



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN TELECOMUNICACIONES Y
REDES**

***“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE TRÁFICO DE
LLAMADAS SALIENTES DE LÍNEAS TELEFÓNICAS (SMTLT)”***

TESIS DE GRADO

Previa la Obtención del Título de:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y COMPUTACIÓN

JORGE LUIS CASTILLO ABARCA

RIOBAMBA – ECUADOR

2010

Ing. Paúl Romero R.

Ing. William Calvopiña H.

Ing. Germán Rodríguez.

Sinceros agradecimientos por su guía y colaboración en la elaboración de este proyecto, gracias a su ayuda me ha sido posible llegar con éxito a la culminación del mismo.

*A Dios, mi guía y fortaleza en todo momento
a mis Padres Telmo y Rosa que son ejemplo de amor y lucha constante,
a mis hermanos Fernando, Vero, Rober y Javier que siempre están presentes
para apoyarme y en especial a ti Periquito por cuidarme desde ese lugar
especial en el que estas,
y a mis amigos con los cuales he convivido gran parte de mi vida politécnica.*

JORGE LUIS CASTILLO ABARCA

NOMBRE	FIRMA	FECHA
<p data-bbox="384 461 612 497">Ing. Iván Menes</p> <p data-bbox="304 533 692 618">Decano de la Facultad de Informática y Electrónica</p>	_____	_____
<p data-bbox="379 743 619 779">Ing. José Guerra</p> <p data-bbox="269 815 727 958">Director de la Escuela de Ing. Electrónica en Telecomunicaciones y Redes.</p>	_____	_____
<p data-bbox="352 1084 644 1120">Ing. Paul Romero R.</p> <p data-bbox="368 1155 632 1187">Director de Tesis</p>	_____	_____
<p data-bbox="320 1312 679 1348">Ing. William Calvopiña H.</p> <p data-bbox="336 1384 663 1415">Miembro del Tribunal</p>	_____	_____
<p data-bbox="328 1541 663 1576">Tlgo. Carlos Rodríguez</p> <p data-bbox="328 1612 671 1700">Director del Centro de Documentación</p>	_____	_____

NOTA:

“Yo, Jorge Luis Castillo Abarca, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis de Grado, y el patrimonio intelectual de la misma pertenecen a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo”

Jorge Luis Castillo Abarca

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

PBX	Private Branch Exchange (Central Secundaria Privada).
CPU	Central Processing Unit (Unidad Central de Procesamiento).
DTMF	Dual Tone Multifrequency (Multifrecuencia de Doble Tono).
CNT	Corporación Nacional de Telecomunicaciones.
SMTLT	Sistema de Monitoreo de Líneas Telefónicas.
CEPT	Conférence européenne des administrations des postes et des télécommunications (Conferencia Europea de Administraciones de Correos y Telecomunicaciones).
CCITT	Consultative Committee for International Telegraphy and Telephony (Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico).
ITU	International Telecommunication Union (Unión Internacional de Telecomunicaciones).

SNR	Signal to noise ratio (Relación Señal-Ruido).
TX	Transmisor.
RX	Receptor.
TTL	Transistor-Transistor Logic (Lógica Transistor a Transistor).
LED	Light Emisor Diode (Diodo Emisor de Luz).

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO I	- 14 -
MARCO REFERENCIAL.....	- 14 -
1.1 ANTECEDENTES.....	- 14 -
1.2 JUSTIFICACIÓN	- 15 -
1.3 OBJETIVOS.....	- 16 -
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	- 16 -
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	- 16 -
1.4 HIPÓTESIS.....	- 17 -
CAPÍTULO II	- 18 -
MARCO TEÓRICO.....	- 18 -
"COMUNICACIONES TELEFÓNICAS"	- 18 -
2.1 HISTORIA	- 18 -
2.2 DESCRIPCIÓN	- 20 -
2.3 FUNCIONAMIENTO	- 20 -
2.3.1 ESTABLECIMIENTO DE UNA COMUNICACIÓN.....	- 20 -
2.3.2 TIPOS DE MERCADO TELEFÓNICO.....	- 22 -
2.3.3 SISTEMA DTMF	- 24 -
2.3.4 TRÁFICO TELEFÓNICO.....	- 32 -
2.3.5 EL ESTÁNDAR RS-232C	- 36 -
2.3.6 MICROCONTROLADORES	- 40 -
CAPÍTULO III	- 46 -
"DISEÑO DEL SISTEMA DE MONITOREO"	- 46 -
DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA.....	- 46 -
3.1 DISEÑO DEL MÓDULO DE MONITOREO.....	- 47 -
3.1.1 ETAPA DE ALIMENTACIÓN DE VOLTAJE.	- 47 -
3.1.2 ETAPA DE ACOPLAMIENTO Y PROTECCIÓN DEL CIRCUITO.	- 47 -
3.1.3 ETAPA DE ADQUISICIÓN DE DATOS.	- 48 -
3.1.3.1 SISTEMA DE DETECCIÓN DE ESTADO DE LÍNEA.	- 48 -
3.1.3.2 SISTEMA DE DETECCIÓN DE NÚMERO MARCADO.	- 49 -
3.1.3.3 SISTEMA DE RELOJ EN TIEMPO REAL	- 50 -
3.1.4 SISTEMA DE COMUNICACIÓN RS232.	- 52 -
3.1.5. ALGORITMOS DE FUNCIONAMIENTO	- 53 -
CAPÍTULO IV	- 55 -
"CONSTRUCCIÓN Y RESULTADOS EXPERIMENTALES"	- 55 -
4.1 CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO DE MONITOREO.....	- 55 -

4.1.1 FUENTE DE ALIMENTACIÓN	- 55 -
4.1.2 CIRCUITO DETECTOR DE ESTADO DE LÍNEA.....	- 56 -
4.1.4 CIRCUITO DETECTOR DE NÚMERO MARCADO	- 57 -
4.1.5 CIRCUITO RELOJ EN TIEMPO REAL	- 58 -
4.1.6 SISTEMA CENTRAL.....	- 59 -
4.2 PRUEBAS Y RESULTADOS	- 60 -
4.2.1 PRUEBAS DE DETECCIÓN DE ESTADO DE LÍNEA.....	- 60 -
4.2.2 PRUEBAS DE DETECCIÓN DE NÚMERO TELEFÓNICO.....	- 60 -
4.2.3 PRUEBAS DEL RELOJ EN TIEMPO REAL.....	- 60 -
4.2.3 PRUEBAS DE ALMACENAMIENTO DE DATOS EN EL MICROCONTROLADOR.....	- 61 -
4.2.4 PRUEBAS DE COMUNICACIÓN MICROCONTROLADOR-PC.....	- 61 -

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

RESUMEN

SUMMARY

BIBLIOGRAFIA

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II-1: Alexander Graham Bell.....	19
Figura II-2: Circuito de conversación simplificado.....	21
Figura II-3: Circuito de Conversación y Teléfono Completo.....	22
Figura II-4: Espectro de las señales DTMF.....	27
Figura II-5: Arquitectura típica de un receptor DTMF.....	29
Figura II-6: Entorno de la señalización DTMF.....	29
Figura II-7: Configuración de entrada de ganancia unitaria para las especificaciones BT o CEPT.....	31
Figura II-8: Conectores DB-9, DB-25.....	38
Figura II-9: Memoria del Microcontrolador.....	43
Figura III-1: Diagrama de Bloques del Sistema de Monitoreo.....	46
Figura III-2: Circuito Fuente de 5V.....	47
Figura III-3: Circuito Detector de Estado de Línea.....	48
Figura III-4: Circuito DTMF.....	49
Figura III-5: Circuito RTC.....	50
Figura III-6: Circuito Botones para Actualizar fecha y hora.....	51
Figura III-7: Pantalla LCD del dispositivo.....	51
Figura III-8: Circuito RS232.....	52
Figura III-9: Algoritmo de funcionamiento del dispositivo.....	53
Figura III-10: Algoritmo de funcionamiento del programa.....	54
Figura IV-1: Fuente Alimentación de 5V.....	55
Figura IV-2: Placa del Circuito Detector de Estado de línea.....	56
Figura IV-3: Detector de Estado de Línea.....	56

Figura IV-4: Placa del circuito DTMF.....	57
Figura IV-5: Circuito DTMF.....	57
Figura IV-6: Placa del Circuito RTC.....	58
Figura IV-7: Circuito RTC.....	58
Figura IV-8: Placa del Circuito Central.....	59
Figura IV-9: Circuito Central.....	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II-1: Pares de frecuencias empleadas para la generación DTMF.....	27
Tabla II-2: Pares de frecuencias empleadas para la codificación DTMF.....	30
Tabla II-3: Pines RS232.....	37
Tabla II-4: Conector DB-9, DB-25.....	37
Tabla II-5: Selección de Bancos de Memoria.....	45

INTRODUCCIÓN

El Servicio Telefónico es uno de los Servicios Básicos de más importancia para el desempeño y progreso de las empresas, para mantenerse comunicados o estableciendo relaciones de negocios con sus proveedores, clientes, asociados y afines. Es por este motivo que no se puede prescindir de este Servicio por ningún motivo, pero también es cierto que muchas veces los empleados de las empresas dan una utilización incorrecta a este servicio utilizándolo para conversaciones personales y llamadas de larga duración.

Empresas grandes en la actualidad utilizan sistemas de PBX para su servicio telefónico y este ofrece la capacidad de registrar los consumos telefónicos, pero para una empresa mediana que no consta de departamentos numerosos o de varias líneas telefónicas sería un gasto innecesario, es por este motivo que en la presente investigación se presenta un dispositivo económico capaz de llevar un registro del consumo telefónico, guardarlo en su memoria interna y luego descargarlo a un CPU para con estos datos la persona encargada tomar decisiones respecto al consumo telefónico de la empresa.

El presente proyecto se basa principalmente en un sistema de adaptación y acoplamiento del dispositivo a la línea telefónica, un sistema DTMF capaz de reconocer el dígito pulsado pasar este dato al microcontrolador, un sistema de reloj en tiempo real para saber en que momento se desarrollaron las llamadas telefónicas, la programación interna del microcontrolador para que este capte todos los datos necesarios y los almacene en su memoria interna y el sistema de comunicación RS232 entre en PIC y el CPU para la recuperación de los datos por parte del usuario.

Es un proyecto interesante que busca dar alternativas a las empresas pequeñas o medianas y en el cual para su desarrollo ha sido necesario adentrarse en temas actuales como las telecomunicaciones y los microcontroladores poniendo en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera profesional ya cursada.

CAPÍTULO I

MARCO REFERENCIAL

1.1 ANTECEDENTES

En el Ecuador la necesidad de servicio telefónico se va extendiendo cada día más y más debido al constante crecimiento poblacional y esto ha obligado a que las empresas proveedoras de este servicio busquen estrategias para poder brindar servicios de calidad a sus usuarios, con el auge de la telefonía móvil, la telefonía se ha visto de cierta manera rezagada, es por esto que los proveedores de telefonía fija en el país han ofrecido facilidades y promociones, en cuanto a disponibilidad y reducción de costos para promover el consumo de esta.

Una empresa muchas de las veces requiere más de una línea telefónica, ya sea porque sus instalaciones son amplias, o porque se desea brindar

autonomía a sus diferentes departamentos, pero lastimosamente muchos de los empleados abusan de este servicio realizando llamadas personales de larga duración.

Las empresas proveedoras del servicio, CNT para el Ecuador ofrecen a sus clientes la opción de adquirir un listado de las llamadas realizadas, pero en ese listado no se incluyen las llamadas locales, únicamente se lo puede realizar de forma mensual y tiene un costo extra a la factura.

Es por eso que se ha visto la necesidad de brindar a las empresas de un sistema que permita monitorear el correcto uso de su servicio telefónico, ya que al poder obtener un reporte diario de su consumo, se podría advertir a los empleados que lo estén utilizando de manera incorrecta.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Basados en la necesidad de las empresas de llevar un control sobre el manejo adecuado de sus recursos por parte de sus empleados y evitar de cierta manera el uso inadecuado de estos, se implementan continuamente sistemas de control o monitoreo dentro de las mismas.

El servicio telefónico es uno de los recursos más necesarios pero la mayoría de los empleados no lo utiliza de manera consiente, convirtiéndose así en un gasto vano para la empresa.

El siguiente proyecto busca de cierta forma facilitar a la empresa llevar un control sobre su consumo de servicio telefónico, generando reportes con datos de a que número telefónico se marcó, la hora a la que se realizó la llamada y el tiempo de duración de la misma.

No será necesario llevar un registro de llamadas entrantes, ya que las mismas no representan un costo dentro de la facturación del servicio telefónico, y para lo mismo sería necesario tener activado el servicio de identificación de llamadas por parte del proveedor del servicio.

La capacidad de almacenamiento del sistema será limitada, ya que se lo implementará de tal manera que funcione independientemente, y únicamente se lo conecte a un computador para generar los respectivos informes, los mismos que se los podrían generar diariamente.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Implementar un Sistema de Monitoreo de Tráfico de Llamadas Salientes de Líneas Telefónicas.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Almacenar un registro por cada llamada del cual se pueda obtener suficiente información para la toma de decisiones con respecto al correcto uso de la Línea Telefónica.
- Dotar al Sistema de una capacidad de memoria interna para el almacenamiento de los registros por cada línea monitoreada.

- Diseñar un Sistema Informático capaz de recibir los datos del Sistema de Monitoreo de Líneas Telefónicas (SMTLT), y generar los respectivos informes de una manera amigable con el usuario final.
- Formular y asignar problemas individuales y colectivos para recopilar los resultados obtenidos y así generar una mejor solución, para de esta forma colaborar con una futura mejora o ampliación del proyecto.

1.4 HIPÓTESIS

“El presente proyecto servirá para que las empresas optimicen el uso del Servicio Telefónico, brindando reportes para ayudar a la toma de decisiones con respecto al correcto uso del mismo”

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

"COMUNICACIONES TELEFÓNICAS"

2.1 Historia

Con el descubrimiento de la electricidad en el siglo XVIII, se comenzó a buscar la forma de utilizar las señales eléctricas en la transmisión rápida de mensajes a distancia. Sin embargo, no se lograría el primer sistema eficaz de telegrafía hasta el siglo XIX, cuando en 1837 se hicieron públicos dos inventos: uno de Charles Wheatstone y William F. Cooke, en Gran Bretaña, y otro de Samuel F. B. Morse, en Estados Unidos. Morse también desarrolló un código de puntos y rayas que fue adoptado en todo el mundo (véase Código Morse internacional). Estos inventos fueron mejorados a lo largo de los años. Así, por ejemplo, en 1874, Thomas Edison desarrolló la telegrafía cuádruple, que permitía transmitir dos mensajes simultáneamente en ambos sentidos. Algunos de los productos actuales de la telegrafía son el teletipo, el télex y el fax.

A pesar de que la telegrafía supuso un gran avance en la comunicación a distancia, los primeros sistemas telegráficos sólo permitían enviar mensajes letra a letra. Por esta razón se seguía buscando algún medio de comunicación eléctrica de voz. Los primeros aparatos, que aparecieron entre 1850 y 1860, podían transmitir vibraciones sonoras, aunque no la voz humana. La primera persona que patentó un teléfono eléctrico, en el sentido moderno de la palabra, fue el inventor de origen inglés Alexander Graham Bell, en 1876. En aquellos años, Edison investigaba la forma de poder registrar y reproducir ondas sonoras, abriendo así el camino a la aparición del gramófono.

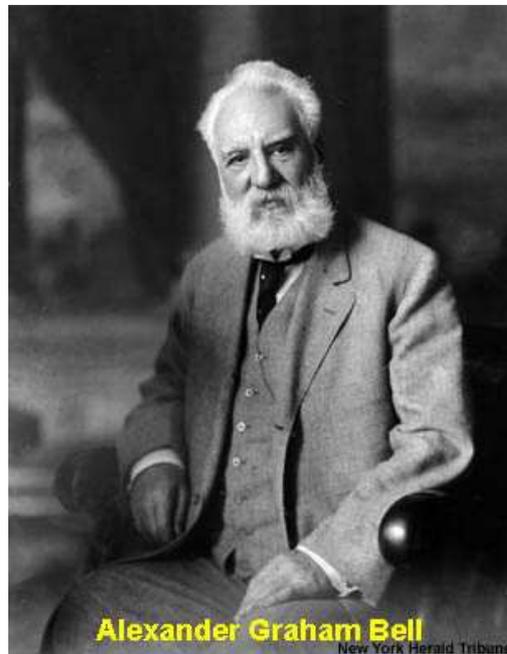


Figura II-1: Alexander Graham Bell

Las telecomunicaciones en el Ecuador datan de fines del siglo pasado. Se considera el 9 de julio de 1884 como el primer hito en su desarrollo histórico, cuando se transmitió por primera vez un mensaje telegráfico entre Quito y Guayaquil por vía alámbrica.

En el año 1871 el gobierno celebra el primer convenio para la explotación de servicios internacionales, utilizando la vía del cable submarino (concretamente

telegrafía), a través del sistema Morse, con la empresa All American Cable and Radio.

El primer organismo nacional encargado de regular las telecomunicaciones en el país fue la Dirección de Telégrafos cuya creación data de fines del siglo pasado.

2.2 Descripción

El teléfono es un dispositivo de telecomunicación diseñado para transmitir señales acústicas por medio de señales eléctricas a distancia. Muy parecido al teletrófono.

Durante mucho tiempo Alexander Graham Bell fue considerado el inventor del teléfono, junto con Elisha Gray. Sin embargo Bell no fue el inventor de este aparato, sino solamente el primero en patentarlo. Esto ocurrió en 1876. El 11 de junio de 2002 el Congreso de Estados Unidos aprobó la resolución 269, por la que se reconocía que el inventor del teléfono había sido Antonio Meucci, que lo llamó teletrófono, y no Alexander Graham Bell. En 1871 Meucci sólo pudo, por dificultades económicas, presentar una breve descripción de su invento, pero no formalizar la patente ante la Oficina de Patentes de Estados Unidos

2.3 Funcionamiento

2.3.1 Establecimiento de una comunicación

Un teléfono está formado por dos circuitos que funcionan juntos: el circuito de conversación, que es la parte analógica, y el circuito de marcación, que se encarga de la marcación y llamada. Tanto las señales de voz como las de marcación y llamada (señalización), así como la alimentación, comparten el

mismo par de hilos; a esto a veces se le llama "señalización dentro de la banda (de voz)".

La impedancia característica de la línea es 600Ω . Lo más llamativo es que las señales procedentes del teléfono hacia la central y las que se dirigen a él desde ella viajan por esa misma línea de sólo 2 hilos. Para poder combinar en una misma línea dos señales (ondas electromagnéticas) que viajen en sentidos opuestos y para luego poder separarlas se utiliza un dispositivo llamado transformador híbrido o bobina híbrida, que no es más que un acoplador de potencia (duplexor).

Circuito de conversación

El circuito de conversación consiste de cuatro componentes principales: la bobina híbrida, el auricular, el micrófono de carbón y una impedancia de 600Ω para equilibrar la híbrida. Estos componentes se conectan según el circuito de la figura. La señal que se origina en el micrófono se reparte a partes iguales entre L_1 y L_2 . La primera va a la línea y la segunda se pierde en la carga, pero L_1 y L_2 inducen corrientes iguales y de sentido contrario en L_3 , que se cancelan entre sí, evitando que la señal del micrófono alcance el auricular.

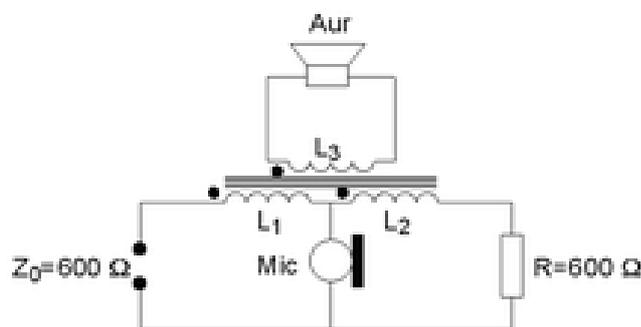


Figura II-2: Circuito de conversación simplificado.

La señal que viene por la línea recorre L1, que induce una corriente igual en L2, de modo que por el micrófono no circula señal. Sin embargo, tanto L1 como L2 inducen en L3 la corriente que se lleva al auricular. El circuito de conversación real es algo más complejo: añade un varistor a la entrada, para mantener la polarización del micrófono a un nivel constante, independientemente de lo lejos que esté la central local, y conecta el auricular a la impedancia de carga, para que el usuario tenga una pequeña realimentación y pueda oír lo que dice. Sin ella, tendería a elevar mucho la voz.

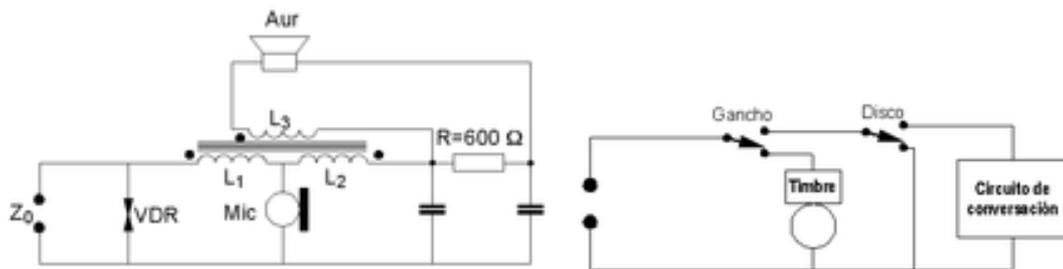


Figura II-3: Circuito de Conversación y Teléfono Completo

2.3.2 Tipos de marcado telefónico

Marcación decádica por pulsos

La marcación decádica por pulsos consiste en el envío por el teléfono de la información numérica, en forma de pulsos, a la central telefónica automática para que esta le conecte con el teléfono deseado.

Los pulsos los genera el teléfono mediante un dispositivo mecánico denominado disco de marcar, el cual consiste en un disco giratorio provisto de diez agujeros, de aquí lo de decádica, numerados del 0 al 9.

La marcación decádica por pulsos se ha venido utilizado en exclusividad desde los orígenes de la telefonía automática hasta tiempos relativamente recientes.

En la actualidad, aunque las modernas centrales digitales siguen aceptando este tipo de marcación, se utiliza mayoritariamente la marcación por tonos multifrecuencia (DTMF), mucho más eficiente que la aquí descrita. También existe la marcación de pulsos en teléfonos de dígitos, que no se oyen como los tonos sino como pequeñas pulsaciones.

Disco de marcar

El disco de marcar es un dispositivo mecánico del que están dotados determinados tipos de teléfonos antiguos para la marcación por pulsos.

Consiste en un disco giratorio provisto de diez agujeros numerados del 0 al 9 en los cuales el usuario introduce el dedo para hacer girar el disco hasta un tope. Alcanzado dicho tope, se libera el disco que retrocede por la acción de un muelle helicoidal situado alrededor del eje de giro.

En este movimiento de retroceso, mediante una leva, se produce la apertura y cierre de la línea telefónica, también denominada bucle local o de abonado, un número de veces igual al dígito marcado (el 0 origina 10 impulsos). Estas aperturas y cierres del bucle son detectados y registrados por la central telefónica y dan lugar al accionamiento de los dispositivos de selección pertinentes con objeto de enlazar al usuario llamante con el llamado.

Marcación por tonos

En telefonía, el sistema de marcación por tonos, también llamado sistema multifrecuencial o DTMF (Dual-Tone Multi-Frequency), consiste en lo siguiente:

Cuando el usuario pulsa en el teclado de su teléfono la tecla correspondiente al dígito que quiere marcar, se envían dos tonos, de distinta frecuencia: uno por

columna y otro por fila en la que esté la tecla, que la central descodifica a través de filtros especiales, detectando instantáneamente que dígito se marcó.

La Marcación por tonos fue posible gracias al desarrollo de circuitos integrados que generan estos tonos desde el equipo terminal, consumiendo poca corriente de la red y sustituyendo el sistema mecánico de interrupción-conexión (el anticuado disco de marcar).

Este sistema supera al de marcación por pulsos por cuanto disminuye la posibilidad de errores de marcación, al no depender de un dispositivo mecánico. Por otra parte es mucho más rápido ya que no hay que esperar tanto tiempo para que la central detecte las interrupciones, según el número marcado.

No obstante, las modernas centrales telefónicas de conmutación digital, controladas por ordenador, siguen admitiendo la conexión de terminales telefónicos con ambos tipos de marcación.

2.3.3 Sistema DTMF

CODIFICACIÓN Y DECODIFICACIÓN DTMF

Una señal DTMF válida es la suma de dos tonos, uno de un grupo bajo y el otro de un grupo alto, con cada grupo conteniendo cuatro tonos individuales. Las frecuencias de los tonos fueron cuidadosamente seleccionadas de tal forma que sus armónicos no se encuentran relacionados y que los productos de su intermodulación produzcan un deterioro mínimo en la señalización. Este esquema permite 16 combinaciones únicas. Diez de estos códigos representan los números del cero al nueve, los seis restantes (*, #, A, B, C, D) son reservados para señalización especial. La mayoría de los teclados en los

teléfonos contienen diez interruptores de presión numéricos mas el asterisco (*) y el símbolo de numeral (#). Los interruptores se encuentran organizados en una matriz, cada uno selecciona el tono del grupo bajo de su fila respectiva y el tono del grupo alto de su columna correspondiente.

El esquema de codificación DTMF asegura que cada señal contienen uno y solo un componente de cada uno de los grupos de tonos alto y bajo. Esto simplifica de manera significativa la decodificación por que la señal compuesta DTMF puede ser separada con filtros pasa banda en sus dos componentes de frecuencia simples cada uno de los cuales puede ser manipulado de forma individual.

Las teclas de función A, B, C y D son extensiones de las teclas (0-9, *, #) y fueron diseñadas con los teléfonos militares norteamericanos Autovon. Los nombres originales de estas teclas fueron FO (Flash Override), F (Flash), I (Immediate) y P (Priority) los cuales representaban niveles de prioridad y que podían establecer comunicación telefónica con varios grados de prioridad, eliminando otras conversaciones en la red si era necesario, con la función FO siendo la de mayor prioridad hasta P la de menor prioridad. Estos tonos son más comúnmente referidos como A, B, C y D respectivamente, todos ellos tienen en común 1633 Hz como su tono alto. En estos días, estas teclas de función son empleados principalmente en aplicaciones especiales tales como repetidores de radioaficionados para sus protocolos de comunicación, los módem y circuitos de tonos al tacto (touch tone) también tienen tendencia a incluir los pares de tonos A, B, C, y D. Estos no han sido usados para el servicio público en general, y podría tomar años antes de que pudieran ser incluidas en aplicaciones tales como líneas de información al cliente.

Codificación DTMF.

El esquema de marcado DTMF fue diseñado por los laboratorios BELL e introducido a los Estados Unidos a mediados de los años 60 como una alternativa para a la marcación por pulsos o rotatoria. Ofreciendo incremento en

la velocidad de marcado, mejorando la fiabilidad y la conveniencia de señalización de punto a punto.

Muchas aplicaciones en las telecomunicaciones requieren de transmisión de señales DTMF para el envío de datos y marcado. El estándar DTMF fue diseñado originalmente por los Laboratorios Bell para su uso en los sistemas telefónicos de AT&T.

Existen varias especificaciones que han sido resultado de el estándar original las cuales parten de los estándares de AT&T, CEPT, NTT, CCITT y la ITU, etc. Las variaciones de un estándar a otro son típicamente tolerancias en las desviaciones de frecuencia, niveles de energía, diferencia de atenuación entre dos tonos e inmunidad al habla.

Frecuencia Baja	Frecuencia Alta	Dígito
697	1209	1
697	1336	2
697	1477	3
770	1209	4
770	1336	5
770	1477	6
852	1209	7
852	1336	8
852	1477	9
941	1209	*
941	1336	0
941	1477	#
697	1633	A
770	1633	B
852	1633	C
941	1633	D

Tabla II-1: Pares de frecuencias empleadas para la generación DTMF.

En conclusión, DTMF es el sistema de señales usado en los teléfonos para el marcado por tonos, estos son el resultado de la suma algebraica en tiempo real de dos senoides de diferentes frecuencias, la relación de teclas con su correspondiente par de frecuencias se muestran en la tabla.

El sistema de señales DTMF son generadas por un codificador, y son la suma algebraica en tiempo real de dos tonos; uno de baja frecuencia y otro de alta, el tono alto normalmente es de + 1.5 % (2db) con respecto del tono bajo (como se muestra en la figura) para compensar perdidas de señal en las largas líneas de conexión con la central telefónica.

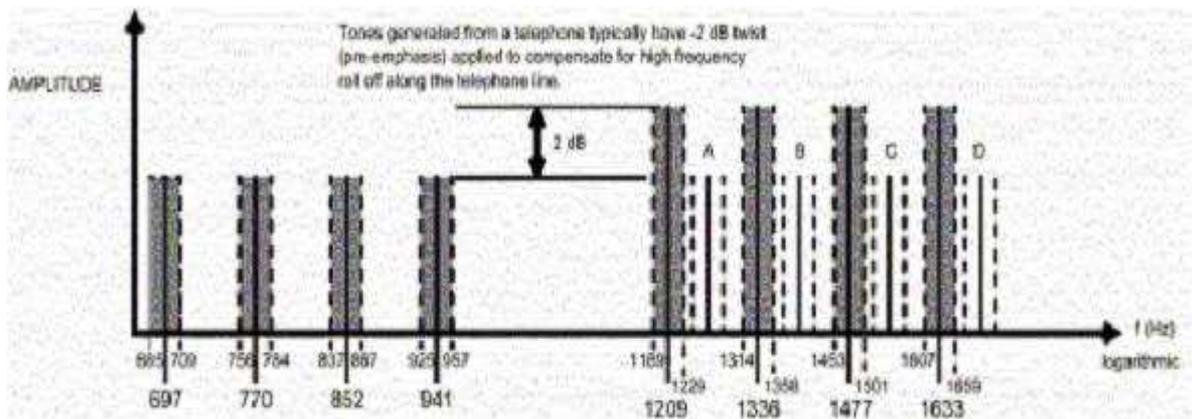


Figura II-4: Espectro de las señales DTMF.

Decodificación DTMF.

Las especificaciones ITU Q.24 para la detección DTMF son las siguientes:

- **Tolerancia a la frecuencia:** Un símbolo válido DTMF debe tener una desviación en frecuencia dentro del 1.5% de tolerancia. Los símbolos con una desviación en frecuencia mayor al 3.5% deberán ser rechazados.

- **Duración de la señal:** Un símbolo DTMF con una duración de 40ms debe ser considerado válido. La duración de la señal no debe ser menor de 23ms.
- **Atenuación de la señal:** El detector debe trabajar con una relación señal-ruido (SNR) de 15db y en el peor caso con una atenuación de 26dB.
- **Interrupción de la señal:** Una señal DTMF válida interrumpida por 10ms o menos no debe ser detectada como dos símbolos distintos.
- **Pausa en la señal:** Una señal DTMF válida separada por una pausa de tiempo de al menos 40ms debe ser detectada como dos símbolos distintos.
- **Fase:** El detector debe operar con un máximo de 8dB en fase normal y 4dB en fase invertida.
- **Rechazo al habla:** El detector debe operar en la presencia del habla rechazando la voz como un símbolo DTMF válido.

La división de frecuencias en los grupos alto y bajo simplifica el diseño de receptores DTMF como se muestra en la figura. Este diseño particular incluye una aproximación estándar. Cuando se encuentra conectado a una línea telefónica, receptor de radio o cualquier otra fuente de señal DTMF, el receptor filtra el ruido del tono, separa la señal en los componentes de grupos de alta y baja frecuencia para luego medir el cruce por cero promediando los periodos para producir la decodificación de un dígito.

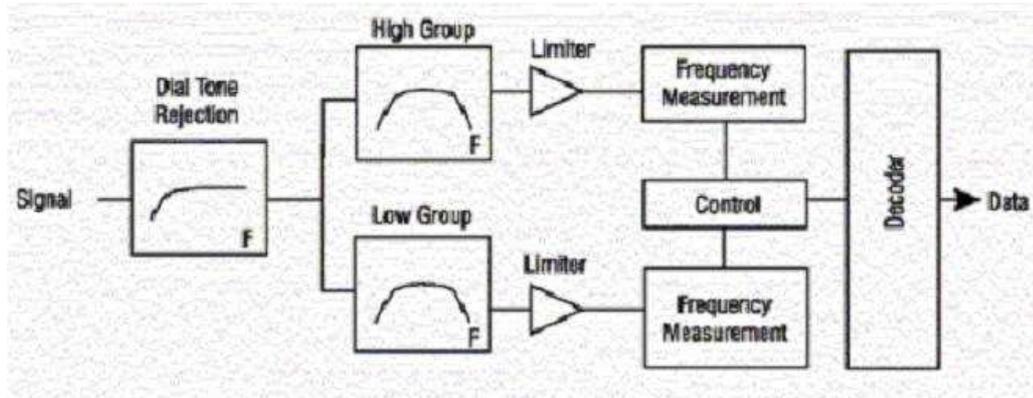


Figura II-5: Arquitectura típica de un receptor DTMF.

Como se muestra en la figura, la detección DTMF se puede ver complicada por la presencia de ruido de línea de 50/60 Hz, tonos de varias frecuencias, ruido aleatorio y otras fuentes de interferencia. Tratar con estos problemas mientras permanece inmune a la simulación de tonos por voz presenta el más grande reto para los diseñadores de receptores DTMF.

La interferencia de línea tolerable mostrada en la figura es la recomendada por CEPT y es considerada la meta de diseño por los fabricantes de receptores DTMF de calidad.

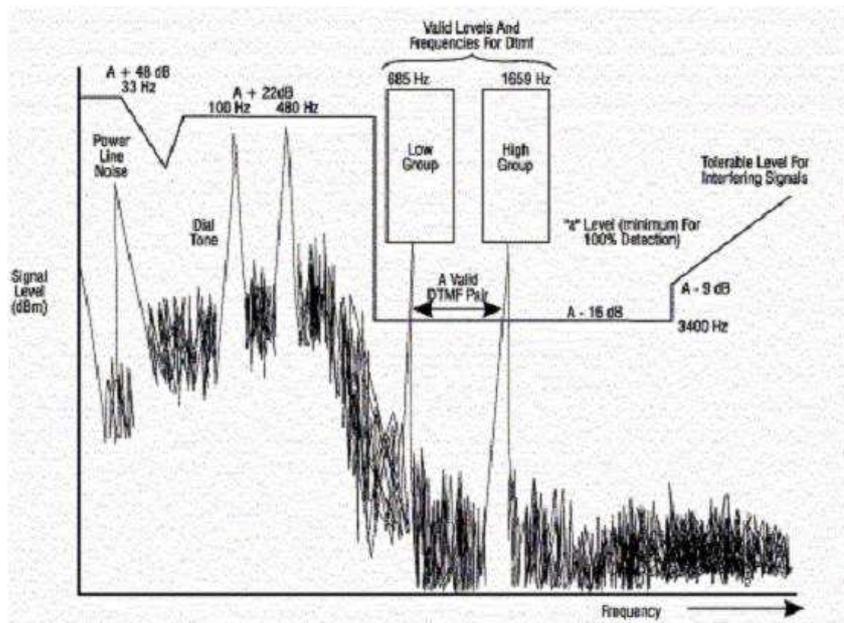


Figura II-6: Entorno de la señalización DTMF.

DECODIFICADOR MT8870CE

Los ingenieros de Laboratorios Bell eligieron pares de frecuencias específicas para evitar armónicos y otros problemas que pudieran presentarse cuando estos tonos son enviados o recibidos, además de la dificultad que presentan para ser imitados por la voz humana y puedan accidentalmente activar el decodificador del otro lado de la línea.

Existen varias formas de detectar y decodificar estos tonos, una forma podría ser; con ocho filtros sintonizados en combinación con circuitos de detección. Resulta innecesario decir que esto no es práctico considerando la cantidad de circuitos integrados de diferentes fabricantes que hay que conseguir y el complejo ajuste que hay que realizar para sintonizarlos.

	1209 Hz	1336 Hz	1477 Hz	1633 Hz
697 Hz	1	2 ABC	3 DEF	A
770 Hz	4 GHI	5 JKL	6 MNO	B
852 Hz	7 PQRS	8 TUV	9 WXYZ	C
941 Hz	*	0 Oper	#	D

Tabla II-2: Pares de frecuencias empleadas para la codificación DTMF.

En este caso particular la decodificación se encuentra a cargo de un circuito integrado MT8870CE fabricado por MITEL, el cual reconoce los tonos dobles generados por el teclado de un teléfono en modalidad digital, estos tonos son decodificados y después convertidos a cantidades binarias de 4 bits que corresponden a un valor numérico determinado. Estos valores binarios funcionan como comandos o datos de acuerdo al orden con que son ingresados al sistema de control.

El MT8870CE fue seleccionado de entre una amplia variedad de circuitos integrados debido principalmente a sus características; eléctricas,

disponibilidad e interfaz de comunicación paralela con salida de tercer estado que lo hacen óptimo para este proyecto.

El circuito mostrado en la figura ilustra el uso de un dispositivo MT8870 en un sistema de recepción típico. Las especificaciones de British Telecom definen las señales de entrada menores de -34 dBm como niveles no operativos. Esta condición puede ser evitada seleccionando valores adecuados de R1 y R2 para proporcionar una atenuación de 3 dB, de tal forma que la señal entrada de -34 dBm corresponderá a -37 dBm en la terminal de programación de ganancia (GS). En el diagrama se muestran los valores de los componentes de R3 y C2 para los requerimientos de tiempo de guarda cuando la tolerancia total de los componentes es del 6%.

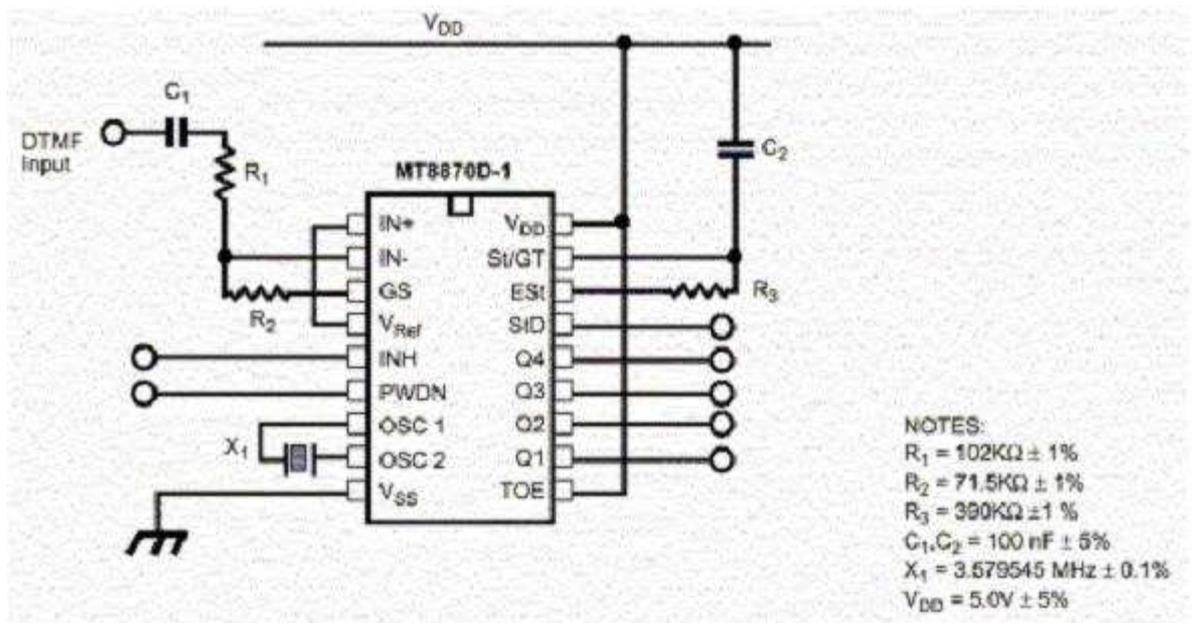


Figura II-7: Configuración de entrada de ganancia unitaria para las especificaciones BT o CEPT.

2.3.4 TRÁFICO TELEFÓNICO

CONCEPTO DE TRÁFICO TELEFÓNICO

El tráfico telefónico se asocia al concepto de ocupación. Se dice que un circuito telefónico está cursando tráfico cuando está ocupado, nunca si está libre.

Cuando se produce una comunicación telefónica entre 2 abonados se ocupan los aparatos de los dos abonados, y además una serie de órganos o circuitos intermedios tanto en las centrales como en las uniones entre las mismas. Estos órganos o circuitos también cursan tráfico cuando están ocupados.

El tráfico telefónico es medible en términos de tiempo (entendido como tiempo de ocupación) y que depende del número de comunicaciones y de la duración de las mismas.

PRESENTACIÓN DEL TRÁFICO TELEFÓNICO

El tráfico telefónico se presenta de forma aleatoria (al azar) pero también se observan ciertas tendencias estadísticas, que dan lugar a lo que se denominan "VARIACIONES PERIÓDICAS". Estas variaciones periódicas pueden ser:

- Variaciones diarias (a lo largo del día)
- Variaciones semanales (a lo largo del mes)
- Variaciones anuales o estacionales (a lo largo del año)
- Variaciones accidentales (fenómenos relevantes)

VOLUMEN, INTENSIDAD Y TASA DE TRÁFICO. UNIDADES

El Volumen de Trafico cursado por un órgano o circuito telefónico durante un determinado periodo de tiempo, es igual al tiempo de ocupación de dicho órgano o circuito, durante dicho periodo de tiempo.

Por ejemplo, si un teléfono esta ocupado durante una hora al día, su V_t será de 1 hora. Si lo esta durante una hora en una semana, su V_t será de 1 hora.

El V_t , se mide en unidades de tiempo y además se ve que por si solo no es identificativo del grado de ocupación del órgano o circuito, pues pueden obtenerse idénticos valores de V_t para periodos de tiempo distintos.

El concepto de V_t puede generalizarse a un conjunto de órganos o circuitos, y en tal caso diremos que es la suma de los tiempos de ocupación individuales de todos los órganos o circuitos durante el periodo de tiempo considerado.

Como las unidades de V_t son unidades de tiempo (miden el tiempo de ocupación) pueden utilizarse:

- Hora
- Minuto
- Segundo

Y además otras unidades específicas como:

-LLAMADA REDUCIDA (LL.R.):

Corresponde a un tiempo de ocupación de 120 Seg. O 2 min.

-CENTUM CALL SECONDS (C.C.S)-Cientos de segundos:

Corresponde a un tiempo de ocupación de 100 Seg.

La equivalencia entre estas dos unidades es:

$$1 \text{ LL.R.} = 1'2 \text{ C.C.S.} \quad \leftrightarrow \quad 1 \text{ C.C.S.} = 0'833 \text{ LL.R.}$$

El V_t correspondiente a un cierto número de llamadas, puede obtenerse fácilmente si se conoce el tiempo medio de duración de las mismas. En tal caso:

$$V_t = n \cdot d$$

Siendo, "n" el número de llamadas y "d" el tiempo medio de duración de las mismas. V_t se obtendrá en las mismas unidades en que se exprese "d".

Intensidad de tráfico (I_t). Unidades

El V_t por si solo no da idea del grado de ocupación. Debemos saber además el periodo de tiempo en el que se ha cursado dicho volumen de tráfico. Este periodo se denomina TIEMPO DE OBSERVACION o TIEMPO DE REFERENCIA (t_{obs} o t_{ref}).

Es decir:

$$I_t = \frac{V_t}{t_{obs}}$$

La I_t se expresa normalmente en una unidad llamada ERLANG €. Un Erlang es la I_t correspondiente a un órgano o circuito, o conjunto de estos, cursan un volumen de tráfico de una hora en un tiempo de observación de 1 hora.

Esto quiere decir que si expresamos V_t y t_{obs} en la misma unidad el resultado vendrá dado en Erlang.

También se define Erlang como la It correspondiente a un órgano o circuito, o conjunto de estos que cursa un volumen de tráfico igual al tiempo de observación.

Por lo tanto, un órgano o circuito individual nunca puede cursar una It mayor que un Erlang. Y un conjunto de "N" órganos o circuitos nunca puede cursar una It mayor que "N" Erlang.

La It siempre se asocia a un periodo de tiempo que se toma como referencia y que suele tomarse como tal la llamada HORA CARGADA. La Hora Cargada se define como el periodo de 60 minutos consecutivos del día, donde el tráfico es mayor. En la practica se obtiene mediante los cuatros periodos consecutivos de 15 minutos en los que se obtiene mayor trafico.

La It también puede expresarse en las siguientes unidades:

* LLAMADA REDUCIDA-HORA CARGADA (LL.R./H.C.)

Es la intensidad de tráfico correspondiente a un V_t de 1 LL.R. cursada por un órgano, circuito o conjunto de estos, durante la hora cargada.

* CENTUM CALL SECONDS-HORA CARGADA (C.C.S./H.C.)

Es la intensidad de trafico correspondiente a un volumen de trafico de 1 c.c.s. cursada por un órgano, circuito o conjunto de estos, durante la hora cargada.

Las equivalencias entre estas unidades son:

$$1 E = 30 \text{ LL.R./H.C.} = 36 \text{ C.C.S./H.C.}$$

$$1 \text{ LL.R./H.C.} = 0'033 E = 1'2 \text{ C.C.S./H.C.}$$

$$1 \text{ C.C.S./H.C.} = 0'028 E = 0'833 \text{ LL.R./H.C.}$$

DENSIDAD, COEFICIENTE O TASA DE TRÁFICO (Ct). UNIDADES

Indica el valor medio de It por órgano o circuito individual cuando tenemos un conjunto de estos. Se define como el cociente entre intensidad de tráfico y el número de órganos o de circuitos que forman el conjunto que cursa dicho tráfico (N).

Es decir:

$$Ct = \frac{It}{N}$$

Generalmente se expresa en "Erlang/Línea" independientemente del órgano o circuito considerado. Si se expresa en "Erlang/nombre del circuito u órgano" también es correcto.

2.3.5 EL ESTÁNDAR RS-232C

El puerto serie RS-232C, presente en todos los ordenadores actuales, es la forma más comúnmente usada para realizar transmisiones de datos entre ordenadores. El RS-232C es un estándar que constituye la tercera revisión de la antigua norma RS-232, propuesta por la EIA (Asociación de Industrias Electrónicas), realizándose posteriormente una versión internacional por el CCITT, conocida como V.24. Las diferencias entre ambas son mínimas, por lo que a veces se habla indistintamente de V.24 y de RS-232C (incluso sin el sufijo "C"), refiriéndose siempre al mismo estándar.

El RS-232C consiste en un conector tipo DB-25 de 25 pines, aunque es normal encontrar la versión de 9 pines DB-9, más barato e incluso más extendido para cierto tipo de periféricos (como el ratón serie del PC). En cualquier caso, los PCs no suelen emplear más de 9 pines en el conector DB-25. Las señales con las que trabaja este puerto serie son digitales, de +12V (0 lógico) y -12V (1 lógico), para la entrada y salida de datos, y a la inversa en las señales de

control. El estado de reposo en la entrada y salida de datos es -12V. Dependiendo de la velocidad de transmisión empleada, es posible tener cables de hasta 15 metros.

Cada pin puede ser de entrada o de salida, teniendo una función específica cada uno de ellos. Los más importantes son:

Pin	Función
TXD	Transmitir Datos
RXD	Recibir Datos
DTR	Terminal de Datos listo
DSR	Equipo de Datos listo
RTS	Solicitud de envío
CTS	Libre para envío
DCD	Detección de Portadora

Tabla II-3: Pines RS232

Las señales TXD, DTR y RTS son de salida, mientras que RXD, DSR, CTS y DCD son de entrada. La masa de referencia para todas las señales es SG (Tierra de Señal). Finalmente, existen otras señales como RI (Indicador de Llamada), y otras poco comunes.

Numero	de Pin	Señal	Descripción	E/S
En DB-25	En DB-9			
1	1	-	Masa chasis	-
2	3	TxD	Transmit Data	S
3	2	RxD	Receive Data	E
4	7	RTS	Request To Send	S
5	8	CTS	Clear To Send	E
6	6	DSR	Data Set Ready	E
7	5	SG	Signal Ground	-
8	1	CD/DCD	(Data) Carrier Detect	E
15	-	TxC(*)	Transmit Clock	S
17	-	RxC(*)	Receive Clock	E
20	4	DTR	Data Terminal Ready	S
22	9	RI	Ring Indicator	E
24	-	RTxC(*)	Transmit/Receive Clock	S

Tabla II-4: Conector DB-9, DB-25

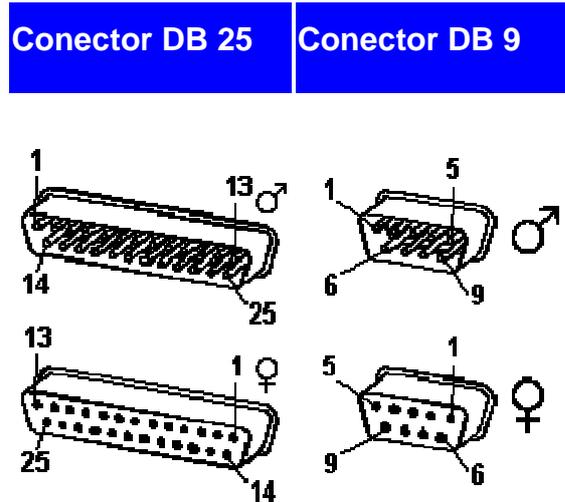


Figura II-8: Conectores DB-9, DB-25

EL PUERTO SERIE EN EL PC

El ordenador controla el puerto serie mediante un circuito integrado específico, llamado UART (Transmisor-Receptor-Asíncrono Universal). Normalmente se utilizan los siguientes modelos de este chip: 8250 (bastante antiguo, con fallos, solo llega a 9600 baudios), 16450 (versión corregida del 8250, llega hasta 115.200 baudios) y 16550A (con buffers de E/S). A partir de la gama Pentium, la circuitería UART de las placa base son todas de alta velocidad, es decir UART 16550A. De hecho, la mayoría de los módems conectables a puerto serie necesitan dicho tipo de UART, incluso algunos juegos para jugar en red a través del puerto serie necesitan de este tipo de puerto serie. Por eso hay veces que un 486 no se comunica con la suficiente velocidad con un PC Pentium... Los portátiles suelen llevar otros chips: 82510 (con buffer especial, emula al 16450) o el 8251 (no es compatible).

Para controlar al puerto serie, la CPU emplea direcciones de puertos de E/S y líneas de interrupción (IRQ). En el AT-286 se eligieron las direcciones 3F8h (o 0x3f8) e IRQ 4 para el COM1, y 2F8h e IRQ 3 para el COM2. El estándar del PC llega hasta aquí, por lo que al añadir posteriormente otros puertos serie, se

eligieron las direcciones 3E8 y 2E8 para COM3-COM4, pero las IRQ no están especificadas. Cada usuario debe elegir las de acuerdo a las que tenga libres o el uso que vaya a hacer de los puertos serie (por ejemplo, no importa compartir una misma IRQ en dos puertos siempre que no se usen conjuntamente, ya que en caso contrario puede haber problemas). Es por ello que últimamente, con el auge de las comunicaciones, los fabricantes de PCs incluyen un puerto especial PS/2 para el ratón, dejando así libre un puerto serie.

Mediante los puertos de E/S se pueden intercambiar datos, mientras que las IRQ producen una interrupción para indicar a la CPU que ha ocurrido un evento (por ejemplo, que ha llegado un dato, o que ha cambiado el estado de algunas señales de entrada). La CPU debe responder a estas interrupciones lo más rápido posible, para que de tiempo a recoger el dato antes de que el siguiente lo sobrescriba. Sin embargo, las UART 16550A incluyen unos buffers de tipo FIFO, dos de 16 bytes (para recepción y transmisión), donde se pueden guardar varios datos antes de que la CPU los recoja. Esto también disminuye el número de interrupciones por segundo generadas por el puerto serie.

El RS-232 puede transmitir los datos en grupos de 5, 6, 7 u 8 bits, a unas velocidades determinadas (normalmente, 9600 bits por segundo o más). Después de la transmisión de los datos, le sigue un bit opcional de paridad (indica si el número de bits transmitidos es par o impar, para detectar fallos), y después 1 o 2 bits de Stop. Normalmente, el protocolo utilizado es 8N1 (que significa, 8 bits de datos, sin paridad y con 1 bit de Stop).

Una vez que ha comenzado la transmisión de un dato, los bits tienen que llegar uno detrás de otro a una velocidad constante y en determinados instantes de tiempo. Por eso se dice que el RS-232 es asíncrono por carácter y sincrónico por bit. Los pines que portan los datos son RXD y TXD. Las demás se encargan de otros trabajos: DTR indica que el ordenador está encendido, DSR que el aparato conectado a dicho puerto está encendido, RTS que el ordenador puede recibir datos (porque no está ocupado), CTS que el aparato conectado puede

recibir datos, y DCD detecta que existe una comunicación, presencia de datos.

Tanto el aparato a conectar como el ordenador (o el programa terminal) tienen que usar el mismo protocolo serie para comunicarse entre sí. Puesto que el estándar RS-232 no permite indicar en qué modo se está trabajando, es el usuario quien tiene que decidirlo y configurar ambas partes. Como ya se ha visto, los parámetros que hay que configurar son: protocolo serie (8N1), velocidad del puerto serie, y protocolo de control de flujo. Este último puede ser por hardware (el que ya hemos visto, el handshaking RTS/CTS) o bien por software (XON/XOFF, el cual no es muy recomendable ya que no se pueden realizar transferencias binarias). La velocidad del puerto serie no tiene por qué ser la misma que la de transmisión de los datos, de hecho debe ser superior. Por ejemplo, para transmisiones de 1200 baudios es recomendable usar 9600, y para 9600 baudios se pueden usar 38400 (o 19200).

2.3.6 MICROCONTROLADORES

Un microcontrolador es un circuito integrado o chip que incluye en su interior las tres unidades funcionales de una computadora: unidad central de procesamiento, memoria y unidades de E/S (entrada/salida).

Son diseñados para reducir el costo económico y el consumo de energía de un sistema en particular. Por eso el tamaño de la unidad central de procesamiento, la cantidad de memoria y los periféricos incluidos dependerán de la aplicación. El control de un electrodoméstico sencillo como una batidora, utilizará un procesador muy pequeño (4 u 8 bit) por que sustituirá a un autómata finito. En cambio un reproductor de música y/o vídeo digital (mp3 o mp4) requerirá de un procesador de 32 bit o de 64 bit y de uno o más Códec de señal digital (audio y/o vídeo). El control de un sistema de frenos ABS (Antilock Brake System) se basa normalmente en un microcontrolador de 16 bit, al igual que el sistema de control electrónico del motor en un automóvil.

Los microcontroladores representan la inmensa mayoría de los chips de computadoras vendidos, sobre un 50% son controladores "simples" y el restante corresponde a DSPs más especializados. Mientras se pueden tener uno o dos microprocesadores de propósito general en casa (Ud. está usando uno para esto), usted tiene distribuidos seguramente entre los electrodomésticos de su hogar una o dos docenas de microcontroladores. Pueden encontrarse en casi cualquier dispositivo electrónico como automóviles, lavadoras, hornos microondas, teléfonos, etc.

Un microcontrolador difiere de una CPU normal, debido a que es más fácil convertirla en una computadora en funcionamiento, con un mínimo de chips externos de apoyo. La idea es que el chip se coloque en el dispositivo, enganchado a la fuente de energía y de información que necesite, y eso es todo. Un microprocesador tradicional no le permitirá hacer esto, ya que espera que todas estas tareas sean manejadas por otros chips. Hay que agregarle los módulos de entrada/salida (puertos) y la memoria para almacenamiento de información.

Por ejemplo, un microcontrolador típico tendrá un generador de reloj integrado y una pequeña cantidad de memoria RAM y ROM/EPROM/EEPROM/FLASH, significando que para hacerlo funcionar, todo lo que se necesita son unos pocos programas de control y un cristal de sincronización. Los microcontroladores disponen generalmente también de una gran variedad de dispositivos de entrada/salida, como convertidores de analógico a digital, temporizadores, UARTs y buses de interfaz serie especializados, como I2C y CAN. Frecuentemente, estos dispositivos integrados pueden ser controlados por instrucciones de procesadores especializados. Los modernos microcontroladores frecuentemente incluyen un lenguaje de programación integrado, como el BASIC que se utiliza bastante con este propósito.

Los microcontroladores negocian la velocidad y la flexibilidad para facilitar su uso. Debido a que se utiliza bastante sitio en el chip para incluir funcionalidad, como los dispositivos de entrada/salida o la memoria que incluye el microcontrolador, se ha de prescindir de cualquier otra circuitería.

ORGANIZACIÓN DE LA MEMORIA DEL PIC

Los PIC tienen dos tipos de memoria: Memoria de Datos y Memoria de programa, cada bloque con su propio bus: Bus de datos y Bus de programa; por lo cual cada bloque puede ser accesado durante un mismo ciclo de oscilación.

La Memoria de datos a su vez se divide en

- Memoria RAM de propósito general
- Archivo de Registros (Special Function Registers (SFR))

La Memoria de Programa

Los PIC de rango medio poseen un registro Contador del Programa (PC) de 13 bits, capaz de direccionar un espacio de 8K x 14, como todas las instrucciones son de 14 bits, esto significa un bloque de 8k instrucciones. El bloque total de 8K x 14 de memoria de programa está subdividido en 4 páginas de 2K x 14. En la siguiente figura se muestra esta organización.

Dirección	
0000h	Vector de Reset
...	...
0004h	Vector de interrupción
0005h	Página 0
...	
07FFh	
0800h	Página 1
...	
0FFFh	
1000h	Página 2
...	
17FFh	
1800h	Página 3
...	
1FFFh	

Figura II-9: Memoria del Microcontrolador

Observación1: No todos los PIC tienen implementado todo el espacio de 8K de memoria de programa (Consultar las hojas de datos del PIC específico).

Observación2: El fabricante puede grabar datos de calibración en localidades de memoria de programa por lo que se deberán anotar en papel antes de borrar los dispositivos con ventana transparente.

Vector de Reset.- Cuando ocurre un reset el contenido del PC es forzado a cero, ésta es la dirección donde la ejecución del programa continuará después del reset, por ello se le llama “dirección del vector de reset”.

Vector de interrupción.- Cuando la CPU acepta una solicitud de interrupción ejecuta un salto a la dirección 0004h, por lo cual a esta se le conoce como “dirección del vector de interrupción”. El registro PCLATH no es modificado en esta circunstancia, por lo cual habrá que tener cuidado al manipular el PC dentro de la Rutina de Atención a la Interrupción (Interrupt Service Routine (ISR)).

Memoria de Stack

La memoria de stack es una area de memoria completamente separada de la memoria de datos y la memoria de programa. El stack consta de 8 niveles de 13 bits cada uno. Esta memoria es usada por la CPU para almacenar las direcciones de retorno de subrutinas. El apuntador de stack no es ni legible ni escribible.

Cuando se ejecuta una instrucción CALL o es reconocida una interrupción el PC es guardado en el stack y el apuntador de stack es incrementado en 1 para apuntar a la siguiente posición vacía. A la inversa, cuando se ejecuta una instrucción RETURN, RETLW o RETFIE el contenido de la posición actual del stack es colocado en el PC.

Ø Nota 1: PCLATH no se modifica en ninguna de estas operaciones

Ø Nota 2: Cuando el apuntador de stack ya está en la posición 8 y se ejecuta otro CALL se reinicia a la posición 1 sobrescribiendo en dicha posición. No existe ningún indicador que avise de esta situación. Así que el usuario deberá llevar el control para que esto no ocurra.

La Memoria de Datos

La memoria de datos consta de dos áreas mezcladas y destinadas a funciones distintas:

- Registros de Propósito Especial (SFR)
- Registro de Propósito General (GPR)

Los SFR son localidades asociadas específicamente a los diferentes periféricos y funciones de configuración del PIC y tienen un nombre específico asociado con su función. Mientras que los GPR son memoria RAM de uso general.

Bancos de memoria

Toda la memoria de datos está organizada en 4 bancos numerados 0, 1, 2 y 3. Para seleccionar un banco se debe hacer uso de los bits del registro STATUS<7:5> denominados IRP, RP1 y RP0.

Hay dos maneras de acceder a la memoria de datos:

Direccionamiento directo e indirecto. La selección de bancos se basa en la siguiente tabla

Direccionamiento Indirecto (IRP)	RP1:RP0	Banco
0	0 0	0
	0 1	1
1	1 0	2
	1 1	3

Tabla II-5: Selección de Bancos de Memoria

Cada banco consta de 128 bytes (de 00h a 7Fh). En las posiciones más bajas de cada banco se encuentran los SFR, y arriba de éstos se encuentran los GPR. Toda la memoria de datos está implementada en Ram estática.

CAPÍTULO III

"DISEÑO DEL SISTEMA DE MONITOREO"

DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA

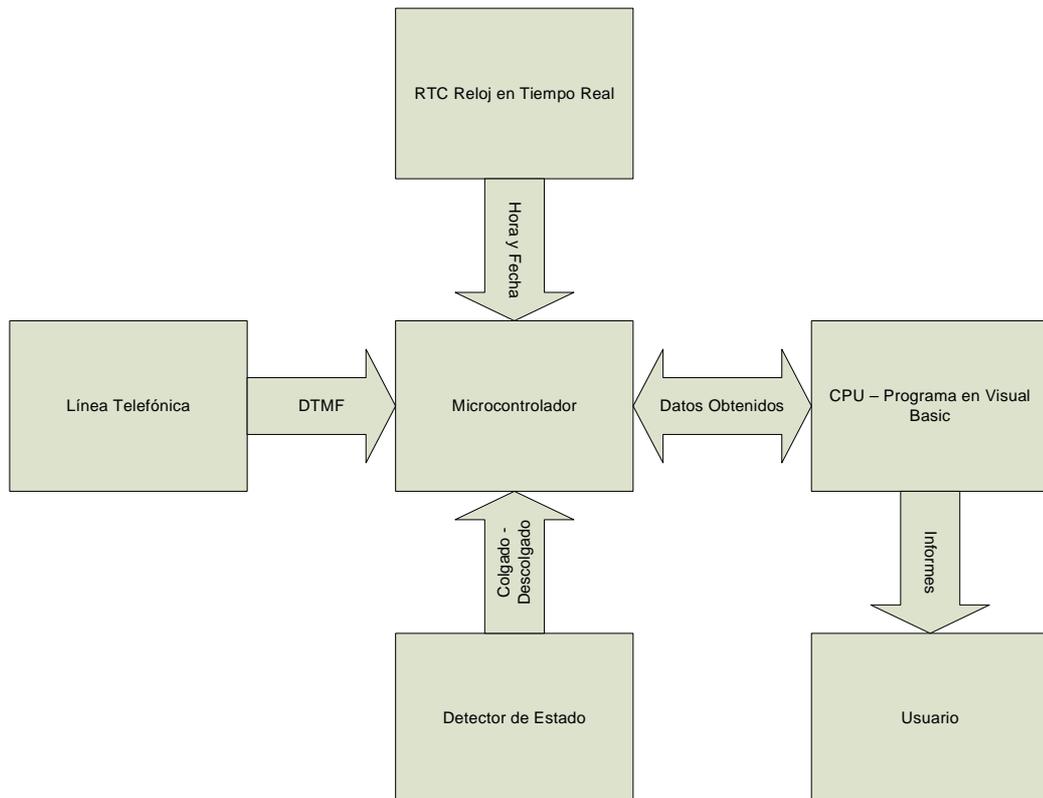


Figura III-1: Diagrama de Bloques del Sistema de Monitoreo

3.1 Diseño del Módulo de Monitoreo.

3.1.1 Etapa de alimentación de voltaje.

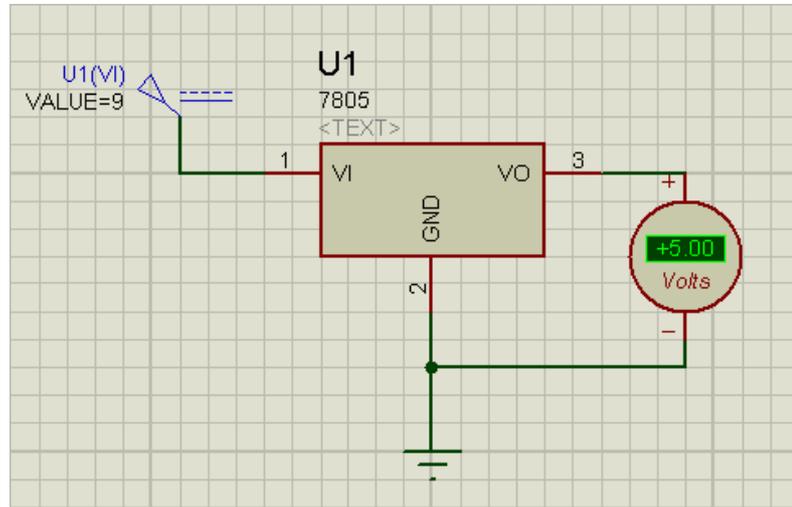


Figura III-2: Circuito Fuente de 5V.

El circuito será alimentado por una batería de 9V los mismos que a través de un circuito basado en el integrado 7805 será reducido a 5V con los cuales trabajan todos los integrados del sistema.

3.1.2 Etapa de acoplamiento y protección del circuito.

Cada etapa o placa del diseño tiene su propia fase de acoplamiento y protección.

3.1.3 Etapa de adquisición de datos.

3.1.3.1 Sistema de detección de Estado de Línea.

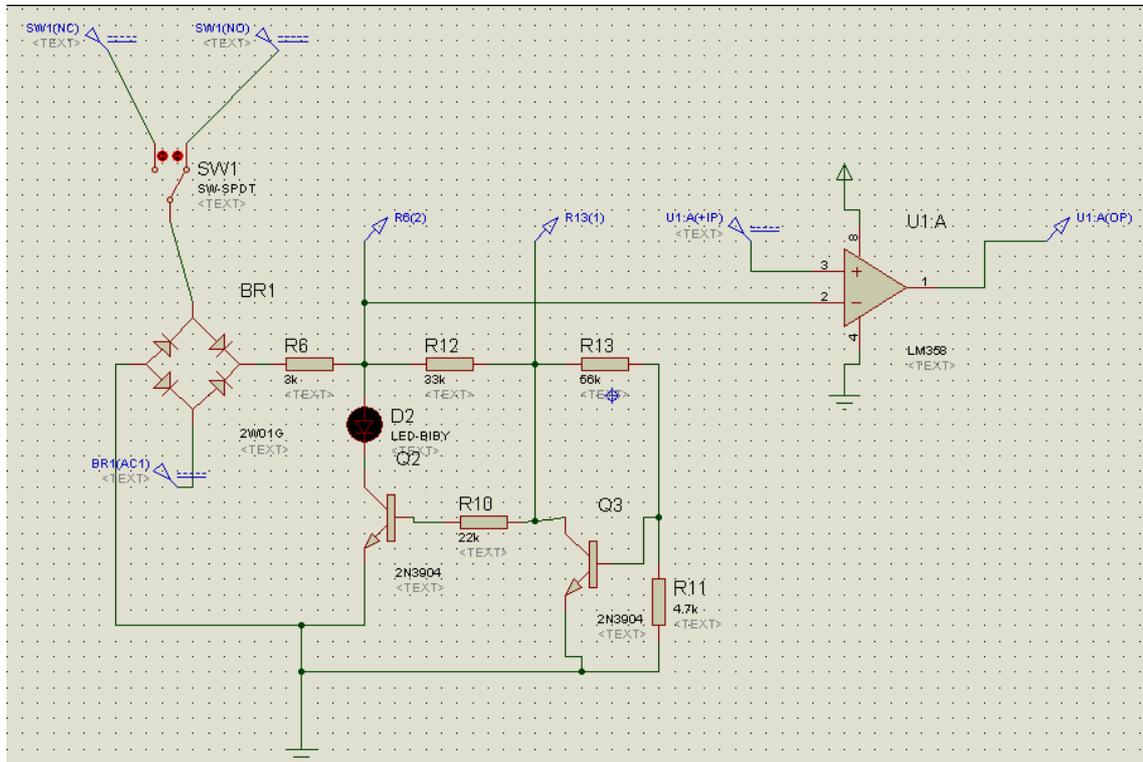


Figura III-3: Circuito Detector de Estado de Línea

Este circuito permite detectar el cambio de voltaje que presenta la línea telefónica en estado colgado que es de aproximadamente 41 V y el cambio de este al descolgar el auricular del teléfono (este voltaje baja a 9V aproximadamente), los voltajes no son exactos ya que estos pueden variar dependiendo de muchos factores externos.

Para obtener un pulso TTL que sirva como entrada válida al microcontrolador se ha acoplado un comparador de voltaje a la salida del circuito original.

3.1.3.2 Sistema de detección de número marcado.

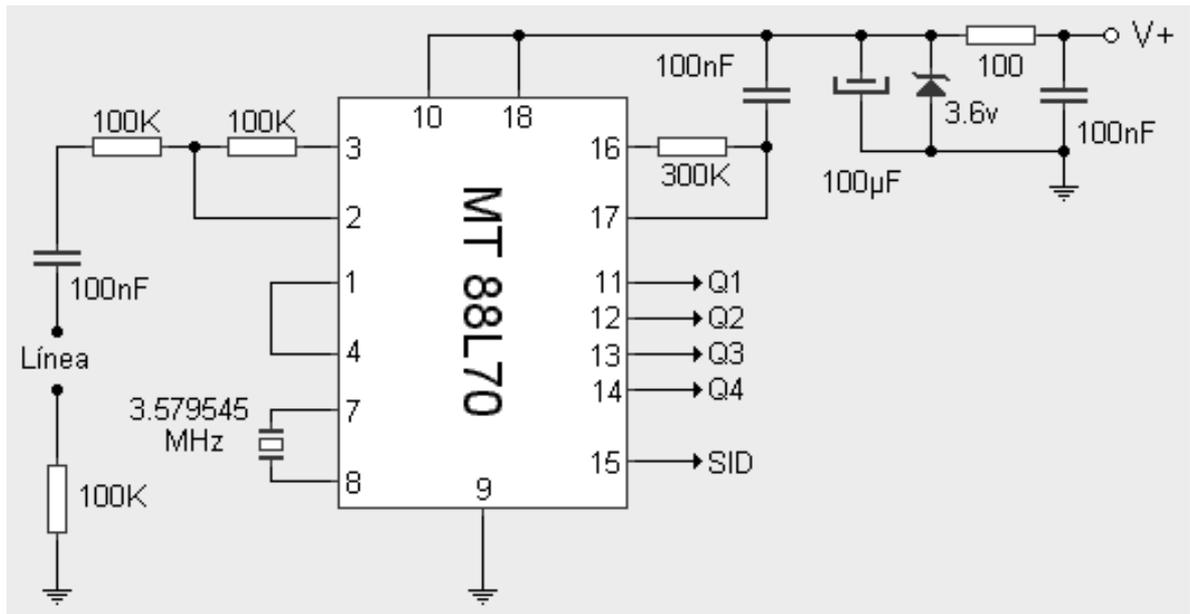


Figura III-4: Circuito DTMF

Este circuito permite detectar el número o botón pulsado por el usuario en el aparato telefónico. Presentando cinco salidas, cuatro que nos indican el dígito pulsado y una quinta que indica que se ha reconocido una pulsación válida.

Características MT 88L70

Voltaje de Operación	5 V
Frecuencia de operación	3,579545 Mhz
Potencia consumida	6mW
Duración min de tono	40ms

3.1.3.3 Sistema de Reloj en tiempo real

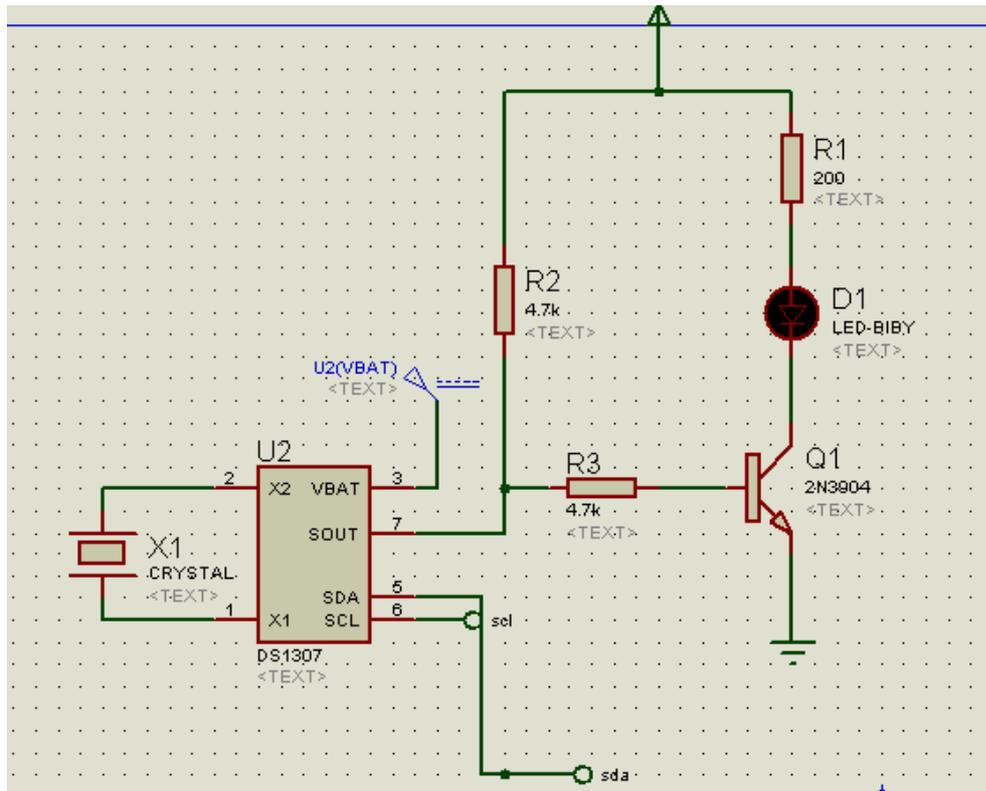


Figura III-5: Circuito RTC

A través de un integrado DS1307 se obtiene el circuito del RTC o reloj en tiempo real, este se encuentra alimentado por una pila de 3V. Y a través del microcontrolador lo podemos igualar y también obtener los datos de la fecha y hora actuales para utilizarlos como datos para el programa central.

Características del DS 1307

Frecuencia de operación 32768 Khz

Voltaje Vcc 5V

Voltaje de Batería 3V

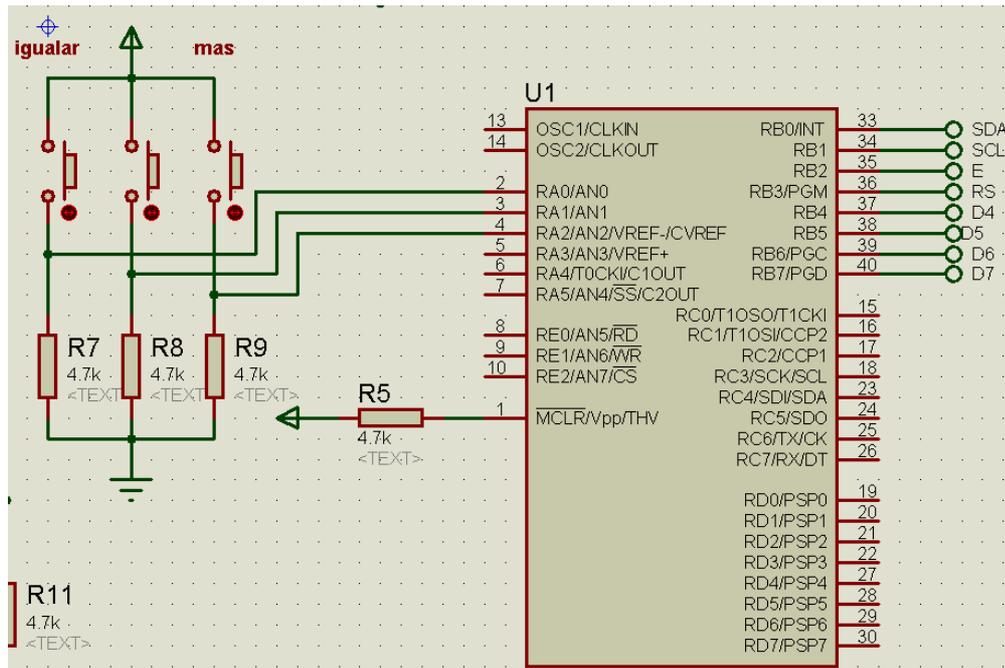


Figura III-6: Circuito Botones para Actualizar fecha y hora

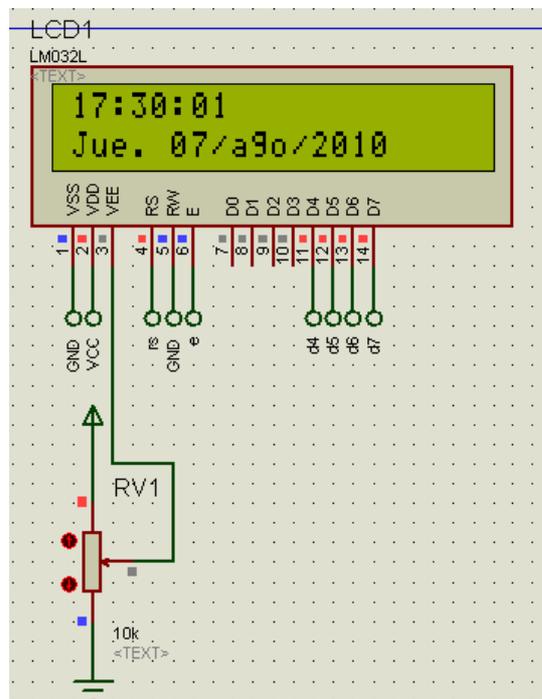


Figura III-7: Pantalla LCD del dispositivo

Características Pic 16F877A

Voltaje de Operación	5V
Numero de puertos	5
Puertos Analógicos	1, TRIS A
Memoria de programa flash palabra de 14 bits	8 Kbits
Comunicaciones Serial	UART, MSSP
Juego de instrucciones	35
Canales PWM	2

3.1.4 Sistema de Comunicación RS232.

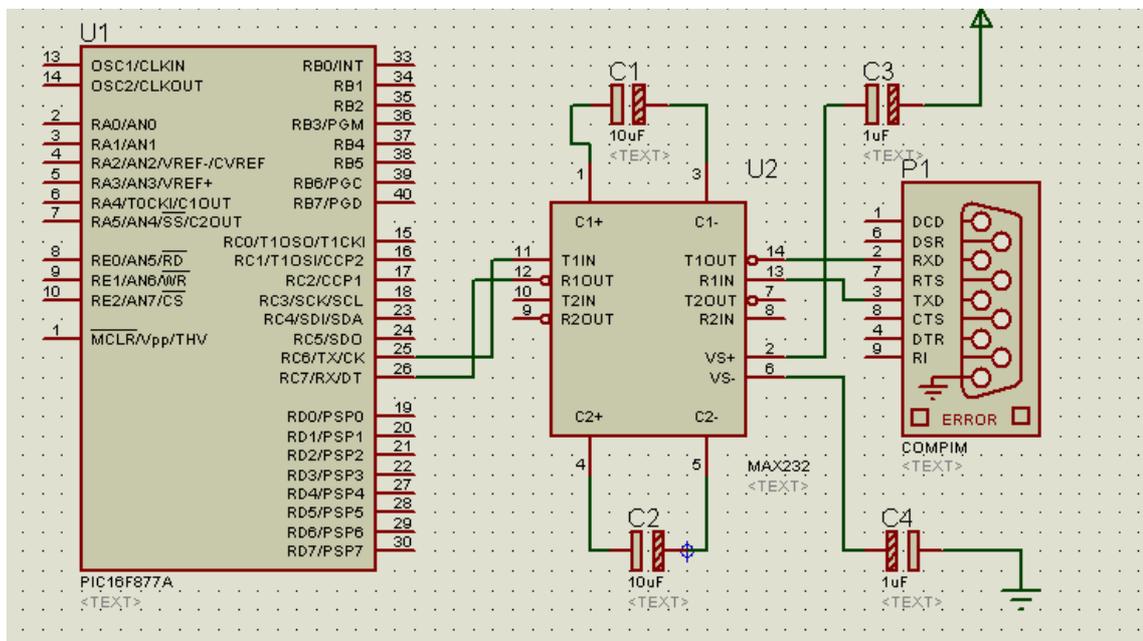


Figura III-8: Circuito RS232

3.1.5. Algoritmos de Funcionamiento

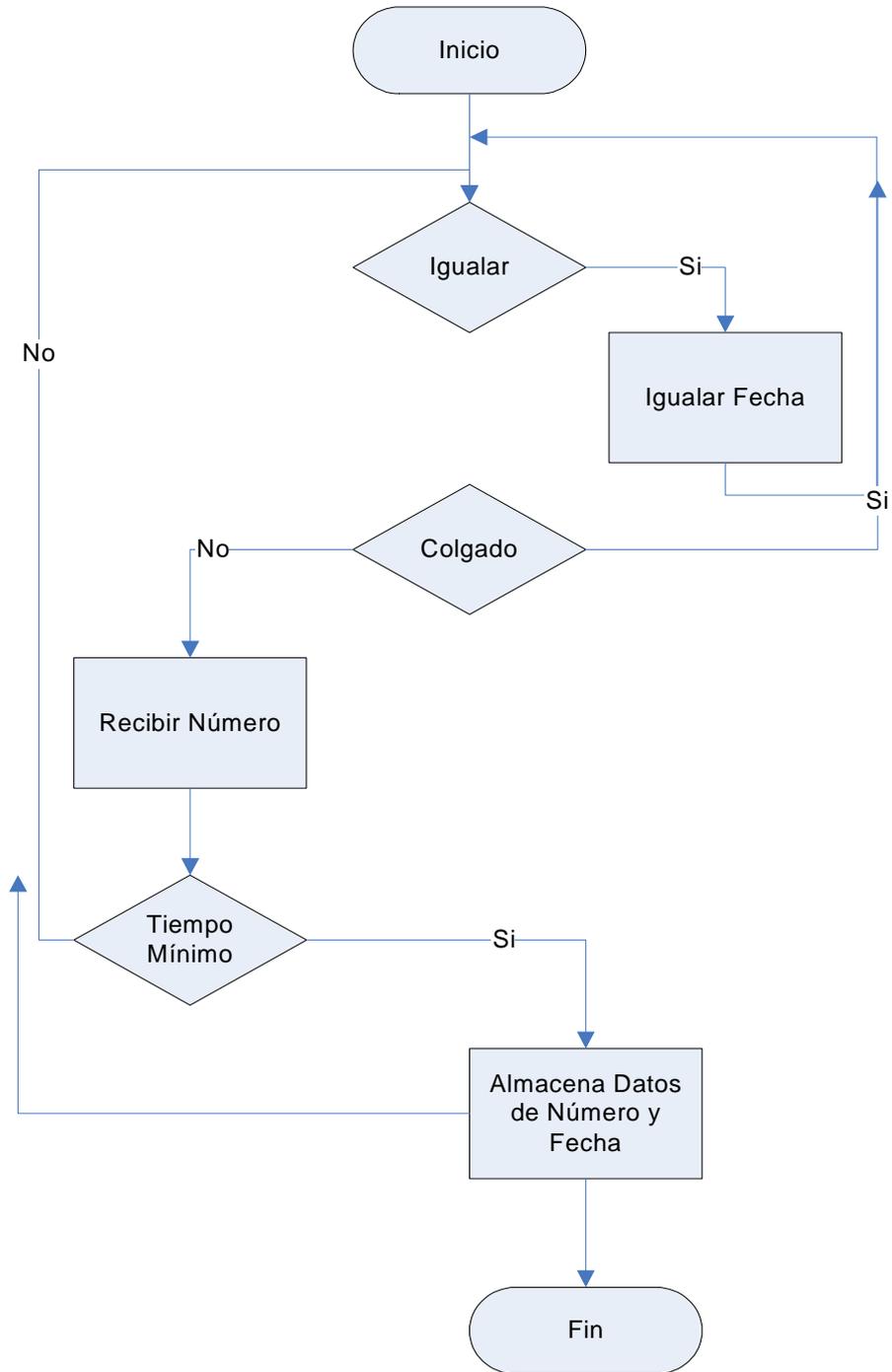


Figura III-9: Algoritmo de funcionamiento del dispositivo

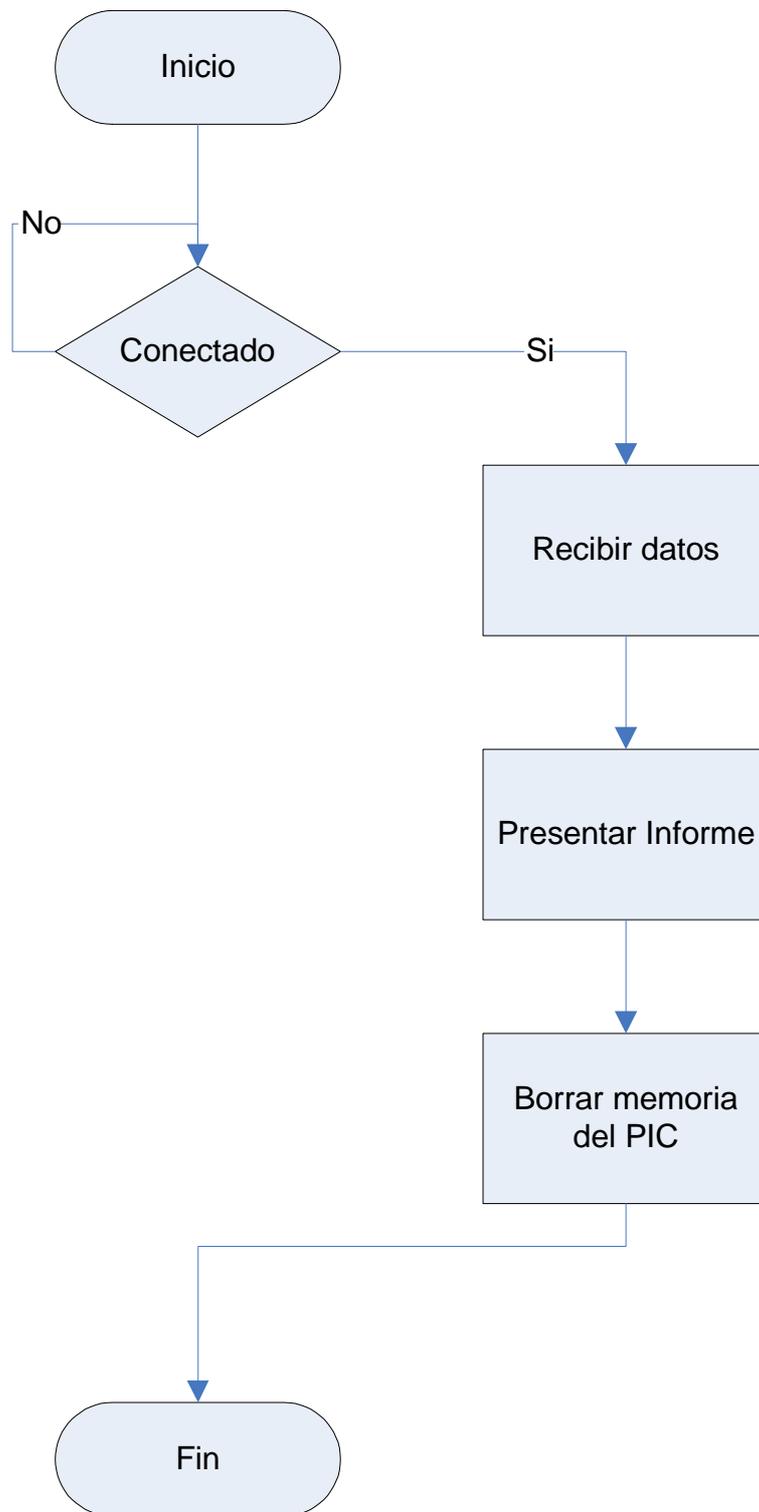


Figura III-10: Algoritmo de funcionamiento del programa.

CAPÍTULO IV

“CONSTRUCCIÓN Y RESULTADOS EXPERIMENTALES”

4.1 Construcción del Módulo de Monitoreo

4.1.1 Fuente de alimentación

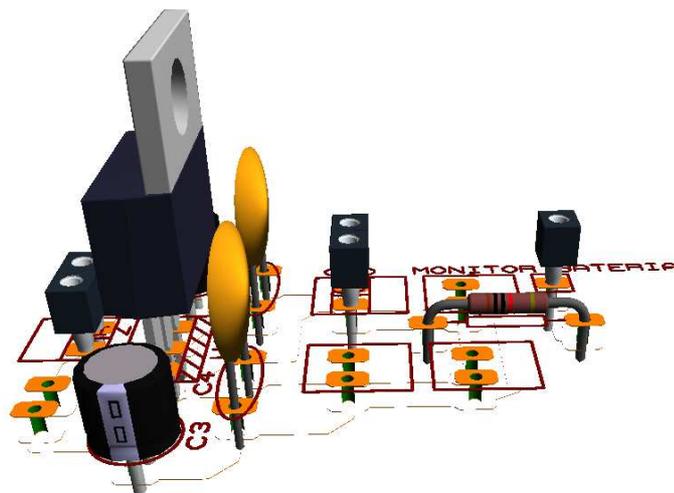


Figura IV-1: Fuente Alimentación de 5V.

4.1.2 Circuito detector de estado de línea

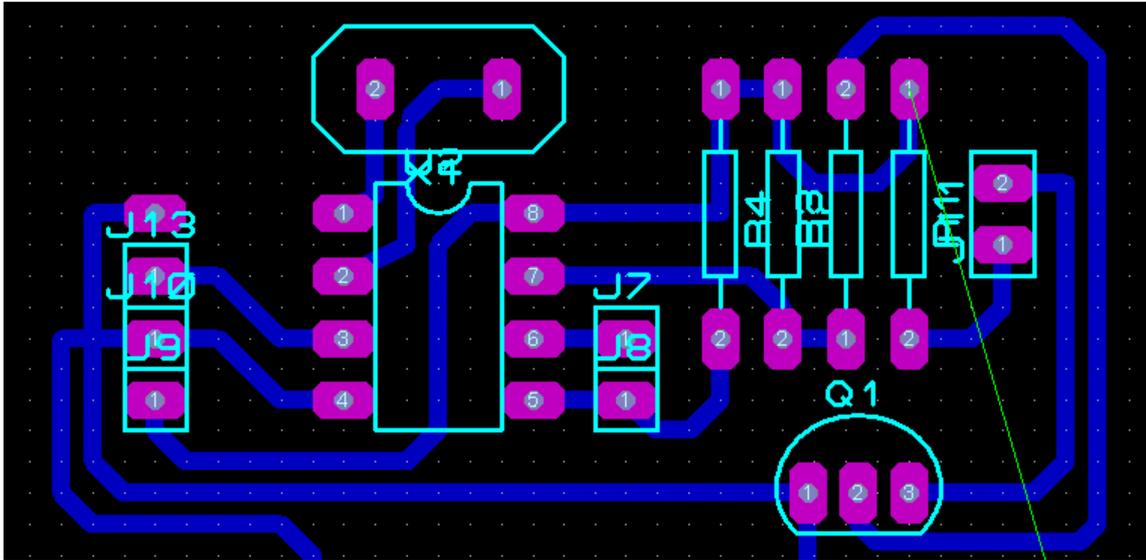


Figura IV-2: Placa del Circuito Detector de Estado de línea

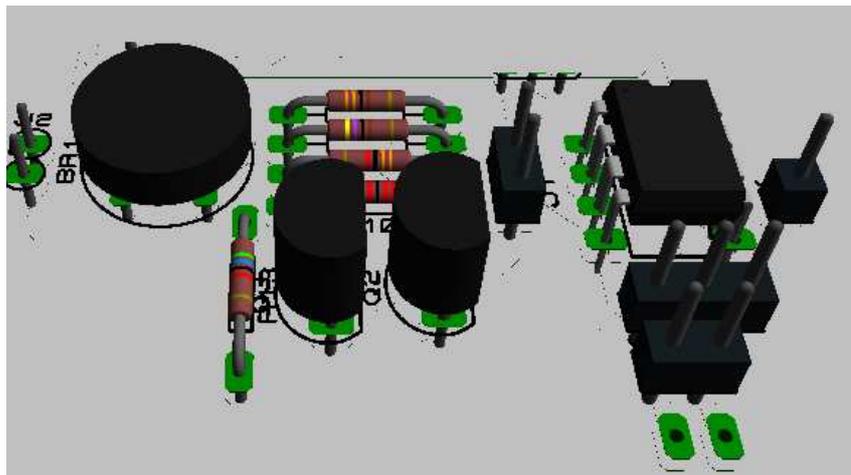


Figura IV-3: Detector de Estado de Línea

4.1.4 Circuito detector de número marcado

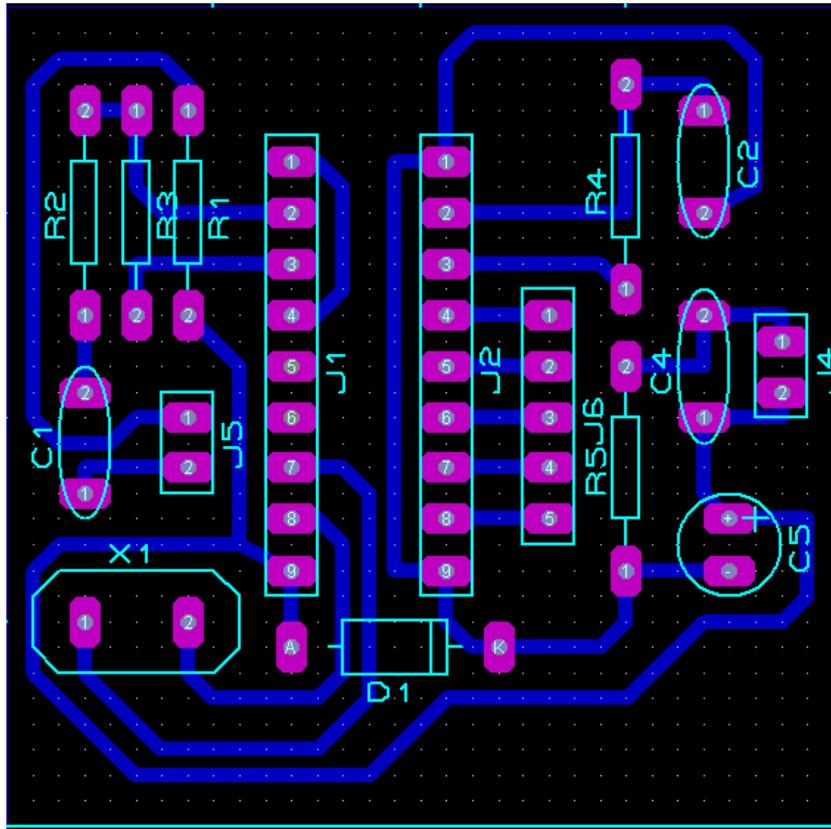


Figura IV-4: Placa del circuito DTMF

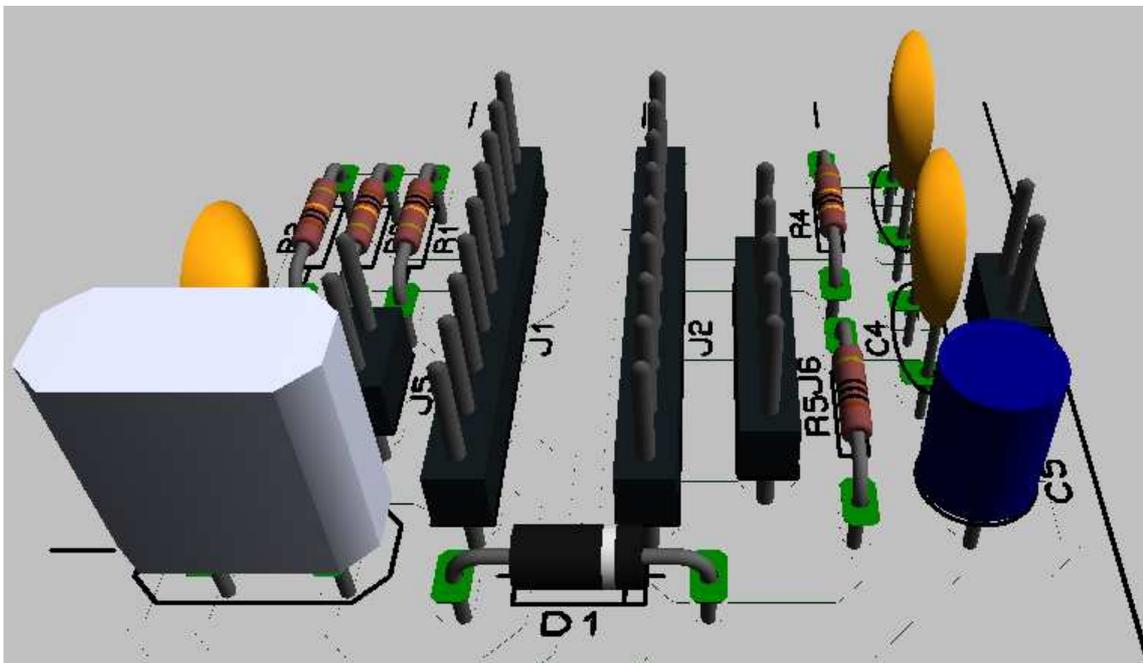


Figura IV-5: Circuito DTMF

4.1.5 Circuito Reloj en Tiempo Real

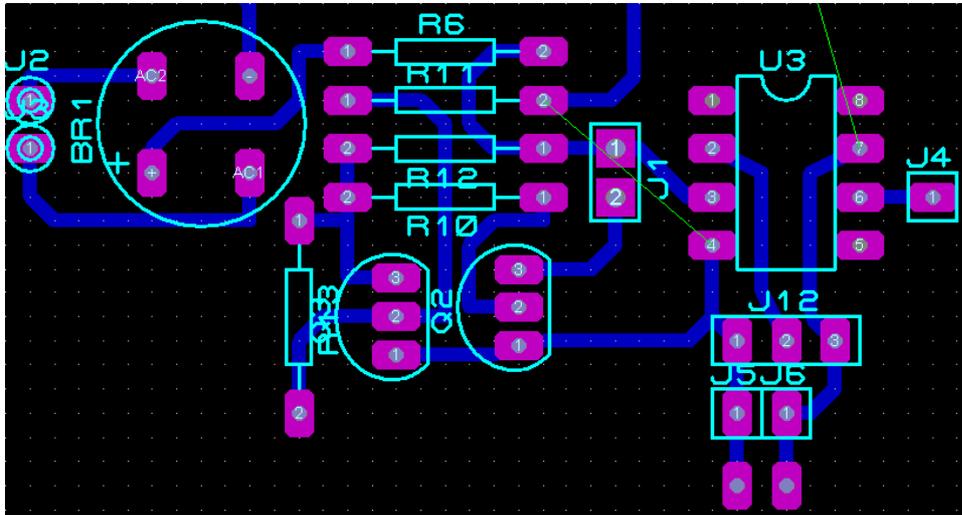


Figura IV-6: Placa del Circuito RTC

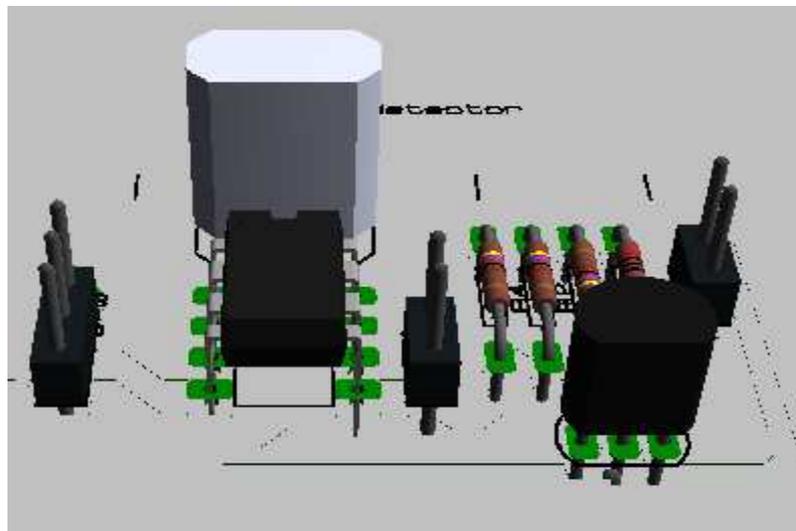


Figura IV-7: Circuito RTC

4.1.6 Sistema Central

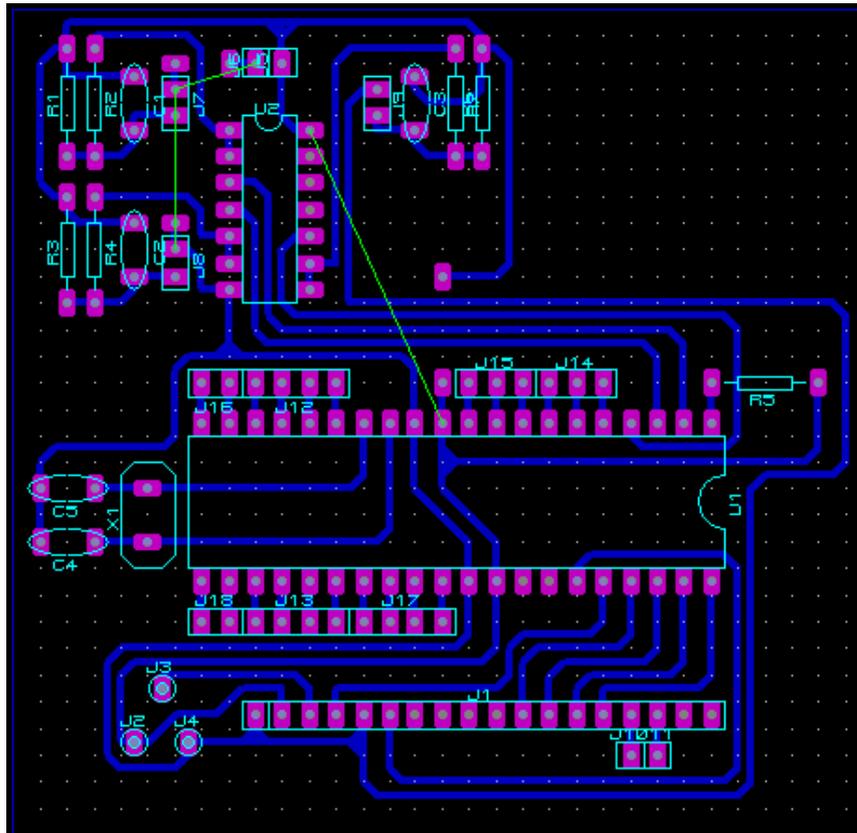


Figura IV-8: Placa del Circuito Central

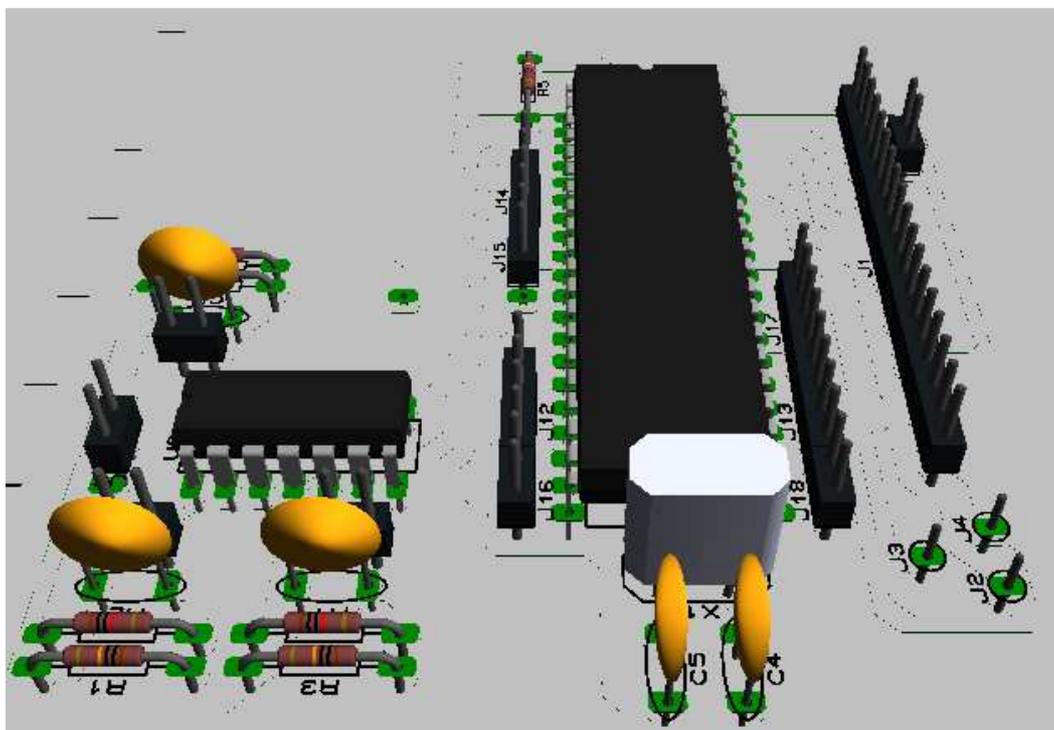


Figura IV-9: Circuito Central

4.2 Pruebas y resultados

4.2.1 Pruebas de Detección de estado de línea.

El principal inconveniente del proyecto fue que en nuestro país ya no se realiza una inversión de polaridad al establecerse una llamada telefónica, motivo por el cual se decidió obtener un pulso TTL al momento de descolgar el teléfono, ya que en ese instante ocurre una caída de tensión en los hilos telefónicos y a partir de ese momento iniciar tomar un tiempo básico que por experiencia se ha dejado en un minuto, ya que si en este tiempo ha permanecido descolgado el teléfono quiere decir que se ha establecido una llamada correcta.

4.2.2 Pruebas de Detección de número telefónico.

A través de nuestro sistema detector de tonos DTMF se puede recibir en código binario el número que ha sido pulsado, con un tiempo de respuesta óptimo para no perder datos, y sin que afecten factores externos al circuito.

4.2.3 Pruebas del Reloj en Tiempo Real.

El circuito del Reloj funciona correctamente mientras este conectada su batería de 3V sin importar si se corta la otra alimentación, el consumo de energía del circuito permite que la batería tenga una duración aproximada de 2 años, la adaptación de los botones para las funciones de igualado del reloj funcionó perfectamente, permitiendo al usuario esta opción. Estos datos de fecha y hora son recibidos por el microcontrolador para procesarlos de acuerdo a las necesidades del programa.

4.2.3 Pruebas de almacenamiento de datos en el microcontrolador.

Todos los datos recibidos por el microcontrolador son pulsos TTL, facilitando así su manejo dentro del programa principal, almacenando la información en la memoria del PIC, para luego ser descargada al computador, al estar un cierto número de llamadas registradas se muestra un mensaje en la pantalla LCD indicando que es necesaria la descarga de la información y el borrado de la memoria, para de esta manera evitar inconvenientes con la capacidad de memoria del PIC.

4.2.4 Pruebas de comunicación microcontrolador-pc.

El programa se realizó en visual basic, realizando la comunicación por medio del puerto serial hacia el microcontrolador, el programa se encarga de leer la memoria del pic recuperar y organizar los datos para presentarlos al usuario y borrar nuevamente la memoria del pic.

CONCLUSIONES

- Se puede establecer un sistema de control de uso del servicio telefónico basado en los informes presentados por el presente proyecto, poniendo reglas sobre el correcto aprovechamiento del mismo y si el caso amerita imponer sanciones para optimizar este servicio.
- La memoria del PIC es limitada, por esta razón cuando se llega a un cierto número de registros se muestra mensajes en la pantalla del LCD, pidiendo al usuario que descargue la información y que libere memoria del PIC.
- En el presente proyecto se pudo poner en práctica mucho de lo aprendido a lo largo de la carrera de ingeniería tanto en el área de Hardware en la implementación del circuito, y en la parte de Software en la programación del microcontrolador y de la interfaz del usuario en el computador.
- El principal inconveniente fue detectar el establecimiento de una comunicación correcta, pero esto fue solucionado de acuerdo a un análisis de la duración de las llamadas, llegando a la conclusión de que si se marcó un número correcto y el teléfono permanece descolgado mas de un minuto, esto quiere decir que la llamada se realizó con éxito y se estableció una comunicación.
- Con el avance diario de la tecnología y por consecuencia de los sistemas de comunicación, a cada momento van apareciendo nuevas maneras de mantenerse comunicado, como lo es la telefonía celular, el chat o telefonía vía internet y muchas otras innovaciones en este ámbito, pero la telefonía convencional va a estar presente por mucho mas tiempo y va a ser muy difícil que sea desplazada o que desaparezca ya que por mas que aparezcan nuevas formas de comunicación este sigue siendo un servicio de primera necesidad.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda diseñar un sistema que detecte el establecimiento de la llamada al momento de que el usuario que esta siendo llamado conteste, y así no esperar el un minuto para asumir que se ha realizado con éxito la misma.
- En cuanto a la alimentación del sistema se puede realizar un circuito que aproveche el voltaje proporcionado por la misma línea telefónica para evitar así el uso de baterías o pilas y el molesto trabajo de estarlas reemplazando por su desgaste.
- Se puede utilizar o adaptar un sistema de memoria expandible para aumentar la capacidad de almacenamiento de registros del sistema y así ya no utilizar solo la memoria interna del microcontrolador.
- Se podría dar la opción de que el sistema se mantenga conectado siempre a un computador y este enviando constantemente la información evitando así el trabajo de estar descargando la misma, pero de esta manera se restaría autonomía al sistema ya que sería necesario que el computador se encuentre encendido.
- Se puede ampliar el alcance del proyecto, realizando las adaptaciones necesarias para llevar el registro de mas líneas telefónicas.

RESUMEN

Se diseñó y construyó un sistema de monitoreo del tráfico telefónico en una línea convencional, capaz de grabar un registro de las llamadas realizadas con su hora, fecha y duración, para que estos datos ayuden a la persona encargada dentro de una empresa o incluso de una familia a la toma de decisiones para un correcto aprovechamiento de este servicio.

Básicamente el sistema consta de un circuito DTMF, el cual es un detector de tonos que nos entrega a través de cuatro salidas el número marcado al descolgar el teléfono, de un RTC o reloj en tiempo real del cual se obtiene la fecha y hora de inicio y del fin de las llamadas, y de un detector de estado de la línea telefónica el mismo que indica si el teléfono se encuentra colgado o descolgado, toda esta información es administrada y organizada dentro del microcontrolador para luego a través de una interfaz realizada en visual basic presentar los datos obtenidos al usuario.

El dispositivo se conecta como una extensión más de la línea telefónica y al computador por medio del puerto serial, presentando una interfaz amigable al usuario con una pantalla LCD en el dispositivo en la cual se muestra la fecha y hora actual y los mensajes de memoria llena, y con botones que brindan la posibilidad de actualizar la fecha y hora.

El resultado final es un dispositivo confiable, sencillo y económico que puede ser utilizado tanto por empresas pequeñas o medianas así como por hogares que deseen implementar un control en su consumo telefónico y así optimizar el uso de este servicio de primera necesidad.

SUMMARY

Was designed and built a traffic monitoring system in a conventional telephone, capable of recording a record of calls made with your time, date and duration for which these data will help the person within a company or even a family decision-making for a successful use of this service.

Basically the system consists of a DTMF circuit, which is a tone detector that we delivered through four outputs the number dialed to pick up the phone from a RTC or real time clock which gives the date and start time and end calls, and a state detector the same telephone line that indicates whether the phone is hung or hook, this information is managed and organized in a microcontroller and then through a visual basic interface to present the data to the user.

The device is connected as an extension of the telephone line and the connection to the computer is via serial port, presented a user-friendly interface with LCD screen on the device which shows the date and time and messages memory full , and buttons that provide the ability to update the date and time.

The end result is a reliable device, easy and inexpensive, it can be used by both small and medium enterprises and for households that want to implement a control on your telephone usage and optimize the use of this service necessities.

BIBLIOGRAFÍA

1. CODIFICACIÓN Y DECODIFICACIÓN DTMF
<http://mural.uv.es/masimo/DTMF.html>
2010 – 06 – 12
2. COMUNICACIÓN RS232
<http://www.euskalnet.net/shizuka/rs232.htm>
2010 – 06 - 25
3. ESTABLECIMIENTO DE UNA COMUNICACIÓN
<http://es.wikipedia.org/wiki/Tel%C3%A9fono>
2010 – 04 - 05
4. HISTORIA DE LAS COMUNICACIONES TELEFÓNICAS
<http://www.rrppnet.com.ar/hiscomunicacion.htm>
2010 – 03 – 31
5. MEMORIA DEL PIC 16F877
<http://www.scribd.com/doc/101172/pic16f877-en-espanol1>
2010 – 07 – 05
6. TELECOMUNICACIONES EN EL ECUADOR
<http://www.ahciet.net/historia/pais.aspx?id=10140&ids=10672> : (2007)
2010 – 04 – 15
7. TIPOS DE MERCADO TELEFÓNICO
http://es.wikipedia.org/wiki/Marcaci%C3%B3n_dec%C3%A1dica_por_pulsos
http://es.wikipedia.org/wiki/Marcaci%C3%B3n_por_tonos
2010 – 05 – 17
8. TRÁFICO TELEFÓNICO
http://www.terra.es/personal/ignaciorb/telefonía/conmutacion/conmutacion_2.htm
2010 – 06 - 28