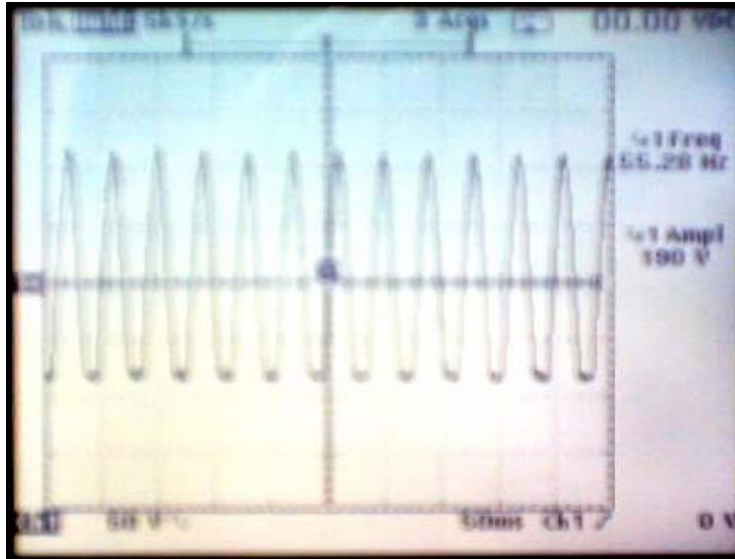


Figura 60. Señal de timbrado mostrada en el osciloscopio

La siguiente figura muestra la colocación de las puntas del osciloscopio para poder observar la señal a la salida del circuito detector de timbrado.

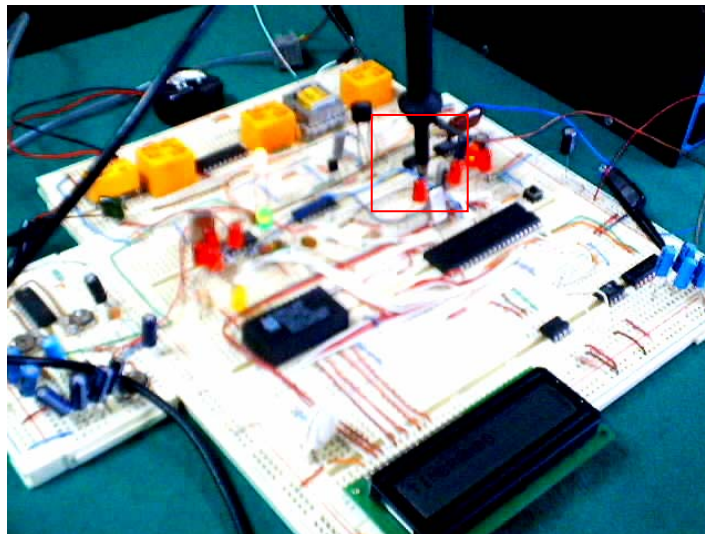


Figura 61. Colocación de las puntas del osciloscopio para mostrar la señal de timbrado a la salida del circuito que detecta esta señal

La siguiente figura muestra la señal a la salida del circuito detector de timbrado y que esta conectada al pin del microcontrolador que detecta esta señal, está se observo teniendo una configuración en el osciloscopio de 2 volts por cuadro y 1 seg. de muestreo de la señal.

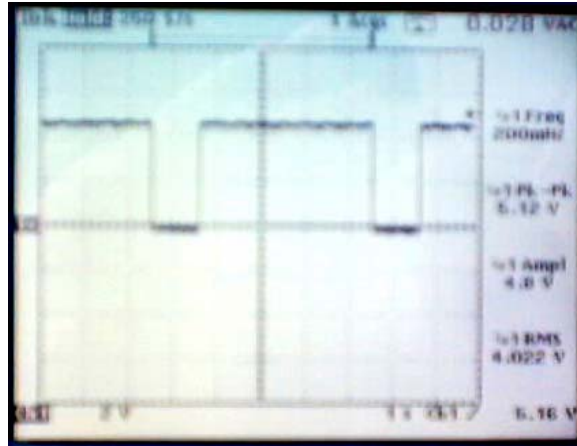


Figura 62. Señal vista a la salida del circuito detector de timbrado y que llega al microcontrolador

La señal que se muestra en la figura anterior indica que la salida del circuito detector de timbrado siempre permanece en alto (5 volts) y cuando se presenta la señal de ca. (frecuencia de 55.28 Hz. y 190 volts de amplitud) el circuito detector envía a la salida un pulso bajo (0 volts) mientras se mantiene presente la señal de ca., esta señal llega al pin del microcontrolador que detecta el timbrado.

La señal que a continuación se mostrara es la de Ring Back, esta señal es enviada por la central cuando se pretende establecer una llamada telefónica e indica que se le esta avisando al usuario destino que tiene una llamada. Para ver esta señal se colocaron las puntas del osciloscopio en paralelo con la entrada del circuito detector de tonos de Ring Back, como se muestra en la siguiente figura.

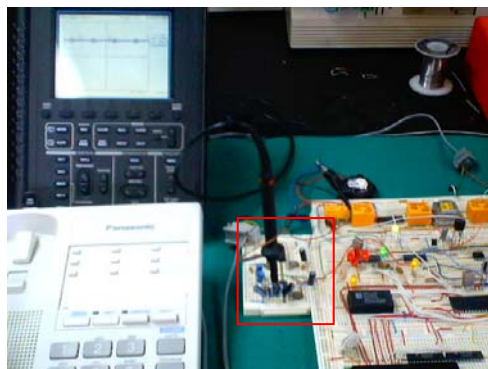


Figura 63. Colocación de las puntas del osciloscopio para mostrar la señal de Ring Back

Con una configuración en el osciloscopio de 200 mvolts por cuadro y 1 seg. de muestreo de la señal, se observa la señal mostrada en la siguiente figura.

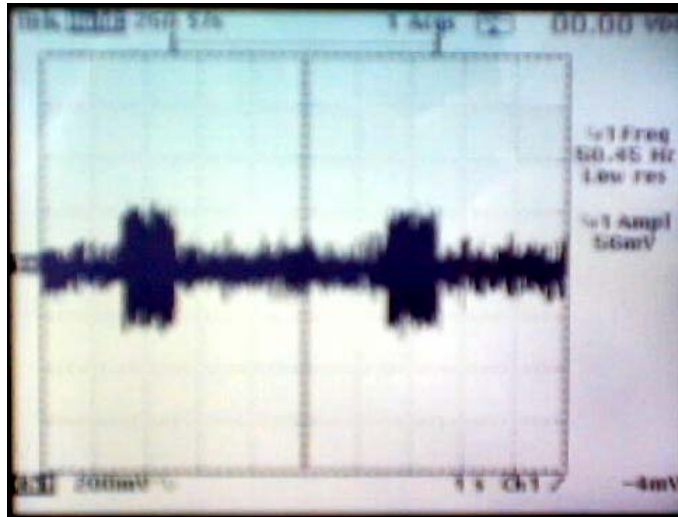


Figura 64. Cadencia de presencia del tono de Ring Back

La siguiente figura muestra la posición en la que se colocaron las puntas del osciloscopio a la salida del circuito que detecta la señal Ring Back que envía la central.

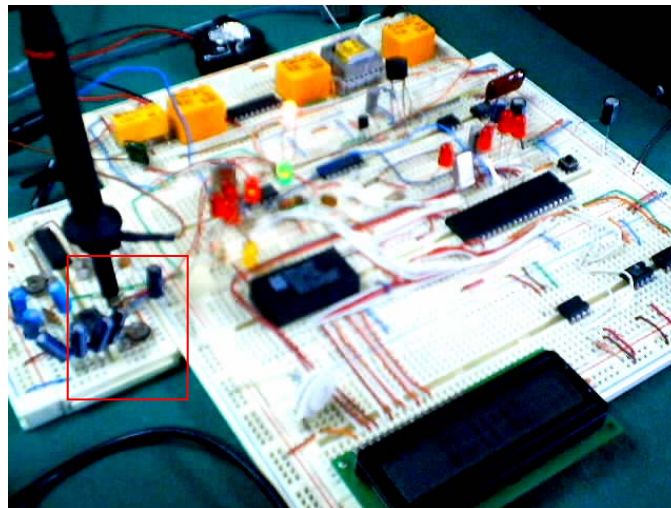


Figura 65. Colocación de las puntas del osciloscopio para mostrar la señal de Ring Back a la salida del circuito que detecta estos tonos

Para observar la señal que se muestra en la siguiente figura se configuró el osciloscopio con 2 volts por cuadro y 1 seg. de muestreo de la señal. Esta

señal es conectada al pin del microcontrolador que detecta los tonos de Ring Back, y poder así determinar en que momento la central deja de enviar estos tonos y tomar como una llamada realizada.

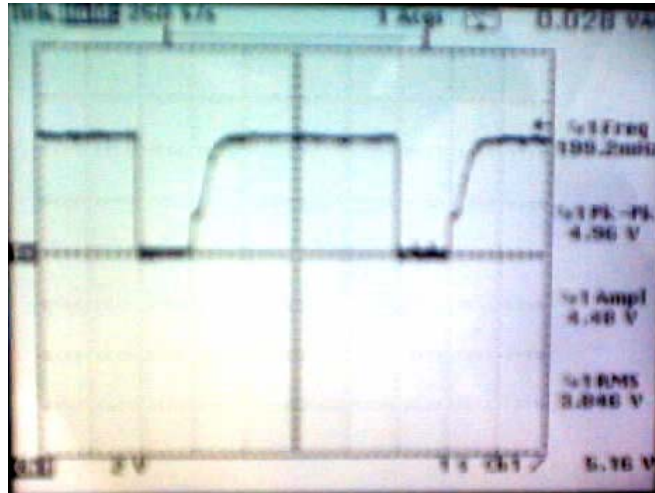


Figura 66. Señal de Ring Back vista a la salida del circuito detector de tonos de Ring Back y que llega al microcontrolador

La figura anterior muestra la cadencia de presencia de la señal de Ring Back, ahora disminuyendo el tiempo de muestreo a 2 mseg. y cambiando a 50 mvolts por cuadro en el osciloscopio para observar la señal de Ring Back, se obtuvo en la pantalla la señal mostrada en la siguiente figura en donde se ve una señal senoidal con frecuencia de 446.7 Hz. y 906 mvolts de amplitud.

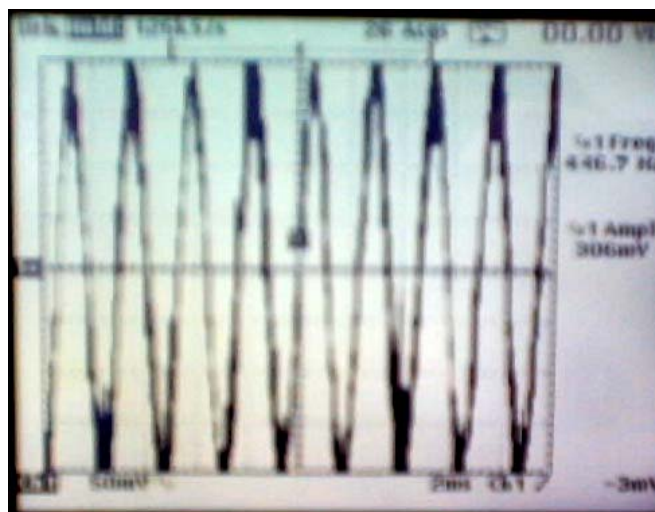


Figura 67. Señal de Ring Back mostrada en el osciloscopio

La siguiente figura muestra la señal de ocupado, esta señal se obtuvo dejando las puntas del osciloscopio como se mostró en la figura 63 y cambiando la configuración del osciloscopio a 500 mvolts por cuadro y 500 mseg. de muestreo de la señal.

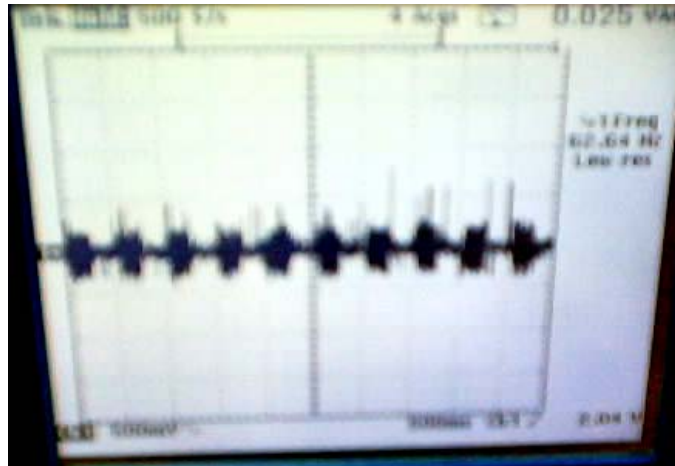


Figura 68. Cadencia de presencia del tono de ocupado

La siguiente figura muestra la señal de ocupado tomada a la salida del circuito detector de tonos de Ring Back. Para observar la señal se configuró el osciloscopio con 2 volts por cuadro y 500 mseg. de muestreo de la señal. Esta señal es conectada al pin del microcontrolador que detecta los tonos de Ring Back y cuando se presente la señal de ocupado se avise al usuario que el número marcado esta siendo utilizado.

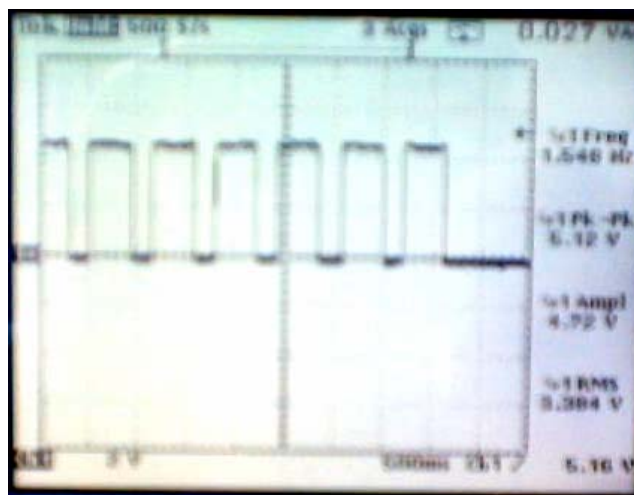


Figura 69. Señal de ocupado vista a la salida del circuito detector de tono de Ring Back y que llega al microcontrolador

La figura anterior muestra la cadencia de presencia de los tonos de ocupado. Para observar de cerca estos tonos se disminuyo el tiempo de muestreo de la señal a 2 mseg. y el nivel de voltaje de 100 mvolts por cuadro se observo la imagen mostrada en la siguiente figura, esta imagen muestra una señal senoidal de 420 Hz. y una amplitud de 340 mvolts.

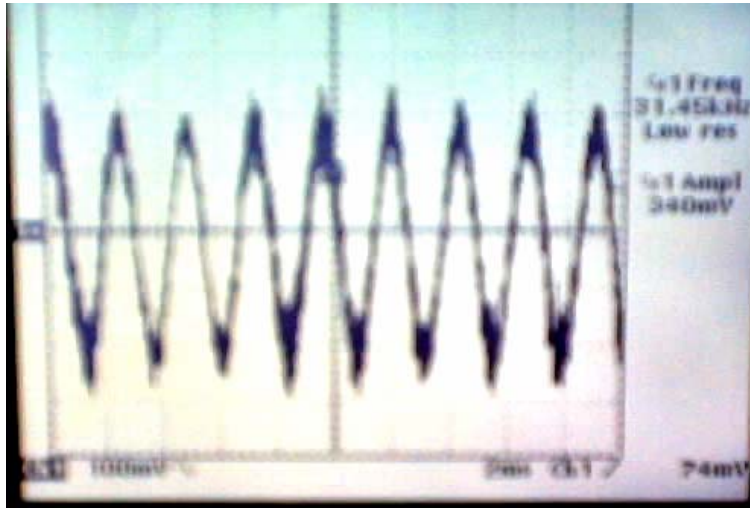


Figura 70. Señal de ocupado mostrada en el osciloscopio

Las siguientes figuras muestran las señales que se originan al oprimir cualquier tecla del teclado del teléfono, esto con el fin de conocer y de mostrar la diferencia que existe en las frecuencias originadas al marcar algún caracter del teclado.

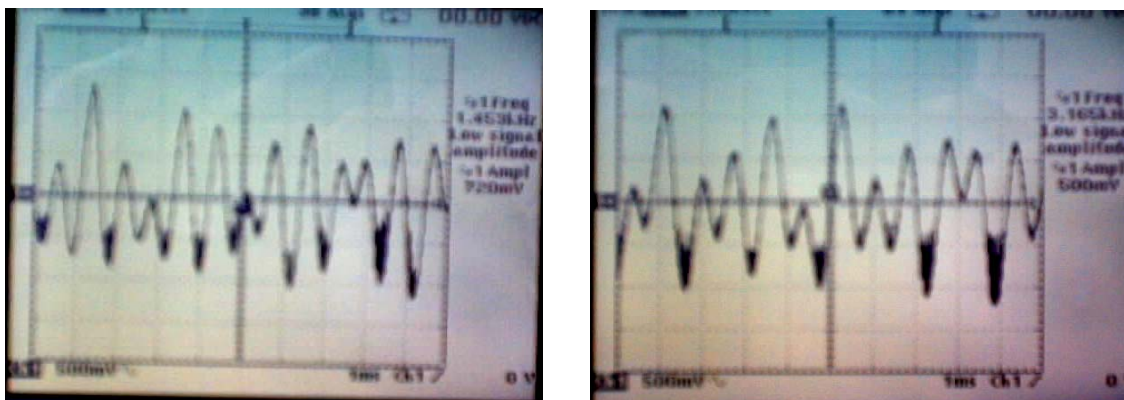


Figura 71. Señales mostradas en el osciloscopio al marcar un 1 (izquierda) y un 2 (derecha) en el teclado del teléfono

La figura anterior muestra dos pantallas al marcar el carácter 1 y 2 en el teclado del teléfono, estas señales y las que en seguida se mostrarán fueron adquiridas colocando las puntas del osciloscopio a tierra y a la entrada del circuito decodificador de tonos DTMF. Además se tenía una configuración del osciloscopio de 500 mvolts por cuadro y 1 mseg. la señal de muestreo.

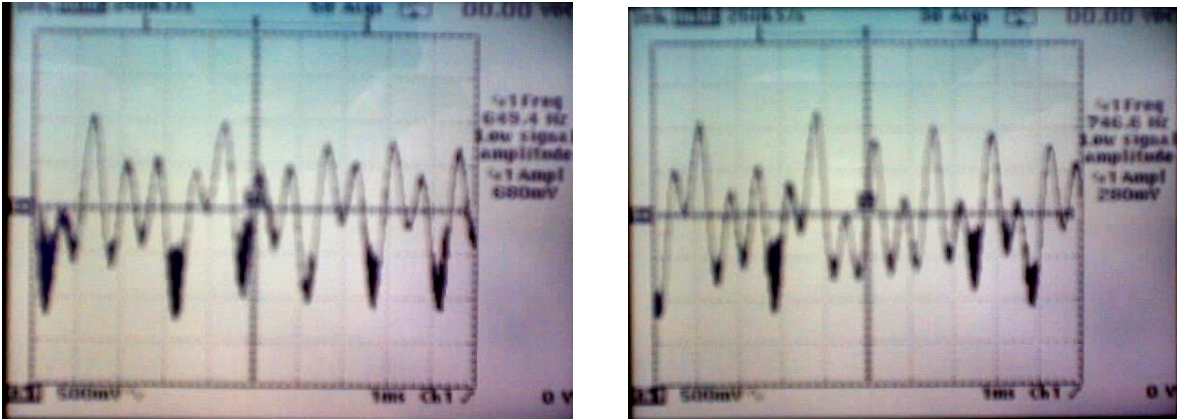


Figura 72. Señales mostradas en el osciloscopio al marcar un 3 (izquierda) y un 4 (derecha) en el teclado del teléfono

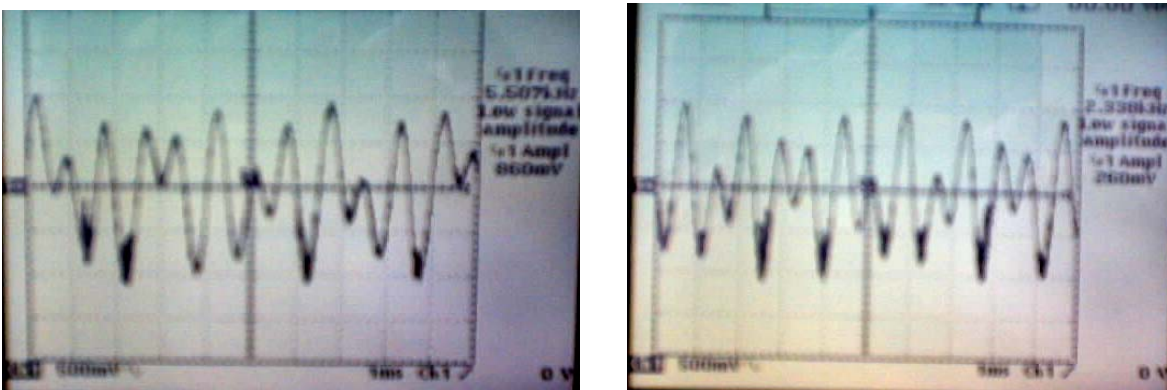


Figura 73. Señales mostradas en el osciloscopio al marcar un 5 (izquierda) y un 6 (derecha) en el teclado del teléfono

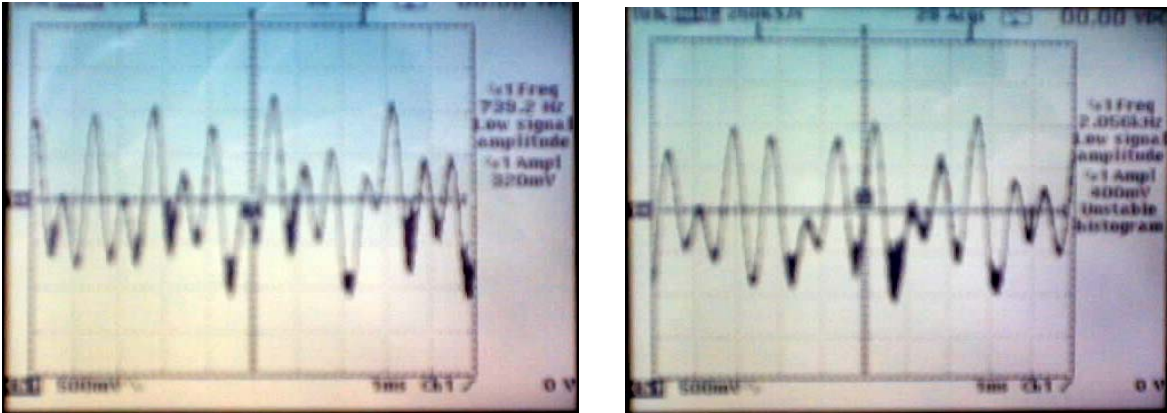


Figura 74. Señales mostradas en el osciloscopio al marcar un 7 (izquierda) y un 8 (derecha) en el teclado del teléfono

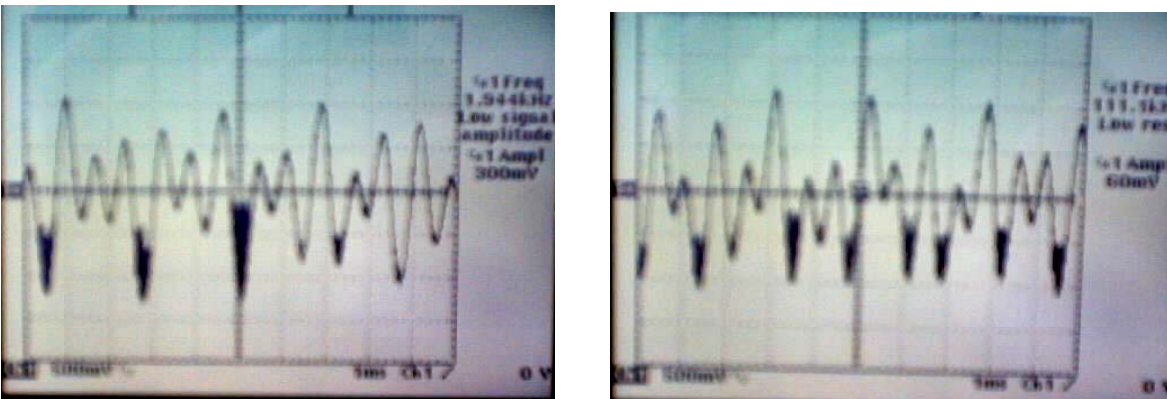


Figura 75. Señales mostradas en el osciloscopio al marcar un 9 (izquierda) y un 0 (derecha) en el teclado del teléfono

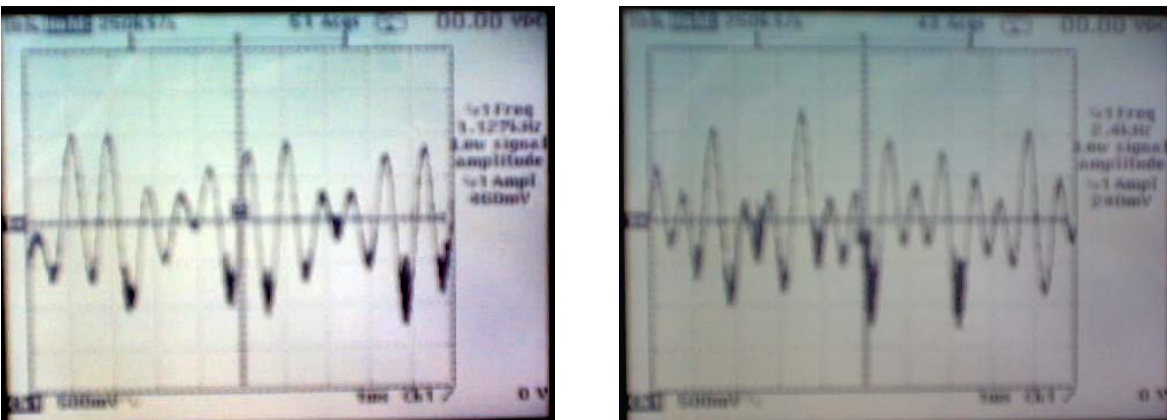


Figura 76. Señales mostradas en el osciloscopio al marcar un * (izquierda) y un # (derecha) en el teclado del teléfono

A continuación se describirá la forma en la que deben ser activadas y/o desactivadas las funciones con las que cuenta el sistema. Básicamente el sistema esta controlado en su totalidad por claves, las cuales activan o desactivan las funciones que tiene el sistema, por lo que se describirá como controlar estas diferentes opciones que tiene el sistema.

Función	Clave	Abreviación o Mensaje
Activa Protector Nocturno	##*1	APN
Desactiva Protector Nocturno	##*2	DPN
Introduce número a agenda	##*3	INM
Muestra número de agenda	##*4	DNM
Activa protector celular	##*5	APC
Desactiva protector celular	##*6	DPC
Activa protector lada	##*7	APL
Desactiva protector lada	##*8	DPL
Envío de mensajes para personas hipoacusicas	##11	COMO ESTAS?
	##12	BIEN
	##13	SALUDOS
	##14	NOS VEMOS
	##15	NECESITO AYUDA!!
	##16	VEN AQUI
	##17	VOY RETRASADO
	##18	NO PODRE LLEGAR

Tabla 24. Claves para cada una de las funciones que realiza el sistema

En la tabla anterior se muestran las claves así como las abreviaciones y mensajes que serán mostrados en el display.

Función Activación de Protector lada

Esta opción, como su nombre lo dice, tiene la finalidad de proteger que se realicen llamadas de larga distancia con el teléfono, por ello cuando se desee que no se efectúen llamadas de este tipo, se puede utilizar esta opción, activándola de la siguiente manera:

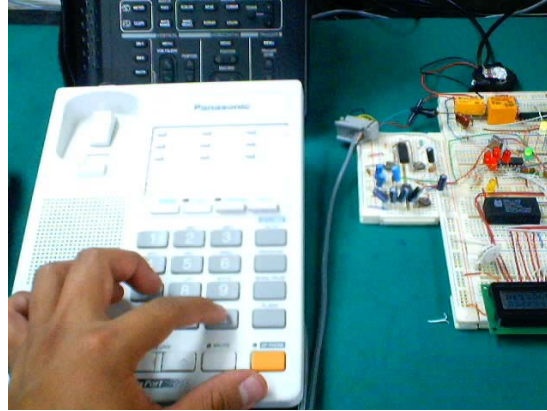


Figura 77. Descolgar el teléfono cuando se activa alguna clave

Para poder activar esta opción y en general todas las opciones, el teléfono debe estar descolgado ya que si no es así, el sistema nunca reaccionara a las peticiones (figura 77). Una vez que se encuentra en esta posición, se introduce desde el teclado del teléfono la clave, cada vez que se introduzca un dígito del teléfono aparecerá en el display un signo de interrogación “?” , esto con el fin de que no sea conocida la clave. Al introducir completa y correctamente la clave aparecerá una abreviación mostrada en la figura 78, dependiendo de la función que se desee activar o desactivar. Por último se colgará el teléfono y de esta forma se puede estar seguro que no se realizarán llamadas de larga distancia.



Figura 78. Mensaje mostrado al activar el protector lada

Cuando esta activada esta función y alguien desee realizar una llamada de larga distancia el sistema desconectará el teléfono de la línea durante 10 seg., al término de este tiempo el sistema restablecerá la línea y se podrá seguir utilizando el teléfono normalmente, claro a excepción de que no se realizarán llamadas de larga distancia.

Función Desactivación de Protector lada

El objetivo de esta función es la de permitir que se realicen llamadas de larga distancia, por lo que para desactivar el protector lada se deberá descolgar el teléfono, introducir la clave de desactivación del protector lada y en seguida se mostrará en el display una pantalla que muestra la figura 79 y después se deberá colgar el teléfono. Con ello se puede estar seguro que se pueden realizar llamadas de larga distancia.



Figura 79. Mensaje mostrado al desactivar el protector lada

Función Activación de Protector Nocturno

La función del protector nocturno es la de bloquear todas las llamadas en la noche, pero si por alguna circunstancia, la llamada es muy importante, se puede permitir que esta llamada sea atendida.

Una vez descolgado el teléfono, se introduce la clave de activación del protector nocturno y se mostrara la pantalla de la figura 80, posteriormente se debe colgar el teléfono. Con el protector nocturno activado el sistema reaccionara de la siguiente manera: cuando el sistema detecte la señal de timbrado el sistema simulará el descolgado del teléfono y esperará 20 seg. para que durante este tiempo le sea introducida la clave “ # * 1 3 ” por parte de quien intenta establecer la llamada. Si es correcta, el sistema activará un buzzer y un circuito luminoso para indicar la presencia de una llamada telefónica. En caso de no introducir la clave correctamente el sistema colgará, sin que el usuario se de cuenta que hubo una llamada.

El protector nocturno cuando este activado solo funcionará de 10:00 PM a 7:00 AM. después de este periodo el teléfono timbrará normalmente.



Figura 80. Mensaje mostrado al activar el protector nocturno

Función Desactivación de Protector Nocturno

La desactivación del protector nocturno se realiza de la misma forma que la desactivación de protector lada (figura 81). Una vez desactivado el protector nocturno, el teléfono timbrará normalmente, además de que se activara un timbrado luminoso.



Figura 81. Mensaje mostrado al desactivar el protector nocturno

En la siguiente figura se muestra que se enciende un foco indicando la presencia de una llamada telefónica, esto es con el fin de que personas con problemas de audición se den cuenta de la existencia de una llamada telefónica.

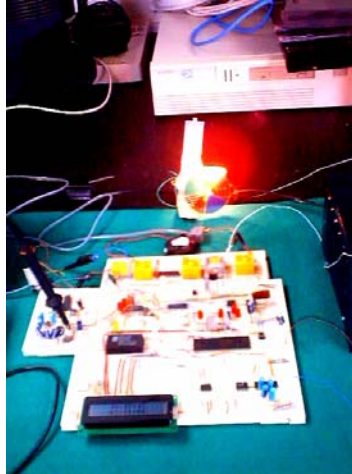


Figura 82. Foco que se prende al detectarse la señal de timbrado

Función Introduce Número a Agenda

Esta función es una herramienta mas que presenta el sistema, la cual permite guardar números telefónicos que sean mas útiles. Para tener acceso a esta opción se debe descolgar el teléfono e introducir la clave y aparecerá el mensaje mostrado en la figura 83, pero a diferencia de las otras funciones el teléfono no se cuelga, a continuación se deberá introducir la posición en la que se desee permanezca el número telefónico, en este caso deberá introducir un número del 1 al 6, en seguida se deberá introducir el número que se desea almacenar en la memoria. Para cuando se termine de escribir el número se deberá introducir el signo “#” que indicara fin de número y al termino de esta operación aparecerá la letra “A” para indicar con que nombre se desea guardar. Oprimiendo el caracter “#” se indica que esa letra mostrada en display se desea guardar, y cuando se oprima el caracter “*” indica que se debe mostrar la siguiente letra del abecedario.

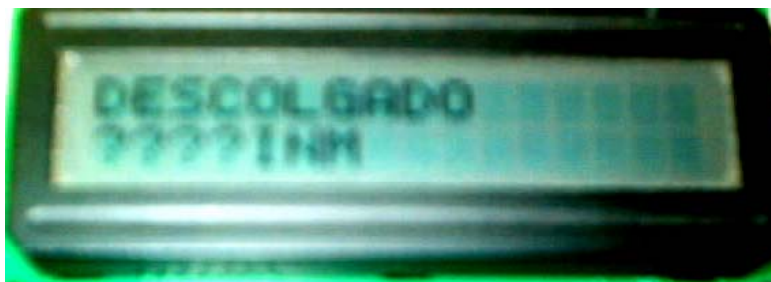


Figura 83. Mensaje mostrado cuando se va a guardar un número telefónico en la agenda

El número que se desee guardar aparecerá en el display conforme se vaya escribiendo (figura 84) por si se comete algún error, únicamente se colgara el teléfono y no guardara nada el sistema, así podrá iniciar nuevamente la operación.

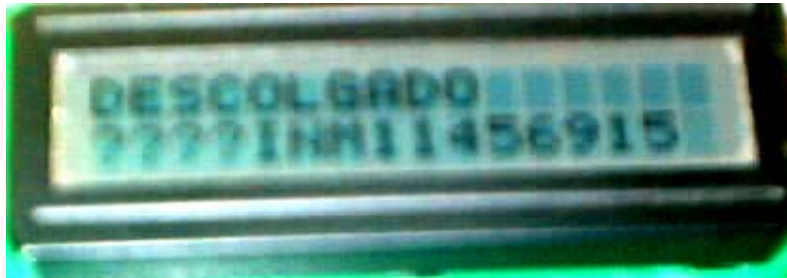


Figura 84. Mensaje mostrado al almacenar un número telefónico en la memoria del sistema

Muestra Número Telefónico en Pantalla

Esta opción es el complemento de la anterior, ya que se pueden visualizar el nombre y los número que se hayan guardado en la agenda. Para lograr esto se debe descolgar el teléfono, introducir la clave y se mostrará una pantalla como la de la figura 85.



Figura 85. Mensaje mostrado al activar la función de mostrar un número telefónico de la memoria del sistema

A continuación se debe oprimir el número que indique la posición (del 1 al 6) que se desea conocer. Esto hará que se muestre en el display el número almacenado en dicha posición para que pueda ser visto (figura 86). Cuando ya no se desee ver mas únicamente se deberá colgar.



Figura 86. Nombre y número telefónico desplegado

Activa Protector Celular

Esta función al igual que la protección lada, una vez activada no permitirá que se realicen llamadas a teléfonos celulares con el teléfono. Para activarla únicamente se descolgara el teléfono, se introducirá la clave para activar el protector celular y se colgará (figura 87). Con esto cada vez que se intente realizar una llamada a un teléfono celular, el sistema desconectará el teléfono de la línea durante 10 seg. y luego lo restablecerá .



Figura 87. Mensaje mostrado al activar el protector nocturno

Desactiva Protector Celular

Como es de suponer esta función sirve para desactivar la protección celular, al desactivarlo se podrán realizar llamadas a cualquier teléfono celular. Únicamente se debe descolgar, introducir la clave desactivar protector celular y colgar nuevamente (figura 88).

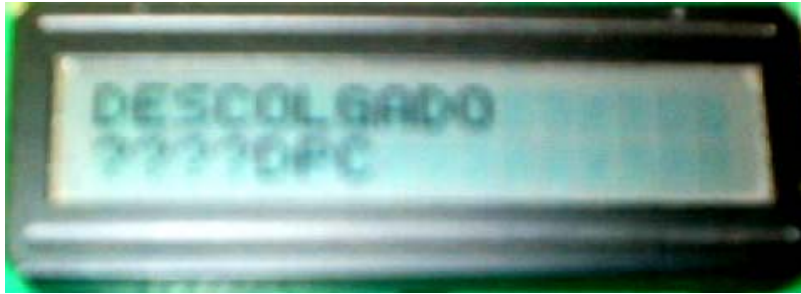


Figura 88. Mensaje mostrado al desactivar el protector celular

Envío de diferentes mensajes para personas sordomudas

Otra parte importante del sistema, es el envío de tonos DTMF por la línea telefónica que serán interpretados para mostrar mensajes en el display, esto con la finalidad de que personas con problemas de audición tengan la oportunidad de comunicarse por teléfono.

Esta función tiene como objetivo principal el enviar mensajes de saludo y de auxilio por medio de un código de tonos DTMF. Se enviará dicho código y el sistema se encargará de identificar de que mensaje se trata y mostrarlo en el display. Esto como parte de la comunicación que pueda mantener una persona sordomuda con otra igual o bien con alguien que tenga el mismo sistema. Una vez que se envíen los tonos DTMF el sistema identificará y mostrara dicho mensaje. Los dos primeros mensajes mostrados en la siguiente figura corresponden al inicio de una conversación.

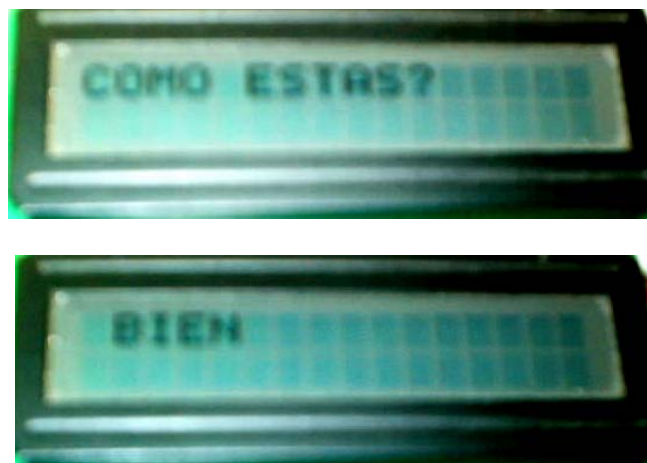


Figura 89. Mensajes de saludo mostrados en el display al ser reconocidos por el sistema

La siguiente figura muestra dos mensajes desplegados en el display y son mensajes de despedida o fin de una conversación.

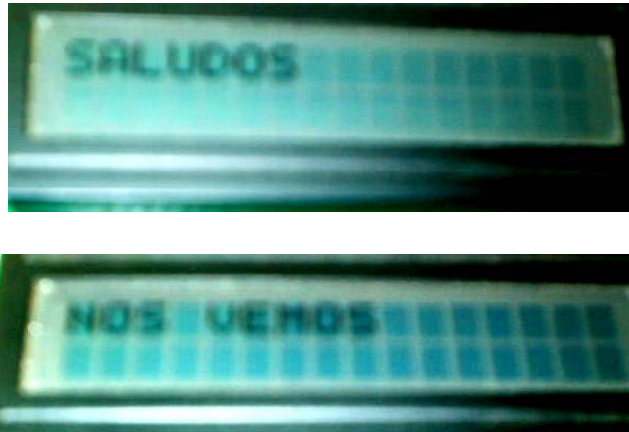


Figura 90. Mensajes de despedida mostrados en el display al ser reconocidos por el sistema

En la siguiente figura se muestra el display con mensajes donde se solicita algún tipo de ayuda a la persona con la que se este comunicando.

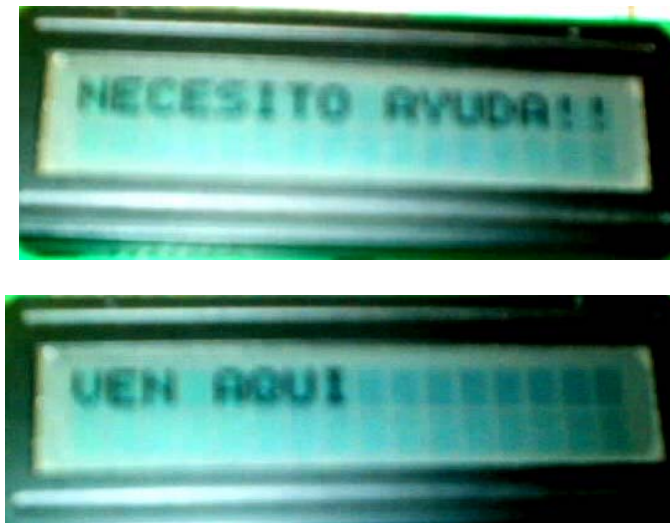


Figura 91. Mensajes de auxilio mostrados en el display al ser reconocidos por el sistema

La siguiente figura muestra el display mostrando un mensaje de retraso de tiempo para llegar a un determinado lugar y otro mensaje donde se avisa que no se podrá llegar a una cita.

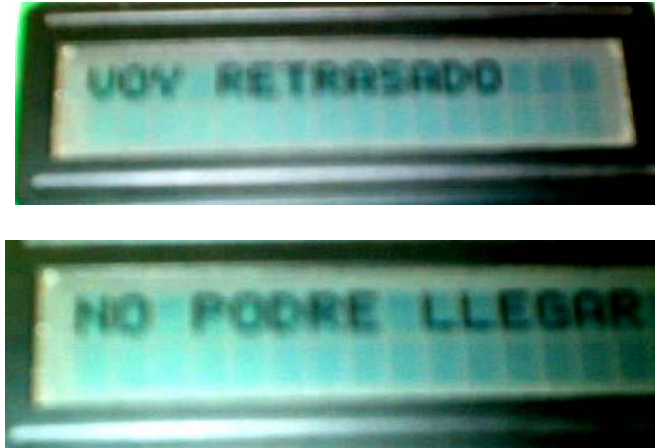


Figura 92. Mensajes de retraso mostrados en el display al ser reconocidos por el sistema

A continuación se mostraran figuras con imágenes de las pantallas principales del programa realizado en Visual Basic. Este programa tiene como objetivo el envío de un código y recibir los números telefónicos de las llamadas, así como la hora y fecha en que se realizaron, para que puedan ser almacenados en un archivo o bien ser impresos.

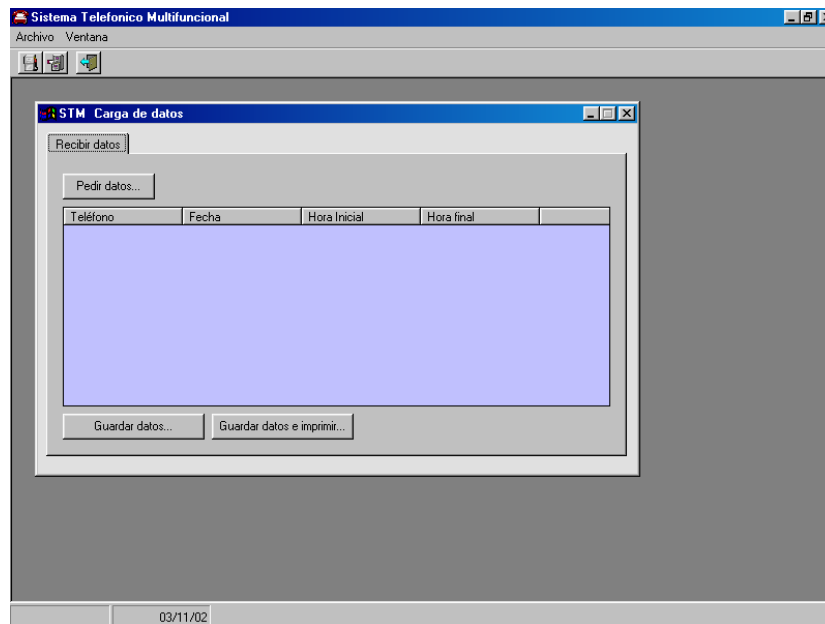


Figura 93. Pantalla principal que muestra el programa en Visual Basic

En la figura anterior se muestra la pantalla, donde se encuentra un botón con el que se le piden los datos al sistema, además existen otros botones en

donde se pueden guardar e imprimir los datos o simplemente guardarlos. Una vez que se han pedido los datos la ventana es como se muestra en la siguiente figura.

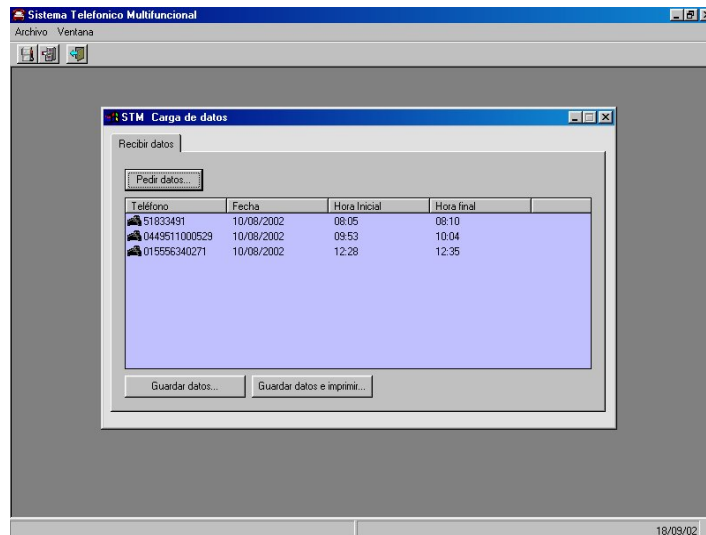


Figura 94. Ventana del programa con los datos de las llamadas

Para pedir la impresión de los datos se oprime la tecla “guardar datos e imprimir” y se mostrara un documento como el que se muestra en la siguiente figura.



Figura 95. Documento listo para imprimirse

Como se ha mencionado este programa es una herramienta muy útil, para realizar una comparación de las llamadas mostradas en el recibo telefónico de su compañía con las que el sistema registre.

CONCLUSIONES

El “Sistema telefónico multifuncional aplicado a la comunicación de personas hipoacusias” fue desarrollado pensando siempre en ser una aportación útil a las personas y que la gente que tiene un teléfono en su casa se beneficiará con este sistema.

Como ya se mencionó el sistema cuenta con varias funciones, algunas de ellas sirven para mantener un control en las llamadas que se realizan con el teléfono, otra función permite llevar un registro de las llamadas, almacenar números telefónicos importantes y otra función el intercambio de mensajes. Estas funciones hacen que el sistema sea apropiado para que lo utilicen los usuarios que deseen tener un control sobre lo que implica realizar llamadas telefónicas.

La tecnología en nuestros días presenta un gran potencial para poder tener un mejor control en los servicios de comunicación usados por la sociedad y puesto que muchos dispositivos electrónicos que realizan funciones especiales se encuentran disponibles y pueden interactuar con otros para poder lograr así realizar herramientas que tengan las suficientes características para ser útiles en el control de estos servicios de comunicación.

El funcionamiento del sistema no es muy complejo, muchos de los recursos utilizados e integrados a él, como el decodificador de tonos DTMF, el reloj de tiempo real y el detector de timbrado son componentes que únicamente requieren ser configurados para poder funcionar y que junto con otros componentes incorporados al microcontrolador, logran realizar varias tareas que son de importancia para personas que deseen controlar las llamadas realizadas con su teléfono.

El microcontrolador utilizado (PIC16F874) fue el que cumplió con las expectativas que se tenían para el desarrollo del sistema. Era necesario que el microcontrolador contara con varios puertos para poder controlar los diferentes dispositivos que componen el sistema, por lo que el PIC cuenta con 5 puertos, además de tener un puerto para la comunicación serial, esto facilitó la interfaz con la PC.

La función del envío o intercambio de mensajes utilizando la línea telefónica hace que se incremente el valor útil del sistema, ya que personas con problemas de audición podrán comunicarse con otras o enviar y recibir mensajes de ayuda simplemente oprimiendo unas teclas del teclado del teléfono. Una de las ventajas en el envío de mensajes es que una persona puede enviar mensajes aun sin contar con el sistema, es decir, alguien que esta hablando a su casa desde un teléfono público podrá enviar un mensaje con solo conocer y marcar el código.

Con el sistema las personas que tienen problemas de audición podrán enviar mensajes para saludar, para pedir disculpas por llegar tarde a una cita o para pedir auxilio en situaciones de peligro y no verse en la necesidad de recurrir a tener que pedir que otra persona envíe el mensaje.

El protector nocturno desempeña una gran aportación al sistema, ya que no permitirá que ingresen llamadas al teléfono a altas horas de la noche, realizadas por bromistas o personas que marcan mal el número telefónico. Por lo que muchas personas con problemas de insomnio no se tendrán que despertar en la noche para contestar el teléfono a menos que sea alguien que conozca la clave.

Existe un variado y extenso material que trata acerca del teléfono y de todo lo que implica el realizar una llamada telefónica, por lo que, para el desarrollo del sistema se utilizó el material suficiente para que los circuitos utilizados al detectar estas señales fueran selectivos y no entregaran datos erróneos al control.

Perspectivas Futuras del Sistema

Las perspectivas que ofrece el sistema son varias, ya que da paso a que una serie de funciones puedan ser desarrolladas e implementadas para lograr así mejorarlo tanto en funciones de telefonía como en la comunicación a distancia de personas con problemas de audición.

En primer lugar se podría hacer el sistema mas flexible en cuanto a la detección de las diferentes señales en la línea telefónica, esto para que pudiera ser utilizado en empresas que cuentan con conmutadores y donde las cadencias de presencia de las señales cambia.

También se podría agrandar la memoria que almacena los datos de las llamadas realizadas, esto con el fin de que empresas que realizan numerosas llamadas puedan utilizarlo.

Se podría implementar algún tipo de codificación o digitalización en el envío de los tonos DTMF cuando se realiza el intercambio de mensajes.

Se podría aumentar el número de mensajes enviados por la línea telefónica o bien tratar de desarrollar un alfabeto para formar diversas palabras.

Se podría realizar una interfaz del sistema con la PC. de tal forma que se enviaran mensajes utilizando el teclado de la PC.

APÉNDICE A

HOJAS DE ESPECIFICACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS UTILIZADOS



PIC16F87X

28/40-pin 8-Bit CMOS FLASH Microcontrollers

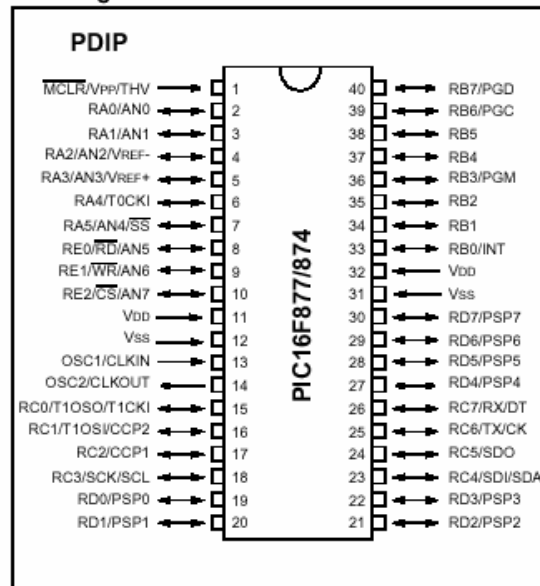
Devices Included in this Data Sheet:

- PIC16F873
- PIC16F876
- PIC16F874
- PIC16F877

Microcontroller Core Features:

- High-performance RISC CPU
- Only 35 single word instructions to learn
- All single cycle instructions except for program branches which are two cycle
- Operating speed: DC - 20 MHz clock input
DC - 200 ns instruction cycle
- Up to 8K x 14 words of FLASH Program Memory,
Up to 368 x 8 bytes of Data Memory (RAM)
Up to 256 x 8 bytes of EEPROM data memory
- Pinout compatible to the PIC16C73B/74B/76/77
- Interrupt capability (up to 14 sources)
- Eight level deep hardware stack
- Direct, indirect and relative addressing modes
- Power-on Reset (POR)
- Power-up Timer (PWRT) and
Oscillator Start-up Timer (OST)
- Watchdog Timer (WDT) with its own on-chip RC oscillator for reliable operation
- Programmable code-protection
- Power saving SLEEP mode
- Selectable oscillator options
- Low-power, high-speed CMOS FLASH/EEPROM technology
- Fully static design
- In-Circuit Serial Programming™ (ICSP) via two pins
- Single 5V In-Circuit Serial Programming capability
- In-Circuit Debugging via two pins
- Processor read/write access to program memory
- Wide operating voltage range: 2.0V to 5.5V
- High Sink/Source Current: 25 mA
- Commercial and Industrial temperature ranges
- Low-power consumption:
 - < 2 mA typical @ 5V, 4 MHz
 - 20 µA typical @ 3V, 32 kHz
 - < 1 µA typical standby current

Pin Diagram



Peripheral Features:

- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit prescaler
- Timer1: 16-bit timer/counter with prescaler, can be incremented during sleep via external crystal/clock
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period register, prescaler and postscaler
- Two Capture, Compare, PWM modules
 - Capture is 16-bit, max. resolution is 12.5 ns
 - Compare is 16-bit, max. resolution is 200 ns
 - PWM max. resolution is 10-bit
- 10-bit multi-channel Analog-to-Digital converter
- Synchronous Serial Port (SSP) with SPI™ (Master Mode) and I²C™ (Master/Slave)
- Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter (USART/SCI) with 9-bit address detection
- Parallel Slave Port (PSP) 8-bits wide, with external RD, WR and CS controls (40/44-pin only)
- Brown-out detection circuitry for Brown-out Reset (BOR)



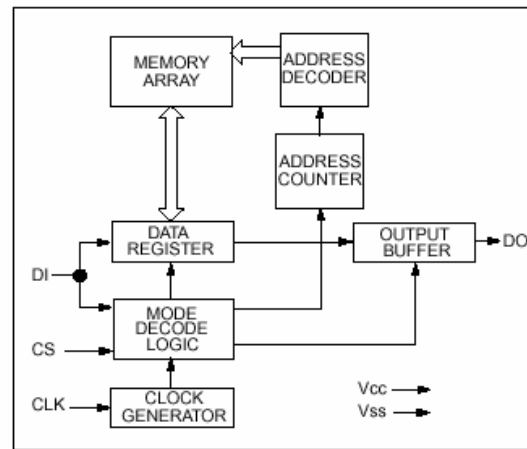
93LC66A/B

4K 2.5V Microwire® Serial EEPROM

FEATURES

- Single supply with operation down to 2.5V
- Low power CMOS technology
 - 1 mA active current (typical)
 - 1 µA standby current (maximum)
- 512 x 8 bit organization (93LC66A)
- 256 x 16 bit organization (93LC66B)
- Self-timed ERASE and WRITE cycles (including auto-erase)
- Automatic ERAL before WRAL
- Power on/off data protection circuitry
- Industry standard 3-wire serial interface
- Device status signal during ERASE/WRITE cycles
- Sequential READ function
- 1,000,000 E/W cycles guaranteed
- Data retention > 200 years
- 8-pin PDIP/SOIC and 8-pin TSSOP packages
- Available for the following temperature ranges:
 - Commercial (C): 0°C to +70°C
 - Industrial (I): -40°C to +85°C

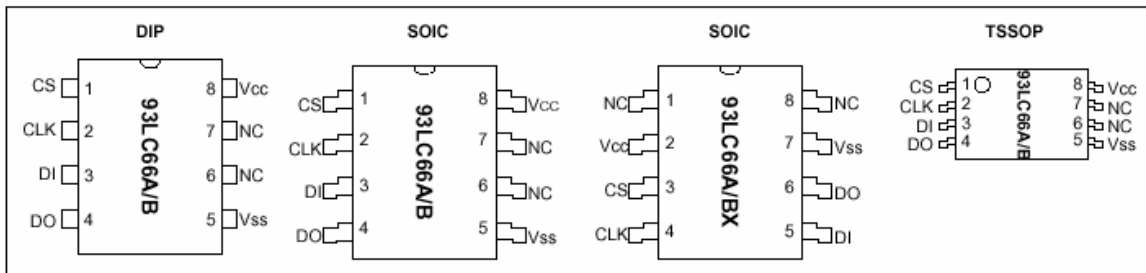
BLOCK DIAGRAM



DESCRIPTION

The Microchip Technology Inc. 93LC66A/B are 4K-bit, low voltage serial Electrically Erasable PROMs. The device memory is configured as x8 (93LC66A) or x16 bits (93LC66B). Advanced CMOS technology makes these devices ideal for low power nonvolatile memory applications. The 93LC66A/B is available in standard 8-pin DIP, surface mount SOIC, and TSSOP packages. The 93LC66AX/BX are only offered in a 150-mil SOIC package.

PACKAGE TYPE





Order this document by MC34017/D

MC34017

Telephone Tone Ringer Bipolar Linear/I²L

- Complete Telephone Bell Replacement Circuit with Minimum External Components
- On-Chip Diode Bridge and Transient Protection
- Direct Drive for Piezoelectric Transducers
- Push Pull Output Stage for Greater Output Power Capability
- Base Frequency Options – MC34017-1: 1.0 kHz
– MC34017-2: 2.0 kHz
– MC34017-3: 500 Hz
- Input Impedance Signature Meets Bell and EIA Standards
- Rejects Rotary Dial Transients

TELEPHONE TONE RINGER BIPOLAR LINEAR/I²L

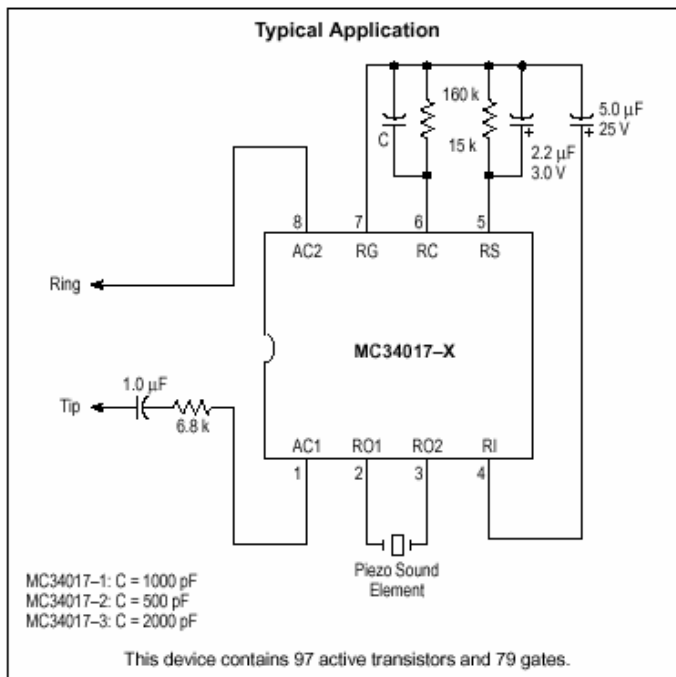
SEMICONDUCTOR
TECHNICAL DATA



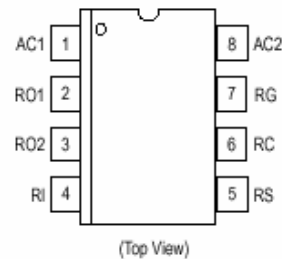
D SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 751



P SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 626



PIN CONNECTIONS



ORDERING INFORMATION

Device	Operating Temperature Range	Package
MC34017D	T _A = -20° to +60°C	SOIC
MC34017P		Plastic DIP

© Motorola, Inc. 1996



AND471GST/GST-LED

2 Lines x 16 Characters

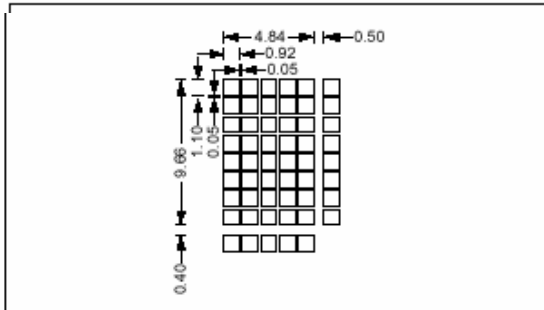
Intelligent Character Display

The AND471GST/GST-LED devices are compact, LCD modules that have an on-board LCD controller and driver circuit. These devices can display 160 characters (numerals, letters, symbols and Kana letters), as well as eight custom characters. The large characters provide excellent readability.

Features

- AND471GST: Super Twist Technology
- AND471GST-LED: STN with LED backlight
- Low voltage, +5V single power supply
- Controller on board (HD44780)
- Direct interface to 4- or 8-bit CPU
- Wide temperature range option (WGST)

Dot Matrix Dimensions



Mechanical Characteristics

Item	Specification	Unit
Outline Dimensions	122 (W) x 44 (H) x 11 (D)	mm
Character size	4.84 (W) x 9.66 (H)	mm
Viewing Area	99.0 (W) x 24.0 (H)	mm
Dot Size	0.92 (W) x 1.10 (H)	mm
Dot Pitch	0.98 (W) x 1.16 (H)	mm

Absolute Maximum Ratings

Item	Symbol	Rating	Unit
Supply Voltage	V_{DD}	7.0	V
Input Voltage	V_{IN}	$0 \leq V_{IN} \leq V_{DD}$	V
LED Forward Current	I_F	480	mA

Absolute Maximum Ratings (Continued)

Item	Symbol	Rating	Unit
LED Reverse Voltage	V_R	8	V
LED Power Dissipation	P_D	2000	mW
Operating Temperature	T_{op}	0 to +50	°C
Storage Temperature	T_{stg}	-20 to +60	°C

Electrical Characteristics (TA = 25°C)

Item	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit
Supply Voltage	V_{DD}	4.75	5.0	5.25	V
	$V_{DD}-V_0$	3.0	-	6.3	
High Level In Voltage ($V_{DD} = 5.0V$)	V_{IH}	2.2	-	-	V
Low Level In Voltage ($I_{OH} = 0.2$ mA)	V_{IL}	-	-	0.6	V
High Level Output Volt. ($-I_{OH} = 0.2$ mA)	V_{OH}	2.4	-	-	V
Low Level Output Volt. ($I_{OL} = 1.2$ mA)	V_{OL}	-	-	0.4	V
LED Forward Voltage ($I_F = 220$)	V_F	3.8	4.1	4.4	V
LED Reverse Current ($V_R = 8$ V)	I_R	-	-	2.4	mA

Optical Characteristics (TA = 25°C, $\phi = 0^\circ$, $\theta = 0^\circ$)

Item	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit
Viewing Angle	ϕ	-	50	-	degree
Contrast	K	-	6.0	-	-
Turn On	T_{on}	-	200	400	ms
Turn Off	T_{off}	-	250	400	ms



DS12887
Real Time Clock

www.dalsemi.com

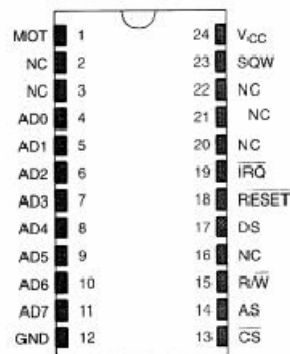
FEATURES

- Drop-in replacement for IBM AT computer clock/calendar
- Pin-compatible with the MC146818B and DS1287
- Totally nonvolatile with over 10 years of operation in the absence of power
- Self-contained subsystem includes lithium, quartz, and support circuitry
- Counts seconds, minutes, hours, days, day of the week, date, month, and year with leap year compensation valid up to 2100
- Binary or BCD representation of time, calendar, and alarm
- 12- or 24-hour clock with AM and PM in 12-hour mode
- Daylight Savings Time option
- Selectable between Motorola and Intel bus timing
- Multiplex bus for pin efficiency
- Interfaced with software as 128 RAM locations
 - 14 bytes of clock and control registers
 - 114 bytes of general purpose RAM
- Programmable square wave output signal
- Bus-compatible interrupt signals ($\overline{\text{IRQ}}$)
- Three interrupts are separately software-maskable and testable
 - Time-of-day alarm once/second to once/day
 - Periodic rates from 122 ms to 500 ms
 - End of clock update cycle

DESCRIPTION

The DS12887 Real Time Clock plus RAM is designed to be a direct replacement for the DS1287. The DS12887 is identical in form, fit, and function to the DS1287, and has an additional 64 bytes of general purpose RAM. Access to this additional RAM space is determined by the logic level presented on AD6 during the address portion of an access cycle. A lithium energy source, quartz crystal, and write-protection circuitry are contained within a 24-pin dual in-line package. As such, the DS12887 is a complete subsystem replacing 16 components in a typical application. The functions include a nonvolatile time-of-day clock, an alarm, a one-hundred-year calendar, programmable interrupt, square wave generator, and 114 bytes of nonvolatile static RAM. The real time clock is distinctive in that time-of-day and memory are maintained even in the absence of power.

PIN ASSIGNMENT



24-PIN ENCAPSULATED PACKAGE

PIN DESCRIPTION

AD0–AD7	– Multiplexed Address/Data Bus
NC	– No Connection
MOT	– Bus Type Selection
CS	– Chip Select
AS	– Address Strobe
R/W	– Read/Write Input
DS	– Data Strobe
RESET	– Reset Input
$\overline{\text{IRQ}}$	– Interrupt Request Output
SQW	– Square Wave Output
V _{CC}	– +5 Volt Supply
GND	– Ground

19-4323, Rev 10, 8/01



+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers

MAX220-MAX249

General Description

The MAX220-MAX249 family of line drivers/receivers is intended for all EIA/TIA-232E and V.28/V.24 communications interfaces, particularly applications where $\pm 12V$ is not available.

These parts are especially useful in battery-powered systems, since their low-power shutdown mode reduces power dissipation to less than $5\mu W$. The MAX225, MAX233, MAX235, and MAX245/MAX246/MAX247 use no external components and are recommended for applications where printed circuit board space is critical.

Applications

- Portable Computers
- Low-Power Modems
- Interface Translation
- Battery-Powered RS-232 Systems
- Multidrop RS-232 Networks

Features

Superior to Bipolar

- ◆ Operate from Single +5V Power Supply (+5V and +12V—MAX231/MAX239)
- ◆ Low-Power Receive Mode in Shutdown (MAX223/MAX242)
- ◆ Meet All EIA/TIA-232E and V.28 Specifications
- ◆ Multiple Drivers and Receivers
- ◆ 3-State Driver and Receiver Outputs
- ◆ Open-Line Detection (MAX243)

Ordering Information

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX220CPE	0°C to +70°C	16 Plastic DIP
MAX220CSE	0°C to +70°C	16 Narrow SO
MAX220CWE	0°C to +70°C	16 Wide SO
MAX220C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX220EPE	-40°C to +85°C	16 Plastic DIP
MAX220ESE	-40°C to +85°C	16 Narrow SO
MAX220EWE	-40°C to +85°C	16 Wide SO
MAX220EJE	-40°C to +85°C	16 CERDIP
MAX220MJE	-55°C to +125°C	16 CERDIP

ELECTRICAL CHARACTERISTICS—MAX220/222/232A/233A/242/243

($V_{CC} = +5V \pm 10\%$, $C1-C4 = 0.1\mu F$, MAX220, $C1 = 0.047\mu F$, $C2-C4 = 0.33\mu F$, $T_A = T_{MIN}$ to T_{MAX} , unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
RS-232 TRANSMITTERS						
Output Voltage Swing	All transmitter outputs loaded with $3k\Omega$ to GND		± 5	± 8		V
Input Logic Threshold Low				1.4	0.8	V
Input Logic Threshold High	All devices except MAX220		2	1.4		V
	MAX220: $V_{CC} = 5.0V$		2.4			
Logic Pull-Up/Input Current	All except MAX220, normal operation			5	40	μA
	SHDN = 0V, MAX222/242, shutdown, MAX220			± 0.01	± 1	
Output Leakage Current	$V_{CC} = 5.5V$, SHDN = 0V, $V_{OUT} = \pm 15V$, MAX222/242			± 0.01	± 10	μA
	$V_{CC} = SHDN = 0V$, $V_{OUT} = \pm 15V$			± 0.01	± 10	
Data Rate				200	116	kb/s
Transmitter Output Resistance	$V_{CC} = V+ = V- = 0V$, $V_{OUT} = \pm 2V$		300	10M		Ω
Output Short-Circuit Current	$V_{OUT} = 0V$		± 7	± 22		mA
RS-232 RECEIVERS						
RS-232 Input Voltage Operating Range					± 30	V
RS-232 Input Threshold Low	$V_{CC} = 5V$	All except MAX243 $R2_{IN}$	0.8	1.3		V
		MAX243 $R2_{IN}$ (Note 2)	-3			
RS-232 Input Threshold High	$V_{CC} = 5V$	All except MAX243 $R2_{IN}$		1.8	2.4	V
		MAX243 $R2_{IN}$ (Note 2)		-0.5	-0.1	
RS-232 Input Hysteresis	All except MAX243, $V_{CC} = 5V$, no hysteresis in shdn.		0.2	0.5	1	V
	MAX243			1		
RS-232 Input Resistance			3	5	7	k Ω
TTL/CMOS Output Voltage Low	$I_{OUT} = 3.2mA$			0.2	0.4	V
TTL/CMOS Output Voltage High	$I_{OUT} = -1.0mA$		3.5	$V_{CC} - 0.2$		V
TTL/CMOS Output Short-Circuit Current	Sourcing $V_{OUT} = GND$		-2	-10		mA
	Sinking $V_{OUT} = V_{CC}$		10	30		



May 1999

LM567/LM567C Tone Decoder

LM567/LM567C Tone Decoder

General Description

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

Features

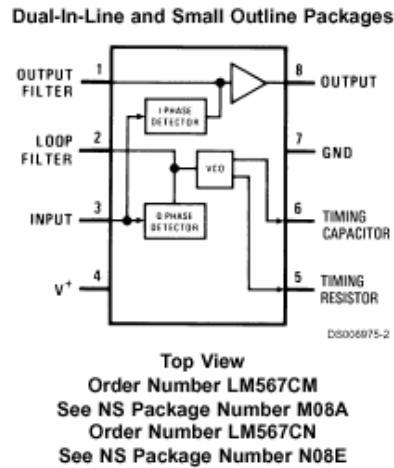
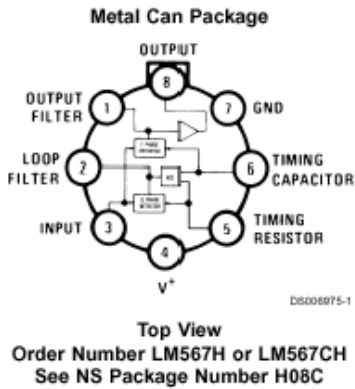
- 20 to 1 frequency range with an external resistor
- Logic compatible output with 100 mA current sinking capability
- Bandwidth adjustable from 0 to 14%

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

Applications

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

Connection Diagrams



APÉNDICE B

DIAGRAMA ESQUEMATICO DEL SISTEMA

Figura 96. Diagrama esquemático del “sistema telefónico multifuncional”

APÉNDICE C

PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN RS-232

La comunicación serial es un modo de transmisión de datos en el cual los bits de un carácter se transmiten en forma secuencial sobre un solo canal. La comunicación serial puede ser síncrona (con un reloj asociado que es transmitido junto con los datos) o asíncrona (sin reloj).

La comunicación serial se ejecuta sobre una capa física definida por un conjunto de especificaciones conocidas como RS-232.

Las especificaciones RS-232 definen la comunicación entre un DTE (equipo terminal de datos, normalmente una computadora) y un DCE (equipo de comunicación de datos, normalmente un modem). Se ha utilizado tradicionalmente para conectar las terminales, las impresoras y otros dispositivos seriales con una computadora sobre cualquier conexión del modem o cables directos. La comunicación serial puede ser half-duplex (solamente en una dirección al mismo tiempo) o full-duplex (en ambas direcciones al mismo tiempo). En el pasado, algunos modems y dispositivos de comunicaciones fueron limitados a la comunicación half-duplex. Hoy en día la mayoría de los dispositivos utilizan full-duplex.

Las señales RS-232 usadas en comunicaciones asíncronas son:

- TxD (transmite los datos)
- RxD (recibe los datos)
- Gnd (señal de tierra)
- DCD (detección de portadora, indica que la conexión con el modem esta establecida)
- RTS (petición para enviar, utilizado para el control de flujo de la recepción)
- CTS (libre para enviar, utilizado para el control de flujo de la transmisión)
- DTR (listo terminal de los datos, indica que la terminal de los datos esta lista, utilizado para habilitar o hang-up el modem)

- DSR (indica que el modem esta listo)
- RI (el indicador del ring, indica que alguien esta intentando un dial-in)

Las terminales y las impresoras locales pueden funcionar con solamente las señales de TxD, RxD y Gnd.

La mayoría de las señales que los modems requieren son de TxD, de RxD, Gnd, RTS (usado como señal de control de flujo contrario), CTS, DTR y de DCD. Las aplicaciones muy específicas pueden requerir RI y DSR.

El interfaz RS-232 define parámetros de la comunicaciones tales como paridad, número de bits de parada y el rango de baudios (que determina la velocidad de la línea en bits de datos por segundo).

En una conexión serial, el caudal eficaz o rendimiento de procesamiento es el rango de datos que pasan a través del canal de comunicaciones. El “caudal eficaz” máximo no es necesariamente igual que la velocidad serial del RS-232. El rendimiento de procesamiento real depende de factores tales como el encabezado impuesto por el protocolo de comunicación, la capacidad del sistema de utilizar completamente el ancho de banda proporcionado por el canal de comunicaciones, las limitaciones impuestas por el equipo de comunicación de datos (modems) y/o la línea de comunicación (línea telefónica).

Las señales en las líneas RS-232 tienen características eléctricas bien definidas. Las señales son bipolares con una amplitud mínima del emisor de ± 5 volts y un máximo de ± 15 volts (± 12 volts es lo mas común). La sensibilidad del receptor es de ± 3 volts, así que cualquier señal menor que este voltaje esta indefinida. De otra forma un nivel de voltaje arriba de $+3$ volts es un 0 lógico y debajo de -3 volts es un 1 lógico. La siguiente figura ilustra el contenido de este texto.

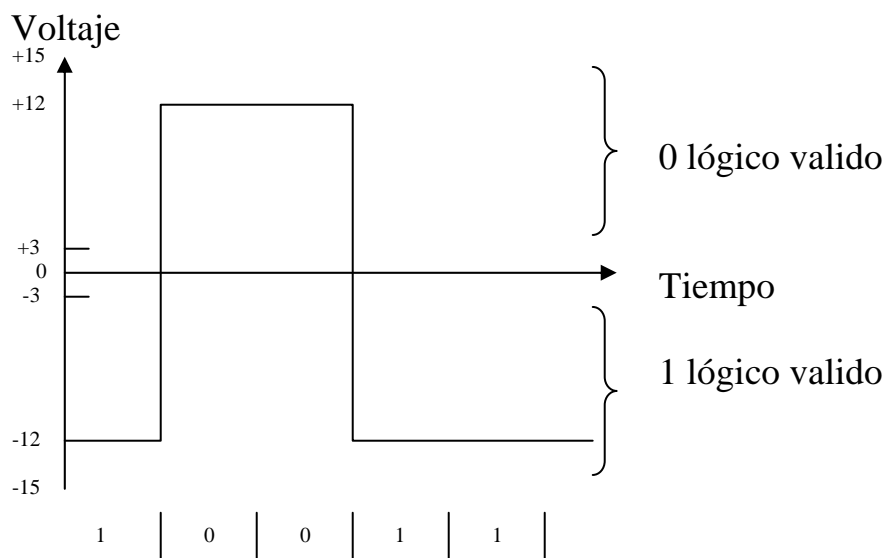


Figura 97. Niveles de voltaje validos para la comunicación serial

Otro parámetro importante es la razón de cambio que es de 30 volts por $\mu\text{seg.}$, esto quiere decir que cuando una señal esta al máximo del voltaje debe tomarle al menos 1 $\mu\text{seg.}$ para cambiar de un estado a otro.

La mayoría de las interfaces RS-232 utilizan un protocolo asíncrono. La transmisión de un byte de datos usando este protocolo se muestra en la siguiente figura^[10].

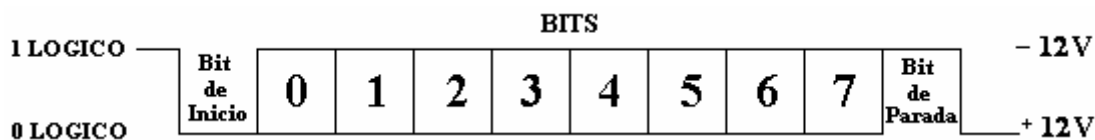


Figura 98. Byte enviado con niveles RS-232

Cuando no hay dato transmitiéndose, la línea se encuentra en un nivel de marca “mark level” que en la figura anterior corresponde al nivel de 1 lógico y el 0 lógico es representado por el nivel de espacio “space level”. Cuando hay una transición de un 1 lógico a un 0 lógico le indica al receptor que viene un dato serial, en seguida vienen los 8 bits de datos, uno a la vez, al final viene un bit de parada para indicar el fin del byte.

Los manejadores o drivers de conversión de protocolo RS-232 a TTL son inversores, y lo que realizan es el cambio de nivel de marcado (1 lógico en RS-232) a un voltaje de 0 volts y un nivel de espacio (0 lógico en RS-232) a un voltaje de 5 volts. La siguiente figura muestra el mismo dato serial enviado que la figura anterior pero en niveles TTL, esta conversión se realiza para que los datos puedan ser entendidos por el microcontrolador.

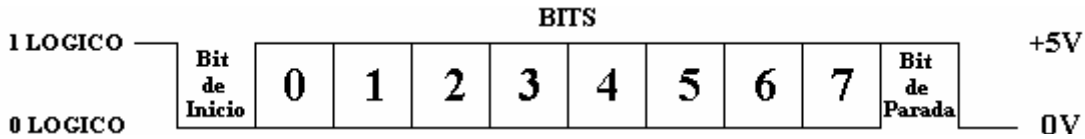


Figura 99. Byte enviado con niveles TTL

La transmisión serial se puede implementar utilizando el bit de paridad, este se usa como un esquema sencillo para detección de errores y determinar si un caracter se recibió correctamente. Para realizar esta detección el número de unos lógicos del caracter transmitido se suman, incluyendo el bit de paridad. Para una paridad par el número de unos debe ser par y para una paridad impar el número de unos debe ser impar. Si alguna de estas 2 condiciones no se cumple significa que ha ocurrido un error.

Para configurar un enlace de comunicaciones asíncrono RS-232, ambos dispositivos deben ajustarse para la misma razón de transferencia de datos (baudios). Para la comunicación de la PC con el “sistema telefónico multifuncional”, se utilizó una velocidad de 9600 baudios, 1bit de inicio, 8 bits de datos y 1 bit de parada. La siguiente figura muestra el diagrama externo e interno del circuito MAX 232.

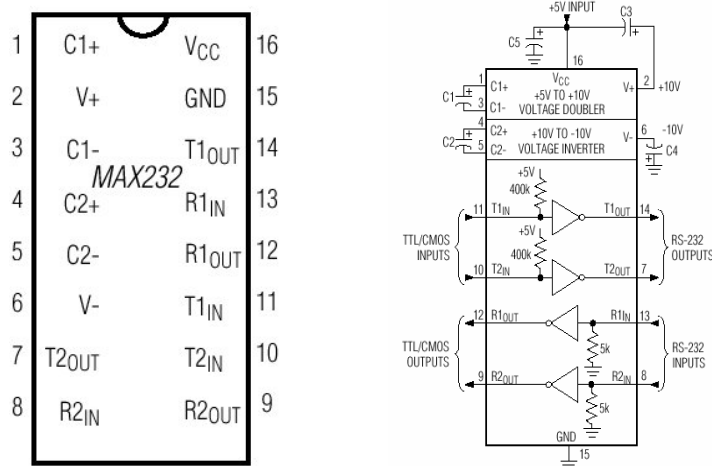


Figura 100. Diagrama externo e interno del circuito MAX232

REFERENCIAS

1. WWW.privateline.com/TelephoneHistory/History1.htm
2. WWW.affordablephones.net/HistoryTelephone.htm
3. <http://inventors.about.com/library/inventors/bltelephone2.htm>
4. <http://spot.colorado.edu/~rossk/history/phone.html>
5. WWW.sordos.com
6. <http://yoram.users350megs.com/index.htm>
7. Manual de Telefonía. José Manuel Huidobro Editorial Paraninfo
8. WWW.cft.gob.mx
9. Teléfonos de México S.A. Planes Fundamentales Enero1995
10. WWW.angelfire.com/ca6/angie/tecnicascom.htm